

A mesterséges intelligencia munkaerőpiacra gyakorolt hatása*

Zsinkó Máté 

A technológiai fejlődés és a gazdasági növekedés az elmúlt évszázadokban kéz a kézben járt, a munkaerőpiacokra folyamatos alkalmazkodási kényszert helyezve. Korábban a gazdasági szerkezet átalakulásához alapvetően rugalmasan alkalmazkodott a munka világa, ami jelentős termelékenységnövekedést eredményezett. Napjainkban azonban a legtöbb elemzés szerint az évtized végéig a fejlett országokban az álláshelyek nagyjából 20 százalékát, míg hazánkban közel 1 millió munkahelyet érinthez a mesterséges intelligencia és az automatizáció elterjedése. Az új technológiák alkalmazása egyes munkaköröket megszüntethet, újakat teremthet, és elsősorban a meglévő munkafolyamatok kiegészítésével járulhat hozzá a termelékenység bővüléséhez.

1. Bevezetés

Az elmúlt időszakban a mesterséges intelligencia (MI) rohamos fejlődésének lehetünk tanúi. A jövőben a technológia még gyorsabb és még nagyobb hatású fejlődése várható, ami gyökeresen alakíthatja át a munka világot (Acemoglu – Restrepo 2018). Az MI fejlődésével párhuzamosan a fejlett világban megfigyelhető demográfiai trendek is jelentős hatással lehetnek a munkaerőpiacra. Az idősödő népességű országokban a demográfiai változás fokozza a globális munkaerőhiányt és a munkaerőpiaci feszességet, ezzel további kihívások elé állítva a vállalatokat és a kormányzatokat egyaránt. A mesterséges intelligencia térnyerése ebben a kontextusban új lehetőségeket kínál a munkaerőpiacon, de egyúttal kihívásokat is jelent. Az MI által végzett automatizáció és robotizáció hatékonyabbá teheti a munkafolyamatokat és enyhítheti a munkaerőhiányt, de ezzel egyidejűleg munkahelyek elvesztéséhez, a munkapiac átrendeződéséhez, ezzel a súrlódások növekedéséhez is vezethet. Ennek fényében az idősödő társadalmak és a globális munkaerőhiány kontextusában érdemes megvizsgálni, miként alkalmazkodnak a vállalatok és az egyének az MI által hozott változásokhoz. Az MI által kínált lehetőségek kihasználása elengedhetetlen a versenyképesség és a fenntartható fejlődés szempontjából. Ez a szakmai cikk áttekintést kíván nyújtani a mesterséges intelligencia munkaerőpiaci hatásairól,

* A jelen kiadványban megjelenő írások a szerzők nézeteit tartalmazzák, ami nem feltétlenül egyezik a Magyar Nemzeti Bank hivatalos álláspontjával.

Zsinkó Máté: Magyar Nemzeti Bank, elemző. E-mail: zsinkom@mbn.hu

különösképpen a munkaerőhiánnyal és a munkahelyek esetleges elvesztésével kapcsolatos félelmek tekintetében.

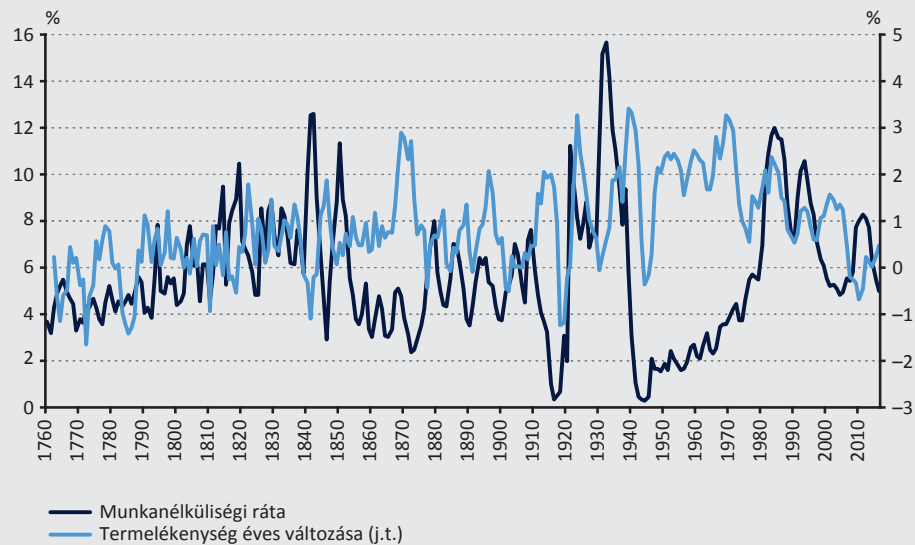
2. Történelmi tapasztalatok

A technológiai és gazdasági fejlődés kéz a kézben jár, előbbi elengedhetetlen szerepet játszik az innováció, a termelékenység és a jólét előmozdításában. Felmerülhet azonban a kérdés, hogy mindezek mellett milyen hatással van a munkaerőpiaci dinamikák és egyensúlyok alakulására. A tudomány állandó előrehaladásának köszönhetően folyamatosan változik környezetünk, megszámlálhatatlan új, innovatív találmány jelenik meg életünkben, amelyek új piacokat és munkahelyeket teremtenek, amivel az egy időben eddig meglévőket tesznek feleslegessé. Az első ipari forradalmat a 18. század második felére szokták datálni, melynek legfőbb vívmánya, hogy a gőzből kinyert energia kiváltotta az emberi erőforrást, ami a történelem során először történt meg. A 19. század vége és a 20. század eleje a második ipari forradalom jegyében zajlott, melynek a tömeggyártás és az elektromosság volt a fő mozgatórugója. A harmadik ipari forradalom az elektronikához, valamint az információs- és kommunikációs technológiákhoz (IKT) köthető az 1970-es évektől. Jelenleg a negyedik ipari forradalom korát éljük, mely a digitalizáció jegyében zajlik. Ezt az ötödik ipari forradalom követi, a mesterséges intelligencia központi szerepével (MNB 2018).

