

Lőre Vendel

## A robotizáció hatása az állami költségvetésre, ezen keresztül a nagy ellátórendszerekre

### Összefoglalás

A tanulmányban röviden bemutatjuk, hogy a robotizáció és az automatizáció milyen fejlettségi szinten áll, azzal a céllal, hogy a további fejezetekben elemezni tudjuk a vizsgált folyamat hosszú távú gazdasági hatásait. Mivel a robotizáció hatásairól egymásnak ellentmondó gazdasági előrejelzések születtek, ezért ezek rövid felvázolása után egy a szerző által kidolgozott hosszú távú előre jelző modellt mutatunk be. A modell figyelembe veszi a magyar demográfiai folyamatokat, illetve az elérhető legfrissebb előrejelzéseket a robottechnika terjedésére vonatkozóan. A modell segítségével lehetséges jövőképeket vázolunk fel, amelyek alapul szolgálnak a foglalkoztatottság és gazdasági növekedés lehetséges előrejelzéséhez. A modellfuttatások során látható, hogy kiemelt szerepe lesz a robotizáció terjedési sebességének mind a foglalkoztatottság, mind a növekedés, mind az egyenlőtlenségek alakulásában. Mindezen kulcs makroökonómiai mutatók tükrében elemezzük, hogy milyen trendek várhatók az egészségügy, az oktatás, a nyugdíjrendszer, valamint a szociális ellátás területén. Végezetül érintünk egy lehetséges társadalmi megoldást, az alapjövedelem kérdését, amely véleményünk szerint egy reális válasz lehet a kiterjedt robotizáció potenciális negatív társadalmi hatásaira.

### Bevezetés

Mi sem mutatja jobban a robotizáció terjedését, mint hogy mind a napi sajtótermékekben, mind a gazdasági újságok cikkei között mára már szinte naponta jelennek meg írások a robotizáció és a mesterséges intelligencia témakörében. A *The Financial Times* üzleti újság hírarchívumát áttanulmányozva, 2018-ban 591, 2017-ben pedig 649 olyan cikk jelent meg, amelyben a robotika kifejezés szerepel. 2016-ban egész évben 481, míg 2015-ben 208, 2014-ben pedig 142 ilyen cikk érhető el az újság online archívumában. Hasonló arányokat találunk a robotizációval napjainkra szorosan összefonódó mesterséges intelligencia (AI) kifejezés keresése során. Míg 2014-ben 133 olyan cikk jelent meg a *The Financial Times*-ban, amely foglalkozott a mesterséges intelligenciával, addig 2016-ban már 567 cikk, 2017 novemberéig pedig 1029 cikkben, 2018-ban pedig 1143 cikkben szerepel a mesterséges intelligencia kifejezés.

Mindez jól példázza azt a folyamatot, hogy napjainkra a robottechnika és a mesterséges intelligencia megoldásai nemcsak elérték technikai színvonalban azt a fejlettségi nívót, amelyen számolnunk kell a gazdasági elemzésekben ezekkel a tényezőkkel, hanem

a gazdasági-üzleti élet is kiemelten foglalkozik a témával. Mindez azt sejteti, hogy napjainkra küszöbön állnak azok a technológiák és jelenségek, amelyek egy-két évtizeddel ezelőtt lázba hozták a technológia rajongóit, és akkoriban legfeljebb csak a science fiction alkotásokban jelenhettek meg.

A robotizáció és a mesterséges intelligencia megoldásai akár egy jobb, fejlettebb, tisztább világ ígéretét is magukban hordozzák. A gazdaságban azonban megszokhattuk, hogy ritkán történnek olyan események, amelyekből minden társadalmi szereplő profitál. Az automatizáció, valamint a robotizáció kapcsán felmerülhet a kérdés, hogy vajon az új technológiák nem fognak-e bizonyos szakmákat kiszorítani a munkából, vagy esetleg előfordulhat-e az a 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 Garri Kaszparov sakkvilágbajnokot éppen két évtizeddel ezelőtt, vagy szintén az IBM által elkészített Watson számítógép miként kerekedett felül a legjobb játékosokon a *Jeopardy!* kvízműsorban.

Jelen kutatásban elsőként megvizsgáljuk, hogy a robotizáció és a mesterséges intelligencia párosa technikai értelemben milyen területeken játszhat szerepet az elkövetkezendő évtizedekben. Ez adja az alapját annak, hogy a munkahelyeket érintő mikroszintű hatásokon kívül vizsgálni tudjuk makrogazdasági szinten, hogy a robotizáció várhatóan milyen gazdasági hatásokat fog indukálni. Már a tanulmány bevezetőjében le kell szögezni, hogy a téma komplexitásánál fogva csak korlátozottan vizsgálható, pláne egy ilyen rövid terjedelmű tanulmányban. Kiváltképp akkor, ha figyelembe vesszük, hogy az automatizáció hatásai évtizedes perspektívában érvényesülnek úgy, hogy közben más hosszú távú társadalmi-gazdasági hatások is interferenciába kerülnek az automatizáció hatásaival tompítva vagy éppen felerősítve azt.

A digitalizáció – szűkebben a robotizáció és automatizáció – hatásai hosszú és rövid távon egyaránt vizsgálhatók. Rövid távon (5–10 éves időhorizonton) biztosabb előrejelzések tehetők, mivel ilyen időtávon nem várható az, hogy a digitalizáció az egész gazdasági struktúrát átalakítja. Így a jelenleg mutatkozó trendek bizonyos ingadozással kivétel nélkül maradnak az elkövetkezendő évekre. 20–50 év alatt azonban annyira képes átformálódni a gazdasági szerkezet, hogy aligha lehet komolyan vehető jóslatokat adni, inkább csupán forgatókönyveket lehet felvázolni.

A gazdasági hatások ismeretében kerülhet csak sor arra, hogy egy szűkebb területre is kitérjünk, és előre tudjuk legalább néhány mozzanatban jelezni azt, hogy a nagy társadalmi ellátórendszerekre (oktatás, egészségügy, szociális ellátórendszer, nyugdíjrendszer) milyen hatást fog kifejteni a robotizáció mint gazdasági folyamat.

## Kutatási módszertan

Jelen tanulmány két kutatási stratégiára alapoz: egyrészt szekunder adatforrások segítségével térképezzük fel azt, amit jelenleg a gazdaságtudományok a robotizáció hatásairól tudnak. Az eddig megjelent publikációkban alapvetően két megközelítés létezik a robotizáció megítélésével kapcsolatban: a „technooptimista” nézőpont hívei üdvözlik a roboti-

zációt, és úgy tekintenek erre a területre, mint egy pozitív jövőformáló erőre, amely trend megfogalmazástól függően pozitív hatást gyakorol a jólétre, vagy éppen az emberiség jövőjének legfőbb letéteményesének látszik. A technopessimista kutatók a robotizáció negatív aspektusait hangoztatják. Ők sokkal inkább amiatt aggódnak, hogy a robotok kiszorítják az embereket a munkahelyekről, végzetes társadalmi egyenlőtlenséget generálnak, és ki fogják kényszeríteni a társadalmi rendszer megváltoztatását.<sup>1</sup>

A tanulmányban körüljárjuk a két nézetrendszert, megvizsgáljuk a feltételezéseiket, és a kutatási alapstratégia második elemeként egy hosszú távú gazdasági modellt vázolunk fel, amely segítségével fel tudjuk oldani a két „iskola” ellentétét, és lehetséges forgatókönyveket tudunk generálni a következő évtizedek jövőjére vonatkozóan.

A modellezés során kifejezetten Magyarországra készítjük el a prognózist, amelyben egyaránt alapozunk a demográfiai trendekre, illetve különböző gazdasági növekedési feltételezésekre, valamint magára az automatizáció várható térhódítására.

Elemzésünket alapvetően a gazdasági összefüggésekre korlátozzuk, mert a gazdaság törvényszerűségeinek ismeretében azok legalább megbecsülhetők ellentétben az intézményi, illetve társadalmi berendezkedésben bekövetkező változásokkal. Az elemzés során tehát azt feltételezzük, hogy a mai társadalmi, politikai intézmények nem változnak meg gyökeresen, azaz például nem alakul át jelentősen az állami szerepvállalás, nem változik meg drasztikusan az állam újraelosztó szerepe vagy a gazdasági ösztönzők természete.

A generált forgatókönyvek birtokában megalapozottabban tudjuk vizsgálni a nagy ellátórendszerekre váró esetleges kihívásokat, amelyet az automatizáció és robotizáció jelenthet.

## State of the art, azaz robotizáció napjainkban

A robotizáció és az automatizáció szigorúan értelve ugyan nem egymás szinonimái, de nagyon erősen kapcsolódó fogalmakká váltak, kiváltképp napjainkra. A robot definíció szerint egy olyan automatizált rendszer, amely az emberi viselkedést utánozza, emberi beavatkozás nélkül képes feladatokat ellátni, mindezt meghatározott intelligenciaszinttel és tanulási képességgel éri el.<sup>2</sup> Napjaink fejlett robottechnikájában nehéz különválasztani a gyakorlatban a robotokat és automatizált rendszereket, éppen ezért jelen tanulmányban a robotizáció és automatizáció kifejezést szinonimaként kezeljük. Így a továbbiakban a szoftveres automatizált megoldásokat, amelyekben a mesterséges intelligencia megoldásainak (AI) jelentős szerepük lesz, szintén robotizációnak tekintjük függetlenül attól, hogy a való életben megjelenési formájában különbözik a köznyelvi robot kifejezéstől.

Felmerülhet a kérdés, hogy hol áll a robotizáció napjainkban. Egyik oldalról olvashatók és láthatók olyan hírek, amelyekben önvezető autók, illetve mesterségesintelligencia-alkalmazások tűnnek fel, amelyek nemcsak sakkban képesek megverni a világ bajnok emberi játékosát, hanem számos olyan területen is lépipálják emberi társaikat, amelyekről néhány éve

<sup>1</sup> Martin Ford: *Robotok kora*. Budapest, HVG, 2017.

<sup>2</sup> Antonio López Peláez – Dimitris Kyriakou: Robots, Genes and Bytes: Technology Development and Social Changes Towards the Year 2020. *Technological Forecasting & Social Change*, 75. (2008).

még azt hittük, hogy az ember egyedüli privilégiuma. Elegendő csak a *Jeopardy!* nevű játékra utalni, ahol az IBM által fejlesztett Watson mesterségesintelligencia-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 folyamatban.<sup>3</sup> 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 az automatizált rendszerek sokkal alkalmazkodóbbak lettek.<sup>4</sup>

A technológiai fejlődésben jól ismert a Moore-törvény, amely eredeti formájában azt állította, hogy mikrocsipek gyártása során az egységnyi területre rakható tranzisztorok száma 18 hónaponként megduplázódik.<sup>5</sup> Moore törvényét kissé egyszerűbb és kézzelfoghatóbb formában úgy lehet megfogalmazni, hogy 1,5 évente megduplázódik a mikrocsipek teljesítménye. Ez az összefüggés a törvény felfedezése óta, azaz az 1960-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, amelynek 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 az egyik technológiai fejlődési lépés a mikrocsipgyártásban kifulladás, akkor az eddigi tapasztalatok alapján jön egy másik technikai áttörés, amely 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.<sup>6</sup>

Valójában a robotizációban a legnagyobb akadályt az jelentette eddig, hogy nem áll 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

<sup>3</sup> A nemzetgazdaság szerkezetéből fakadóan jelentős eltérések vannak. Egyes országokban csak 40%-ban, míg máshol 55%-ban helyettesíthető az emberi tevékenység (a ledolgozott munkaidő arányában). Lásd McKinsey Global Institute: *A Future that Works: Automation, Employment, and Productivity*. 2017.

<sup>4</sup> Ford (2017): i. m.

<sup>5</sup> Chris Anderson: *Ingeny! A radikális árképzés jövője*. Budapest, HVG, 2009.

<sup>6</sup> Ford (2017): i. m.; Anderson (2009): i. m.; Chris Anderson: *Kreátorok*. Budapest, HVG, 2012.

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 kimerülni.<sup>7</sup>

Jelenleg a robotizáció számára nem jelent akadályt a rutinszerű, kontrollált környezetben végrehajtott feladatok ellátása. Már jelenleg is vannak működőképes robotok, amelyek változó környezetben is képesek magasabb mentális műveletek végzésére. Ilyen például az Industrial Perception robotkarja, amely képes dobozokat érzékelni, és azokat logikus sorrendben – emberhez hasonlóan – elpakolni függetlenül attól, hogy számára addig ismeretlen környezetben és kondíciók között kell dolgoznia.<sup>8</sup> A Rethinking Robotics Baxter robotja egy más technológiával képes arra, hogy előre betanított mozgatsorokat reprodukáljon. Hasonlóan az említett megoldásokhoz, a gépipari gyártásban, ahol a körülmények kiszámíthatóbbak, a robottechnika már nagyon kiforrott mértékben van jelen. Elegendő a Tesla gyáraitra gondolni, ahol szinte az egész gyártási folyamat automatizált.<sup>9</sup>

A robotizáció dinamikáját jól mutatják az értékesített ipari robotok adatai. A 2009-es évben mintegy 60 ezer ipari robotot értékesítettek világszerte, míg 2017-ben a globális robotikai értékesítés elérte a 387 ezer darabos nagyságot, amely év/év alapú összehasonlításban 32%-os emelkedést jelent 2016-hoz viszonyítva (294 ezer darab).<sup>10</sup>

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 létezik napjainkra,<sup>11</sup> amelyek 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, amelyek emberi beavatkozás nélkül képesek munkát végezni.<sup>12</sup>

A számítógépes automatizálás trendjét jól illusztrálja a területre befolyó világszintű beruházások nagysága. A statista.com adatai szerint 2016-ban a gyárautomatizációra (amelybe például beletartoznak a *smart factory* koncepció elemei) világszinten 70 milliárd USD-t, folyamatautomatizációra 43 milliárd USD-t, ipari szoftverekre 28,3 milliárd USD-t, mesterségesintelligencia-alkalmazásokra 6 milliárd USD-t költött a vállalati szektor. 2020-as előrejelzések szerint a gyárautomatizálási területen a beruházott összegek elérik a 80,3 milliárd USD-t, a folyamatautomatizációban 50,3 milliárd USD-t, az ipari szoftverek beszerzésében 40 milliárd USD-t, míg az AI-alkalmazások értékesítése 12,5 milliárd dollárra fog rúgni.<sup>13</sup> Ha kifejezetten csak az RPA-piac nagyságát vizsgáljuk, akkor szintén exponenciális növekedést láthatunk: 2012-ben 0,1 milliárd USD-t, 2015-ben 0,4 milli-

<sup>7</sup> Ford (2017): i. m.

<sup>8</sup> [Industrial Perception](#).

<sup>9</sup> Ashlee Vance: *Elon Musk*. Budapest, HVG, 2015.

