

Munkapiaci változások a friss digitalizációs trendek tükrében

Labour market changes amid digitalization

Lőre Vendel¹ – Kovács Gábor²

Absztrakt

A tanulmány röviden bemutatja, hogy a digitalizáción alapuló gazdasági megoldások milyen fejlettségi szinten állnak, azzal a céllal, hogy a további fejezetekben elemezni tudjuk a vizsgált folyamat hosszú távú munkapiaci hatásait. A robotizáció és automatizáció hatásairól a szakirodalomban fellelhetőek empirikus prognózisok, melyeket a tanulmányban felhasználva következtetéseket vonunk le mind a nemzetgazdasági szintű foglalkoztatási és munkanélküliség várható hosszútávú alakulására, mind a szektorális foglalkoztatásra vonatkozóan.

Kulcsszavak: digitalizáció, robotizáció, automatizáció, üzleti modell váltás, munkaerőpiac

Abstract

The recent progress of digital technologies is summarised in this paper in order to analyse the long term labour market consequences of this trend. Literature has several empirical prognosis about robotization and automation, which are used in this paper to draw conclusions as well about long term macroeconomic employment and unemployment trends, as about sectoral employment.

Keywords: digitalization, robotization, automation, business model change, labour market

BEVEZETÉS

Mi sem mutatja jobban a digitalizáció terjedését, minthogy mind a napi sajtótermékekben, mind a gazdasági újságok cikkei között mára már szinte naponta jelennek meg cikkek a robotizáció és mesterséges intelligencia témakörében. A The Financial Times üzleti újság hírarchívumát áttanulmányozva, a 2018-as évben 589 olyan cikk jelent meg, melyben a robotika kifejezés szerepel. 2017-ben rekordszámú (649), 2016-ban 481, míg 2015-ben 208, 2014-ben pedig 142 ilyen cikk érhető el az újság online archívumban. Hasonló arányokat találunk a robotizációval napjainkra szorososan összefonódó mesterséges intelligencia (AI) kifejezések keresése során is. Míg 2014-ben 133 olyan cikk jelent meg a Financial Times-ban, mely foglalkozott a mesterséges intelligenciával, addig 2016-ban már 567 cikk, 2017-ben 1029, a tavalyi évben pedig 1141 cikkben szerepel a mesterséges intelligencia kifejezés.

Mindez jól példázza azt a folyamatot, hogy napjainkra a robottechnika és a mesterséges intelligencia megoldások nemcsak elérték technikai színvonalban azt a fejlettségi nívót, melyen számolnunk kell a gazdasági elemzésekben ezekkel a tényezőkkel, hanem a gazdasági-üzleti élet is kiemelten foglalkozik a témával. Ez azt sejteti, hogy napjainkra küszöbön állnak azok a technológiák és jelenségek, melyek egy-két évtizeddel ezelőtt lázba hozták a technológiai rajongót, és akkoriban legfeljebb csak a science-fiction alkotásokban jelenhettek meg.

A robotizáció, a mesterséges intelligencia megoldások, illetve az iparágakat átalakító digitalizációs technológiák akár egy jobb, fejlettebb, tisztább világ ígérését is magukban

¹ Dr. Lőre Vendel, egyetemi docens, Széchenyi István Egyetem, E-mail: lore@sze.hu

² Dr. habil Kovács Gábor, egyetemi docens, Széchenyi István Egyetem, E-mail: kovacs@szeg.hu

hordozzák. A gazdaságban azonban megszokhattuk, hogy ritkán történnek olyan események, melyből minden társadalmi szereplő profitál.

A digitalizáció kapcsán felmerülhet a kérdés, hogy vajon az új technológiák nem fognak-e bizonyos szakmákat kiszorítani a munkából, vagy esetleg előfordulhat-e az jelenség, hogy nemcsak egyes szakmákat, hanem globálisan a teljes humán munkaerőt kiszorítják a gazdaságból. A félelmek nem tűnnek megalapozatlannak. Elegendő csupán arra rámutatni, hogy az IBM Deep Blue számítógépe miként győzte le Garry Kasparov sakkvilágbajnokot éppen két évtizeddel ezelőtt, vagy szintén az IBM által elkészített Watson számítógép miként kerekedett felül a legjobb játékosok felett a Jeopardy! kvízműsorban.

Jelen tanulmányban elsőként megvizsgáljuk statisztikai adatok segítségével, hogy a digitalizációs trendek jelenleg hol tartanak. Egyaránt kitérünk a robotizáció, az automatizáció és a diszruptív iparágátalakító technológiai megoldások és üzleti modellek témakörére. Ezután körbejárjuk elméleti szempontból azt a kérdést, hogy a digitalizáció fenyeget-e a technológiai munkanélküliség erősödésével. A tanulmány záró részében pedig egy empirikus modell segítségével elemezzük azt, hogy globálisan, illetve szektorális szinten kell-e tartani a digitális munkanélküliség megjelenésétől.

1. FRISS DIGITALIZÁCIÓS TRENDEK

A tanulmány kiindulópontjaként összegyűjtöttük a legfontosabb digitalizációhoz köthető, jelenlegi prognózisok szerint a gazdasági életben jelentős változást ígérő technikákat, fogalmakat, illetve koncepciókat. Érdemes megjegyezni, hogy az 1. táblázatban feltüntetett fogalmak jelenleg még nem teljesen letisztultak, gyakran a szakértők is különféle jelentést tulajdonítanak azoknak, sőt sokszor az egyes fogalmak kontúrja is elmosódik. Az elemzés egyszerűbbé tétele végett munkapiaci szempontok alapján csoportosítottuk a fogalmakat. Összesen három kategóriát képeztünk, melyet az 1. táblázat szemléltet.

1. táblázat: A digitalizáció megjelenési formái a gazdaságban (munkapiaci fókuszú megközelítés)

Table 1 Major trends of digitalization in economy (labour market classification)

Csoport	Konkrét technika, koncepció
Klasszikus fizikai robotizáció	Kollaboratív robotok
	Klasszikus ipari robotok
	Célfeladatot ellátó robotok (pl. autonóm szállító járművek)
Automatizálás	Big Data
	Felhő alapú szolgáltatások (cloud computing)
	Robotizált folyamatoptimalizálás (RPA)
	Smart Factory (okos gyár)
	Gyenge mesterséges intelligencia (pl. neurális hálók, mélytanuló rendszerek)
	Ipar 4.0
Üzleti modell (iparág) átalakulás a digitalizáció következtében	IoT (dolgok internete)
	Felhő alapú szolgáltatások (cloud computing)
	Sharing economy
	Virtuális valóság (VR)
	3D nyomtatás
	Nyílt innováció
Open source szoftverek, hardverek	

Forrás: a szerzők saját szerkesztése, 2019

Megjegyzés: Az egyes fogalmak meghatározását a tanulmány végén a fogalomtárban tüntettük fel.

A csoportosítás során a digitalizációt három területre bontottuk szét: (1) klasszikus robotizáció, (2) automatizáció, (3) ICT (Infokommunikációs Technológiák) által generált üzleti modell (iparág) változások. Ezen osztályozás azért célszerű, mivel egyrészt a szakirodalomban megjelenő publikációk jellemzően egy-egy területet ölelnek fel az előzőekben említett három csoport közül, másrészt a robotizáció, automatizáció és az üzleti modell innovációk más munkapiaci csoportokat, iparágakat, és foglalkozásokat érintenek, ennek eredményeként a munkapiaci hatásmechanizmusuk is eltérő lehet.