Történelmi tapasztalatok alapján az ipari forradalmak nem vezettek tömeges munkahelyvesztéshez, hanem inkább átalakították a munkavégzés módját, és az elvégzendő feladatokat (Acemoglu – Restrepo 2020a) (1. ábra). Az új technológiák gyakran teljesen új iparágakat és munkaköröket hoznak létre, miközben a meglévő folyamatokat is hatékonyabbá tehetik, ezzel javítva a termelékenységet. Az ipari forradalmak kezdetén jelenlévő átmeneti időszakokban azonban a foglalkoztatottak körében megnőhet a bizonytalanság és a félelem a munkahelyük elvesztésével kapcsolatban. Emellett a technológiai fejlődés eredményeihez való hozzáférés és az abból való profitálás nem egyenletes a társadalom különböző rétegeiben és a gazdaság eltérő szektoraiban. Míg a termelékenység az új technológia adaptációját követően jellemzően azonnal növekedésnek indul, ez a reálbérekben csak később következik be, tehát kezdetben elsősorban a technológia tulajdonosai érezhetik a javulást (Allen 2009). Ez a tőke–munkajövedelem elosztás viszonylatában az egyensúly átmeneti felbomlásához vezet a tőkés javára. Ez a fejezet arra összpontosít, hogy a korábbi ipari forradalmak alapján szerzett történelmi tapasztalatokat megvizsgálva áttekintést adjon arról, hogy egy jelentős technológiai sokk milyen hatást gyakorolt a munkaerőpiacra.

1. ábra

A termelékenység éves változása és a munkanélküliségi ráta alakulása az Egyesült Királyságban



Megjegyzés: Termelékenység esetén 5 éves mozgóátlagok.

Forrás: FRED (<https://fred.stlouisfed.org/series/UNRTUKA> és <https://fred.stlouisfed.org/series/TFPGU-UKA>, letöltés ideje: 2024. március 12.)

Az első és a második ipari forradalomban az innováció kezdetben a tőkejövedelmek növekedését vonta maga után, míg a termelékenység-emelkedés csak később eredményezte a reálbérek növekedését. Az 1970-es években meginduló automatizációs hullám szintén csökkentette a bérek GDP-n belüli arányát, az úgynevezett bérhányadot, emellett pedig a munkajövedelmeken belüli eloszlást is megváltoztatta (Acemoglu 1998). A magasan képzett munkaerő iránti kereslet jelentősen emelkedett, míg a közepesen képzettek relatív pozíciója romlott.

A harmadik ipari forradalom kezdete óta a fejlett országok foglalkoztatási szerkezete is jelentős mértékben átalakult (Acemoglu – Autor 2011). A folyamat vesztesei a közepes képzettséggel rendelkező munkavállalók lettek, míg a magasan és az alacsonyan képzett munkaerőt igénylő álláshelyek aránya emelkedett. Az automatizáció által kiváltott, közepesen képzett munkaerő vagy átképzéssel magasabb végzettséget igénylő munkakörökben helyezkedhet el, vagy alacsonyabb képzettséget igénylő munkákat vállalhat. Ezt a jelenséget Autor és Dorn (2013) képzettség szerinti U-görbének nevezte el, ami a jövedelmi egyenlőségek növekedését mutatja meg a képzettségi szerkezet változásán keresztül.

Az automatizáció nagyrészt a robotizáción keresztül valósult meg, amely alatt azon technológiai folyamatokat értjük, amelyek célja az emberi munkafolyamatok

automatizálása fizikai robotok és szoftverek segítségével. Amikor a robotizáció mesterséges intelligenciával társul, az automatizált rendszerek sokkal intelligensebbek és rugalmasabbak lesznek, így képessé válnak komplikáltabb feladatok elvégzésére (Perez et al. 2018). A robotok eddigi gyakorlati alkalmazásai vegyes képet festenek a munkaerőpiaci hatásukkal kapcsolatban. Bonfiglioli et al. (2020) francia vállalatokat alapul véve összegezte a robotizáció eddigi tapasztalatait: a robotok alkalmazása rövid távon növeli, azonban hosszabb távon csökkenti a munkaerő iránti keresletet. A munkaerő-kereslet hosszabb távon megfigyelt csökkenését elsősorban közvetett hatások magyarázzák, ugyanis a robotizációt sikeresen implementáló vállalatok hatékonysága emelkedik, amivel ki tudják szorítani a gyengébben teljesítő riválisaikat. Az amerikai munkaerőpiacot vizsgálva Acemoglu – Restrepo (2020b) szerint a robotizáció kismértékben csökkenti a foglalkoztatást és a béreket is. Az amerikai munkaerőpiac robotizáltsága relatíve alacsony, így a munkahelyekre gyakorolt hatás is egyelőre annak tekinthető, azonban a jövőben ez gyorsan változhat. Kawaguchi et al. (2021) kimutatta, hogy Japánban 1 százalékos emelkedés a robotizációban 0,28 százalékkal emeli a foglalkoztatást az árcsökkenést követő versenyelőnynek köszönhetően. Fontos kiemelni, hogy a japán tapasztalatok jelentősen eltérhetnek a más országokban megfigyeltektől, mert a japán munkaerőpiac meglehetősen egyedi helyzetben van, ugyanis itt terjedtek el először nagymértékben az ipari robotok, mivel a gyors népességfogyás miatt különösen érzékeny problémát jelent a munkaerőhiány, továbbá a japán gazdaság jelentősen exportorientált mivolta is segítheti a robotok gyorsabb expanzióját.

3. A mesterséges intelligencia hatása a munkaerőpiacra

A mesterséges intelligencia terén tapasztalható gyors fejlődés és innováció új kutatási és társadalmi viták kialakulását generálta a technológia társadalmi, gazdasági és etikai hatásainak megértése körül. Arról, hogy különösen az emberi intelligenciával összevetve hogyan fog továbbfejlődni az MI, eltérnek a kutatói vélemények.