<sup>10</sup> Statista: *Worldwide Shipments of Industrial Robots from 2004 to 2018*. 2019c.

<sup>11</sup> Ezen terület egyik legfontosabb szegmense az RPA (Robotic Process Automation).

<sup>12</sup> Ford (2017): i. m.

<sup>13</sup> Statista: *Global Automation Market Size in 2019 and 2021, by Segment*. 2019a.

árd USD-t, míg előrejelzések szerint 2020-ra 4,9 milliárd USD-t fog elérni a vállalati RPA-beruházások nagysága.<sup>14</sup>

Ma már kellő biztonsággal kijelenthető, hogy az IT-hardver- és szoftvermegoldások, kiváltképp a mesterségesintelligencia-megoldások 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.<sup>15</sup> Iparági szakértőkkel készített előrejelzések hasonló trendeket vázolnak fel, miszerint drámaian nő a robotok képességtenciálja 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.<sup>16</sup> Hasonló következtetéseket fogalmaznak meg azok a szakértők, akik a korábban bemutatott elemzéseknél jóval spekulatívabb módszertannal a technológiai fejlődés exponenciális fejlődését vizsgálják.<sup>17</sup>

### **Gazdasági trendek és kérdések a robotizációval kapcsolatban**

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 „technooptimista” 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, amelyek levezető szelepként funkcionálnak. Példaként a mezőgazdaság 20. század eleji átalakulását hozzák fel, amelyben az igen jelentős számú mezőgazdasági munkásság lassacskán áttérrelődött a gyáriparba, majd a gyáripár kezdődő automatizálásával az 1970-es évektől a munkaerő egyre inkább a szolgáltató szektorba vándorolt.

A technopesszimista irányzat képviselői nem fogadják el a bővülő munkahelyekre vonatkozó hipotézist. 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 túl fogják szárnyalni a robotok az emberi munka minőségét, sebességét, pontosságát és költséghatékonyságát. Mindez önmagában nem okozna problémát álláspontjuk szerint, csakhogy a jövedelmek az egész világon rendkívül polarizáltak, a tőke egy igen szűk réteg kezében összpontosul. Ennek következtében a munkalehetőségek visszaszorulásával (amelyről az embernél hatéko-

<sup>14</sup> Statista: *Size of the Information Technology (IT) Robotic Process Automation (RPA) Market for World-wide from 2012 to 2020*. 2019b.

<sup>15</sup> McKinsey Global Institute (2017): i. m.

<sup>16</sup> Peláez–Kyriakou (2008): i. m.

<sup>17</sup> Ray Kurzweil: *A szingularitás küszöbén*. Budapest, Ad Astra, 2005.

nyabb 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 tőkével rendelkezők igen szűk kisebbségére, akik a jövedelmek nagy része felett diszponálni fognak (változatlan társadalmi berendezkedés mellett). Ez nemcsak óriási társadalmi feszültségeket indukálhat, hanem a középréteg vásárlóerejének eltűnésével a gazdaság növekedését is kikezdheti.<sup>18</sup>

A két irányzat teljes mértékig ellentétes álláspontot képvisel a vitában, és következményeit tekintve is gyökeresen eltér a robotizáció kimenete. Az optimista forgatókönyv szerint a robotizáció lehetővé teszi a gyors növekedést, és mint ilyen, káros gazdasági hatása gyakorlatilag nincs. A pesszimista forgatókönyv 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.

Világos, hogy az automatizáció nagy ellátórendszerekre gyakorolt hatását csak úgy lehet megítélni, ha végiggondoljuk, hogy milyen gazdasági hatások várhatók. Véleményem szerint a technooptimista forgatókönyv képviselői közgazdasági értelemben naiv álláspontot képviselnek, amikor azt feltételezik, hogy a munkaerőt nem szorítja ki az automatizálás, és – bár az emberi munkánál nyilvánvalóan hatékonyabbak lesznek a gépi algoritmusok és robotok – azzal érvelnek, hogy bizonyosan alakulnak új munkahelyek, mint ahogy a múltban is ezt a mintázatot figyelhettük meg. Véleményem szerint a technopesszimista forgatókönyv követői pedig eltúlozzák a robotizáció veszélyeit, hiszen ne feledjük el, hogy a munka elsődleges gazdasági szerepe az, hogy fogyasztási cikk előállítását tegye lehetővé. Amennyiben az automatizálásnak köszönhetően nem szükséges a továbbiakban emberi munkavégzés, onnantól a szűkösség megszűnik, ami a munka intézményének fenntartását a kapitalista rendszerben megkövetelte. Ettől a ponttól már nem a termelés, hanem az elosztás lesz a gazdaság feladata.<sup>19</sup>

Mindezek tükrében jelen fejezetben bemutatjuk azokat a gazdasági összefüggéseket, amelyek valószínűsíthetők a jövőre vonatkozóan. Röviden jellemezzük azokat, majd a következő fejezetben felvázolunk egy egyszerű előrejelző modellt, amellyel prognosztizáljuk azt, hogy a következő negyven évben van-e reális bekövetkezési valószínűsége a technooptimista, illetve technopesszimista forgatókönyv megvalósulásának, vagy valamilyen egyéb scenárióra kell-e felkészülni.

## **A robotizáció technológiai megvalósíthatósága**

Ha reális becslést szeretnénk adni a robotizáció nagy ellátórendszerekre és államháztartásra gyakorolt hatását illetően, akkor első lépésben meg kell vizsgálni, hogy a robotizáció

<sup>18</sup> Ford (2017): i. m.

<sup>19</sup> David H. Autor: Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. *Journal of Economic Perspectives*, 29. (2015), 3.

milyen mértékben képes jelenleg, illetve a jövőbeli évtizedekben átvenni az ember helyét a termelésben. Hangsúlyozni szeretnénk, hogy ebben az alfejezetben csupán a technikai megvalósíthatóságot vizsgáljuk, azaz arra fókuszálunk, hogy a technológia milyen mértékben képes helyettesíteni az emberi munkát a jelenlegi fejlettségi szinten.

A közelmúltban öt olyan vizsgálat zajlott, amely az automatizáció munkahelyekre gyakorolt hatását elemezte különféle módszerek felhasználásával. Mindegyik elemzés – bár más-más adatokat és módszertant használtak – aláhúzza, hogy igen jelentős azoknak az állásoknak a száma, amelyek „áldozatul eshetnek” az automatizálásnak.<sup>20</sup> Egyes elemzések a munkakörök és munkaköri tevékenységek 50%-a esetében látják fenyegetőnek az automatizálást,<sup>21</sup> míg az OECD tanulmánya a foglalkozások mindössze 9%-át látja jelenleg automatizáltnak. A felmérések közül módszertanilag a McKinsey Global Institute tanulmánya a legalaposabb és legkidolgozottabb, így a következőkben ezen modellt, illetve becslést mutatjuk be részletesen.

A 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 alaposságát 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, amelyek 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 a robotok, illetve automatikus algoritmusok ellátni. Ezek alapján kevesebb, mint 5%-nyi foglalkozás automatizálható teljesen, és legalább 30%-os mértékben a foglalkozások 60%-a automatizálható.<sup>22</sup>

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 megmarad a jelenleg ismert formában 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 előre jelzettnél, hiszen munkakörszinten 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 például visszaszorulnak a téglá-habarc alapú boltok.

<sup>20</sup> Carl Benedikt Frey – Michael A. Osborne: *The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation*. *Technological Forecasting and Social Change*, 114. (2017); Citibank: *Technology at Work v2.0: The Future Is Not What It Used to Be*. 2016; World Economic Forum: *The Future of Jobs: Employment, Skills, and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution*. 2016; McKinsey Global Institute (2017): i. m.

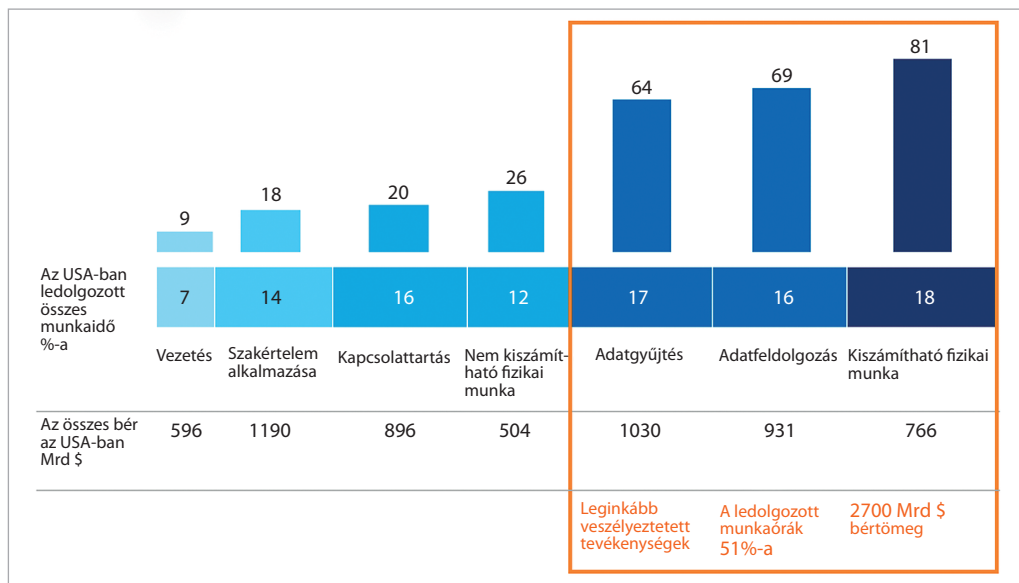
<sup>21</sup> Frey–Osborne (2017): i. m.; McKinsey Global Institute (2017): i. m.

<sup>22</sup> McKinsey Global Institute (2017): i. m.



A kérdés valójában ma már nem az, 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 ne volnának automatizálhatók. 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.

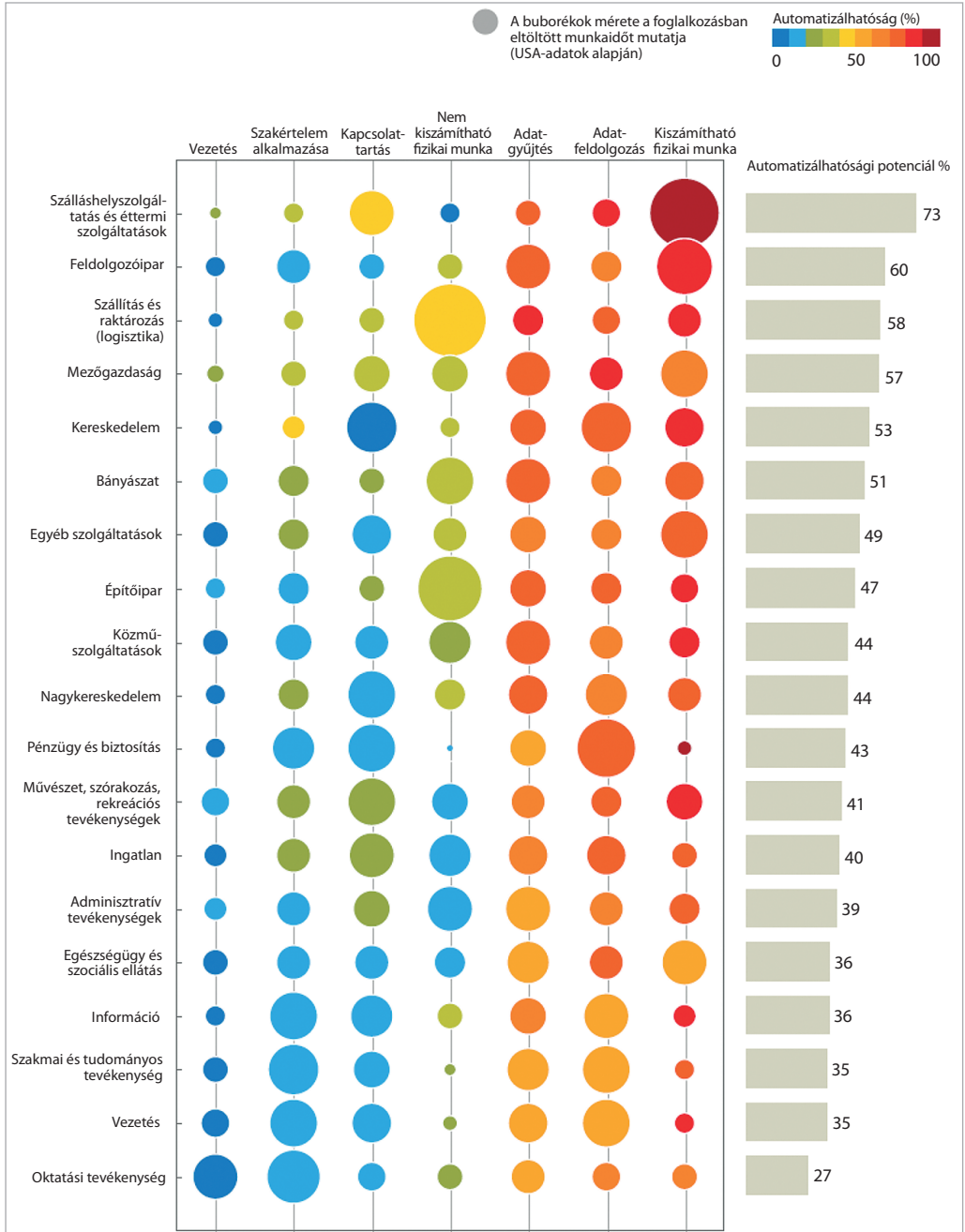
A szerzők a munkaköri feladatokat öt kategóriába sorolták be: a legnagyobb arányban a kiszámítható kimenetelű fizikai munka automatizálható. Ebbe a csoportba tartozik az ipari termelőmunka java része, illetve a logisztika és a kereskedelmi munkák jelentős része, akárcsak a vendéglátás. Ez az amerikai 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 – a jelenlegi technológiai színvonalon – az emberek menedzselése.



1. ábra: Munkahelyi tevékenységkomponensek automatizációs veszélyeztetettségé

Forrás: McKinsey Global Institute (2017): i. m. 6.

Mindezek alapján a főbb iparágakra elkészítették a szerzők az automatizálási potenciál térképét, amelyet a 2. ábra tartalmaz.



2. ábra: Foglalkozások automatizációs veszélyeztetettsége

Forrás: McKinsey Global Institute (2017): i. m. 7.

Mindezekből látszik, hogy igen jelentős az eltérés az egyes szektorokban az automatizálhatósági potenciált illetően. A legnagyobb veszélyben a vendéglátás és szállás-hely-szolgáltatás van. Itt már jelenleg is vannak olyan kísérleti robottechnikai eszközök, amelyek 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 tevékenységkihelyezési 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.<sup>23</sup> Mindez erősen megkérdőjelezi az iparosítási politika koncepcióját.