Ebben a tanulmányban a klasszikus robotizáció alatt a hardveres robotikát értjük, azaz olyan tökeeszközöket tekintünk robotoknak, melyek jellemzően a fizikai (egyelőre rutin jellegű) feladatok ellátásában vesznek részt (pl.: gyáripari összeszerelés, anyagmozgatás). Prognózisok szerint a robotizáció elsősorban azokban az iparágakban okoz erős munkapiaci átalakulást, ahol jellemzőek a standard környezetben zajló rutin jellegű tevékenységek. Ennek eredményeként a robotizáció tipikusan a nagyüzemi rendszerű ipari termelést érinti, és napjainkban jellemzően a rutinszerű munkát ellátó ipari munkásokat, ezen belül is a gyártósori direkt munkaerő foglalkoztatását befolyásolja közvetlenül.

Az automatizáció alatt jelen tanulmányban a szoftveres „robotizációt” értjük. A szoftveres robotizáció lényege, hogy az embert elsősorban nem a fizikai, hanem a szellemi munkában váltja ki (vagy egészíti ki) egy algoritmusokra épülő szoftveres megoldás. Az automatizáció egyik kulcsterülete napjainkban a robotizált folyamatautomatizálás (*RPA – robotic process automation*), de beletartozik az ipari szoftverek, mesterséges intelligencia (*AI*), sőt a tágran értelmezett *smart factory* koncepciója is.

Míg a klasszikus robotok az ipari munkavállalókra jelenthetnek fenyegetést, addig az automatizálási megoldások a standard, rutinszerű szellemi munkakörökben dolgozók munkáját fenyegetik már rövid távon is. Ilyen szempontból a legveszélyeztetettebbek azok a tipikusan támogató munkakörök, amiket a közelmúltban még az olcsó bérszinttel rendelkező országokba történő tevékenységkihelyezés fenyegetett. Tipikusan ilyen a számvitel, a pénzügy, az adózás, illetve a humán adminisztráció (pl.: bérszámfejtés). Iparági bontásban a legveszélyeztetettebb iparágak a banki, a biztosítási ágazatok, az IT, a logisztika, illetve a közigazgatás.

Munkapiaci következmények szempontjából a legnehezebben prognosztizálható változásokat a harmadik csoportba sorolt trendek jelentik. Az ICT (leginkább az internetes technológiák) által generált üzleti modell és iparágátalakító változások hatása nagyon nehezen becsülhető fel előre. Itt ugyanis nem csupán arról van szó, hogy a robotok, vagy a szoftverrobotok (esetleg gyenge mesterséges intelligencia megoldások) képesek helyettesíteni egy-egy munkaállomáson az ott dolgozók munkáját, hanem ezek a megoldások egyszerűen egész iparágakat és komplett vállalati folyamatokat söpörhetnek el azáltal, hogy a működés alapjául szolgáló üzleti modellt újraírják. Ebben a változáscsoportban a hívó szó a Kim–Mauborgne szerzőpáros által bevezetett kék óceán stratégia koncepció (Kim–Mauborgne, 2006). A kék óceán stratégia lényege az, hogy egy vállalat nem száll be közvetlenül a piacon már jelenlévő termékek és szolgáltatások versenyébe³, hanem a versenytársaktól gyökeresen eltérő értékajánlatot kínál fel a vásárlóknak. Ezzel a vállalat képes elérni, hogy egy üres piaci szegmensre lépjen be, ahol monopolerővel bír, és emiatt magasabb profitabilitást képes elérni. Ilyen kék óceán stratégiát valósított meg az Amazon az 1990-es években az online könyvruház, majd a 2000-es években a „mindenruház” koncepciójával (Stone, 2016), az Apple az iPhone piacra dobásával, a Google a keresőjével és a rá épülő reklám alapú üzleti modelljével. Ez a típusú változás képes egész iparágakat elsöpörni, és igen nehezen kiszámítható a hatása munkapiaci szempontból, mivel sem a mögöttes invenciót, sem az innovációt, sem annak fogyasztói fogadtatását nem lehetséges előrejelezni. A monokultúrás

³ Ezt a szerzők „vörös óceánnak” hívják, ahol kíméletlen árverseny zajlik.

gazdaságok munkapiacai számára ez a fajta változás a legveszélyesebb, mivel a detroiti rozsdakörzethez hasonlóan egy-egy innováció komplett régiókat képes gazdaságilag tönkretenni⁴.

A kék óceán stratégián alapuló üzleti modell innovációk mellett olyan ICT technológiákon alapuló megoldások is a harmadik kategóriába tartoznak, mint a szűken értelmezett sharing economy, a 3D nyomtatás, vagy a dróntechnológia. Ezekre a technológiákra is igaz, hogy a jövőben nagy valószínűséggel képesek lehetnek komplett iparágakat felforgatni. Az autómegosztás például az autógyártást képes alapjaiban átírni, azáltal, hogy megváltoznak a fogyasztói igények (presztízstermékből helyváltoztatásra alkalmas eszközzé degradálódnak), illetve a piac mérete drámaian képes megváltozni⁵. A 3D nyomtatás prognózisok szerint képes lesz egyes jelenleg nagyüzemi gyártással előállított termék esetében kompletten átírni az egész gyártási folyamatot (pl.: fröccsöntött műanyag eszközök), a dróntechnika pedig a logisztikát és a kereskedelmet alakíthatja át.⁶

Felmerülhet a kérdés, hogy hol áll a robotizáció napjainkban. Egyik oldalról olvashatóak és láthatóak olyan hírek, melyben önvezető autók, illetve mesterséges intelligencia alkalmazások tűnnek fel, melyek nemcsak sakkban képesek megverni a világbajnok emberi játékos, hanem számos olyan területen is lepipálják emberi társaikat, melyről néhány éve még azt hittük, hogy az ember egyedüli privilégiuma. Elegendő csak a Jeopardy! nevű játékra utalni, ahol az IBM által fejlesztett Watson mesterséges intelligencia alkalmazás könnyűszerrel győzte le kvízkérdésekben a legjobb emberi versenyzőket. Másrészt az látszik, hogy a mindennapi munkában, vagy a kereskedelmi alkalmazásokban nem állnak olyan szinten sem ezek a technológiák, hogy az egyszerűbb munkákat automatizálják.

Valójában – bármennyire is meglepő –, a robotika a jelenlegi technológiai színvonalon hozzávetőlegesen 50%-ban képes lenne kiváltani az emberi munkaerőt a termelési folyamatban⁷ (MGI, 2017). Korábban a robottechnika csak a leginkább kiszámítható tevékenységeket volt képes ellátni, és a környezet minimális változása lehetetlenné tette adaptációjukat, így jelentősen behatárolódott ezen eszközök használhatósága. Az utóbbi másfél-két évtizedben viszont az információtechnológia rohamos fejlődése következtében a robottechnika és automatizált rendszerek sokkal alkalmazkodóbbak lettek (Ford, 2017).