3.1. A mesterséges intelligencia és az automatizáció nemzetközi hatásai

Az egyik értékelés szerint az emberi agy képessége arra, hogy egyre bonyolultabb feladatokat oldjon meg, határtalan: ahogy az ipari forradalom óta minden technológiai változás esetén az automatizált feladatoktól a bonyolultabbak végzésére csoportosultak át az emberi erőforrások, ez az MI fejlődése esetén sem lesz másként. A másik oldal az emberi agyat egy számítógépszerű egységként látja, amely még a legbonyolultabb emberi megnyilvánulásokat (mint az érzelmek, a kreativitás, az intuíció) is valamiféle számítástechnikai jellegű eredménynek tekinti. Ha ez igaz, akkor az emberi agy által elvégezhető feladatok bonyolultsága véges. Korinek (2023) három forgatókönyvet vázolt fel az MI jövőbeli hatásaira vonatkozóan. Az első szerint az MI fejlődése a termelékenység növekedését eredményezi, miközben új munkaköröket teremt. A második forgatókönyv alapján 20 éven belül megjelenhet

az általános MI (Artificial general intelligence, AGI), ami képes minden kognitív feladatot elvégezni, amit az ember is, ez alapjaiban változtathatja meg a munka világát, jelentősen csökkentve a hagyományos munkaerő szerepét. A harmadik, leginkább radikális foratókönyv szerint az AGI akár öt éven belül is bekövetkezhet, ami drasztikus gazdasági és társadalmi átrendeződést okozhat. A három pálya nagy eltérései miatt Korinek javaslata szerint adaptív politikai keretekre van szükség, amelyek képesek alkalmazkodni és megfelelő választ adni a most még bizonytalan jövőbeli fejlődésre. A Fed a bérhányad tartós csökkenését várja a mesterséges intelligencia elterjedésétől (*Droz – Tavares 2024*). Kutatásuk alapján a munka aránya csökkenni fog a nemzeti jövedelem termelésében, ami az egyenlőtlenségek fokozódásához és társadalmi feszültségekhez vezethet.

A mesterséges intelligencia széles körű elterjedésének munkahelyekre gyakorolt hatása három tényezőtől függhet. Először is a tőke- és munkakínálat rugalmasságától, amit jelentősen befolyásol a két tényező heterogenitása. *Ernst et al. (2019)* szerint minél homogénebb valamelyik input, annál rugalmasabb lesz a kínálat, így annál kevésbé lesz képes magas hozamok elérésére. A munkaerőpiac vonatkozásában a képzett munkaerő kevésbé rugalmas, mint a képzetlen, emiatt is rendelkeznek bérprémiummal. A második fontos tényező a tőke és a munka közötti helyettesítési rugalmasság, mely minél magasabb, annál erősebben csökkentheti a munkaerő iránti keresletet az új technológiák bevezetésekor. A korábbi technológiai innovációk jellemzően a képzett munkaerő kiegészítőjeként szolgáltak, ami tovább növelte a munkahelyek polarizációját és a bérprémiumokat. A mesterséges intelligencia esetében azonban a tőke és a képzett munka közötti komplementaritás kisebb lehet, mivel az MI képes növelni az alacsonyan képzett munkaerő termelékenységét. Ugyanakkor egyes mesterségesintelligencia-alapú alkalmazások felváltják a közepesen és magasán képzett munkavállalók által végzett feladatokat, ami a szakmunkások bérprémiumának csökkenéséhez vezethet. A harmadik tényező pedig az, hogy az MI-be történő befektetés a tőke termelékenységét fogja-e növelni a kibocsátás érdemi változása nélkül, ami a munka arányának csökkenését jelentené, vagy az egész termelést magasabb szintre emeli a munkaerő kiszorítása nélkül. Utóbbi esetben a termelékenység emelkedésének köszönhetően több munkahely jöhet létre magasabb bérekkel, azonban a bérprémiumra gyakorolt hatás így is bizonytalan lenne. A munkaerő-megtakarító technológiai változás munkaerő-keresletre gyakorolt hatása az automatizálандó áruk és szolgáltatások árrugalmasságától is függ: amennyiben az automatizálás megtörténik a nagy kielégítetlen keresletű (elsősorban szolgáltatási) szektorokban az árrugalmasság magas lehet, és az automatizálásnak köszönhetően csökkentett ár a kereslet erőteljes növekedéséhez vezet, ami kompenzálja a helyettesítési hatást. Összességében ez a három tényező inkább pozitív képet fest a mesterséges intelligencia munkahelyekre és bérekre gyakorolt hatásáról, azonban a konkrét hatásokat nagyon nehéz megjósolni (*Ernst et al. 2019; Acemoglu – Restrepo 2018*).

Autor (2024) a korábban említett, harmadik ipari forradalom következtében kialakult egyenlőtlen jövedelemeloszlás korrekcióját várja a mesterséges intelligencia elterjedésétől. Tanulmánya szerint az MI elterjedése csökkentheti a társadalmi különbségeket, és segíthet a közepes képzettséget igénylő szakmák hatékonyabbá tételében, valamint a középosztály visszaépítésében. Ehhez a mesterséges intelligencia azzal nyújthat segítséget, hogy nagymértékben megkönnyítheti bárki számára a fontos információk elérését és a feleslegesek kiszűrését, amire eddig csak szakemberek voltak képesek. Autor osztja Varian (2020) azon álláspontját, miszerint előbb fog a munkaerő elfogyni, mint a munkahelyek, ezért a fejlett világban várhatóan egyre fokozódó munkaerőhiány enyhítése az elsődleges kihívás, amiben segíthet a mesterséges intelligencia elterjedése. Brynjolfsson et al. (2018) is hasonlóan pozitív hatásokat vár az MI-től, hangsúlyozva, hogy nagyon kevés olyan szakma van, amelyet teljes mértékben ki tudna váltani az MI, mely így inkább kiegészítő funkciókat láthat el, ezzel javítva a termelékenységen. A produktivitás azonban differenciáltan nőhet, a kevesebb gyakorlattal és kisebb szakértelemmel rendelkezők körében dinamikusabban, mint a tapasztaltabb és képzettebb munkavállalóknál (Brynjolfsson et al. 2023). Ez egyidejűleg eredményezheti a korábbi technológiai változások miatt hátrányba került csoportok felemelkedését és a nagyobb szaktudásúak bérelőnyének mérséklődését.