Érdemes megjegyezni, hogy a rangsor legkevésbé automatizálható tevékenységei, illetve területei a képzés és oktatás, a menedzsment, a szellemi munka (például mérnöki tervezés), az információ és a 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, amelyek fokozottan érintettek (például oktatási segédszemélyzet).<sup>24</sup>

Érdemes kitérni arra is, hogy országonként eltérő az, hogy kit miként érint az automatizáció. Világszinten 1,2 milliárd embert érint az automatizálás. Az országok között 15 százalékpontos eltérés van abban, hogy milyen mértékben automatizálhatók az állások. A szóródást elsősorban a gazdaság szerkezete befolyásolja. Ahol például a gépgyártás aránya magas, akárcsak Magyarországon, ott sokkal nagyobb mértékben automatizálható a gazdaság. Mindezen túl a munkakörök megoszlása is lényeges elem. Az Egyesült Államokban például jóval többen foglalkoznak üzleti irányítással, menedzseléssel, vezetéssel, mint Japánban, ahol a termelési munka sokkal inkább automatizálható, ezért automatizálási szempontból a japán munkaerőpiac sokkal inkább érintett, mint az USA-beli.<sup>25</sup>

Habár Magyarország nem szerepelt a McKinsey-felmérésben, tekintve a gyáripar igen nagy súlyát, és az alacsonyabb hozzáadott tudásértéket képviselő állásokat, igen nagy bizonyossággal kijelenthető, hogy Magyarország a sérülékeny országok között található, ott is valószínűleg az élbolyban helyezkedik el, akárcsak a kutatásban explicit szereplő Csehország.

<sup>23</sup> KSH: *A foglalkoztatottak száma nemzetgazdasági ágak, ágazatok szerint, nemenként*. KSH STA-DAT-adattábla, 2019a; US Bureau of Labor Statistics: *Employment Projections*. 2017.

<sup>24</sup> McKinsey Global Institute (2017): i. m.

<sup>25</sup> Michael Chui et al.: *The Countries Most (and Least) Likely to be Affected by Automation*. 2017.

## A technológia gazdasági terjedése

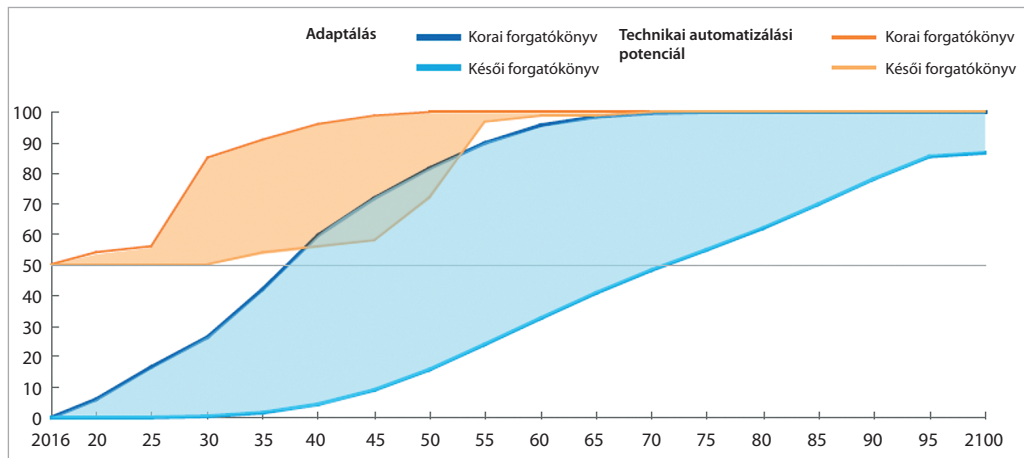
Az előző alfejezetben az automatizálás potenciális hatását ismertettük. Fontos hangsúlyozni, hogy a fent bemutatott adatok az automatizálás technikai megvalósíthatóságának felső határát jelentik a mai technikai fejlettségi szinten. Az idő előrehaladtával (kiváltképp az exponenciális fejlődést alapul véve) egyre jobban automatizálhatóvá válnak a feladatok.

Mindezek mellett a technológiai megvalósíthatóság nem azt jelenti, hogy a vázolt hatások egy csapásra bekövetkeznek a gazdaságban. Jellemző volt a gazdaságtörténetben, hogy egy-egy invenció megjelenése csak évekkel, évtizedekkel később kezdte el éreztetni hatását. Az automatizálási megoldások gazdasági elterjedését négy faktor befolyásolja:

- *Költségvonzat*: a költségvonzat az üzleti megoldások kifejlesztési költségeit, illetve a megoldások alkalmazásának költségeit is magában foglalja. Egyrészt a fejlesztések kereskedelmi gyakorlatba ültetése jelentős költséggel jár, másrészt felhasználói oldalról a hardverek és szoftverek beszerzése is költséges. A két fő komponens közül a hardverek jelentenek nagyobb beruházási költséget, habár a tömegtermelés jellemzően igen jelentősen erodálja az innovációk árát és így költségeit. A szoftveres megoldások határköltsége viszont elenyésző, így azok ára rendszerint gyorsabban csökken. Mindkét komponensre igaz, hogy idővel egyre olcsóbbak lesznek, és ez szinte mindig bekövetkezett a múltban.
- *Munkaerőpiaci viszonyok* (relatív munkaerőhiány, képességek szükségessége, munkaerő költsége): a munkaerőpiaci adottságok is befolyásolják az automatizáció gazdasági terjedését. Nevezetesen a hiányszakmák vagy a hiányzó képességek arra sarkallják az üzleti világot, hogy gyorsabban automatizálják a feladatokat, mert a szűk keresztmetszeteket gazdaságos feloldani. Másrészt a bérszint döntően befolyásolja, hogy mikor érdemes automatizálásba fektetni. Az alacsonyabb bérű területeken lassíthatja az automatizálást az, hogy relatíve drágák a robottechnikai megoldások/szoftveres algoritmusok. Magyarország esetében a jelenleg zajló folyamatok, azaz a reálbérek két számjegyű növekedése és az ezzel párhuzamosan kialakuló munkaerőhiány gyorsítja a robotizáció terjedését, és ezzel együtt a bérnyomás és a munkaerőhiány enyhülése irányába hat.
- *További előnyök*: jellemző, hogy az automatizálás a költségelőnyön kívül további előnyöket kínál: ezek közül a legjellemzőbbek a pontosabb munkavégzés, az alacsonyabb hibaarány, a gyorsabb munkavégzés, a jobb minőség, a higiénikusabb gyártás (főleg például az élelmiszeriparban). Számos tapasztalat mutatja, hogy gyakran ez az automatizálás legfőbb oka, és a munkával szemben a költségelőnyt bőségesen felülműlják a további előnyök.
- *Szabályozói és társadalmi elfogadhatóság*: napjainkban is gyakran előfordul, hogy ugyan technikailag megvalósítható egy automatizálási feladat, sőt gazdaságos is, azonban törvényi szabályozók lehetetlenné teszik a bevezetését. Kiváltképp az egészségügyben, a humán gyógyászatban fordulnak elő ilyen esetek, de az önvezető járművek térnyerése kapcsán is előtérbe kerül a kérdés.<sup>26</sup>

<sup>26</sup> McKinsey Global Institute (2017): i. m.

A modellkészítők négy fázisba sorolták az automatizálás adaptálódási folyamatát: 1. képességfejlesztés, 2. kereskedelmi-üzleti alkalmazás, 3. gazdasági megvalósítás, 4. adaptáció. Mindezen hatásokat modellezve a szerzők a 3. ábrán látható adaptálódási folyamatot jelezték előre.



3. ábra: A robotizációs technológiák várható terjedése a gazdaságban

Forrás: McKinsey Global Institute (2017): i. m. 13.

A modellezők a nagy bizonytalanságnak megfelelően igen tág határok közé becsülték az egyes technológiai automatizáltsági szintek elérését. A jelenlegi pozíciók 50%-át a szerzők becslése alapján valamikor 2050 körül fogják csak automatizálni, de lehetségesnek tartanak egy +/-20 éves eltérést is. Azaz a gazdaság akár 2030-ban elérheti ezt a szintet, de lehetséges, hogy csak 2070 körül lesz 50% az automatizáltság szintje. Ezt az eredményt a saját modellünkben is fel fogjuk használni.

### Két lehetséges forgatókönyv

Korábban említettük, hogy az automatizálással kapcsolatban két iskola is létezik, akik gyökeresen eltérő következményeket vélnek kiolvasni az automatizáció folyamatából. Röviden bemutatjuk mindkét irányzatot, illetve az azokból levont implikációkat. Ezután áttérünk a saját modellünk bemutatására, illetve az abból levont következtetések ismertetésére.

#### 1. forgatókönyv (technooptimista)

A technooptimista forgatókönyv két lényeges feltételezésre épít (gyakran implicit módon): (1) az automatizáció következtében felszabaduló munkaerő talál magának más munkakört, így nem csökken a vásárlóerő. Ezen dogmát jellemzően történelmi példákkal, például a gyáripari munkaerő szolgáltató szektorba áramlásával támasztják

alá. (2) Ezek a modellek nem foglalkoznak az egyenlőtlenség kérdésével, vagyis érvelésük szerint a gazdasági növekedést nem fogja hátrányosan befolyásolni, ha a robotizáció által megtermelt jövedelmek egy szűk társadalmi réteghez kerülnek, lévén, hogy a robottechnikával előállított termelésből tökejövedelem csapódik le, amely igazolható módon egy szűk társadalmi réteg kezében összpontosul.

A korábban ismertetett McKinsey-tanulmány ezekre a feltételezésekre építve vizsgálta a gazdaság helyzetét az elkövetkezendő 50 évre.<sup>27</sup> A kutatás főbb megállapításai a következők:

- A demográfiai trendeket figyelembe véve, számos fejlett és néhány fejlődő ország (pl. Kína) a társadalom elöregedésével néz szembe, így a korábbi évtizedek egyik extenzív hajtóereje, a fiatalodó népesség nem szolgál tovább növekedési forrásként.
- A demográfiai helyzet növekedés-visszafogó lendületét képes lehet mérsékelni legalább részben az automatizáció, amely mintegy 0,8% és 1,4% közötti mértékben javítja a világ GDP-jének növekedési kilátásait, *feltéve, ha a helyettesített munkaerő a jelenlegi termelékenységi szinttel ismét más jellegű munkát vállal.*
- Az automatizáció okozta termelékenységnövekedés a korosodó országok esetében képes biztosítani a folyamatos növekedést, a gyorsan növekvőknek pedig pluszlendületet fog adni.
- A fejlett országok csoportja (beleértve Ausztráliát, Kanadát, Franciaországot, Németországot, Olaszországot, Japánt, az Egyesült Államokat, illetve az Egyesült Királyságot) esetén az automatizáció más növekedésgyorsító faktorokkal lehetővé teszi a demográfia csökkenéséből fakadó hátrányok leküzdését, és a növekedési pálya fenntartását.
- A fejlődő, de öregedő társadalommal rendelkező országok esetében az egy főre jutó GDP fenntartását teszi csupán lehetővé az automatizáció. Ezen országok közé tartozik Argentína, Brazília, Kína, Oroszország. A további növekedéshez további növekedési faktorok szükségesek.
- A fejlődő országok fiatalodó népességi szerkezettel (beleértve Indiát, Indonéziát, Mexikót, Szaúd-Arábiát, a Dél-afrikai Köztársaságot, Törökországot) képesek lesznek fenntartani az egy főre jutó GDP-jüket, de az ambiciózus növekedési célokhoz további gyorsító faktorokra lesz szükség.

## 2. forgatókönyv (technopesszimista)

A technopesszimista szcenárió támogatói nem fogadják el az optimista nézőpont előfeltevéseit. Ha realista módon megvizsgáljuk, akkor valóban erőteljesen kétségbe vonható a tökéletes munkapiaci alkalmazkodás feltételezése. Ugyanis nincs semmilyen ismert gazdasági törvényszerűség, amely garantálná azt, hogy a megszűnt munkahelyek helyett újak jönnének létre a gazdaságban. A múlt példái nem meggyőző példák e tekintetben, hiszen azok jellemzően olyan változások voltak, amelyek csak egyetlen szektort érintettek.<sup>28</sup> Lewis

<sup>27</sup> McKinsey Global Institute (2017): i. m.

<sup>28</sup> Ford (2017): i. m.

kiemeli, hogy jellemzően a gazdasági fejlődés eddig olyan volt, hogy egy-egy szektorban jelentkezett csupán robbanásszerűen az innováció, és ezáltal a többi szektor fel tudta szívni a feleslegessé vált munkaerőt.<sup>29</sup> Könnyen belátható, hogy a robotizáció minden szektort érint (igaz, az előző alfejezet tükrében eltérő mértékben), valamint Moore törvénye értelmében előreláthatóan a jövőben is exponenciális technológiai fejlődés szemtanúi leszünk. A McKinsey Global Institute modellje is azt mutatja, hogy technikai megvalósíthatóság szempontjából az elkövetkezendő 30–35 évben megszületik minden technológia, amely a teljesen automatizált gazdaságot legalább technikai értelemben elérhetővé teszi.

Tekintettel az automatizáció mindent átható erejére és az exponenciális fejlődésre, minden esély megvan arra, hogy az automatizáció miatt munkanélkülivé váló emberek legalább egy része ne találjon magának új munkát. Mindezekhez hozzájárul az is, hogy egyszerűen nem lehet bárkit bármilyen területre átképezni, hiszen sem motivációja, sem adottságai nem feltétlenül vannak egy más szakmaterülethez. Nehezen képzelhető az el, hogy egy operátor néhány hónapon belül magas szintű képességekkel rendelkező egészségügyi alkalmazottá legyen átképezhető. Kiváltképp az alacsony végzettségű emberek esetén kicsi az esély, hogy magasabb szintű állásokat képesek legyenek betölteni, tekintve, hogy az azonos alacsonyabb szintű állásokat is fokozatosan automatizálni fogják.

Nemcsak elméleti oldalról (azaz a modell feltételezéseit) irányából támadható a technooptimista elmélet. Ford amellet érvel,<sup>30</sup> hogy az utóbbi években és évtizedekben hét olyan erő fedezhető fel, amely mutatja az automatizáció munkahely-veszélyeztető hatását. Habár a hét tendencia magyarázható az automatizálással is, jegyezzük meg, hogy a szerző adós marad az ok-okozati viszony bizonyításával.

1. Az Egyesült Államokban 1973 után az átlagbérek reálértéken esni kezdtek. Négy évtizeddel később, azaz 2013-ban egy átlagos munkás 13%-kal kevesebbet keres reálértéken. Igaz ugyan, hogy a háztartások jövedelme 22%-kal nőtt, de ez döntően a nők munkaerőpiacra lépése miatt következett be.