A technológiai fejlődésben jól ismert a Moore-törvénye, mely eredeti formájában azt állította, hogy mikrochipek gyártása során az egységnyi területre rakható tranzisztorok száma 18 hónaponként megduplázódik (Anderson, 2009). Moore-törvényét kissé egyszerűbb és kézzelfoghatóbb formában úgy lehet megfogalmazni, hogy 1,5 évente megduplázódik a mikrochipek teljesítménye. Ez az összefüggés a törvény felfedezése óta, azaz a 60-as évek óta nem dőlt meg, és napjainkban is kb. 1,5 évente duplázódik a számítógépek számítási kapacitása. Ez valójában matematikailag egy exponenciális jellegű növekedés, melynek az a tulajdonsága, hogy gyorsulva növekvő trendet ír le, vagyis az exponenciális növekedés egy idő után emberi léptékben elképesztően nagymértékű növekedést tud generálni. Ennek az exponenciális jellegű növekedésnek köszönhető, hogy a számítástechnikában jelenleg hónapról hónapra jelennek meg drasztikus újítások. Általában az innováció kapcsán elő szokott kerülni, hogy egy technológiában rejlő növekedés először exponenciális jellegű, majd idővel kifulladás a növekedés üteme, és lelassul. Az információtechnológia azért más, mint minden eddigi technológiai váltás, mert egyrészt a gazdaság minden részét érinti, másrészt amikor a mikrochip gyártásban az egyik technológiai fejlődési lépés kifulladás, akkor az eddigi

⁴ Miközben az új iparág felvirágzik, és képes új, másfoglalkozásokra épülő munkahelyeket teremteni.

⁵ Amiatt például, hogy a fejlett országokban egy-egy háztartásnak nem lesz szüksége például 2 autóra.

⁶ Az itt említett trendek és változások csupán szakértői véleményeket tükröznek, így a bekövetkezési valószínűségek és hatások vitathatóak.

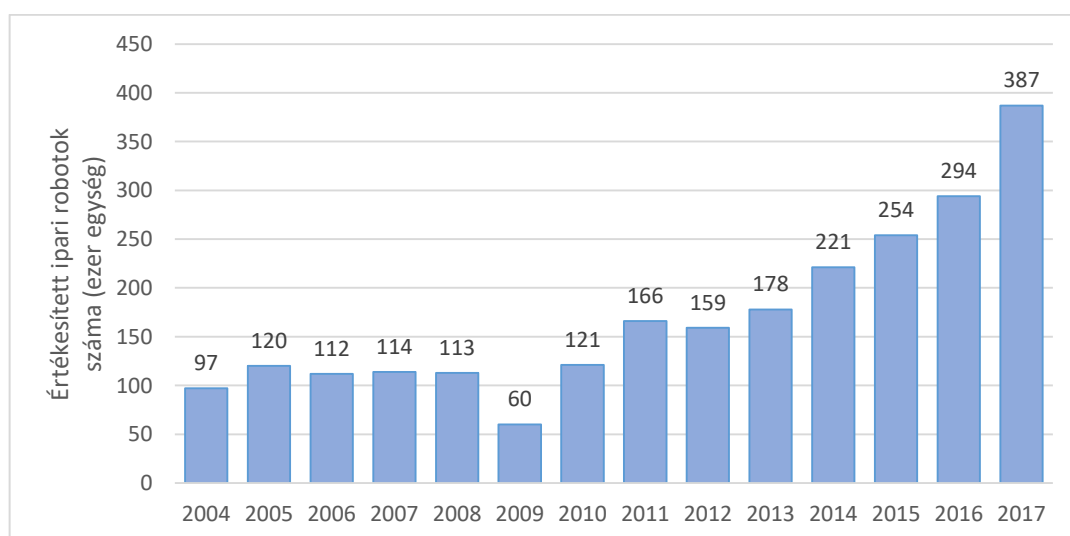
⁷ A nemzetgazdaság szerkezetéből fakadóan jelentős eltérések vannak. Egyes országokban csak 40%-ban, míg máshol 55%-ban helyettesíthető az emberi tevékenység (ledolgozott munkaidő arányában).

tapasztalatok alapján jött egy másik technikai áttörés, mely újra és újra exponenciális fejlődési pályára állította az IT technológiát. Ennek következtében a Moore törvényként ismert összefüggés mintegy 50 éve fennáll, és ennek köszönhető a mai számítógépek exponenciálisan növekvő teljesítménye (Ford, 2017, Anderson, 2009, Anderson, 2013).

Valójában a robotizációban a legnagyobb akadályt az jelentette eddig, hogy nem állt rendelkezésre az ember kognitív teljesítményéhez mérhető számítási kapacitás és az ezt megvalósító algoritmusok sem. A robotok vagy egyáltalán nem, vagy csak két dimenzióban tudtak észlelni, ami lehetetlenné tette olyan egyszerű feladatok ellátását, mint a térbeli tájékozódás, nem beszélve a mintázatfelismerésről, hiszen ezek a feladatok nagy számításigényűek. Napjainkra azonban ez a helyzet jelentősen megváltozott, köszönhetően a számítógépes hardverek és az algoritmusok fejlődésének. A számítógépek az egy-két évtizeddel ezelőttihez képest sokszoros számítási kapacitással rendelkeznek. 1981 óta a számítógépek ezerszer lettek gyorsabbak, de az algoritmusok esetében negyvenháromezerszeres növekedés figyelhető meg. Kutatók szerint az exponenciális fejlődésnek van üzemanyaga, legalább az elkövetkezendő 10–15 évre, így várható, hogy a robotizációt eddig jellemző exponenciális trend nem fog kifulladásra (Ford, 2017).

Jelenleg a robotizáció számára nem jelent akadályt a rutinszerű, kontrollált környezetben végrehajtott feladatok ellátása. Már jelenleg is vannak működőképes robotok, melyek változó környezetben is képesek magasabb mentális műveletek végzésére. Ilyen például az Industrial Perception robotkarja, mely képes dobozokat érzékelni, és azokat logikus sorrendben – emberhez hasonlóan elpakolni, függetlenül attól, hogy számára addig ismeretlen környezetben és kondíciók között kell dolgoznia⁸. A Rethinking Robotics Baxter robotja egy más technológiával képes arra, hogy előre betanított mozdulatsorokat reprodukáljon. Hasonlóan az említett megoldásokhoz, a gépipari gyártásban, ahol a körülmények kiszámíthatóbbak, a robottechnika már nagyon kiforrott mértékben van jelen. Elegendő a Tesla gyáira gondolni, ahol szinte az egész gyártási folyamat automatizált (Vance, 2015). A klasszikus robotizáció nagyságrendjéről meglehetősen jó képet ad, ha megvizsgáljuk az értékesített robotok darabszámának változását (1. ábra).

1. ábra: A világon értékesített ipari robotok száma 2004 és 2017 között
Figure 1 Worldwide sales of industrial robots from 2004 to 2017



Forrás: Statista (2018a) Worldwide sales of industrial robots from 2004 to 2017 alapján a szerzők saját szerkesztése

⁸ <https://www.youtube.com/watch?v=RJd8WgDT4vI> (Letöltés ideje: 2018. december 03.)

Ahogy az 1. ábra mutatja, az ipari robotok értékesítési darabszáma dinamikusan növekedett az utóbbi 10 évben⁹. 2017-ben a globális robotikai értékesítés elérte a 387.000 darabos nagyságot, mely év/év alapú összehasonlításban 32%-os emelkedést jelent 2016-hoz viszonyítva. Az International Federation of Robotics (IFR) szervezet becslései szerint 2018-ban az ipari robotértékesítés tovább növekedett, és elérte a 421.000 egységet, 2021-ig pedig évente 14%-os növekedést prognosztizálnak. Az ipari robotok tekintetében Japán, Kína, az Egyesült Államok, Dél-Korea, illetve Németország termelése meghatározó. A fő világpiacon robotelőállítók közé az ABB, a KUKA, a Fanuc, a Kawasaki és a Yaskawa Electric Corporation tartozik (Statista, 2018a).