A robotizáció és az MI munkaerőpiacra gyakorolt hatásait elemezve érdemes kiemelni, hogy közel mindegyik munkakör rendelkezik (különböző mértékben) könnyebben kiváltható rutin, és nehezebben kiváltható szakközeladatokkal. Autor és szerzőtársai (2003) rutin feladatoknak definiálják a limitált és erősen megszabott keretek között megoldható kognitív és manuális feladatokat, míg ahol a gépek kiegészítik a problémamegoldást, valamint a komplex kommunikációs foglalkozásokat nem rutin feladatokként határozták meg. A magasabb kockázatnak kitett munkakörök nem lehet a fizikai-szellemi munka tengely szerint csoportosítani, ugyanis mindkét esetben vannak egyaránt rutin és nem rutin feladatokat tartalmazó munkakörök. Deloitte (2023) elemzése szerint a rutin fizikai munkák közé tartozik például a gyári munka vagy a szállítás, melyeknél a tevékenységek jelentős része kiváltható nem emberi munkával, így a jövőben várhatóan alacsonyabb kereslet lesz az ilyen munkát végzőkre, viszont az ő termelékenységükre az MI mint kiegészítő eszköz jelentős pozitív hatással lehet. Ezekkel a munkakörökkel ellentétben azok a fizikai dolgozók, akik komplexebb feladatokat látnak el, mint például a vízvezeték-szerelők, séfek vagy áramszerelők, sokkal nehezebben válthatók ki. A szellemi munkák közül többek között az adminisztratív, vevőszolgálattal és egyszerű programozással kapcsolatos munkakörök esetén magasabb a rutinfeladatok aránya, így ott várható a legnagyobb mértékű foglalkoztatáscsökkenés. Az emberközpontú (például pszichológusok, szociális munkások) és a stratégia gondolkodást igénylő (például konzulensek) esetén az automatizáció kockázata jóval alacsonyabb, míg a kreatív és elemző munkáknál

egyszerre jelenik meg a mesterséges intelligencia mint veszélyforrás és mint új eszköz, amely jelentősen bővíti a lehetőségeket.

3.2. Hol tart a munkaerőpiacok átalakulása?

A mesterséges intelligencia gyors elterjedése az elmúlt években jelentős hatást gyakorolt a munkaerőpiacokra, és több intézmény foglalkozott annak alapos elemzésével. Az *OECD (2023)* megállapította, hogy az adminisztratív és magasan képzett fehérgalléros munkák vannak leginkább kitéve az MI hatásainak, míg a kékgalléros munkahelyeket inkább az automatizáció érinti. Az elemzés szerint a munkáltatók előnyben részesítik a továbbképzéseket az elbocsátásokkal szemben, mivel az MI használata hozzájárul a termelékenység növekedéséhez. A munkavállalók az MI-eszközök révén jelentős teljesítményjavulásról számoltak be, különösen az algoritmikus irányítással végzett feladatok terén. A generatív mesterséges intelligencia átalakította az automatizációs potenciál szerkezetét, és egyre nagyobb hatással van az alacsony automatizációs kitétségű, tudásalapú munkákra is. Korábban az egyszerűbb fizikai és rutin adminisztratív munkák voltak leginkább érintettek, de napjainkra a menedzsment, a döntéshozatal és a kreatív feladatok automatizációs potenciálja is jelentősen nőtt. A *McKinsey (2023)* szerint a magasan képzett munkavállalók esetében nőtt a legnagyobb mértékben az automatizációs potenciál, míg az alacsonyan képzetteknél ez az emelkedés kisebb volt, ami szűkíti a végzettség szerinti különbségeket.

A *Világgazdasági Fórum (WEF) (2023)* szerint 2023 és 2027 között 83 millió munkahely szűnhet meg, de ugyanakkor 69 millió új munkahely jöhet létre. A csökkenés főként a személyes kiszolgálás és adminisztratív területeken várható, míg az informatikai és technológiai szektorok jelentős bővülésre számíthatnak. A generatív MI-technológiák elsősorban az irodai munkákra vannak hatással, ahol jellemzően több nő dolgozik, mint férfi. Az elemzés azt is megállapította, hogy a magasabb jövedelmű országok munkaerőpiaca a leginkább érintett, ahol ugyanakkor a legnagyobb technológiai nyereség is várható. Az IMF becslése szerint (*Cazzaniga et al. 2024*) a mesterséges intelligencia a világ munkaerejének közel 40 százalékát érintheti. Ez különösen a fejlett országokat sújtja, ahol az automatizáció és az MI által kiváltott átalakulások nagyobb mértékben jelentkeznek. Ezzel szemben az alacsony jövedelmű országokban a digitális infrastruktúra és a képzett munkaerő hiánya miatt az MI alkalmazása korlátozottabb, ami tovább mélyítheti az országok közötti egyenlőtlenségeket. A fejlett gazdaságoknak szabályozási rendszereket kell kiépíteniük az MI biztonságos és felelős alkalmazása érdekében, míg a kevésbé fejlett országoknak elsősorban a digitális infrastruktúra és az oktatás fejlesztésére kell koncentrálniuk.

4. A mesterséges intelligencia hatásai a magyar munkaerőpiacra

A mesterséges intelligencia hatásai természetesen a magyar munkaerőpiacot is érintik. E hatások elemzéséhez szükségszerű a munkaerőpiac jelenlegi szerkezetének és jövőbeni alakulásának megértése.

