

KOVÁCS OLIVÉR

Az ipar 4.0 komplexitása – II.

Kétrészes tanulmányunk célja, hogy a negyedik ipari forradalomról szóló szokásos elemzéseket meghaladva, komplex közgazdaság-tudományi megközelítést vázoljunk. Az I. rész áttekintette az ipar 4.0 és a digitális gazdaság mibenlétét, körvonalazta az európai ipar jelenlegi helyzetét, rámutatott a főbb tendenciák mozgató mechanizmusaira, s végül azzal a következtetéssel zárt, hogy megkezdhetetlen az ipar 4.0 komplexitását mélyebben elemeznünk. Tanulmányunk II. részében erre vállalkozunk. Feltárjuk a legfontosabbnak gondolt átváltásokat, szinergikus kapcsolatokat és nem szándékolt következményeket, amelyek egyértelművé teszik, hogy az érzékelhető változások mellett változtatásokra is szükség van. Ezért fogalmazzuk meg az úgynevezett intelligens gazdasági kormányzás néhány minimumkritériumát, amelyekkel az ipar 4.0 és a digitális gazdaság kibontakoztatása fenntarthatóvá tehető.*

Journal of Economic Literature (JEL) kód: L5, L6, O25, O4, O3.

A világgazdaság a 2008-as pénzügyi és reálgazdasági válság óta meglehetősen „stresszes” állapotban van. Egyre többen adnak hangot annak a várakozásnak, hogy az egyik legnagyobb kihívásra – a fejlett világ gyengélkedő növekedési teljesítményére – a negyedik ipari forradalommal (ipar 4.0) és a digitális gazdaság kiépítésével lehet hathatós választ adni. Csakhogy a kihívások is meglehetősen összetettek, az ipar 4.0 és a digitális gazdaság pedig egy komplex gazdasági-társadalmi rendszer szerves részévé válik. Ebből az is következik, hogy várt hatását szélesebb megközelítéssel kell felmérnünk.

Kétrészes tanulmányunk célja, hogy meghaladjuk a negyedik ipari forradalomról szóló szokásos elemzéseket, és komplex közgazdaság-tudományi megközelítést

* A tanulmány a KÖFOP-2.1.2-VEKOP-15-2016-00001 azonosítószámú, A jó kormányzást megalapozó közszolgálat-fejlesztés elnevezésű kiemelt projekt részeként működtetett Ludovika Kiemelt Kutatóműhely keretében a Nemzeti Közszolgálati Egyetem felkérésére készült.

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

Tanulmányunk I. részében kirajzolódott előttünk, hogy az ipar 4.0 kérdése komplex közgazdaság-tudományi megközelítést igényel, hiszen az ipar 4.0 és a digitalizáció egy nyílt, adaptív, memóriával rendelkező, komplex társadalmi-gazdasági innovációs ökoszisztémában valósul meg.¹ A II. részben az ipar 4.0 és a digitális gazdaság kibontakozásával kapcsolatosan az egyes kölcsönhatások komplexitására koncentrálnak úgy, hogy feltárjuk a legfontosabbnak gondolt 1. inerciát jelentő potenciális átváltásokat (*trade-offs*), 2. a szinergikus hatásokat és 3. a nem szándékolt következményeket. Végül felvázoljuk azokat a vezérelveket, amelyek a negyedik ipari forradalom és a digitális gazdaság fenntartható kibontakoztatását támogató, *intelligens gazdasági kormányzás* alapjai lehetnek.

Átváltások

Az ipar 4.0 természetéből fakadó inerciák

Mivel romboló (*disruptive*) technológiai és nem technológiai megoldások seregéről van szó, ezért az ipar 4.0 kibontakozásának biztosan lesznek ellenérdekeltjei. A *status quo* ebben a minőségben nem ördögtől való, hiszen adott innovációs ökoszisztémán belül ez visz stabilitást az emberek életébe. A széles körben elérhető újabb platformok (például Uber, Airbnb, Spotify, Liquidspace) a hagyományos szakmákat és szektorokat destabilizálják, amit sokszor kollektív tiltakozás követ (például az amerikai lakáspiac szabályozási és működési modelljének évtizedes formája nem illeszkedik az Airbnb rendszerhez, a hotelszakma képviselőinek mozgalma pedig kezdetét vette San Franciscóban, de New York városa is korlátozza az Airbnb használatát). Ezért a digitális gazdaság további fejlődésének engedélyezése megbonthatja a bizalom szintjét, ezt az átváltást mindenképpen figyelembe kell venni.