Nemcsak a kiszámítható fizikai munkát képesek elvégezni a robotok, hanem a magasan képzett munkakörökben is megjelentek ilyen alkalmazások, és valószínűleg itt fogják a legforradalmibb változásokat elindítani. Számos olyan szoftveres megoldás (automatizáció) létezik napjainkra, melyek természetes nyelvű outputot állítanak elő statisztikai adatokból. Ilyen szoftvert használnak már az újságírásban, ahol az újságírói munkát képesek kiváltani. Léteznek már a piacon automatikus adatelemző és gyűjtő szoftverek, melyek emberi beavatkozás nélkül képesek munkát végezni (Ford, 2017).

Ma már kellő biztonsággal kijelenthető, hogy az IT hardver és szoftvermegoldások, kiváltképp a mesterséges intelligencia megoldásoknak technikai értelemben néhány éven, évtizeden belül minden területen lehetővé fogják tenni az emberi munka kiváltását. A McKinsey Global Institute elemzői úgy becslik, hogy 2030-ra technikailag az emberi munka 80%-a, 2050-re gyakorlatilag majdnem 100%-a automatizálható lesz optimista forgatókönyvük szerint (MGI, 2017). Iparági szakértőkkel készített előrejelzések hasonló trendeket vázolnak fel, mely szerint drámaian nő a robotok képességpotenciálja az elkövetkezendő évekre, miközben 2025-re a mesterséges intelligencia és robotika konvergálni fog egymáshoz. Kutatók szerint 2050-re szokványossá válnak a robotok a mindennapi életben. Ezzel együtt újradefiniálódik az emberi tevékenység (Peláez–Kyriakou, 2008). Hasonló következtetéseket fogalmaznak meg azok a szakértők, akik a korábban bemutatott elemzéseknél jóval spekulatívabb módszertannal a technológiai fejlődés exponenciális fejlődését vizsgálják (Kurzweil, 2005).

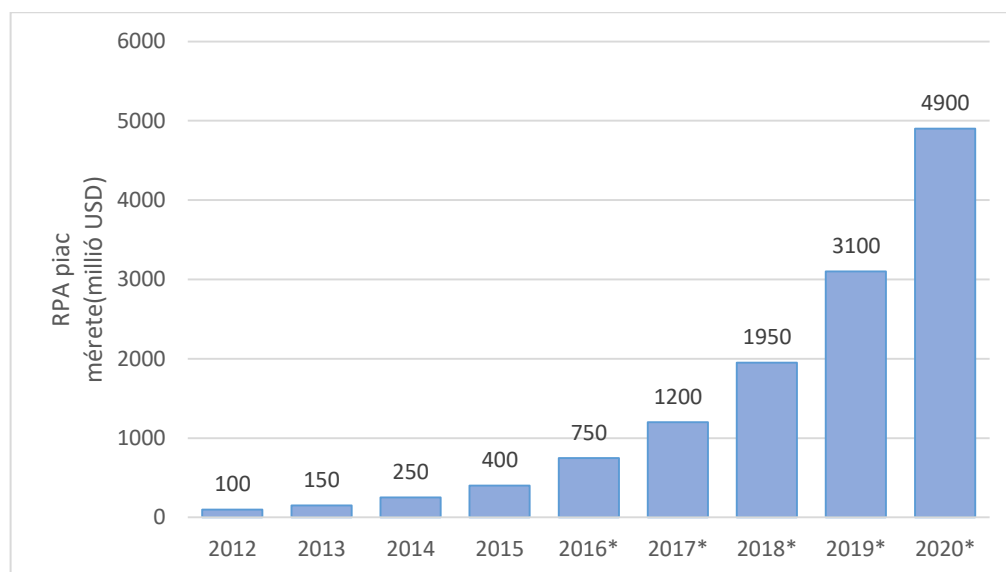
Ha a klasszikus robotizációhoz viszonyítva megvizsgáljuk az automatizációt, akkor azt tapasztaljuk, hogy a szakértők ebben a szegmensben még a robotizációnál is dinamikusabb növekedést prognosztizálnak. A statista.com adatai szerint 2016-ban a gyárautomatizálásra (melybe például beletartoznak a smart factory koncepció elemei) világszinten 70 mrd USD-t, folyamatautomatizálásra 43 mrd USD-t, ipari szoftverekre 28,3 mrd USD-t, mesterséges intelligencia alkalmazásokra 6 mrd USD-t költött a vállalati szektor. 2020-as előrejelzések szerint a gyárautomatizálási területen a beruházott összegek elérik a 80,3 mrd USD-t, a folyamatautomatizációban 50,3 mrd USD-t, az ipari szoftverek beszerzésében 40 mrd USD-t, míg az AI alkalmazások értékesítése 12,5 mrd dollárra fog rúgni (Statista, 2018b).

Ha kifejezetten csak az RPA piacot vesszük figyelembe, akkor a 2. ábra tartalmazza a világszintű folyamatautomatizációs piac értékesítési adatait a 2012 és 2020 közötti időszakra vonatkozóan.

⁹ Kiszűrve a gazdasági válság hatását.

2. ábra: A világszintű RPA piac tény, illetve prognosztizált adatai 2012–2020 közötti időszakra vonatkozóan

Figure 2 Facts and projections about the size of RPA market from 2012 to 2020



Forrás: Statista (2018c) Size of the information technology (IT) robotic process automation (RPA) market for worldwide from 2012 to 2020 alapján a szerzők saját szerkesztése

A digitalizáció harmadik csoportjába tartozó, egyébként önmagában is sokszínű irányvonal a számszerűen legnehezebben megragadható terület. Ebben a tekintetben iránymutató lehet ugyan néhány számadat, de a terület változékonyságánál fogva nem igazán adja meg még csak a változások nagyságrendjét sem.

Az internetes technológiák nagy valószínűséggel igen rapid fejlődést fognak produkálni az elkövetkezendő években. Ezeket a változásokat leginkább csupán illusztrálni lehet, semmint pontosan előrejelezni. A Digital Economy Compass (Statista, 2018d) összeállítása szerint 2017-ben az Instagram 9 hónap alatt majdnem megnégyszerezte az aktív felhasználói számát (150 millióról 500 millióra változott), miközben a 2016-os 3,2 milliárd dollárról 2020-ra becslések szerint 9,1 milliárd dollárra növelheti bevételeit. Ez a tendencia igen jól mutatja az internetes szolgáltatások piacában rejlő lehetőségeket, és munkapiaci szempontból a veszélyeket. Hiszen nem szabad elfelejteni, hogy az új technológiák térhódításával a fogyasztói kereslet más területekről el is szivároghat (pl.: a médiafogyasztási szokások igen gyorsan átkerülnek az online térbe).