A termelékenység és a bérek növekedése széttartó tendenciát követ. Amíg a termelékenység 1970-től 2,5-szeresére emelkedett, addig a reálbérek 13%-kal emelkedtek. Ez azt jelzi, hogy a potenciálshoz képest a munkalehetőségek szűkültek, és a béreknél a munkavállalók nem tudták érvényesíteni akarataikat. Meg kell jegyezni, hogy ezt a jelenséget nemcsak az automatizáció, hanem a tevékenységkihelyezés és a globális munkaerőtöbblet is magyarázhatja, kiváltképp Kína és India bekapcsolódásával a munkamegosztásba.

2. A munkások részesedése csökken, a tőketulajdonosok részesedése nő a nemzeti jövedelemből. Ez szintén azt mutatja, hogy romlott a munkavállalók alkupozíciója.

Loukas Karabarounis és Brent Neiman ezzel egyetértésben arra jutott, hogy az általuk vizsgált 56 országból 38-ban csökkent a munkavállalók nemzeti jövedelemből való részesedése. Ez annak az eredménye, hogy „nőtt a tőketermelő szektorok hatékonysága,

<sup>29</sup> William W. Lewis: *A termelékenység ereje*. Budapest, Gazdasági Versenyhivatal Versenykultúra Központ, 2008.

<sup>30</sup> Ford (2017): i. m.

amelyet leginkább az információtechnológia fejlődésének és a komputerkornak tulajdonítanak”.<sup>31</sup>

3. Az aktivitási ráta csökkenése szintén az elhelyezkedés nehézségeit jelzi. Az Egyesült Államokban a férfiak aktivitása 1950-től csökkenő tendenciát mutat, azonban a nők munkapiacra lépése 2000-ig elfedte ezt. A 90-es évek közepén 67%-on tetőzött az aktivitási ráta, azóta csökken.

4. Megfigyelhető, hogy egyre hosszabbra nyúlik a válságok után a munkahelyteremtés nélküli fellendülés és a hosszú távú munkanélküliség időszaka. Ezzel együtt évtizedes bontásban egyre csökkent az Egyesült Államokban a munkahelyteremtés.

5. Az USA-ban nagyok az egyenlőtlenségek, és gyorsuló ütemben nőnek. Ford szerint kimutatható, hogy az „amerikai álomnak” statisztikailag vajmi kevés alapja van: Európában valójában nagyobb a társadalmi mobilitás. Ez szintén azt jelzi, hogy a tömegek fő jövedelmi forrása, vagyis a munka nyomás alatt van.

6. A friss diplomásoknál jelentkező csökkenő jövedelmek és alulfoglalkoztatottság egyértelműen jó indikátora annak, ha elkezdenek fogyni a munkalehetőségek. A friss diplomások azok, akik tapasztalat híján nehezebben tudnak elhelyezkedni, így ők érzik meg leginkább a recessziók hatását a munkapiacra vagy az automatizáció kiszorító hatását. Éppen ezért az alulfoglalkoztatás, vagyis amikor olyan állásokban jelennek meg diplomások, amelyek csupán alacsonyabb végzettséget igényelnek, szűkülő munkakínálatra utal.

7. Polarizáció és részmunkaidős állások növekedése. A középállások eltűnését és helyettük magas fejlettségű állások, valamint alacsony bérű állások létrejöttét munkapiaci polarizációnak nevezzük. Az Egyesült Államok esetében megfigyelhető volt ez a jelenség. Ez egybevág azzal, hogy az automatizáció első lépcsőben a középosztály stabil állásait szünteti meg.

Válságok után figyelhető meg, hogy az alacsony bérezésű szektorokban van nagyobb fellendülés, vagyis a megszűnő állások helyett jellemzően alacsonyabb szintű állások jönnek létre. Ezek közül ráadásul sok részmunkaidős. David Autor négy kategóriát emelt ki a 2007-es válság kapcsán, amelyek képviselőit a 2007-es válság különösen súlyosan érintette: értékesítés; irodai-adminisztratív; kisipari, kézműves, szervizelési; gépkezelő-összeszerelő állások. Autor arra a következtetésre jutott, hogy pontosan ezek az állások azok, amelyeket az automatizáció is erőteljesen fenyeget. A szerző megállapította, hogy nagyobb részt az automatizáció, kisebb részt az *offshoring* (tevékenységkihelyezés külföldre) miatt szűntek meg ezek az állások.

Habár a fenti jelenségek nem bizonyítják egyértelműen, de legalábbis felvetik annak gyanúját, hogy az automatizált munkahelyek ez esetben nem fognak újratermelődni a gazdaságban.

Az eddig ismertetett meglehetően nyomós érvek miatt érdemes végiggondolni, hogy mi történhet a gazdaságban akkor, ha az automatizálás révén kiváltott munkahelyek legalább részben nem termelődnek újra.

<sup>31</sup> Loukas Karabarounis – Brent Neiman: *The Global Decline of Labour Share*. NBER Working Paper 19136, 2013. 1.



Amennyiben az automatizálás kiszorítja a munkavállalók érezhető részét a gazdaságból, számos nemkívánatos gazdasági folyamat indul be. Egyrészt a munkapiacról kiszorulóknak szükségszerűen munkanélkülivé válnak. Tovább súlyosbíthatja a helyzetet, hogy amennyiben tartósan munkanélkülivé válnak, a kutatások szerint kisebb az esélyük, hogy visszaintegrálódjanak a társadalomba. Az a tapasztalat, hogy a tartósan munkanélküliek elvesztik motivációjukat, a potenciális munkavállalók is diszkriminálják őket, ezért visszailleszkedési esélyük idővel egyre rosszabb lesz, és mélyszegénységi spirálba kerülhetnek.

Azon túl, hogy a növekvő munkanélküliség problémát jelent az elszegedőinek, valamint nagyarányú munkanélküliség esetén társadalmi feszültséget okoz, externális hatásain keresztül negatívan hat vissza a társadalomra. Mindezekon túl tovább fokozza az egyenlőtlenséget, amely pedig az OECD egy jelentése szerint negatívan hat a gazdasági növekedésre, tudniillik a magas jövedelműek arányaiban lényegesen kevesebbet fogyasztanak a kevésbé tehetőseknél. Az egyenlőtlen jövedelemkoncentráció ezáltal negatívan hat a gazdasági növekedésre.<sup>32</sup>

Kiváltképp igaz a fenti gondolatmenet az automatizáció esetén, hiszen a korábbiakban megállapítottuk, hogy az automatizáció leginkább azokat az állásokat fenyegeti, amelyeket a középosztály tagjai töltenek be. A nagyarányú kiszorítás következtében a gazdaság vásárlóerejének jelentékeny része eltűnne a piacról, ami az aggregált keresletet visszavenné, ez pedig a gazdaság növekedését lassítja, vagy esetleg recesszióba is ránthatja. A kereslet eltűnése erodálhatja az inflációs nyomást, esetleg deflációs spirálba taszíthatja a gazdaságot. A deflációs nyomást tovább erősíti az automatizáció hatékonyságnövelő komponense, hiszen a verseny következtében a költségek csökkenésével a végtermékek árának csökkenésére lehet számítani.

Ugyan a hitelezés felpörgetésével ideiglenesen pótolható a kieső vásárlóerő, de hosszú távon ez nem jelenthet megoldást, mint ahogy a 2007-es válság is figyelmeztet erre.

Összességében a technopesszimista modell nemhogy gazdasági növekedést nem jósol, hanem az automatizáció igen súlyos visszahatásokon alapuló hatásait emeli ki.

## Munkapiaci modell

Az előző fejezetben elemzett két forgatókönyv gyökeresen eltérő megállapításokat hordoz. Ráadásul a magyar helyzet speciális, hiszen a demográfiai trendek erősen öregedő népességet vetítenek előre. A demográfiai trendek elég megbízhatóak, ennek tükrében érdemes modellszerűen is megvizsgálni, hogy a csökkenő népesség és a lehetséges automatizálási hatások miként viszonyulnak egymáshoz. Nem tűnik elképzelhetetlen forgatókönyvnek, hogy a technopesszimista közelítés feltételezései mellett Magyarország esetében az igencsak romló népessédségi tendenciák miatt nem is jelentkezik munkaerőfelesleg. Mindezek elemzéséhez elkészítettünk egy hosszú távú modellt.

<sup>32</sup> Federico Cingano: *Trends in Income Inequality and Its Impact on Economic Growth*. OECD Social, Employment and Migration Working Papers, 163. 2014.

### *A modell felépítése*

A modell negyvenéves időtávot fog át, az átláthatóbb bemutatás végett öt éves bontásban. A modell figyelembe veszi a népesség várható alakulását, mint a hosszú távú gazdasági fejlődés egyik kulcstényezőjét. A népesedési adatok használata azért is fontos Magyarország esetében, mert a standard demográfiai előrejelzések szerint a vizsgálati időszak végére (azaz 2057-re) az ország lakossága éppen 8 millió főre süllyed, míg ezen belül a munkaerőbázisként esetlegesen jelentkező 15–74 év közötti korosztály 5,3 millió főre esik vissza.<sup>33</sup> A modellben a 15–74 éves korosztályt tekintjük munkaképes korú korosztálynak.

A modellépítés során figyelembe vettük a 15–74 év közötti munkaerő-állomány foglalkoztatási rátáját.<sup>34</sup> A foglalkoztatási ráta az utóbbi néhány évben jelentősen emelkedett, és a jelenlegi trendek mellett elképzelhető, hogy ez tovább fog emelkedni. A konzervatív becslések logikáját követve azonban a foglalkoztatási ráta bővülésével nem számoltunk a modellkészítés során, hanem a 2016. évi 58%-os adatot vettük figyelembe.

A 15–74 évesek előre jelzett létszámából és a kivetített aktivitási rátából kiszámoltuk a potenciális munkavállalók számát. Mindezen számítások eredményeként reális becslést kapunk arra vonatkozóan, hogy az előrelátható 40 évben – amennyiben a munkavállalási szokások és hajlandóság nem változik jelentősen – hány fő szeretne munkát vállalni Magyarországon, figyelembe véve a társadalom öregedő korszerkezetét.<sup>35</sup> A 2017-ben becsült 4,45 millió fős munkaerő-kínálat a modell becslése alapján 3,16 millió főre csökken az időszak végére, ami 29%-os csökkenést jelent a bázishoz képest. Meg kell jegyezni, hogy a modell erősen konzervatív abban az értelemben, hogy nem a valós nyugdíjkorhatárral, hanem a 74 éves felső korhatárral számol, és emellett stagnáló aktivitási rátát használtunk fel. Ez annyit jelent, hogy minden bizonnyal 2057-re az előre jelzettnél nagyobb lesz a munkát vállalni szándékozók száma.

A modell másik logikai íve arra épül, hogy megbecsüljük a várható gazdasági növekedést, illetve azt, hogy a munkahelyeket milyen arányban automatizálják. Ez végső soron a gazdaság munkaerő-keresletének hosszú távú becslését jelenti. Mivel itt 10–40 éves időtávról beszélünk, jelentős egyszerűsítő feltételezéseket alkalmaztunk. A modellépítés során a 2017-es év folyóáras GDP-jét vettük alapul,<sup>36</sup> amely a KSH számításai szerint 38 355,115 milliárd forint volt. Ebből kiszámoltuk az egy főre jutó GDP-t úgy, hogy a nominális GDP-t elosztottuk a népesség számával. Az induló egy főre jutó GDP 3,96 millió forint/fő volt.

A következő időszakok GDP-becslése során exogén módon feltételeztük az éves növekedés mértékét. Mivel ezen paraméter igen meghatározó a modell eredményei

<sup>33</sup> Az adatokat a KSH Népeségtudományi Kutatóintézet népesedés-előreszámítási adataiból emeltük át. Lásd KSH Népeségtudományi Kutatóintézet: *Népesség-előreszámítás*. 2018.

<sup>34</sup> KSH (2019a): i. m.; KSH: *A munkanélküliek száma*. KSH STADAT-adattábla, 2019b; KSH: *Foglalkoztatási ráta korcsoportok szerint, nemenként*. KSH STADAT-adattábla, 2019c.

<sup>35</sup> A jelenlegi munkanélküliek számát az adatok nem tartalmazzák, de a modell végső adatait korrigáltuk ezzel.

<sup>36</sup> Ez volt ugyanis a tanulmány írásakor elérhető utolsó év, amelyben minden adat rendelkezésre állt.

szempontjából, és csupán nagyon nagy bizonytalansággal jósolható, valamint maga az automatizáció endogén módon befolyásolhatja, ezért azt a stratégiát alkalmaztuk, hogy a modellt több elképzelhető paraméterrel futtattuk, és ebből forgatókönyveket generáltunk. Technikailag csak ezzel a lépéssel volt elkerülhető, hogy állást foglaljunk a technooptimista és a technopessimista forgatókönyvek között.

A feltételezett gazdasági növekedésnek 2%-os standard értéket adtunk, amelyet a McKinsey Global Institute *Global Growth* jelentésének<sup>37</sup> 1,9%-os átlagos termelékenységnövekedési adatára alapoztunk. A gazdasági növekedés, az egy főre jutó GDP 2017-es induló értéke és a népességszámra vonatkozó adatok birtokában kiszámolhattuk az előre jelzett GDP-t.

A többször említett McKinsey-tanulmányból<sup>38</sup> beépítettük a modellbe az automatizáltság várható mértékét. Három forgatókönyvet vettünk figyelembe az eredeti tanulmányra építve: korai bevezetést, eszerint 2057-re a munkahelyek 57%-a lesz automatizált, majd a periódus végére az automatizáció szinte teljessé válik, azaz eléri a 95%-ot. A késői bevezetés forgatókönyve jóval visszafogottabb. Eszerint 2037-re a munkahelyek alig 4%-a lesz automatizált, a periódus végén pedig ez csak 37%-ot ér el. Mindezeket túl számoltunk egy legvalószínűbb forgatókönyvvel, amely 2037-ben 21%-os automatizáltságot feltételez, ami a periódus végére 60%-ra emelkedik.

A munkatermelékenységet a 2017-es évre számoltuk ki, mégpedig az aktuális GDP és a foglalkoztatotti létszám hányadosaként. Ezután szétválasztottuk a gazdasági növekedés paraméterét két faktorra: egyrészt feltételeztük, hogy a munkaszervezés, az általános tudásszint fejlődése miatt évi 1%-kal fog növekedni a termelékenység. Emellett a másik növekedési forrás az automatizáció. Ezt a számítás során nem érvényesítettük a termelékenységi mutatóban, vagyis kiszámoltuk a munka termelékenységét a jövőre vonatkozóan, kiszűrve belőle az automatizálási hatást.

A korábbi nemzetgazdasági becsült GDP-adatot elosztottuk a termelékenységi mutatóval, ezzel megkaptuk azt, hogy várhatóan mekkora lesz a munkaerőigény, feltéve, hogy az automatizálási hatás nem szorít ki egyetlen munkahelyet sem. Ezután a munkaerő-keresletet korrigáltuk az automatizált munkahelyek arányával, és megkaptuk a várható munkaerő-keresletet.