Az ipar 4.0, a modern okosgyárak, a kiberfizikai rendszerek, a logisztikai rendszerek – valós idejű elemzésre képes – hálózata előrevetíti a biztonság–energiafogyasztás közötti átváltás kérdését is. A modern üzemek adatainak és folyamatainak védelme, az üzem és vállalat kiberbiztonsága egyre kérdésesebb. A kiberbiztonság fokozása pedig – különösen az exponenciálisan növekvő dolgok internetét tekintve – az egyes eszközök nagyobb energiahasználatát válthatja ki.²

¹ 2016-tól az OECD tíz igazgatósága foglalkozik a digitális transzformáció interdiszciplináris kérdéseivel. Ez jelzi, hogy megindult a gondolkodás a szélesebb megközelítés felé.

² Lásd a német kereskedelmi és beruházási ügynökség kiadványát: GTAI [2016].

A munkaerőpiaci szabályozásban rejlő inercia

Az innovációs irodalom egyik konvencionális bölcsessége szerint a rugalmas munkaerőpiac elősegíti az innovációs dinamizmust, míg a szigorúbb szabályozás lefojtja az innovációt, így a termelékenység potenciált. A rugalmas munkaerőpiac lehetővé teszi az innoválni kívánó vállalatok számára, hogy könnyen (alacsony költséggel) vehessenek fel és bocsáthassanak el munkavállalókat. Továbbá rugalmasabb munkaerőpiaci szabályozást igényel a Big Datára építő különböző analitikák és eljárások alkalmazása is (*people analytics* – a legjobbnak tűnő munkaerő kiválasztására, felvételére, monitorozására, fejlesztésére stb., lásd *Isson–Harriott* [2016]). Ezzel együtt is empirikusan igazolható, hogy az egyik legrugalmasabb munkaerőpiaccal rendelkező Egyesült Államok volt az, ahol a bérnövekedés (például a medián ekvivalens háztartási jövedelem éves átlagos növekedése) az elmúlt évtizedekben gyakorlatilag stagnált, míg az Európai Unió országaiban lényegében növekedett (*Nolan és szerzőtársai* [2016] 6. o.). Mindez azt vetíti előre, hogy a rugalmasabb munkaerőpiaci szabályozás korántsem biztosan vezet pozitív fejleményekhez.³ Azaz a bér és termelékenység kapcsolata *nem* egyirányú, holott a standard mikroökonómiai elmélet azt mondaná. Ha nő a termelékenység, nőhet a bér, ugyanakkor egy relatíve alacsonyan lévő/ragadó bérhelyzetet növelve nőhet az általános innovációs teljesítmény is, vele együtt pedig a termelékenység is. Ez egy inherens ellenőztőnzője az automatizálásnak. Következésképpen a munkaerőpiaci dereguláció differenciálatlan uniós alkalmazása bércsökkenéshez vezetne bizonyos országokban, ami az innovációs ösztönzés szempontjából lehet problematikus, ami viszont a termelékenységen, azon keresztül pedig az államháztartás fenntarthatóságán ejthet sebeket (lásd *IMF* [2015] 3. fejezet). Mindez tehát az automatizálási, robotizálási tendenciával párhuzamosan tovább erősödő negatív folyamatot jelenthet.

Big Datával összefüggő átváltásos kihívások

Egyfajta Big Data-lehetetlenségi tétel (átváltási probléma) bontakozik ki előttünk. Nem tűnik reálisnak, hogy miközben hozzáférünk a nyilvános Big Datához, maradéktalanul rendezni tudjuk az adatvédelem és a szabályozás kérdését is. Egyrészt, nem lehet nyilvános Big Datáról beszélni anélkül, hogy ne mondanánk le valamilyen mértékben az adatbiztonságról, a személyes adatok védelméről. Vagyis nyilvános Big Data esetén lemondunk a tulajdonlás intézményéről, ekkor pedig az állami szabályozásnak sincs terepe. A nyilvánossághoz bizalmi infrastruktúrára van szükség, amit a demokratikus, átlátható, befogadó intézményekkel rendelkező, jó kormányzás erősíthet és tarthat fenn. Másrészt, ha a személyes adatok védelmére/biztonságára törekszünk, azaz fontos, hogy az adat forrása tulajdonjoggal is rendelkezzen, akkor

³ Még a nagyon rugalmas dán munkaerőpiac fénye is megszűnhet (lásd *Andersen* [2015]), hiszen sikere azon áll vagy bukik, hogy létezik-e hatékony aktivitás-előmozdító szakpolitika és valós munkahelyteremtés. Az ipar 4.0 és a nagyfokú digitalizáció azonban e két peremfeltétel meglétét egyre kérdésesebbé teszi.

kevesebb használható információ/adat jön létre, azaz nem feltétlenül beszélhetünk Big Datáról, ekkor viszont a szabályozásra óriási szerep hárul.