2. MUNKAPIACI TRENDEK A DIGITALIZÁCIÓ TÜKRÉBEN

A szakemberek megítélése erősen konvergál egymáshoz, ami a robotizáció és automatizáció technikai megvalósíthatóságát illeti. A robotizáció gazdasági hatásainak elemzése azonban jóval nagyobb vitákat kelt. Alapvetően két nézetrendszer vitatkozik egymással: a „*techno-optimista*” és a „*technopesszimista*” irányzat képviselői. Az előbbi irányzat szószólói arra az alapvetésre építenek, hogy a robotizáció ugyan képes helyettesíteni az emberi munkát, de a megszűnő munkahelyek mellett jönnek létre olyan új munkalehetőségek a gazdaságban, melyek levezető szelepként funkcionálnak. Példaként a mezőgazdaság 20. század eleji átalakulását hozzák fel, melyben az igen jelentős számú mezőgazdasági munkásság lassacskán átkerült a gyárparba, majd a gyárpar kezdődő automatizálásával a 70-es évektől a munkaerő egyre inkább a szolgáltató szektorba áramlott.

A techno-pesszimista irányzat képviselői nem fogadják el a bővülő munkahelyekre vonatkozó hipotézist, hiszen azzal érvelnek, hogy ez az átalakulás más lesz, mint a múltban látott példák, hiszen a technika jelenlegi állása szerint nemcsak egyetlen iparág automatizálódik, hanem a jelenség minden iparágat érint. A helyzetet nézetük szerint tovább súlyosbítja, hogy a technológia, illetve a robotika folyamatosan és exponenciálisan fejlődik, és néhány évtizeden belül minden feladatban a robotok túl fogják szárnyalni az emberi munka minőségét, sebességét, pontosságát, és költséghatékonyaságát. Mindez önmagában nem okozna problémát álláspontjuk szerint, csak hogy a jövedelmek az egész világon rendkívül polarizáltak, a tőke egy igen szűk réteg kezében összpontosul. Ennek következtében a munkalehetőségek visszaszorulásával (, melyről az embernél hatékonyabb robottechnika és a kapitalista ösztönzőrendszerek együtt gondoskodnak) a munkajövedelmek összezsugorodnak, és a társadalom tovább polarizálódik: egyrészt egy széles nincstelen rétegre, akik közül igen kevesen találnak munkát, másrészt a tőkés igen szűk kisebbségre, akik a jövedelmek nagy része felett fognak diszponálni (változatlan társadalmi berendezkedés mellett). Ez nemcsak óriási társadalmi feszültségeket indukálhat, hanem a középréteg vásárlóerejének eltűnésével a gazdaság növekedését is kikezrdheti (Ford, 2017).

A két irányzat teljes mértékig ellentétes álláspontot képvisel a vitában, és következményeit tekintve is gyökeresen eltér a robotizáció kimenete. Az optimista forгатókönyv szerint a robotizáció lehetővé teszi a gyors növekedést, és mint ilyen, káros gazdasági hatása gyakorlatilag nincs. A pesszimista forгатókönyv képviselői tisztában vannak azzal, hogy a robotizáció megállíthatatlan trend (legalábbis a kapitalista berendezkedés keretei között), de állami szerepvállalást sürgetnek annak reményében, hogy a negatív hatásokat csökkenteni lehessen.

A közelmúltban öt olyan vizsgálat zajlott, mely az automatizáció munkahelyekre gyakorolt hatását elemezte, különféle módszerekkel. Mindegyik elemzés – bár más-más adatokat és módszertant használtak –, aláhúzza, hogy igen jelentős azoknak az állásoknak a száma, melyek „áldozatul eshetnek” az automatizálásnak (Frey–Osborne, 2017, Citibank, 2016, World Economic Forum, 2016, MGI, 2017). Egyes elemzések a munkakörök és munkaköri tevékenységek 50%-a esetében látják fenyegetőnek az automatizálást (Frey–Osborne, 2017, MGI, 2017), míg az OECD tanulmánya a foglalkozások mindössze 9%-át látja jelenleg automatizáltnak. A felmérések közül módszertanilag a McKinsey Global Institute (2017) tanulmánya a legalaposabb és legkidolgozottabb, így a következőkben ezen modellt, illetve becslést mutatjuk be részletesen.

Jelenlegi technológiai színvonalon a McKinsey Global Institute számításai szerint a munkapiaci fizetett tevékenységek 50%-a automatizálható. Mindezt a szerzők igen alapos elemzés, illetve adatbázis alapján prognosztizálják, így ezen becslés eléggé megbízható. Az elvégzett elemzés alaposaságát mutatja, hogy 800 foglalkozást összesen 2000 munkaköri tevékenységre bontottak fel. Ilyen tevékenység egy bolti eladó esetén például a vevő köszöntése, vagy éppen az áruk kipakolása. Minden tevékenység esetén meghatározták azokat a kompetenciákat és ezek szükséges szintjeit, melyek a feladat ellátásához szükségesek, majd megvizsgálták, hogy a feladat automatizálható-e. Figyelembe vették emellett azt, hogy az adott tevékenység a munkakörben eltöltött munkaidő mekkora részét teszi ki. Ezek tükrében meghatározták, hogy a jelenlegi technológiai szint mellett egy adott munkakör munkaidejét milyen arányban lennének képesek robotok, illetve automatikus algoritmusok ellátni. Ezek alapján kevesebb, mint 5%-nyi foglalkozás automatizálható teljesen, és legalább 30%-os mértékben a foglalkozások 60%-a automatizálható (MGI, 2017).

Habár a szerzők számítása szerint a foglalkozások 5%-a automatizálható a jelenlegi technológiai szint mellett, mégis a részleges automatizáció szinte minden ágazatot és foglalkozást érint. Ennek fényében nem meglepő, hogy a szerzők szerint több foglalkozás fog

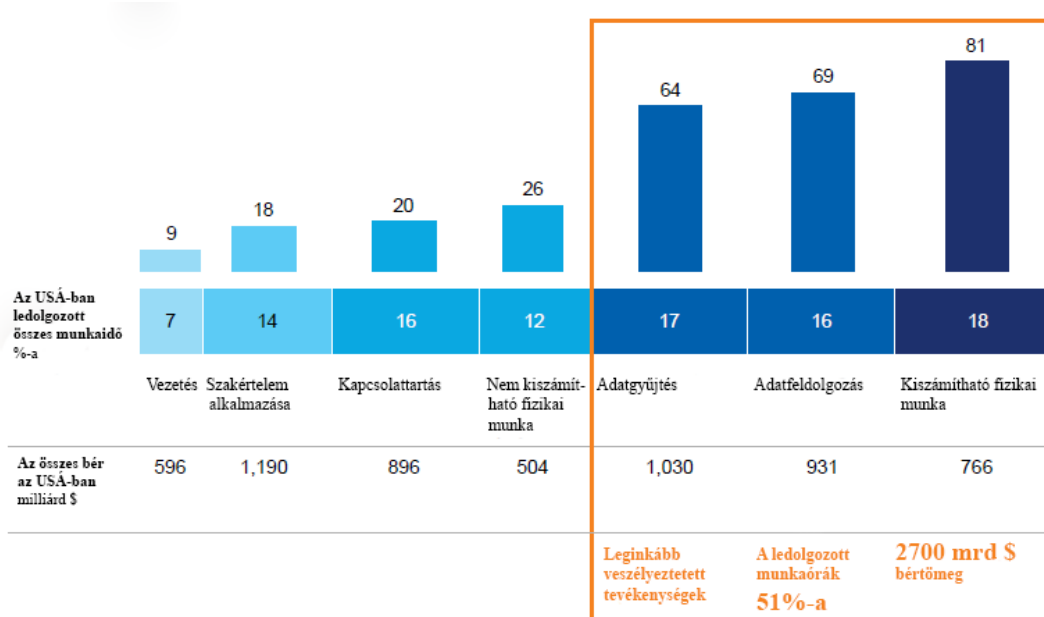
gyökeresen megváltozni, mint amennyi marad az eredetiben az elkövetkezendő néhány évtizedben.