Végül a várható munkaerő-kínálat és -kereslet összehasonlításával pedig megkapjuk azt, hogy a munkaerőpiacon milyen mértékű munkanélküliséggel vagy éppen tartós és jelentős munkaerőhiánnyal kell számolnunk.<sup>39</sup>

Meg kell jegyeznünk, hogy az általános termelékenységnövekedés (automatizálás nélküli gazdasági növekedés) és az automatizálás hatására megnyilvánuló gazdasági növekedés közötti különbségre a modell rendkívül érzékeny. Valójában ez az adat azt a feltételezést számszerűsíti, hogy az automatizálás munkahelykiváltását a gazdaság miként kompenzálja új munkahelyekkel. Ez pedig nem jelent mást, mint hogy a tech-

<sup>37</sup> McKinsey Global Institute: *Global Growth: Can Productivity Save the Day in an Aging World?* 2015.

<sup>38</sup> McKinsey Global Institute (2017): i. m.

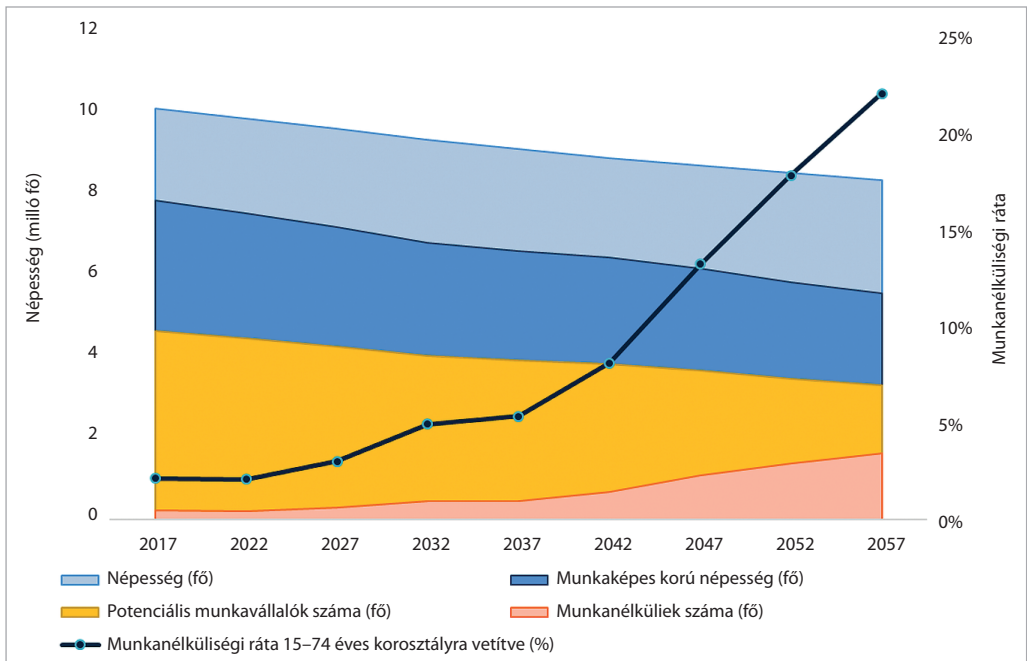
<sup>39</sup> Ezen a ponton a 2017-es munkanélküliséggel visszakorrigáltuk az adatokat, hiszen a potenciális munkavállalók számának meghatározásánál a foglalkoztatási rátát vettük alapul.

nooptimista és -pesszimista nézőpont nagy véleménykülönbségét ezen a ponton építettük be a modellbe.

A modell segítségével három forgatókönyvet generáltunk. Mindhárom forgatókönyv esetében ugyan megjelenítettük a táblázatokban az automatizáció korai és késő terjedésének forgatókönyveit is, de az elemzés során a köztes terjedési sebességet vettük alapul (lásd mellékletek).

Az első modell egy optimista forgatókönyv. Ez a scenárió arra épül, hogy az automatizálás kiszorít munkahelyeket a piacról, de önmagában plusz 1%-os gazdasági növekedést képes generálni. Ez azért nem olyan szélsőséges álláspont, mint a technooptimisták álláspontja, de erősen optimista.

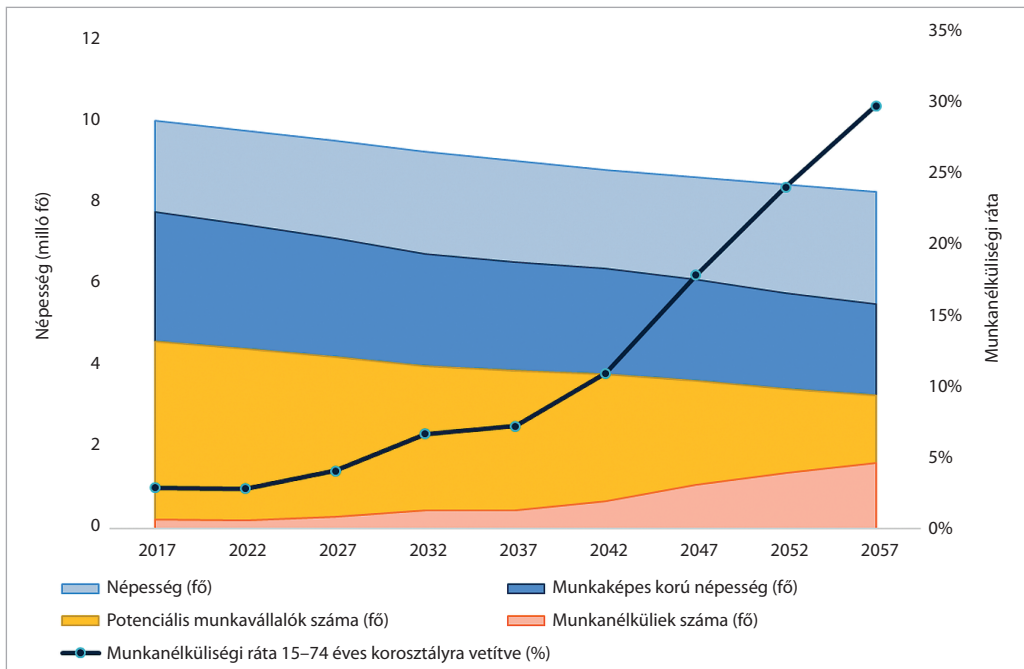
Ez a forgatókönyv azt mutatja, hogy a 2030-as évek végén nem kell drasztikus munkaerő-felesleggel számolni nemzetgazdasági szinten részben a társadalom öregedésének, részben pedig annak a ténynek köszönhetően, hogy az időszak elején lassabb az automatizáció megjelenése, és ezzel lépést képes tartani a munkaerőpiac. A megszűnő munkahelyeket pótolják olyan munkakörök, amelyek jelenleg nem is léteznek. A 2030-as évektől viszont az automatizáció terjedésével nem tud lépést tartani a munkaerőpiac, és jelentős mennyiségű munkanélküli jelenik meg. A 20%-os munkanélküli már igen súlyos társadalmi problémákat jelez. Egyben ez a forgatókönyv implicit módon arra is épül, hogy a robotizáció munkaerő-kiszorító hatása miatt az aggregált kereslet visszaesése miatt nem tudnak a munkahelyek olyan mértékben pótlódni, hogy az ne terhelné meg a munkapiacot.



4. ábra: Az optimista modellfuttatás munkapiaci eredményei

Forrás: a szerző szerkesztése (részletek az 1. mellékletben)

A második forgatókönyv egy visszafogottan optimista forgatókönyv. Ez a scenárió arra épül, hogy az automatizálás kiszorít munkahelyeket a piacról, de önmagában plusz 0,5%-os gazdasági növekedést képes generálni. Ez a paraméter azt jelzi, hogy a munkaerő kisebb része tud új munkát találni, vagyis a gazdaság nem képtelen teljes mértékben új munkahelyeket létrehozni, de ez egy korlátos és lassabb folyamat. Ez olyan tekintetben realisztikusabb elképzelést jelenít meg, mint az első forgatókönyv, hogy a jelenlegi előrejelzések szerint a mesterségesintelligencia-alkalmazások (tekintve például az IBM Watsonját, amely még mindig csupán gyenge mesterséges intelligencia megoldásnak tekinthető) jelentősen felülmúlják az emberi teljesítményt, ez pedig azt jelzi, hogy lényeges versenyhátránya lesz az emberi munkának. Meg kell jegyezni, hogy a versenyhátrány nem jelenti feltétlenül azt, hogy egyáltalán nincs szükség emberi munkára, ha figyelembe vesszük a komparatív előnyök elméletét. Ne felejtjük el, hogy még egy teljesen automatizált gazdaságban sem korlátlanok a termelési lehetőségek, csupán nem az emberi munka, hanem más erőforrások szabnak a termelésnek határt.

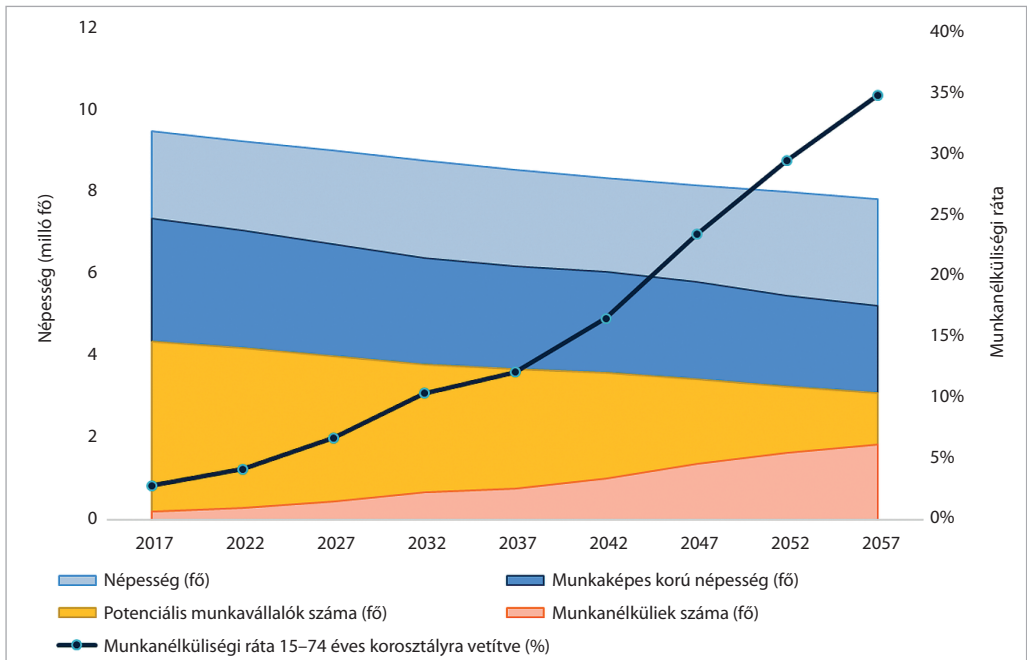


5. ábra: A „köztes” modellfuttatás munkapiaci eredményei

Forrás: a szerző szerkesztése (részletek a 2. mellékletben)

Ez a forgatókönyv hasonló eredményeket ad az előző futtatáshoz, azonban itt a munkaerő-felesleg már a 2020-as évek második felétől jelentkezik, majd gyorsuló ütemben növekszik a vizsgálati periódus végéig, ahol 29%-os értéken áll meg. Meg kell jegyezni, hogy amennyiben kiterjesztjük a vizsgálat időhorizontját, értelemszerűen a teljes automatizáltság felé haladva a munkanélküliség mindenképp nő.

A harmadik forgatókönyv a pesszimista esetet vizsgálja. Ebben a scenárióban az automatizáció önmagában nem növeli a gazdasági teljesítményt, hanem pusztán a munkát leváltja a robottechnika. A forgatókönyv azonban a szigorú feltételezései ellenére sem irreális esetet tükröz. Ebben a felfogásban a robotizáció hatására a kieső munkaerő (jellemzően először a középosztály állásait automatizálják) vásárlóereje eltűnik, aminek következtében az aggregált kereslet csökkenése miatt az automatizáció önmagában pozitív hatása elenyészik.



6. ábra: A pesszimista modellfuttatás munkapiaci eredményei

Forrás: a szerző szerkesztése (részletek a 3. mellékletben)

A pesszimista modellben már a 2020-as évek elejétől emelkedik a munkanélküliség, és nyilvánvalóan az időszak végén itt éri el a legmagasabb értékét.

Látható, hogy mindhárom futtatás hasonló tendenciákat jelez, vagyis eszerint a népesség erőteljes öregedése sem elegendő arra, hogy az automatizáció hatását ellensúlyozza. Úgy is fogalmazhatunk, hogy a demográfiai bombaként emlegetett esemény éppen az automatizáció problémáit képes enyhíteni, mivel pont ellentétes módon hatnak a gazdaságra.

Természetesen modellszinten elképzelhető az ultraoptimista forgatókönyv, miszerint az automatizáció nem kiszorítja a munkaerőt, hanem pótlólagos forrásként segíti a növekedést. Ez az automatizáció növekedési hatása paraméter emelkedésében ölt testet a modellben, tehát a modell a zökkenőmentes átmenetet sem zárja ki, de a figyelmet ráirányítja arra, hogy igen magas növekedésre volna ehhez szükség, amelynek forrásai nem láthatók.

Mindazonáltal le kell szögeznünk, hogy a modell lényege nem az, hogy hány százalék lesz a munkanélküliség 2057-ben. Sokkal fontosabb üzenet az, hogy az *automatizáció munkapiaci hatását az befolyásolja, hogy mennyire húzódik el az automatizáció gazdasági megvalósítása*. Minél lassabban terjed az automatizálás, annál kisebb a negatív hatás. Ez a gyakorlat nyelvére lefordítva annyit jelent, hogy ha igen gyors az átmenet, és azt a nem várt esetet tételezzük fel, hogy minden automatizált munkahely mellett a gazdaság képes létrehozni újakat, akkor is előfordulhat, hogy ideiglenesen megnő a munkanélküliség, mivel az új munkahelyek képződésének van egy nem elhanyagolható időszükséglete.

A modell másik fontos üzenete az, hogy van okunk amiatt aggódni, hogy az automatizáció tömegesen munkahelyeket veszélyeztet. Ugyan azt nem lehet megjósolni, hogy biztosan így is lesz-e, de az eredmények kapcsán fel kell készülni a negatív hatások kezelésére.

### **A robotizáció szektorális hatásai**

A McKinsey-tanulmány leszögezi, hogy jelentős eltérések lesznek az egyes szektorok, munkakörök között abban a tekintetben, hogy mennyire automatizálhatók. 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.