4.1. A demográfia hatása

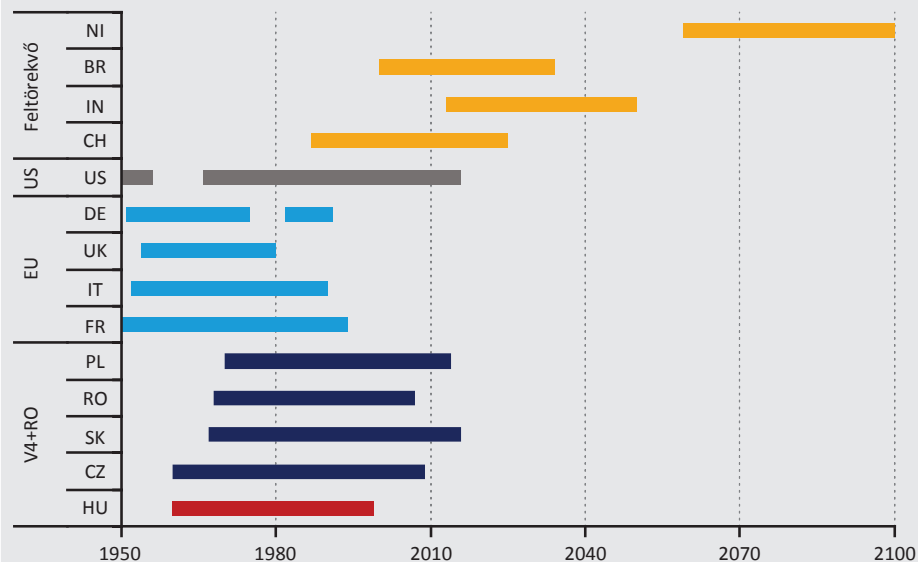
Az idősödő társadalom és a munkaképes korú népesség csökkenése a fejlett világ legtöbb országához hasonlóan hazánkat is érinti. Az Eurostat népesség-előrejelzése szerint az évtized végéig közel 300 ezer fő lehet a 15–74 éves korosztály természetes fogyása Magyarországon. Különösen égetővé teszi a problémát, hogy a legjobb munkavállalói korban (25–54 év) lévők körében várható a legnagyobb mértékű népességcsökkenés (MNB 2024). Az OECD előrejelzése szerint¹ is egyre effektívebbé válnak a demográfiai korlátok, ami korlátozhatja a foglalkoztatás jövőbeni bővülését. A társadalom idősödése következtében a munkaképes korból kilépők száma meghaladja a munkaképes korba belépők létszámát. A fejlett és feltörekvő országok társadalmában az időskori eltartottsági ráta 2050-ig várhatóan egyre gyorsuló ütemben fog emelkedni.

Gazdaságtörténeti tapasztalatok szerint a népesség számának alakulása alapvetően képes befolyásolni egy ország gazdasági kilátásait. Amikor egy ország népességében a 15 évesnél fiatalabbak aránya 30 százaléka alá csökken, de a 65 évnél idősebbek aránya még nem éri el a 15 százalékot, a „demográfiai lehetőség ablakának” vagy lehetőségének nevezzük (ENSZ 2004) (2. ábra). Ebben az időszakban az aktív korú népesség magas arányának köszönhetően egy ország gazdasága rendkívül dinamikus tud fejlődni. Ez az ablak a legtöbb fejlett ország és hazánk számára az ezredforduló környéken lezárult, a közeljövőben az afrikai, valamint néhány fiatalabb népességgel rendelkező ázsiai ország (például India) számára jelenthet előnyt (MNB 2018). Az „ablak” bezárulása után a legtöbb ország már az idősödő társadalom okozta problémákkal szembesül, melyek közül kiemelkedik a munkaerőhiány.

¹ Old-age dependency ratio. <https://data.oecd.org/pop/old-age-dependency-ratio.htm>. Letöltés ideje: 2024. január 24.

2. ábra

A demográfiai lehetőség ablaka bizonyos országokban



Forrás: Az ENSZ World Population Prospects 2024 adatai alapján számítva (<https://population.un.org/wpp/>, letöltés ideje: 2024. április 5.)

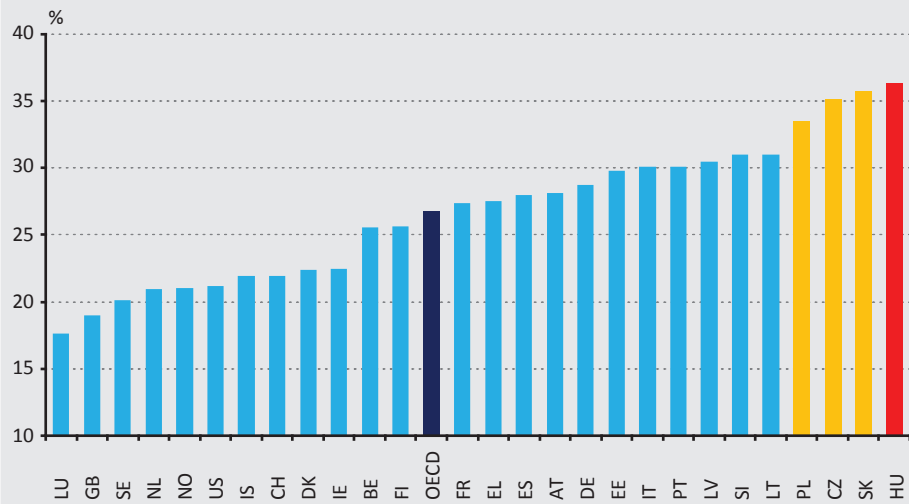
A munkaképes korú népesség csökkenő számát figyelembe véve a mesterséges intelligencia és a robotizáció akár enyhítheti is az egyre fokozódó munkaerőpiaci feszességet, és megoldást jelenthet a munkaerőhiányra. Magyarországon megfigyelhető, hogy a vállalatok a 2010-es évek közepe óta egyre nehezebben tudják betölteni az üres álláshelyeiket (MNB 2023).

4.2. A magyar munkaerőpiac szerkezete és a munkavállalók képzettsége

Az OECD (2023) becslése szerint a magyar feldolgozóipari foglalkoztatottak 36,4 százaléka olyan munkakörben dolgozik mely nagy valószínűséggel automatizálható, ami a legmagasabb érték az OECD-országok körében (3. ábra). Az ekkora volumenű átalakítások a legmagasabb szinten is változásokat igényelnek, ugyanis ezek nélkül a mesterséges intelligencia nem növeli a termelékenységet. Azt is fontos kiemelni, hogy a definíciók és munkakörök megújítása nem egyszeri, hanem folyamatos változást igényel. Ez a folyamat az alkalmazottak számára is időigényes, és várhatóan nem lesz képes az összes munkavállaló alkalmazkodni, így sokaknál megemelkedik az elbocsátás valószínűsége. Az OECD (2023) felmérése szerint az idős és az alacsony képzettségű foglalkoztatottak alkalmazkodása ütközhet a legtöbb nehézségbe, míg a fogyatékkal élő munkavállalók lehetőségei jelentős mértékben javulhatnak. Szalavetz (2019) szerint a mesterséges intelligencia termelékenységre gyakorolt hatása egyelőre azért nem volt jelentős, mert még a megatrend kezdeti fázisában

vagyunk, és ilyenkor még gyakran csak az inputok emelkednek, míg az output emelkedésére várni kell. *Szalavetz és Somosi (2019)* kiemeli, hogy a robotizáció és a mesterséges intelligencia jelentősen csökkentheti a termelési költségeket, így rontva az olcsómunkaerő-alapú versenyképességet.