A szerzők által készített elemzés konzervatívnak tekinthető abban az értelemben, hogy egyes állások jelentősen vissza fognak szorulni, így az automatizálási hatás erősebb az előrejelzettnél, hiszen munkakör szinten vizsgáldtak, de a közelmúltban az e-kereskedelem terjedése kapcsán azt láthattuk, hogy nemcsak munkakörök automatizálódnak, hanem egyes munkakörök amiatt szűnnek meg, hogy az üzletmenet átalakul, és pl. visszaszorulnak a téglahabarc alapú boltok.

A kérdés valójában nem az ma már, hogy milyen feladatot lehet automatizálni, hanem az, hogy ez mikor fog a gazdaságban megtörténni. Az a közkeletű felfogás azonban téves, hogy a magasan képzett munkakörök nem volnának automatizálhatóak. Valójában nem a képzettség szintje befolyásolja az automatizáltság technikai megvalósíthatóságát, hanem az, hogy a munka környezete, illetve kimenete mennyire jelezhető előre. Tehát önmagában a régi bölcsesség már nem igaz: a magasabb végzettség, több diploma megszerzése nem véd az automatizálás hatásaitól.

A szerzők a munkakör feladatokat 5 kategóriába sorolták: a legnagyobb arányban a kiszámítható kimenetelű fizikai munka automatizálható. Ebbe a csoportba tartozik az ipari termelőmunka java része, illetve a logisztika és a kereskedelmi munkák jelentős része, akár csak a vendéglátás. Ez az amerikai gazdaságban a munkaidő 18%-át teszi ki jelenleg. Ez a feladatcsoport jelenleg 81%-ban lenne kiváltható robottechnikával. Szintén nagymértékben automatizálható az adatfeldolgozás (69%), és az adatgyűjtés (64%). Ezen tevékenységek szinte mindegyik ágazatban jelentős arányban képviseltetik magukat, de a könyvelés, adózás, biztosítás, pénzügyi területeken is nagymértékben jelen vannak. E három kategória az összes ledolgozott munkaidő 51%-át teszi ki az Egyesült Államokban. A maradék négy kategória 30%-nál kisebb mértékben automatizálható. Ezek közé tartozik a nem kiszámítható fizikai munka (jellemzően az építőiparban, mezőgazdaságban van jelen), a kapcsolattartás a stakeholderekkel, a szakértelem alkalmazása, azaz a döntés, tervezés, illetve kreatív feladatok. A legkevésbé automatizálható feladatok az emberek menedzselése.

3. ábra: Munkahelyi tevékenységkomponensek automatizációs veszélyeztetettsége
Figure 3 Threats of human job tasks as a result of workforce automation



Forrás: McKinsey Global Institute, 2017, 6. o.

Mindezekből látszik, hogy igen jelentős az eltérés az egyes szektorokban az automatizálhatósági potenciált illetően. A legnagyobb veszélyben a vendéglátás és szálláshely szolgáltatás van. Itt már jelenleg is vannak olyan kísérleti robottechnikai eszközök, melyek a gyorséttermi főzést és kiszolgálást teljes mértékig automatizálni képesek. 60%-os automatizálhatósági fokkal a második legveszélyeztetettebb szektor a gépipari gyártás. Meg kell jegyezni, hogy a korábbi évtizedekben látott tevékenység-kihelyezési hullám (offshoring) az automatizálást megelőző folyamat volt. Ha a gyáripari offshoring feszültségeket okozott a fejlett országokban, akkor az automatizálás fokozottan azt fog okozni. Ebben a tekintetben érdemes kiemelni, hogy Magyarországon a feldolgozóiparban a foglalkoztatottak 21,6%-a dolgozik, ezzel szemben a kutatás fókuszpontját adó USA-ban mindössze 7,9%-a dolgozik az ágazatban (KSH, 2017a, US Bureau of Labor Statistics, 2017). Mindez erősen megkérdőjelezi az iparosítási politika koncepcióját.

Érdemes megjegyezni, hogy a rangsor legkevésbé automatizálható tevékenységei, illetve területei a képzés és oktatás, a menedzsment, szellemi munka (pl. mérnöki tervezés), információ és kommunikáció területei, valamint az egészségügyi szolgáltatások. Természetesen ez nem azt jelenti, hogy ezen szektorokban nem várható automatizálás, csupán azt, hogy itt a gépek a feladatok kisebb részét képesek jelenleg átvenni. Emellett itt is vannak olyan szakmák, melyek fokozottan érintettek (pl. oktatási segédszemélyzet) (MGI, 2017).

3. SEKTORÁLIS HATÁSOK

A McKinsey tanulmány (2017) leszögezi, hogy jelentős eltérések lesznek az egyes szektorok, munkakörök között abban a tekintetben, hogy mennyire automatizálhatóak. Ebben a fejezetben rövid prognózist adunk arra vonatkozóan, hogy egyes szektorokat miként érint az automatizáció kiváltotta változás. A három nagy gazdasági szektor mellett elemezzük az egészségügyet, illetve az oktatást, a nyugdíjrendszert, valamint a szociális ellátórendszert mint a nagy ellátórendszerek meghatározó elemeit.

3.1. MEZŐGAZDASÁGI SEKTOR

Magyarországon 2016-os adatok szerint 217 ezer fő dolgozott a mezőgazdaság, erdőgazdálkodás, halászat ágazatában. Ez az összes foglalkoztatotti létszám közel 5 %-a (KSH, 2017b). Összehasonlításképpen az Egyesült Államokban a munkaerőállomány 1,5%-a dolgozik ebben a szektorban (US Bureau of Labor Statistics, 2017).

A mezőgazdasági szektor az 1900-as évektől kezdődően már átment egy nagy technológiai átalakuláson. A homogén termékek (állattenyésztés, homogén növények termesztése) már gépesített, az emberi erőforrásigénye ezen területeknek elhanyagolható. Jellemzően a drágább gyümölcs és zöldségbetakarítás gépesítettsége alacsonyabb. Ezeket a területeket jellemzően az mentette meg az automatizálástól, hogy a robottechnika nem rendelkezett a fejlett vizuális érzékelés képességével, és a kézügyességgel szemben sem tudták a gépek felvenni az emberrel eddig a versenyt (Ford, 2017). Előrejelzések szerint ezeknek a munkahelyeknek is meg vannak számlálva a napjaik. Erőteljesen alátámasztja ezt a kijelentést: a legújabb robottechnikai találmányok, a 3D térérzékelés, illetve a gyenge mesterséges intelligencia alkalmazások mára már technikailag lehetővé teszik az ilyen típusú kevésbé kiszámítható környezetben végzett munka automatizálását is. A Harvest Automation startup vállalkozás szerint a kétkezi mezőgazdasági munka 40%-a kiváltható robotokkal (Ford, 2017). Ráadásul kutatások folynak a precíziós növénytermesztés irányában, melyet a nagyon részletes adatállományokon végzett statisztikai elemzés – rövid nevén a big data technikák – támogatnak. Nyilvánvalóan kiváltképp a fejlődő országokban lesz foglalkoztatási válság, ahol a mezőgazdasági munka jelenleg is magas részarányt képvisel.