Egy másik kihívás a Big Datában rejlő lehetőségek mind teljesebb kiaknázhatósága előtt az adatok hozzáférhetősége helyi, országos, regionális, kontinentális és globális szinten. Ez egyfajta globális kormányzati elköteleződést követel meg az országhatárokon átívelő szabad adatáramlás mellett (ennek persze egy sor egyéb peremfeltétele és következménye van).⁴

A Big Data témaköre kapcsolódik az intelligens – azaz mesterségesintelligencia- (*artificial intelligence, AI*) programokat futtató – gépekhez is, amelyeknek a működése nagy mennyiségű adatot követel. Így tudta az IBM gépe legyőzni Garry Kasparovot 1997-ben, így tudott gép nyerni hús-vér emberek ellen a híres Jeopardy kvízműsorban, így győzte le a Google AlphaGója minden idők legjobb Go-versenyzőjét 2016-ban, de így nyert a Libratus nevű gép is pókerben 2017-ben. Fontos tudni, hogy a mesterségesintelligencia-kutatás is az adatokra (Big Datára) fokozottabban építő gépi tanulás fejlődésén keresztül talált új fejlődési pályát. Ma még azonban rendkívül távol vagyunk a teljesen mesterséges intelligenciától. Az ipar 4.0 kapcsán – s általában a digitális gazdaság terén – ez azt vetíti előre, hogy az emberi képességekbe és készségekbe történő инвестиáció, a tanulási lehetőségek kibontakoztatásának feladata továbbra sem veszít meghatározó jelentőségéből (gondoljunk a rejtett, azaz nem standardizálható tudásra), hiszen az okosgyár középpontjában lévő, egymással kommunikációra és együttműködésre kész intelligens gépektől és berendezésektől még messze vagyunk.

A tanulmány első részében vázolt pozitív hatások jelentős része a mesterséges intelligenciától függ: hogy felgyorsulnak-e a folyamatok a jobb hibatűrés és ütközésselkezelés révén, precízebb és pontosabb feladategyüttesek végezhető-e el (nanogyártás), magasabb fokú automatizáltság garantálható-e, javulnak-e az élő munkaerő munkakörülményei (robotok alkalmazása életveszélyes/egészségre ártalmas környezetben), energiahatékonyabb működés érhető-e el, valamint az ember és gép közti kölcsönhatás megfelelő lesz-e. Mindettől még távol állunk.

Általános szinergiahatások

A szélesebb, interdiszciplináris együttműködés fokozása

Először is, az ipar 4.0 és a digitális gazdaság egy komplexebbé váló innovációs ökoszisztémát eredményez, amelyben a hatások mennyiségi és főleg minőségi változások formájában jelentkeznek. Ebből adódóan nem feltétlenül célravezető a klasszikus mutatók alapján ítéletet mondani a kialakuló rendszerről. Egyes elemzők a termelékenység

⁴ A digitális protekcionizmus leépítése, a digitális cenzúra felszámolása, a digitális termékek és szolgáltatások szellemi tulajdonjogának modern szabályokkal és kikényszerítő mechanizmusokkal történő rendezése. Az adatok szabad áramlása az iparágak növekedésére lenne jótékony hatással (*Castro-McQuinn* [2015]). Mégis, az adatok fölötti kontrollra szükség van az illetéktelen hozzáférők miatt, hiszen a mai napig számos esetben került sor jogsértésre, a fizetési feltételek és egyéb megállapodások be nem tartására, az ipari kémkedés fokozódására stb.

romlását az infokommunikációs technológiában (IKT) rejlő lehetőségek csökkenésével magyarázzák, konkrétan pedig azzal, hogy a Moore-törvény kezd érvényét veszíteni (lásd Cross [2016]).⁵ Amennyiben viszont a minőségi szempontokat is figyelembe vesszük, akkor Moore-on túli (*more than Moore*) szinergiahatásokról is beszélünk az infokommunikációs technológia fejlődése kapcsán (Mokyr és szerzőtársai [2015]), ezen keresztül pedig vélhetően majd az ipar 4.0 esetében is. A *more than Moore* megközelítés pedig azt mutatja, hogy olyan területeken folyik értékkeremtés, amelyeket korábban el se képzeltünk. Például a gazdaságok környezettudatosságának előmozdítását segíti megannyi platform, amelyek a *Circular Economy* megvalósítását lendítik előre (például MarketPlaceHub.org). Az infokommunikációs technológián keresztül az adatosisítás fejlődése is sok szinergiahatást ígér számtalan területen (agrárszektor, közigazgatás, város-gazdálkodás, oktatás⁶ és környezetvédelem stb.).