#### *Mezőgazdasági szektor*

Magyarországon a 2017-es adatok szerint 220 ezer fő dolgozott a mezőgazdaság, erdőgazdálkodás, halászat ágazatában. Ez az összes foglalkoztatotti létszám közel 5%-a.<sup>40</sup> Összehasonlításképpen az Egyesült Államokban a munkaerő-állomány 1,5%-a dolgozik ebben a szektorban.<sup>41</sup>

A mezőgazdasági szektor az 1900-as évektől kezdődően már átment egy nagy technológiai átalakuláson. A homogén termékek (állattenyésztés, homogén növények termesztése) már gépesített, az emberierőforrás-igénye 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 kézügyességigény tekintetében sem tudták a gépek felvenni az emberrel eddig a versenyt.<sup>42</sup> Előrejelzések szerint ezeknek a munkahelyeknek is meg vannak számlálva a napjaik. Erőteljesen alátá-

<sup>40</sup> KSH (2019a): i. m.; KSH (2019b): i. m.; KSH (2019c): i. m.

<sup>41</sup> US Bureau of Labor Statistics (2017): i. m.

<sup>42</sup> Ford (2017): i. m.

masztja ezt a kijelentést, hogy 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.<sup>43</sup> Ráadásul kutatások folynak a precíziós növénytermesztés irányában, amelyet 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.<sup>44</sup> E mögött elsősorban az áll, hogy jelentős a mezőgazdaságban a változó körülmények között végzett nehezen kiszámítható munka, amely 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 pedig drasztikusan nőtt.<sup>45</sup>

### *Ipari szektor*

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 (például minőségbiztosítás, kontrollingtevékenység). 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 szolgáltató szektorba kezdett áramlani a munkaerő.

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

<sup>43</sup> Ford (2017): i. m.

<sup>44</sup> McKinsey Global Institute (2017): i. m.

<sup>45</sup> Ford (2017): i. m.



Ebben a tekintetben Magyarország igen hátrányos helyzetből indul, lévén, hogy nálunk a KSH 2017-es adatai szerint a feldolgozóipari foglalkoztatottak 22,34%-os részarányt képviselnek az összes foglalkoztatotti létszámhoz viszonyítva. 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 tartozott. Azonban a hazánkban működő OEM-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.<sup>46</sup>

A fejlett országokban megfigyelhető a *reshoring* folyamata, amely a korábban alacsonyabb bérszínvonalú országokba telepített gyártómunka visszaköltözését jelenti. A *reshoring*ot a fejlődő országok bérfelzárkózása és az automatizálás munkaerő-helyettesítő jellege is fűti. Másrészt viszont a *reshoring* miatt a fejlődő országokban nagyon sokan vesznek majd el állásukat. E folyamat Magyarország esetében is hatással lehet az ipari termelés csökkenésére. A tendenciát alátámasztja, hogy Kínában 1995 és 2002 között a gyáriparban dolgozók 15%-a veszítette el állását. Ez egyes előrejelzések szerint tovább fog gyorsulni.<sup>47</sup>

### *Szolgáltató szektor*

A tágan értelmezett szolgáltató szektor mérete mind Magyarország viszonylatában, mind a nemzetközi viszonylatban hatalmas. Magyarországon a foglalkoztatotti létszám arányában 72,68%-ot tesz ki (beleértve minden olyan ágazatot, amely 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, a szálláshely-szolgáltatás, illetve a kis- és nagykereskedelem. Szintén nagyon veszélyeztetett a szállítás és a logisztika. A közepesen veszélyeztetett területek közé tartozik 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.<sup>48</sup>

A gyorséttermi és kiskereskedelmi állások biztonsági hálót jelentettek eddig a fejlett országokban a munkavállalók számára. Látható tendencia, hogy a gyorséttermek automatizálása szinte elkerülhetetlen. A kiskereskedelem a másik olyan terület, amely az állásukat elvesztett vagy máshol álláshoz nem jutó munkavállalók gyűjtőhelye.<sup>49</sup>

<sup>46</sup> Löre Vendel – PwC: *Autóiparral a növekedés sztrádján*. 2013.

<sup>47</sup> Ford (2017): i. m.

<sup>48</sup> McKinsey Global Institute (2017): i. m.

<sup>49</sup> Ford (2017): i. m.

A kormányzati előrejelzés mindkét területen optimistább az USA-ban, így a kormányzat álláshelybővülést vár. Ez ellen hat, ahogy az elektronikus kereskedelem példája mutatja, hogy 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 (például bolti eladó munkája).

Az intelligens árusító automaták várhatóan külön „iparág” lesz, és ez ismét egy példa a kereskedelmi alkalmazottak teljes kiiktatására. Léteznek olyan vállalatok, amelyek már most is bármilyen terméktípushoz képesek automatákat gyártani. Ezzel az ingatlanbérlet, 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 közel 17%-át.

### Oktatás

Az oktatással kapcsolatos szolgáltatások a sokat idézett McKinsey-tanulmány szerint a legkevésbé automatizálhatók a jelenlegi technológiai szinten. A munkaidő mindössze 27%-a helyettesíthető robotizációs technológiákkal. Mindez azonban nem azt jelenti, hogy a jövőben is védettek lesznek az állások, kiváltképp, ha figyelembe vesszük a gyenge mesterséges intelligencia területén elért előrehaladást, ahogy erre Noriko Arai népszerű előadásában rámutat.<sup>50</sup>

Tetten érhető, hogy az oktatás eddig erősen ellen tudott állni az automatizációnak. A feladatok nagy részét az oktatás területén hasonlóan végzik, mint száz évvel ezelőtt. Az automatizálás elmaradása azonban másrésről azt jelenti, hogy a munka termelékenysége alig javult a szektorban, legalábbis összehasonlítva például a gyáriparral. Ez okozta a sok országban látható tendenciát, hogy az oktatás, ezen belül a felsőoktatás költségei reálértéken jelentősen emelkedtek.<sup>51</sup>

Néhány területen a mesterségesintelligencia-alkalmazások már képesek kiváltani az emberi munkát, példának okáért az esszéosztályozásban az algoritmusok már felveszik az emberekkel a versenyt. Ezenkívül az elit felsőoktatási intézmények által indított nyílt online kurzusok (*massive open online course*) mintájára az elektronizációnak lehet esélye diszruptív technológiaként meghódítani az oktatást, de egyelőre vegyesek az ezzel kapcsolatos tapasztalatok.

Az oktatási szektorban elsősorban az adminisztráció, a létesítményfenntartás, a hallgatói szolgáltatások területén lehet arra számítani, hogy a költségek rövid távon lefarag-

<sup>50</sup> Noriko Arai előadása.

<sup>51</sup> Ford (2017): i. m.

hatók, és egyes feladatok automatizálhatók. Az Egyesült Államokban elsősorban ezen területek költségexpanziója okozta a felsőoktatási költségek drasztikus emelkedését.<sup>52</sup>

Vannak olyan vélemények az iparágban, hogy az információtechnológia hódítása, az online kurzusok elterjedése miatt a nagynevű felsőoktatási intézmények lesznek a felsőoktatás győztesei, és a győztes mindent visz elv miatt az amerikai egyetemek mintegy fele 15 éven belül csődbe megy.<sup>53</sup>

Habár az oktatás és a felsőoktatás jelenlegi keretek között viszonylag védettnek minősül az automatizációval szemben, nem zárható ki itt sem a diszruptív technológiák megjelenése. Ha ez mégsem következik be, akkor arra lehet számítani, hogy a többi szektortól eltérően nem lesz drasztikus hatékonyságjavulás, amely miatt arányaiban a tágan értelmezett oktatás GDP-n belüli részaránya jelentős növekedésnek indulhat (ahogy a szolgáltató szektor 20. században látott expanziója mutatta), és jelentős munkaerő-felszívó hatással bírhat. Kérdéses ugyanakkor, hogy az oktatás finanszírozását hogyan kell megváltoztatni, hogy az fenntartható maradjon. Mindez azonban önmagában nem gazdasági, hanem sokkal inkább intézményi, politikai és társadalmi döntés eredménye lesz, így ezzel kapcsolatban aligha van értelme spekulatív fejtegetésekbe bocsátkozni.

### *Egészségügy*

Az egészségügyet érdemes együtt kezelni az időskori gondozással, lévén, hogy az utóbbi tevékenység erőteljesen átfedésben van az egészségügyi szolgáltatásokkal, mivel időskorban megnő az egészségügyi költségek nagysága.

Hasonlóan az oktatáshoz a tágan értelmezett egészségügy a jelenlegi technológiai színvonal mellett viszonylag kevésbé automatizálható. A McKinsey Global Institute számításai szerint a munkaidő 36%-át képesek jelenleg robottechnikával helyettesíteni az ágazatban. Az Egyesült Államokban (mint a világ egyik legfejlettebb gazdaságában) 2006-ban a foglalkoztatottak 10,2%-a, a 2016-ban 12,2%-a, a 2026-os prognózis szerint pedig 13,8%-a fog dolgozni. Jelenleg az USA-ban és Magyarországon is jelentős munkaerőhiány van a területen.<sup>54</sup>

Úgy tűnik, hogy az oktatás mellett az egészségügy lehet a másik olyan levezető szelvény, ahova a más szektorokban munkanélkülivé vált munkaerő átáramolhat. Azonban az egészségügy legalább két szempontból más, mint a klasszikus fogyasztói piacok: egyrészt az egészségügyi munka speciális ismereteket és kiváltképp speciális attitűdöket igényel, így nem feltétlenül lesz alkalmas arra egy gyáripari munkás, hogy egészségügyi dolgozóvá képezzék át. Érdemes abba is belegondolni, hogy a gyenge mesterségesintelligencia-alkalmazások az egyszerű kognitív funkciókban már most felveszik a versenyt, sőt sok esetben pedig megelőzik az emberi képességeket. Erre nagyon jó példával szolgál az IBM Watsonja, amelynek az orvosi diagnosztikában szánnak úttörő szerepet. Emellett

<sup>52</sup> Ford (2017): i. m.

<sup>53</sup> Ford (2017): i. m.

<sup>54</sup> Ford (2017): i. m.

a gyógyszerészet területe például igencsak ki van téve az automatizáció veszélyeinek, lévén, hogy itt jellemző a rutinmunka.<sup>55</sup>

Másrészt az egészségügy finanszírozása jellemzően a világ minden táján problémát jelent: ugyanis a csekély automatizáció következtében és az egészségügyi piacra jellemző aszimmetrikus információk miatt az egészségügyi szektor óriási és jellemzően egyre növekvő költségekkel működik. Az emelkedő költségek miatt a finanszírozás kérdése problematikus, hiszen az állami szektor nem képes önmagában finanszírozni a költségeket. Tovább súlyosbítja a problémát, hogy az egészségügyi rendszer Magyarországon rendkívül zűrzavarosan, átláthatatlanul, alulfinanszírozottan működik. Nem világos, hogy az állami és a magánfinanszírozásnak hol vannak a határai. Az biztosan kijelenthető, hogy minél inkább zavaros az ágazat működése, annál kisebb lesz a szektor növekedési potenciálja, és annál kisebb lesz a munkaerőfelesleg-felszívó hatása. Ez annál inkább is probléma, mivel jelenleg az oktatás és az egészségügy tud munkaerő-felszívó potenciált biztosítani a jövőre vonatkozóan.

### *Nyugdíjrendszer*

Köztudott, hogy a magyar népesség létszáma 1981 óta csökken, és ezzel együtt a demográfiai szerkezet átalakul, nevezetesen a 65 év feletti és nyugdíjas lakosság arányaiban egyre magasabb lesz. Ha az automatizáció hatásait figyelmen kívül hagyjuk, akkor ennek a folyamatnak rendkívül kedvezőtlenek a gazdasági hatásai, mivel a kieső munkaerő kínálati oldalon csökkenti a termelést, keresleti oldalon pedig – lévén, hogy Magyarországon alapvetően felosztó-kirovó rendszerben működik a nyugdíjrendszer – visszafogja az aggregált keresletet. A robotizációnak a nyugdíjrendszer tekintetében abszolút pozitív hatásai lesznek, mivel kínálati oldalon a kieső munkaerőt pótolni tudja, ráadásul a modellfuttatások során kiderült, hogy van arra esély, hogy a fogyó munkaerőbázis nemcsak kompenzálni képes az automatizációt, hanem jó eséllyel túl is kompenzálja. Részben keresleti oldalon is képes lehet oldani a feszültséget, mert a robotizáció által megtermelt jövedelmek végső soron lecsapódnak valahol. Természetesen nem mindegy, hogy mely szereplőkhöz kerülnek a jövedelmek.

Ha az adózási rendszer nem von el jövedelmeket a leggazdagabb rétegektől, akik a robotizáció haszonélvezői lesznek, és a növekvő nyugdíjas rétegnek nem juttatja vissza ezen jövedelmeket, akkor nem hogy keresletnövekedésről nem beszélünk a nyugdíjasok esetében, hanem egyenesen az összkereslet visszaesésével megszüntetheti az automatizáció kínálati oldalon potenciálisan megjelenő előnyeit. Összességében tehát azt lehet mondani, hogy a nyugdíjas korúak vásárlóereje és a nekik nyújtott állami transzferek meghatározók lesznek abból a szempontból, hogy melyik modellforgatókönyv fog megvalósulni. Amennyiben méltányos az állami nyugdíjrendszer, akkor nagyobb az esély

<sup>55</sup> Jean Spinks et al.: Disruptive Innovation in Community Pharmacy. Impact of Automation on the Pharmacist Workforce. *Research in Social and Administrative Pharmacy*, 13. (2017), 2.

az első forgatókönyvre, míg ellenkező esetben a pesszimistább forgatókönyvek bekövetkezési valószínűsége növekszik meg.

### *Szociális ellátórendszer*

A szociális ellátórendszer is a nyugdíjrendszerhez hasonlóan fog viselkedni, vagyis egyrészt befolyásolja a forgatókönyvekben ismertetett szcenárió bekövetkezését, másrészt az állami kiadásokra maguk a forgatókönyvek is drasztikusan hatnak.

Ebben az értelemben alapvető szerepe lesz a munkanélküliségnek és a korábban elemzett jövedelemgyenlőtlenségek mértékének. Amennyiben a jövedelemkoncentráció nem lesz szélsőséges, akkor az aggregált kereslet várhatóan kevésbé kerül nyomás alá, így nagyobb az esély a magasabb növekedési pályára. A magasabb növekedés pedig a forgatókönyvek tanúbizonysága szerint csökkenti annak esélyét, hogy a munkanélküliség meredeken emelkedni kezdjen, ezzel csökkentve a jövedelmek további polarizálódását és a munkanélkülivé váló tömegek létfeltételeinek biztosításához szükséges állami kiadások elszabadulását.