A korábban többször emlegetett McKinsey tanulmány a mezőgazdaságot a sebezhető iparágak között említi. A jelenlegi technikai színvonalon 57%-ban automatizálható az iparági munka, azaz ennyivel csökkenhet a mezőgazdasági termelésben ledolgozott munkaórák száma (MGI, 2017). Emögött elsősorban az áll, hogy jelentős a mezőgazdaságban a változó körülmények között végzett nehezen kiszámítható munka, mely az utóbbi évek fejlesztéseinek hála, egyre nagyobb eséllyel automatizálható. A trendeket jól mutatja az USA mezőgazdaságában, hogy 2000–2010 között Kaliforniában a mezőgazdasági foglalkoztatás 11%-kal csökkent, az automatizált gazdálkodási technikákkal gondozható növények terméshozama drasztikusan nőtt (Ford, 2017).

3.2. IPARI SEKTOR

Első olvasatban talán mellbevágónak tűnik, de a feldolgozóipar egyike a legsebezhetőbb területeknek automatizálási szempontból. Ez az iparág elsősorban annak köszönheti magas sérülékenységi kockázatát, hogy egy átlagos munkás munkaidejének jelentős részét kiszámítható környezetben végzett könnyű fizikai munkával tölti. Emellett jelentős szeletet tesz ki a munkaidőből a gyártás során az adatok gyűjtése és elemzése (pl. minőségbiztosítás, kontrolling tevékenység). Mindezek alapján a jelenlegi technológia mellett az ipari munkaidő 60%-a automatizálható. Ráadásul az automatizáció ebben a szektorban jelentős múlttal rendelkezik, részben ennek köszönhető, hogy a fejlett országokban az utóbbi évtizedekben az ipari szektorból a szolgáltatászektorba kezdett áramlani a munkaerő.

Egyes szerzők meglátása szerint az Egyesült Államokban a kiterjedt offshoring – mely jellemzően a feldolgozóipart érintette, csak az előszobája volt az automatizálási hullámnak. A gondolatmenetből fakadóan pedig azok az országok, amelyek az offshoring tevékenység célpontjai voltak, az automatizáció esetében még hátrányosabb helyzetből indulhatnak, mint a fejlettek, hiszen náluk a munkák nagyobb részét a könnyen automatizálható munkák adják.

Ebben a tekintetben Magyarország igen hátrányos helyzetből indul, lévén, hogy nálunk a KSH 2016-os adatai szerint a feldolgozóipari foglalkoztatottak 21,58% százalékos részarányt képviselnek az összes foglalkoztatotti létszámhoz viszonyítva (KSH, 2018). Ez az arány az Egyesült Államokban mindössze 7,9% volt 2016-ban. Ráadásul ez a probléma súlyát még inkább alábecsli, mivel az egyes munkakörök és pozíciók hozzáadott értéke sem azonos a két országban. Magyarországon igen jelentős a gépjárműipar súlya, hiszen az európai autóipar áttelepülésében Magyarország a nyertes országok közé tatózott. Azonban a hazánkban működő OEM¹⁰-ek sokkal kisebb hozzáadott tudásértékkel rendelkeznek, hiszen a stratégiai, üzleti döntések jellemzően az anyaországban (Nyugat-Európában) összpontosulnak, Magyarországon pedig az összeszerelés képvisel nagyobb súlyt. Ez pedig még sebezhetőbbé teszi az országot az automatizálás kihívásaival szemben (Lőre–PwC, 2013).

A fejlett országokban megfigyelhető reshoring folyamata, mely a korábban alacsonyabb bérszínvonalú országokba telepített gyártómunka visszaköltözését jelenti. A reshoringot a fejlődő országok bérfelzárkózása, és az automatizálás munkaerő-helyettesítő jellege is fűti. Másrészt viszont a reshoring miatt a fejlődő országokban nagyon sokan veszítik majd el állásukat. E folyamat Magyarország esetében is hatással lehet az ipari termelés csökkenésére. A tendenciát alátámasztja, hogy Kínában 1995 és 2002 között a gyáripárban dolgozók 15%-a veszítette el állását. Ez egyes előrejelzések szerint tovább fog gyorsulni (Ford, 2017).

3.3. SZOLGÁLTATÓ SEKTOR

A tágan értelmezett szolgáltató szektor mérete mind Magyarország, mind nemzetközi viszonylatban hatalmas. Magyarországon foglalkoztatotti létszám arányában 73,23%-ot tesz

¹⁰ Original Equipment Manufacturer, azaz a gépjárműipari ellátási lánc végén álló gyártók, akik a márkázott termékeket előállítják (Audi, Mercedes).

ki (beleértve minden olyan ágazatot, mely nem a primer szektor, illetve nem a feldolgozóipar része).

A szolgáltató szektor automatizálhatóság szempontjából kétarcú: egyrészt vannak könnyen automatizálható területek. Ezek közé tartozik a vendéglátás, szálláshely szolgáltatás, illetve a kis- és nagykereskedelem. Szintén nagyon veszélyeztetett a szállítás és a logisztika. A közepesen veszélyeztetett területek közé tartoznak a közműszolgáltatások, az építőipar és a pénzügyi szolgáltatások. A legkevésbé veszélyeztetett állások az oktatásban, az egészségügyben, a magas hozzáadott értékű tudásmunkában, illetve egyes adminisztratív területeken vannak. Természetesen itt is igaz, hogy ezek átlagértékek és az egyes említett területeken belül is vannak jobban és kevésbé veszélyeztetett állások (MGI, 2017).

A gyorsétermi és kiskereskedelmi állások biztonsági hálót jelentettek eddig a fejlett országokban a munkavállalók számára. Látható tendencia, hogy a gyorsétermek automatizálása szinte elkerülhetetlen. A kiskereskedelem a másik olyan terület, mely az állásukat elvesztett, vagy máshol álláshoz nem jutó munkavállalók gyűjtőhelye (Ford, 2017). A kormányzati előrejelzés mindkét területen optimistább az USA-ban, így a kormányzat álláshely-bővülést vár. Ez ellen hat, hogy az elektronikus kereskedelem példája mutatja, az internetes kereskedelmet a logisztikával ötvözve nagyon könnyű automatizálni. Ez a példa ékesen bizonyítja, hogy egyes állások nemcsak azáltal vannak fenyegetve, hogy a munka egy részét automatizálják, hanem az iparág üzleti modellje teljes mértékben megváltozhat, beleértve az üzleti értékajánlatot is, ezzel pedig egyes tevékenységek iránti igényt is képes megszüntetni (pl. bolti eladó munkája).

Az intelligens árusító automaták várhatóan külön „iparág” lesz, és ez ismét egy példa a kereskedelmi alkalmazottak teljes kiiktatására. Léteznek olyan vállalatok, melyek már most is bármilyen terméktípushoz képesek automatákat gyártani. Ezzel az ingatlanbérlés, a bérköltség és a lopás költsége csökkenthető. A modell egyesíti az internetes vásárlás és az azonnali szállítás lehetőségét.

Tovább nehezíti a helyzetet, hogy az előbb kiragadott példák igen kiterjedt munkavállalói réteget jelentenek. A szálláshely szolgáltatás és a kereskedelem foglalkoztatja az összes magyar munkavállaló 17%-át.