3. ábra
A magas valószínűséggel automatizálható állásokban foglalkoztatottak aránya a feldolgozóiparban



Forrás: OECD (2023)

A *PwC (2019)* tanulmánya szerint a 2030-as évek közepéig Magyarországon akár 900 ezer munkahelyet érinthetnek a mesterséges intelligenciával kapcsolatos változások. Az elemzés kiemeli, hogy a magyar gazdaság szerkezeti felépítése miatt magas az érintett munkahelyek száma. Az automatizációs hullám elsősorban a rutinfeladatokat érinti, melyek a hazai gyárakban a munka jelentős részét teszik ki. A legtöbb potenciálisan megszűnő munkahely (több mint 380 ezer) a feldolgozóiparban van, míg további 100–100 ezer munkahelyet érinthet a szállítás és az építőipar területén. Ez a három ágazat felel a hazai foglalkoztatás közel harmadáért, azonban a potenciálisan kiváltható álláshelyek közel kétharmada ezekben a szektorokban van. A tanulmány feltételezése szerint az automatizáció három különböző hullámban érkezhethet, melyek hatása fokozatosan nő:

- Az első (algoritmikus) hullámot a 2020-as évek elejére várták, 45 ezer munkahelyet veszélyeztetve leginkább az oktatásban és az egészségügyben.
- A második (kiegészítő) hullám a 2020-as évek közepére várható, több mint 230 ezer munkahelyet érintve elsősorban a kiskereskedelem és a közösségi szolgáltatások terén.

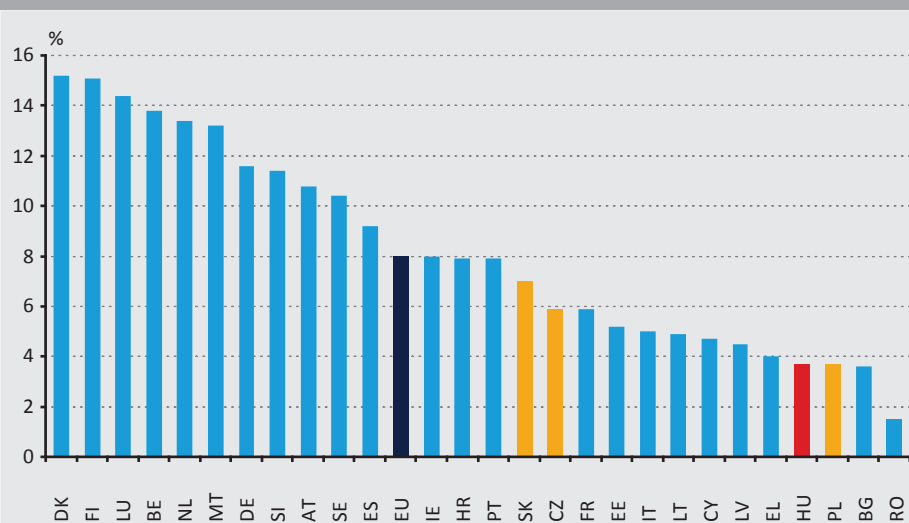
- A harmadik és egyben legjelentősebb (autonóm) hullám a 2030-as évekre várható, potenciálisan több mint 640 ezer munkahelyet veszélyeztetve leginkább a feldolgozóipar, a szállítmányozás és az építőipar területén.

A *McKinsey (2018)* elemzése még ennél is nagyobb hatásra számít, ugyanis előrejelzésük szerint 2030-ig akár 1 millió magyar munkahely lehet kitéve az MI-nek. A magyar gazdaságban viszont a munkaerőhiány okoz problémákat, amire az automatizálás megoldásként is szolgálhat. Ez a folyamat a termelékenységet akár évi 0,8–1,4 százalék közötti arányban gyorsíthatja, az adaptáció mértékétől és hatékonyságától függően. Az oktatás, valamint az átképzés szerepét kiemelik, ugyanis ez elengedhetetlen az új technológiához való alkalmazkodáshoz és a félelmek elosztatásához.

A megfelelő informatikai ismeretek a munkavállalók és a vállalatok részéről egyaránt elengedhetetlenek a modern technológiákban rejlő potenciál kihasználáshoz – csak így aknázható ki a mesterséges intelligenciában rejlő termelékenységi potenciál. Az *Európai Bizottság (2023)* digitalizációval kapcsolatos elemzése szerint a magyar népesség kevesebb mint fele rendelkezik legalább alapvető digitális képességekkel. A hazai vállalatok is számottevő lemaradásban vannak az MI, a Big Data és a felhőszolgáltatások alkalmazása területén. A magyar cégek mindössze 4 százaléka használ mesterséges intelligenciát, ami kevesebb, mint az EU átlag (8 százalék) fele (4. ábra). Az Unió többi országához való felzárkózáshoz elengedhetetlen a munkavállalók továbbképzése, azonban Magyarországon az ilyen tevékenységekben részt vevők aránya alacsony (*OECD 2023*). Ezen hivatott javítani a Nemzeti Digitalizációs Stratégia 2022–2030² azzal a kiemelt céllal, hogy az évtized végére hazánk a digitalizáció terén a 10 legjobban teljesítő ország közé kerüljön az Unióban. Ennek eléréséhez négy kiemelt kategóriában kívánnak fejlődést elérni. A kiemelt területek közé tartozik a digitális infrastruktúra, a digitális kompetencia, a digitális gazdaság és a digitális állam. A kitűzött célok között szerepel, hogy a felsőfokú informatikai végzettséget szerzettek aránya 2030-ig emelkedjen 10 százalék fölé, ezzel javítva az ország versenyképességén.