### **A robotizáció államháztartási hatásai a kiadási oldalon**

A robotizációval kapcsolatban rendkívül nehéz előrejelzéseket tenni az államháztartási kiadások alakulása tekintetében több szempontból is: 1. egyrészt a közgazdaságtudomány kevésbé tudja megbecsülni a robotizáció általános gazdasági hatásait. Azt sem tudjuk megmondani, hogy a robotizáció kiszorítja-e az emberi munkát, vagy a robotok csupán a gazdasági növekedést segítik elő úgy, hogy nem helyezik a munkapiacot jelentős nyomás alá. 2. Másodrészt a hosszú távú előrejelzések a gazdasági területen rendkívül megbízhatatlanok, mert modellezési szempontból a gazdasági rendszer többszörös visszacsatolásokat tartalmaz, ami egyes hatásokat felerősít, másokat letompít. Így modelljeink kaotikus tulajdonságúak, azaz a paraméterek kis változása igen jelentősen hozzájárul az eredmények ingadozásához. 3. Az államháztartás kiadási és kiváltképp bevételi oldala ki van téve a politikai döntéseknek. Így például a munkanélküliek segélyezése igen széles spektrumon mozoghat a nekik juttatott transzferkiadások tekintetében. Ezek a politikai döntések pedig akár néhány éves távlatban is változhatnak, nemhogy évtizedes vonatkozásban.

Mindezen megfontolások mellett az azért látszik, hogy a robotizáció Magyarországon csökkenteni tudja (vagy esetleg túl is kompenzálja) a romló demográfiai trendek hatását. Az is látható, hogy – ha nem történik valamilyen állami beavatkozás – az egészségügyi szolgáltatások (beleértve az idősgondozást is) és az oktatás lehetnek azok a szektorok, amelyeknek megnő foglalkoztatottság szempontjából a jelentősége. Az államháztartás kiadása tekintetében ennek hatása attól függ, hogy az állam mekkora szerepet vállal fel ezen kiadások finanszírozásában.

Harmadik hatás a robotizáció jövedelemegyenlőtlenségekre gyakorolt hatásán keresztül érvényesül. A robotizáció önmagában növeli a jövedelemegyenlőtlenségeket, még ha azt is feltételezzük, hogy a gépek által helyettesített munkaerő teljes mértékben fog magának további állásokat találni. Valójában a robottechnika egyfajta tőkeelem, amelyről kimutatható, hogy a gazdaságban való eloszlása rendkívül egyenlőtlen. Piketty hangsúlyozza,<sup>56</sup> hogy

„a vagyonok és ebből adódóan a tőkejövedelmek eloszlása mindig is sokkal nagyobb fokú koncentrációt mutatott, mint a munkajövedelmé. Valamennyi általunk ismert társadalomban, a történelem bármely szakaszában, a lakosság vagyoni értelemben szegényebb felének nagyjából semmije sincs (az összvagyon kicsivel több mint 5%-án osztozott), miközben a vagyoni hierarchia felső decilisének jutott a vagyon nagy része (általában 60%-a, de a 90% sem ment ritkaságszámba). A lakosság többi részének (értelemszerűen a középső 40%-nak) a részaránya 5 és 35% között mozgott.”

A robottechnika terjedése pedig azt jelenti, hogy a tőkeelemek súlya megnő a gazdaságban a munkával szemben, azaz a munkajövedelmek legalább arányaiban lecsökkennek, vagyis a jövedelmek nagyobb részarányban vándorolnak a tőketulajdonosokhoz, akik pedig egy rendkívül szűk réteg. Mindez azt jelenti, hogy a társadalom vagy eltűri a szélsőséges szegénység és hihetetlen gazdagság létezését, vagy jelentősen növeli a szociálpolitikai juttatásokat.

A negyedik hatás a leginkább vitatható, hiszen csak forgatókönyvek szintjén tudjuk azt előre jelezni, hogy a munkanélküliség növekedni fog-e. A válasz valószínűleg az, hogy bizonyos mértékben igen, de az sincs kizárva, hogy ennek mértéke drasztikus lesz (az évszázad közepére akár 30%). Ez pedig szintén az előző bekezdésben felvetett kérdés fontosságát erősíti.

A robotizációval kapcsolatban az látszik, hogy ez egy olyan folyamat, amely a kapitalista rendszert alapjaiban írja át. A mai gazdasági rendszerünk alapvetően arra épül, hogy az erőforrások szűkösen állnak rendelkezésre, többek között a munkaerő is, ami korlátozza az előállítható javak mennyiségét. Ezért minél szélesebb munkaerőbázis kell bevonni a termelésbe, hiszen a javak mennyisége csak így növelhető. A munkaerő elvileg a termelési hozzájárulása fejében részesedhet a termelésből. A robotizáció végső soron a munkát mint termelési tényezőt helyettesíti, vagyis az egyik szűk keresztmetszetet kiiktatja a termelésből, azaz egy magasabb jólétet teremt, legalábbis elméletben. Azonban nem szabad elfelejteni, hogy a kapitalista rendszerben a munka nemcsak a termelés egyik szükséges feltétele, hanem a munkabérekén keresztül a javak elosztásának az egyik csatornája. Egy teljesen automatizált gazdaságban az összes kiáramló munkabér szükségsszerűen nulla. Ez pedig annyit jelent, hogy egy új elosztási módot kell találni előbb vagy utóbb. Ahogy a robotizáció előrehalad, annál sürgetőbb lesz az új elosztási mód megtalálása.

Ebből fakadóan függetlenül attól, hogy melyik korábban vázolt forgatókönyv valósul meg, el kell gondolkodni az állam (gazdaság) újraelosztó mechanizmusait illetően.

<sup>56</sup> Thomas Piketty: *A tőke a 21. században*. Budapest, Kossuth, 2015. 358.

## Garantált alapjövedelem

Az előzőek alapján látható, hogy a robotizáció többek között azért fog óriási változást hozni a gazdasági rendszerben, mert a jelenlegi egy főre jutó jövedelem fenntartásához kevesebb munkára lesz szükség, ezáltal egy termelési szűk keresztmetszet megszűnik, vagy legalábbis lényegesen kitolódik. Ez egyrészt termelési oldalról megteremti a feltétel nélküli alapjövedelem bevezetésének lehetőségét. Feltétel nélküli alapjövedelem alatt azt a transzfert értjük, amelyet a társadalom minden tagja feltétel nélkül rendszeres jövedelemként megkap.

Jelen tanulmányban nem vállalkozunk a garantált bérjövedelem egyes aspektusainak részletes vizsgálatára. A tanulmányban azért szerepeltetjük, mert azon kívül, hogy a garantált alapjövedelem finanszírozását a robotizáció nemcsak lehetővé teszi a társadalom számára, de a robotizáció legveszélyesebb makrogazdasági hatásait is hathatósan képes ellensúlyozni.

A modellfuttatások során látható volt, hogy még erősen öregedő népességszerkezet mellett is fennáll annak valószínűsége, hogy a munkanélküliség igen jelentősen megemelkedik, emellett pedig a jövedelmi egyenlőtlenségek jelentősen fokozódnak. Az igazság az, hogy még a legoptimistább forgatókönyvek is együtt járnak a munkajövedelmek arányának mérséklődésével a tőkejövedelmek javára. A vagyon és a tőke, ezáltal pedig a tőkejövedelmek eloszlása igen egyenlőtlen világszerte, ahogy a korábbi alfejezetekben rávilágítottunk. A modellfuttatások eltérő eredményeit végső soron az okozta, hogy egyrészt létrejönnek-e új munkahelyek az automatizáció által kiszorított munkahelyek helyett, illetve hogy mennyire egyenlőtlen lesz a jövedelmek megoszlása. Világos az is, hogy a két folyamat nem elszigetelt egymástól, hanem egymással visszacsatolási viszonyban állnak.

Az alapjövedelem intézménye legalább részben megoldaná a jövedelmek polarizálódását (amelyet pont a robotizáció fokoz), ezzel az aggregált kereslet visszaesését meggátolná, és egyúttal részben elejét venné a munkanélküliség növekedésének, részben pedig kezelné annak tüneteit. Az aggregált kereslet emelkedése önmagában is abba az irányba hatna, hogy az automatizáció által kiváltott munkahelyek helyett új munkahelyek jöjjenek létre, esetleg olyan iparágakban, amelyek ma még csak nem is léteznek. Mindezek mellett az alapjövedelemnek még egy áldásos hatása is körvonalazódik: az alapjövedelem egy biztonsági hálóként funkcionál, amely minden bizonnyal nagyobb vállalkozási kockázatvállalásra ösztönöz. Ennek áldásos munkahelyteremtő képességeit és gazdaságélénkítő hatását pedig nem kell részletesen ecsetelni.

Mindezek alapján legalábbis elméleti síkon úgy tűnik, hogy az alapjövedelem bevezetésével a robotizációt övező legfontosabb aggályok és kockázatok kiküszöbölhetőnek tűnnek. Meg kell jegyeznünk, hogy az alapjövedelemmel kapcsolatban ma is kiterjedt tudományos és politikai diskurzusok folynak, amelyeknek ismertetése meghaladja a tanulmány kereteit. Mindazonáltal a robotizáció hatásai erősen e felé az intézmény felé terelik a gondolkodást.

## Összegzés

A tanulmányban a robotizáció, a mesterséges intelligencia (AI) és az automatizáció lehetséges gazdasági hatásait mutattuk be különös tekintettel a nagy ellátórendszerek működésére. Az elemzések során nyilvánvalóvá vált, hogy a lehetséges hatások igen széles skálán mozogtak attól függően, hogy milyen kiinduló feltételezéseket alkalmaztunk.

Habár a lefuttatott szimulációk nem tudják megjósolni, hogy mi vár ránk az elkövetkezendő évtizedekben a robotizáció terjedésével, azt azonban lehetővé teszik, hogy forgatókönyveket generáljunk, és ebből megismerjük a robotizáció lehetséges kimeneteleit.

Az elkészített forgatókönyvekből az látszik, hogy a robotizáció Magyarországon csökkenteni tudja (vagy esetleg túl is kompenzálja) a romló demográfiai trendek hatását. Az is látható, hogy – ha nem történik valamilyen állami beavatkozás – az egészségügyi szolgáltatások (beleértve az idősgondozást is) és az oktatás lehetnek olyan szektorok, amelyeknek megnő foglalkoztatottság szempontjából a jelentősége. Az államháztartás kiadása tekintetében ennek hatása attól függ, hogy az állam mekkora szerepet vállal ezen kiadások finanszírozásában.

A robotizáció másik jelentős következménye a jövedelemegyenlőtlenségekre gyakorolt hatásán keresztül érvényesül. A robotizáció önmagában növeli a jövedelemegyenlőtlenségeket, még ha azt is feltételezzük, hogy a gépek által helyettesített munkaerő teljes mértékben fog magának további állásokat találni.

A robotizáció leginkább vitatható hatása, hogy a munkanélküliség növekedni fog-e. A válasz valószínűleg az, hogy bizonyos mértékben igen, de az sincs kizárva, hogy ennek mértéke drasztikus lesz (az évszázad közepére akár 30%). Ez pedig szintén az előző bekezdésben felvetett kérdés fontosságát erősíti.

Mindezen hatásokból (gazdasági növekedés, egyenlőtlenség növekedése, munkanélküliség esetleges növekedése és ezek egymást felerősítő hatásai) látszik, hogy a nagy ellátórendszereket alaposan újra kell gondolni. A nyugdíjellátások esetében – amennyiben az egyenlőtlenségek nem öltenek szélsőséges formát – az automatizáció segíthet a demográfiai szerkezet megváltozásából adódó egyébként katasztrofális hatásokat mérsékelni. A munkanélküli-ellátások, illetve a szociális ellátások esetén attól függ a hatás, hogy a robotizáció mekkora egyenlőtlenségeket teremt a társadalomban. A szélsőséges egyenlőtlenségek rendkívül megterhelik ezen alrendszereket, valószínűleg kezelhetetlen mértékben.

Az oktatás és az egészségügy tekintetében az ágazatok relatív növekedésével kell számolni, ami pedig az állami és magánfinanszírozás megoszlásának kérdését veti fel.



## Mellékletek

### I. melléklet

#### A magyar munkapiac hosszú távú modellje (optimista forgatókönyv)

	2017	2022	2027	2032	2037	2042	2047	2052	2057
Népesség (fő)	9 689 282	9 444 174	9 196 218	8 949 095	8 720 365	8 519 179	8 335 131	8 165 573	8 001 581
Munkaképes korú népesség (fő)	7 507 837	7 217 037	6 880 841	6 520 901	6 325 157	6 173 727	5 923 213	5 593 575	5 328 277
Potenciális munkavállalók száma (fő)	4 452 147	4 279 703	4 080 339	3 866 894	3 750 818	3 661 020	3 512 465	3 316 990	3 159 668
Egy főre jutó GDP (M Ft/fő)	3,96 (M Ft)	4,37 (M Ft)	4,83 (M Ft)	5,33 (M Ft)	5,88 (M Ft)	6,49 (M Ft)	7,17 (M Ft)	7,92 (M Ft)	8,74 (M Ft)
GDP (M Ft)	38 355 115 (M Ft)	41 275 898 (M Ft)	44 375 440 (M Ft)	47 677 490 (M Ft)	51 294 381 (M Ft)	55 326 568 (M Ft)	59 765 324 (M Ft)	64 643 427 (M Ft)	69 938 187 (M Ft)
Termelékenység automatizációs hatás nélkül (M Ft/fő)	8,61 (M Ft)	9,05 (M Ft)	9,52 (M Ft)	10,00 (M Ft)	10,51 (M Ft)	11,05 (M Ft)	11,61 (M Ft)	12,20 (M Ft)	12,83 (M Ft)
Automatizált állások aránya (korai adaptálás)	1%	10%	20%	40%	57%	80%	85%	90%	95%
Automatizált állások aránya (legvalószínűbb adaptálás)	1%	4%	10%	18%	21%	28%	40%	51%	60%
Automatizált állások aránya (késői adaptálás)	0%	0%	1%	1%	4%	8%	18%	22%	37%
Várható munkaerő-igény automatizálás nélkül (fő)	4 452 147	4 558 646	4 663 105	4 766 933	4 879 649	5 007 784	5 147 002	5 296 909	5 452 625
Várható munkaerő-igény automatizálással (korai adaptálás) (fő)	4 407 626	4 102 782	3 730 484	2 860 160	2 098 249	1 001 557	772 050	529 691	272 631
Várható munkaerő-igény automatizálással (legvalószínűbb adaptálás) (fő)	4 429 887	4 376 301	4 196 794	3 908 885	3 854 922	3 605 605	3 088 201	2 595 486	2 181 050

	2017	2022	2027	2032	2037	2042	2047	2052	2057
Várható munkaerő- igény automatizálás- sal (késői adaptálás) (fő)	4 452 147	4 558 646	4 639 789	4 719 263	4 684 463	4 607 162	4 220 541	4 131 589	3 435 154
Munkanélküliek száma (fő)	213 961	95 102	75 244	149 709	87 596	247 115	615 964	913 204	1 170 318
Munkanélküliségi ráta 15–74 éves kor- osztályra vetítve (%)	3%	1%	1%	2%	1%	4%	10%	16%	22%