ÖSSZEGZÉS

A tanulmányban a robotizáció, az automatizáció és diszruptív (iparágátalakító) információs technológiák lehetséges gazdasági hatásait mutattuk be különös tekintettel a munkapiac működésére. Az elemzések során nyilvánvalóvá vált, hogy a lehetséges hatások igen széles skálán mozogtak attól függően, hogy milyen kiinduló feltételezéseket alkalmaztunk, de a forgatókönyvek többsége nagy valószínűséggel felveti a jelentős mértékű technológiai munkanélküliség kérdését.

A digitalizáció leginkább vitatható hatása, hogy a munkanélküliség növekedni fog-e a jövőben. A válasz valószínűleg az, hogy bizonyos mértékben igen, de az sincs kizárva, hogy ennek mértéke drasztikus lesz. Ugyan a gazdaság képes ma még nem létező iparágakban álláslehetőségeket teremteni, de a gyorsuló automatizáció fel fogja vetni a munka alapú kapitalizmus fenntarthatóságát – legalább is hosszú távon.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A tanulmány a "Nemzetköziesítés, oktatói, kutatói és hallgatói utánpótlás megteremtése, a tudás és technológiai transzfer fejlesztése, mint az intelligens szakosodás eszközei a Széchenyi István Egyetemen" című (azonosító szám: EFOP-3.6.1-16-2016-00017) projekt keretében készült.

FOGALOMTÁR

3D nyomtatás: digitális modellek segítségével háromdimenziós, egyszerű felépítésű fizikai tárgyak nyomtatására alkalmas additív technológia.

Big Data: igen komplex és nagyméretű adatállományokat, valamint az azok feldolgozását és elemzését jelentő technológiák gyűjtőneve.

Felhő alapú szolgáltatások (cloud computing): jellemzően nem helyi hardveren tárolt és feldolgozott adatokat, hanem ezzel ellenkezőleg, a szolgáltató vállalat központi eszközein elosztva tárolt és feldolgozott adatokat jelenti.

Gyenge mesterséges intelligencia (neurális hálók, mélytanuló rendszerek): egy adott problématerületre korlátozott problémamegoldó algoritmus, mely jellemzően nem közelíti meg az emberi értelmet, pusztán statisztikai-matematikai módszerekkel képes megoldást találni problémákra.

IoT (Dolgok internete): olyan elektronikai eszközök, melyek képesek speciális információkat felismerni, és hálózaton keresztül kommunikálni.

Ipar 4.0: olyan kiber-fizikai rendszerek, melyek a gyártás során az információk valós idejű rendelkezésre állását teszik lehetővé, és ezzel megvalósítható a termelés optimalizációja.

Ipari robotok: termelésben alkalmazott emberi munkát kiváltani, illetve kiegészíteni képes elektro-mechanikai megoldások.

Kollaboratív robotok: az emberekkel közös térben együttműködni képes robotok.

Nyílt innováció: az innováció azon formája, mely a vállalaton kívüli szereplőket (pl.: fogyasztók) is bevonja az innovációs folyamatba.

Open source szoftverek, hardverek: nyílt forráskódú szoftverek és hardverek, azaz az adott eszköz (forráskód) külső szereplők számára is megismerhető, módosítható, terjeszthető.

Robotizált folyamatoptimalizálás (RPA): standard szellemi munkafeladatokat ellátó szoftveres megoldások, melyek jellemzően az adatgyűjtési és feldolgozási feladatokban képesek az embert helyettesíteni.

Sharing economy: jellemzően az információtechnológiai megoldások segítségével az árukhoz, a szolgáltatásokhoz, és a tudáselemekhez másokkal megosztott, azaz közösségi hozzáférést tesz lehetővé.

Smart Factory (okos gyár): erősen digitalizált és csekély emberi beavatkozást igénylő gyártási környezet.

Virtuális valóság (VR): számítógép által generált valóságleképezés, melybe a felhasználó bele tud helyezkedni.

IRODALOMJEGYZÉK

- Anderson, C. (2009) *Ingyen! A radikális árképzés jövője*. HVG Kiadó Zrt., Budapest.
- Anderson, C. (2013) *Kreátorok*. HVG Kiadó Zrt., Budapest.
- Citibank (2016) *Technology at Work v2.0: The Future is not What it Used to be*. <https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/publications/view/2092> (Letöltve: 2017. november 01.)
- Ford, M. (2017) *Robotok Kora*. HVG Kiadó Zrt., Budapest.
- Frey, C.B.–Osborne, M.A. (2017) *The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation*. *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254–280.
- IFR (2018) *Executive Summary World Robotics 2018 Industrial Robots*, Online: https://ifr.org/downloads/press2018/Executive_Summary_WR_2018_Industrial_Robots.pdf (Letöltve: 2019. január 03.)
- Kim, W.C.–Mauborgne, R. (2006) *Kék óceán stratégia*. Park Könyvkiadó, Debrecen.

- Központi Statisztikai Hivatal (2018) Munkaerőpiaci folyamatok. *Statisztikai tükrök*, 2018 I.–III. negyedév.
- Kurzweil, R. (2005) *A szingularitás küszöbén*. Ad Astra Kiadó, Budapest.
- Lőre, V.–PwC (2013) Autóiparral a növekedés sztrádáján. Online: https://www.pwc.com/hu/hu/kiadvanyok/assets/pdf/autoiparral_a_novekedes_sztradajan_hu.pdf (Letöltve: 2017. november 14.)
- McKinsey Global Institute (MGI) (2017) A Future that Works: Automation, Employment, and Productivity. Online: <https://www.mckinsey.com/global-themes/digital-disruption/harnessing-automation-for-a-future-that-works> (Letöltve: 2017. november 14.)
- Peláez, A.L.–Kyriakou, D. (2008) Robots, Genes and Bytes: Technology Development and Social Changes towards the Year 2020. *Technological Forecasting & Social Change*, 75, 1176–1201.
- Statista (2018d) *Digital Economy Compass*. Digitális kiadvány. Online: <https://www.statista.com/study/52194/digital-economy-compass/> (Letöltve: 2018. december 03.)
- Stone, B. (2016) *Minden eladó – Jeff Bezos és az Amazon kora*. HVG Kiadó Zrt., Budapest.
- Vance, A. (2015) *Elon Musk*. HVG Kiadó Zrt., Budapest.
- World Economic Forum (2016) The Future of Jobs: Employment, Skills, and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution. Online: <http://reports.weforum.org/future-of-jobs-2016/> (Letöltve: 2017. november 20.)

Internetes források:

- US Bureau of Labor Statistics (2017) Employment Projections. https://www.bls.gov/emp/ep_table_201.htm (Letöltve: 2017. november 01.)
- Központi Statisztikai Hivatal (2017a) KSH STADAT adattáblák: A foglalkoztatottak száma nemzetgazdasági ágak, ágazatok szerint, nemenként https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_qlf005a.html (Letöltve: 2017. november 01.)
- Központi Statisztikai Hivatal (2017b) KSH STADAT adattáblák: Foglalkoztatási ráta korcsoportok szerint, nemenként. https://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_qlf016.html (Letöltve: 2017. november 01.)
- Statista (2018a) <https://www.statista.com/statistics/264084/worldwide-sales-of-industrial-robots/> (Letöltve: 2018. december 03.)
- Statista (2018b) <https://www.statista.com/statistics/257170/global-automation-market-revenue-by-end-market/> (Letöltve: 2018. december 03.)
- Statista (2018c) <https://www.statista.com/statistics/647202/worldwide-robotic-process-automation-market-revenues/> (Letöltve: 2018. december 03.)