² <https://kormany.hu/dokumentumtar/nemzeti-digitalizacios-strategia-2022-2030>

4. ábra
A mesterséges intelligenciát használó vállalatok aránya az Európai Unióban (2023)



Forrás: Európai Bizottság (DESI) (<https://digital-decade-desi.digital-strategy.ec.europa.eu/datasets/desi/charts>, letöltés ideje: 2024. március 28.)

A stratégia kiemeli, hogy a Mesterséges Intelligencia Koalíció számításai szerint a 2030-as évekre akár 900 ezer magyar munkahelyet érinthet a mesterségesintelligencia-alapú technológiák terjedése, ami közel minden negyedik magyar dolgozót jelent. Ugyanakkor a stratégia azt is hangsúlyozza, hogy ideális esetben az MI inkább kiegészítheti, mintsem helyettesítheti az emberi munkát, azonban ehhez elengedhetetlen a munkaerő folyamatos átképzése és továbbképzése. A mesterséges intelligenciával kapcsolatos oktatást ennek megfelelően a stratégia kiemelt fontossággal kezeli. A felkészítést már a köznevelésben el kell kezdeni, különböző ismeretterjesztő anyagok és versenyek segítségével, és a pedagógusok minél szélesebb bevonásával, akikre kulcsszerep hárul. A felsőoktatásban kifejezetten fontos az MI képzésekbe történő integrálása, valamint a külföldi, már működő minták átvétele. A stratégia célja, hogy az évtized végére 1 millió embert érjenek el a kezdeményezéseikkel. Megfelelően képzett munkaerővel az MI-adaptálással bekövetkező munkatermelékenység-bővülés akár a 40 százalékot is elérheti 2030-ig. A magasan képzett munkaerőn belül kiemelten fontos, hogy az adat- és MI-specialisták aránya emelkedjen, míg az alacsonyan képzett munkaerő esetén a lecsúszást kell megakadályozni, az ő számukra is kifejezetten fontos az alapvető kompetenciák elsajátítása, amit jelentősen elősegíthet az eszközök magyar nyelvre fordítása.

5. Következtetések

A mesterséges intelligencia várhatóan át fogja formálni a munkáról alkotott képünket, és hatással lesz a munkaerőpiacok fejlődésére. Az eddigi tapasztalatok alapján a munkapiac mindig tudott alkalmazkodni a technológiai változásokhoz, azonban az új korszak kihívásaira való felkészülés, az erre irányuló oktatás és átképzés mindig kulcsfontosságú. Szakmai cikkemben rámutattam arra, hogy hazánkban – mint kis, exportorientált gazdaságban és a feldolgozóiparban a változások által várhatóan érintett munkavállalók magas aránya miatt – e kihívások különösen nagyok egyrészt az állásvesztés kockázata, másrészt a versenyképesség megőrzése szempontjából is. Annak érdekében, hogy a munkaerőpiacok sikeresen alkalmazkodjanak a mesterséges intelligencia és az automatizáció által már kiváltott és a jövőben várható változásokhoz, elengedhetetlenek az olyan képzési programok, melyek lehetővé teszik a munkavállalók és jövő generációi számára azoknak a készségeknek és képességeknek a megszerzését, melyeket az új gazdasági környezet igényel. Hasonlóan fontos egy olyan szabályozási környezet kialakítása is, amely segít abban, hogy a technológiai fejlődés által okozott változások ne járjanak a munkavállalók kiszolgáltatottságának növekedésével és a társadalmi egyenlőtlenségek túlzott fokozódásával. A megfelelő intézkedések megtétele és a változásokra való felkészülés lehetővé teheti, hogy a munkaerőpiac és a társadalom a technológiai fejlődés nyertese maradjon, és a mesterséges intelligencia emelje a termelékenységet, és összességében – a munkapiac átalakítása mellett – hozzájáruljon a munkahelyek számának növeléséhez.

Felhasznált irodalom

Acemoglu, D (1998): *Why Do New Technologies Complement Skills? Directed Technical Change and Wage Inequality*. The Quarterly Journal of Economics, 113(4): 1055–1089. <https://doi.org/10.1162/003355398555838>

Acemoglu, D. – Autor, D. (2011): *Chapter 12 – Skills, tasks and technologies: Implications for employment and earnings*. In: Card, D. – Ashenfelter, O. (eds.): *Handbook of Labor Economics*, pp. 1043–1171. [https://doi.org/10.1016/S0169-7218\(11\)02410-5](https://doi.org/10.1016/S0169-7218(11)02410-5)

Acemoglu, D. – Restrepo, P. (2018): *Artificial intelligence, automation, and work*. In: Agrawal, A. – Gans, J. – Goldfarb, A. (eds.): *The economics of artificial intelligence: An Agenda*. University of Chicago Press, pp. 197–236. <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226613475.003.0008>

Acemoglu, D. – Restrepo, P. (2020a): *The wrong kind of AI? Artificial intelligence and the future of labour demand*. Cambridge Journal of Regions. Economy and Society, 13(1): 25–35. <https://doi.org/10.1093/cjres/rsz022>