Paraméterek	
Foglalkoztatási ráta (2017) (15–74 év) (%)	59%
GDP folyóáron (2017) (M Ft)	38 355 115
Egy főre jutó GDP (M Ft)	3,96
GDP növekedési üteme éves szinten (Automatizálási hatás nélkül) (%)	1,0%
GDP növekedési üteme éves szinten (Automatizálási hatással) (%)	2,0%
GDP növekedési üteme öt éves szinten	5,1%
GDP növekedési üteme öt éves szinten (Automatizálási hatással) (%)	10,4%
Termelékenység (M Ft/fő)	8,61%
Munkanélküliek száma (2017) (fő)	191 700

## 2. melléklet

### A magyar munkapiac hosszú távú modellje (köztes forgatókönyv)

	2017	2022	2027	2032	2037	2042	2047	2052	2057
Népesség (fő)	9 689 282	9 444 174	9 196 218	8 949 095	8 720 365	8 519 179	8 335 131	8 165 573	8 001 581
Munkaképes korú népesség (fő)	7 507 837	7 217 037	6 880 841	6 520 901	6 325 157	6 173 727	5 923 213	5 593 575	5 328 277
Potenciális munkavállalók száma (fő)	4 452 147	4 279 703	4 080 339	3 866 894	3 750 818	3 661 020	3 512 465	3 316 990	3 159 668
Egy főre jutó GDP (M Ft/fő)	3,96 (M Ft)	4,26 (M Ft)	4,59 (M Ft)	4,95 (M Ft)	5,33 (M Ft)	5,74 (M Ft)	6,19 (M Ft)	6,67 (M Ft)	7,18 (M Ft)
GDP (M Ft)	38 355 115 (M Ft)	40 274 104 (M Ft)	42 247 535 (M Ft)	44 289 568 (M Ft)	46 492 961 (M Ft)	48 930 595 (M Ft)	51 573 356 (M Ft)	54 428 935 (M Ft)	57 457 826 (M Ft)
Termelékenység automatiizációs hatás nélkül (M Ft/fő)	8,61 (M Ft)	9,05 (M Ft)	9,52 (M Ft)	10,00 (M Ft)	10,51 (M Ft)	11,05 (M Ft)	11,61 (M Ft)	12,20 (M Ft)	12,83 (M Ft)
Automatizált állások aránya (korai adaptálás)	1%	10%	20%	40%	57%	80%	85%	90%	95%
Automatizált állások aránya (legvalószínűbb adaptálás)	1%	4%	10%	18%	21%	28%	40%	51%	60%
Automatizált állások aránya (késői adaptálás)	0%	0%	1%	1%	4%	8%	18%	22%	37%
Várható munkaerő-igény automatizálás nélkül (fő)	4 452 147	4 448 005	4 439 498	4 428 198	4 422 888	4 428 864	4 441 508	4 459 930	4 479 613
Várható munkaerő-igény automatizálás (korai adaptálás) (fő)	4 407 626	4 003 204	3 551 598	2 656 919	1 901 842	885 773	666 226	445 993	223 981
Várható munkaerő-igény automatizálás (legvalószínűbb adaptálás) (fő)	4 429 887	4 270 085	3 995 548	3 631 123	3 494 082	3 188 782	2 664 905	2 185 365	1 791 845

	2017	2022	2027	2032	2037	2042	2047	2052	2057
Várható munkaerő- igény automatizálás- sal (késői adaptálás) (fő)	4 452 147	4 448 005	4 417 301	4 383 916	4 245 973	4 074 555	3 642 036	3 478 745	2 822 156
Munkanélküliek száma (fő)	213 961	201 318	276 490	427 472	448 436	663 938	1 039 261	1 323 325	1 559 523
Munkanélküliségi ráta 15–74 éves kor- osztályra vetítve (%)	3%	3%	4%	7%	7%	11%	18%	24%	29%

Paraméterek	
Foglalkoztatási ráta (2017) (15–74 év) (%)	59%
GDP folyóáron (2017) (M Ft)	38 355 115
Egy főre jutó GDP (M Ft)	3,96
GDP növekedési üteme éves szinten (Automatizálási hatás nélkül) (%)	1,0%
GDP növekedési üteme éves szinten (Automatizálási hatással) (%)	1,5%
GDP növekedési üteme ötéves szinten	5,1%
GDP növekedési üteme ötéves szinten (Automatizálási hatással) (%)	7,7%
Termelékenység (M Ft/fő)	8,61%
Munkanélküliek száma (2017) (fő)	191 700

### 3. melléklet

#### A magyar munkapiac hosszú távú modellje (pesszimista forgatókönyv)

	2017	2022	2027	2032	2037	2042	2047	2052	2057
Népesség (fő)	9 689 282	9 444 174	9 196 218	8 949 095	8 720 365	8 519 179	8 335 131	8 165 573	8 001 581
Munkaképes korú népesség (fő)	7 507 837	7 217 037	6 880 841	6 520 901	6 325 157	6 173 727	5 923 213	5 593 575	5 328 277
Potenciális munkavállalók száma (fő)	4 452 147	4 279 703	4 080 339	3 866 894	3 750 818	3 661 020	3 512 465	3 316 990	3 159 668
Egy főre jutó GDP (M Ft/fő)	3,96 (M Ft)	4,16 (M Ft)	4,37 (M Ft)	4,60 (M Ft)	4,83 (M Ft)	5,08 (M Ft)	5,34 (M Ft)	5,61 (M Ft)	5,89 (M Ft)
GDP (M Ft)	38 355 115 (M Ft)	39 291 856 (M Ft)	40 211 909 (M Ft)	41 127 415 (M Ft)	42 120 530 (M Ft)	43 247 776 (M Ft)	44 471 864 (M Ft)	45 789 557 (M Ft)	47 158 768 (M Ft)
Termelékenység automatizációs hatás nélkül (M Ft/fő)	8,61 (M Ft)	9,05 (M Ft)	9,52 (M Ft)	10,00 (M Ft)	10,51 (M Ft)	11,05 (M Ft)	11,61 (M Ft)	12,20 (M Ft)	12,83 (M Ft)
Automatizált állások aránya (korai adaptálás)	1%	10%	20%	40%	57%	80%	85%	90%	95%
Automatizált állások aránya (legvalószínűbb adaptálás)	1%	4%	10%	18%	21%	28%	40%	51%	60%
Automatizált állások aránya (késői adaptálás)	0%	0%	1%	1%	4%	8%	18%	22%	37%
Várható munkaerő-igény automatizálás nélkül (fő)	4 452 147	4 339 522	4 225 588	4 112 037	4 006 938	3 914 494	3 829 926	3 752 015	3 676 662
Várható munkaerő-igény automatizálással (korai adaptálás) (fő)	4 407 626	3 905 570	3 380 471	2 467 222	1 722 983	782 899	574 489	375 202	183 833
Várható munkaerő-igény automatizálással (legvalószínűbb adaptálás) (fő)	4 429 887	4 165 941	3 803 030	3 371 871	3 165 481	2 818 436	2 297 955	1 838 487	1 470 665

	2017	2022	2027	2032	2037	2042	2047	2052	2057
Várható munkaerő- igény automatizálás- sal (késői adaptálás) (fő)	4 452 147	4 339 522	4 204 460	4 070 917	3 846 660	3 601 335	3 140 539	2 926 572	2 316 297
Munkanélküliek száma (fő)	213 961	305 462	469 009	686 724	777 037	1 034 284	1 406 210	1 670 202	1 880 703
Munkanélküliségi ráta 15–74 éves kor- osztályra vetítve (%)	3%	4%	7%	11%	12%	17%	24%	30%	35%

Paraméterek	
Foglalkoztatási ráta (2017) (15–74 év) (%)	59%
GDP folyóáron (2017) (M Ft)	38 355 115
Egy főre jutó GDP (M Ft)	3,96
GDP növekedési üteme éves szinten (Automatizálási hatás nélkül) (%)	1,0%
GDP növekedési üteme éves szinten (Automatizálási hatással) (%)	1,0%
GDP növekedési üteme öt éves szinten	5,1%
GDP növekedési üteme öt éves szinten (Automatizálási hatással) (%)	5,1%
Termelékenység (M Ft/fő)	8,61%
Munkanélküliek száma (2017) (fő)	191 700

# Irodalomjegyzék

- Anderson, Chris: *Ingyen! A radikális árképzés jövője*. Budapest, HVG, 2009.
- Anderson, Chris: *Kreátorok*. Budapest, HVG, 2012.
- Autor, David H.: Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. *Journal of Economic Perspectives*, 29. (2015), 3. 3–30. Online: <https://doi.org/10.1257/jep.29.3.3>
- Boda György – Virágh Imre: Ütemvakság. *Közgazdasági Szemle*, 57. (2010), 12. 1087–1104.
- Chui, Michael – James Manyika – Mehdi Miremadi: *Four Fundamentals of Workplace Automation*. McKinsey Digital, 2015. Online: [www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/four-fundamentals-of-workplace-automation](http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/four-fundamentals-of-workplace-automation)
- Chui, Michael – James Manyika – Mehdi Miremadi: *The Countries Most (and Least) Likely to be Affected by Automation*. 2017. Online: <https://hbr.org/2017/04/the-countries-most-and-least-likely-to-be-affected-by-automation>
- Chui, Michael – James Manyika – Mehdi Miremadi: *Where Machines Could Replace Humans – and Where They Can't Yet*. McKinsey&Company, 2016. Online: [www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/where-machines-could-replace-humans-and-where-they-cant-yet](http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/where-machines-could-replace-humans-and-where-they-cant-yet)
- Cingano, Federico: *Trends in Income Inequality and its Impact on Economic Growth*. OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 163. 2014.
- Citibank: *Technology at Work v2.0: The Future Is Not What It Used to Be*. 2016. Online: [www.oxfordmartin.ox.ac.uk/publications/view/2092](http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/publications/view/2092)
- Ford, Martin: *Robotok kora*. Budapest, HVG, 2017.
- Ford, Martin: *The Lights in the Tunnel*. Acculant Publishing, 2009.
- Frey, Carl Benedikt – Michael A. Osborne: The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation. *Technological Forecasting and Social Change*, 114. (2017), 254–280. Online: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>
- Karabarbounis, Loukas – Brent Neiman: *The Global Decline of Labour Share*. NBER Working Paper 19136, 2013. Online: <https://doi.org/10.3386/w19136>
- KSH Népeségtudományi Kutatóintézet: *Népesség-előreszámítás*. 2018. Online: [www.demografia.hu/hu/tudastar/nepesseg-eloreszamitas](http://www.demografia.hu/hu/tudastar/nepesseg-eloreszamitas)
- KSH: *A foglalkoztatottak száma nemzetgazdasági ágak, ágazatok szerint, nemenként*. KSH STADAT-adattábla, 2019a. Online: [www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat\\_eves/i\\_qlf005a.html](http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_qlf005a.html)
- KSH: *A munkanélküliek száma*. KSH STADAT-adattábla, 2019b. Online: [www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat\\_eves/i\\_qlf022b.html](http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_qlf022b.html)
- KSH: *Foglalkoztatási ráta korcsoportok szerint, nemenként*. KSH STADAT-adattábla, 2019c. Online: [www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat\\_eves/i\\_qlf016.html](http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_qlf016.html)
- Kim, Young Joon – Kim Kyungsoo – Lee Su-kyoung: The Rise of Technological Unemployment and Its Implications on the Future Macroeconomic Landscape. *Futures*, 87. (2017), 1–9.
- Kurzweil, Ray: *A szingularitás küszöbén*. Budapest, Ad Astra, 2005.
- Lewis, William W.: *A termelékenység ereje*. Budapest, Gazdasági Versenyhivatal Versenykultúra Központ, 2008.
- Löre Vendel – PwC: *Autóiparral a növekedés sztrádáján*. 2013. Online: [www.pwc.com/hu/hu/kiadvanyok/assets/pdf/autoiparral\\_a\\_novekedes\\_sztradajan\\_hu.pdf](http://www.pwc.com/hu/hu/kiadvanyok/assets/pdf/autoiparral_a_novekedes_sztradajan_hu.pdf)

- McKinsey Global Institute: *A Future That Works: Automation, Employment, and Productivity*. 2017. Online: [www.mckinsey.com/global-themes/digital-disruption/harnessing-automation-for-a-future-that-works](http://www.mckinsey.com/global-themes/digital-disruption/harnessing-automation-for-a-future-that-works)
- McKinsey Global Institute: *Global Growth: Can Productivity Save the Day in an Aging World?* 2015. Online: [www.mckinsey.com/global-themes/employment-and-growth/can-long-term-global-growth-be-saved](http://www.mckinsey.com/global-themes/employment-and-growth/can-long-term-global-growth-be-saved)
- Peláez, Antonio López – Dimitris Kyriakou: Robots, Genes and Bytes: Technology Development and Social Changes Towards the Year 2020. *Technological Forecasting & Social Change*, 75. (2008), 1176–1201. Online: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2008.01.002>
- Piketty, Thomas: *A tőke a 21. században*. Budapest, Kossuth, 2015.
- Qureshi, Mohammed Owais – Rumaijja Sajjad Syed: The Impact of Robotics on Employment and Motivation of Employees in the Service Sector, with Special Reference to Health Care. *Safety and Health at Work*, 5. (2014), 198–202. Online: <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2014.07.003>
- Spinks, Jean – John Jackson – Carl M. Kirkpartick – Amanda J. Wheeler: Disruptive Innovation in Community Pharmacy. Impact of Automation on the Pharmacist Workforce. *Research in Social and Administrative Pharmacy*, 13. (2017), 2. 394–397. Online: <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2016.04.009>
- Statista: *Global Automation Market Size in 2019 and 2021, by Segment*. 2019a. Online: [www.statista.com/statistics/257170/global-automation-market-revenue-by-end-market/](http://www.statista.com/statistics/257170/global-automation-market-revenue-by-end-market/)
- Statista: *Size of the Information Technology (IT) Robotic Process Automation (RPA) Market for Worldwide from 2012 to 2020*. 2019b. Online: [www.statista.com/statistics/647202/worldwide-robotic-process-automation-market-revenues/](http://www.statista.com/statistics/647202/worldwide-robotic-process-automation-market-revenues/)
- Statista: *Worldwide Shipments of Industrial Robots from 2004 to 2018*. 2019c. Online: [www.statista.com/statistics/264084/worldwide-sales-of-industrial-robots/](http://www.statista.com/statistics/264084/worldwide-sales-of-industrial-robots/)
- US Bureau of Labor Statistics: *Employment Projections*. 2017. Online: [www.bls.gov/emp/ep\\_table\\_201.htm](http://www.bls.gov/emp/ep_table_201.htm)
- Vance, Ashlee: *Elon Musk*. Budapest, HVG, 2015.
- World Economic Forum: *The Future of Jobs: Employment, Skills, and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution*. 2016. Online: <http://reports.weforum.org/future-of-jobs-2016/>