- Acemoglu, D. – Restrepo, P. (2020b): *Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets*. Journal of Political Economy, 128(6): 2188–2244. <https://doi.org/10.1086/705716>
- Allen, R.C. (2009): *Engels' pause: Technical change, capital accumulation, and inequality in the british industrial revolution*. Explorations in Economic History, 46(4): 418–435. <https://doi.org/10.1016/j.eeh.2009.04.004>
- Autor, D. (2024): *Applying AI to Rebuild Middle Class Jobs*. NBER Working Paper No. 32140. <https://doi.org/10.3386/w32140>
- Autor, D. – Dorn, D. (2013): *The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the US Labor Market*. American Economic Review, 103(5): 1553–1597. <https://doi.org/10.1257/aer.103.5.1553>
- Autor, D. – Levy, F. – Murname, R.J. (2003): *The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Explanation*. The Quarterly Journal of Economics, 118(4): 1279–1333. <https://doi.org/10.1162/003355303322552801>
- Bonfiglioli, A. – Crinò, R. – Fadinger, H. – Gancia, G. (2020): *Robot imports and firm-level outcomes*. CESifo Working Paper No. 8741. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3744604>
- Brynjolfsson, E. – Li, D. – Raymond L.R. (2023): *Generative AI at work*. NBER Working Paper No. 31161. <https://doi.org/10.3386/w31161>
- Brynjolfsson, E. – Mitchell, T. – Rock, D. (2018): *What can machines learn and what does it mean for occupations and the economy?* AEA papers and proceedings, 108: 43–47. <https://doi.org/10.1257/pandp.20181019>
- Cazzaniga, M. – Jaumotte, F. – Li, L. – Melina, G. – Panton, A.J. – Pizzinelli, C. – Rockall, E.J. – Mendes Tavares, M. (2024): *Gen-AI: Artificial Intelligence and the Future of Work*. IMF Staff Discussion Notes 2024, 001. <https://doi.org/10.5089/9798400262548.006>
- Deloitte (2023): *Generative AI and the future of work. The potential? Boundless*. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/consulting/us-ai-institute-generative-ai-and-the-future-of-work.pdf>
- Drozdz, L.A. – Tavares, M. (2024): *Generative AI: A Turning Point for Labor's Share?*. Economic Insights, 9(1): 2–11. <https://www.philadelphiafed.org/-/media/frbp/assets/economy/articles/economic-insights/2024/q1/eiq124.pdf>
- ENSZ (2004): *World population to 2300*. ENSZ. https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/files/documents/2020/Jan/un_2002_world_population_to_2300.pdf. Letöltés ideje: 2024. április 5.

- Ernst, E. – Merola, R. – Samaan, D. (2019): *Economics of artificial intelligence: Implications for the future of work*. IZA Journal of Labor Policy, 9(4). <https://doi.org/10.2478/izajolp-2019-0004>
- Európai Bizottság (2023): *Digitalisation in Europe – 2023 edition*. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/interactive-publications/digitalisation-2023>. Letöltés ideje: 2024. május 4.
- IMF (2024): *Gen-AI: Artificial Intelligence and the future of work*. Staff Discussion Note. <https://www.imf.org/en/Publications/Staff-Discussion-Notes/Issues/2024/01/14/Gen-AI-Artificial-Intelligence-and-the-Future-of-Work-542379?cid=bl-com-SDNEA2024001>. Letöltés ideje: 2024. április 18.
- Kawaguchi, D. – Saito, Y. – Adachi, D. (2021): *Robots and employment: Evidence from Japan, 1978–2017*. VoxEU, 9 February. <https://cepr.org/voxeu/columns/robots-and-employment-evidence-japan-1978-2017>. Letöltés ideje: 2024. április 8.
- Korinek, A. (2023): *Scenario Planning for an A(G)I future*. IMF Finance and Development Magazine, December. <https://www.imf.org/en/Publications/fandd/issues/2023/12/Scenario-Planning-for-an-AGI-future-Anton-korinek>. Letöltés ideje: 2024. április 18.
- McKinsey (2018): *Átalakuló munkahelyek: az automatizálás hatása Magyarországon*. <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Locations/Europe%20and%20Middle%20East/Hungary/Our%20Insights/Transforming%20our%20jobs%20automation%20in%20Hungary/Automation-report-on-Hungary-HU-May24.ashx>. Letöltés ideje: 2024. március 12.
- McKinsey (2023): *Economic potential of generative AI: The next productivity frontier*. <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/mckinsey%20digital/our%20insights/the%20economic%20potential%20of%20generative%20ai%20the%20next%20productivity%20frontier/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier.pdf>. Letöltés ideje: 2024. április 4.
- MNB (2018): *Növekedési Jelentés*. Magyar Nemzeti Bank. <https://www.mnb.hu/letoltes/novekedesi-jelentes-2018-digitalis.pdf>
- MNB (2023): *Versenyképességi Jelentés*. Magyar Nemzeti Bank. <https://www.mnb.hu/letoltes/versenyke-pesse-gi-jelente-s-2023.pdf>
- MNB (2024): *Munkaerőpiaci helyzetkép, az aktivitási tartalékok kiemelt elemzése*. MNB Pareto elemzések. <https://www.mnb.hu/letoltes/mnb100-munkaeropiaci-helyzetkep-az-aktivitasi-tartalekok-kiemelt-elemzese.pdf>. Letöltés ideje: 2024. március 22.
- OECD (2023): *Employment Outlook 2023: Artificial Intelligence and the Labour Market*. OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/08785bba-en>
- Perez, J.A. – Deligianni, F. – Ravi, D. – Yang, G. (2018): *Artificial Intelligence and Robotics*. UK-RAS White Paper. <https://doi.org/10.31256/WP2017.1>

PwC (2019): *How will AI impact the Hungarian labour market?* <https://www.pwc.com/hu/en/publications/assets/How-will-AI-impact-the-Hungarian-labour-market.pdf>. Letöltés ideje: 2024. április 5.

Szalavetz Andrea (2019): *Mesterséges intelligencia és technológiavezérelt termelékenységemelkedés*. *Külgazdaság* 63(7–8): 53–79. <https://doi.org/10.47630/KULG.2019.63.7-8.53>

Szalavetz Andrea – Somosi Sarolta (2019.): *Ipar 4.0-technológiák és a magyarországi fejlődés-felzárkózás hajtóerőinek megváltozása – gazdaságpolitikai tanulságok*. *Külgazdaság*, 63(3–4): 66–93. <https://doi.org/10.47630/KULG.2019.63.3-4.66>

Varian, H. (2020): *Automation versus procreation (aka bots versus tots)*. *VoxEU*, 30 March. <https://voxeu.org/article/automation-versus-procreation-aka-bots-versus-tots>. Letöltés ideje: 2024. április 8.

WEF (2023): *Future of jobs report 2023*. WEF. <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2023/>. Letöltés ideje: 2023. október 10.