Másodszor pedig, a szinergiahatás a tudásmegosztást támogató interdiszciplináris együttműködések formájában is prognosztizálható. Bár voltaképpen képtelenség egy dinamikus, nyílt, memóriával rendelkező és komplex rendszert teljes ellenőrzésünk alatt tartani, a szakpolitika különböző szféráinak együttműködése segíthet a „Mi folyik épp most a rendszerben?” kérdés precízebb megválaszolásában (például a költségvetési tanácsok, a monetáris tanácsok, az Európai Bizottság közös kompetencia-központja⁷ és a tudásközpontok együttműködése).

Általános célú technológiától általános célú tudományterületig

Az infokommunikációs technológia általános célú technológia (*General Purpose Technology, GPT*), amely az általános technikai fejlődés felgyorsulását eredményezi, s ilyesformán olyan technikai változás valósul meg, amely az egész gazdaságban lényeges átalakuláshoz vezet. A kibontakozás persze nem egyenletes, s ez vélelmezhető az ipar 4.0 kapcsán is. Az infokommunikációra építő digitális gazdaság nem a végső megoldást kínálja tehát, hanem új és kiaknázandó lehetőségek tárházát nyújtja. Az infokommunikációs technológia alkalmazása vezetett el a hálózatemélet, hálózatkutatás tudományterületének kifejlődéséhez, amely az élet és a tudomány más szegleteiben is alkalmazható: tehát az infokommunikációs technológia *általános célú tudományterületéről van szó* (például okosváros-fejlesztés fraktálgeometriája, diffúzió fel-térképezése stb.). Az ipar 4.0 kiteljesedése kapcsán a szinergikusan fejlődő kvantitatív

⁵ Gordon Moore törvénye több mint 50 éves, s azt mondja, hogy az integrált áramkörök összetettsége körülbelül 18 havonta megduplázódik.

⁶ A legalsó jövedelmi kategóriákban lévőknek nincs elég pénzügyi keretük arra, hogy oktatásba ruházzanak be. A digitális gazdaság kihívás a felnövekvő nemzedéknek, de meg is könnyíti az információhoz, a kodifikált vagy épp a *tacit* tudáshoz való hozzáférést. Ha pedig javulnak a legszegényebb 20-25 százalékos tanulási és kibontakozási lehetőségei, az már valódi fejlődés (McCloskey [2016]), amelynek hatásait szinte lehetetlen számszerűsíteni.

⁷ Az Európai Bizottság Joint Research Centre intézete hozott létre például egy kompozit indikátorokkal foglalkozó központot (*Competence Centre on Composite INdicators and Scoreboards, JRC-COIN*), valamint különböző jelenségek vizsgálatára szakosodott tudásközpontokat (például migráció-, katasztrófa- és kockázatmenedzsment).

térgazdaságtan új felismerésekkel gazdagíthatja a tudományt, és fontos munícióval szolgálhat a szakpolitika számára is.⁸ A vállalati tudásmenedzsment és a szervezeti fejlődés számára is sokat ígér az infokommunikációs technológiára építő, Big Data-val operáló, okoseszközök kiberfizikai rendszerét létrehozó ipar 4.0. A szervezetek többnyire növekedési és vezetési kríziseken mennek keresztül, amelyek megoldásában az emberi tényező szerepének feltárása kulcsfontossággal bírhat. Ha *People Analytics* alkalmazásával azt tapasztaljuk ugyanis, hogy bizonyos munkavállalók/közép vagy felső vezetők irracionálisan viselkednek, akkor először érdemes azt a lehetőséget mérlegelni, hogy miért van jó okuk arra a viselkedésre (ami a szervezetfejlődés és -működés szempontjából károsnak bizonyul). Az új módszereknek köszönhetően valós időben kaphatunk képet az effajta viselkedésekről, és feltárhatjuk az egyéni és kontextuális okokat, javíthatjuk a hibákat, tanulhatunk, s mindezt gyorsabban, mint valaha.

Informalitásból a formális gazdaságba

Az ipar 4.0, általában pedig a digitális gazdaság mérsékelheti a szürke- és feketegazdaságot. Az Európai Unióban az informális gazdaság miatti adóbevétel-vesztéség 2011-ben nagyjából 450 milliárd euró volt (ez az összeg több mint négyszerese a 2011. évi teljes magyar GDP-nek! – *Schneider* [2012]). A digitális gazdaság, a digitális vállalatok előretörése az elektronikus kereskedelem bővülését jelenti, amely többnyire a formális, és nem a szürkezónában zajlik.⁹ Mivel a fejlődéstan tapasztalata szerint az informális gazdaság nem egy gyorsan és pláne nem teljesen felszámolandó jelenség, hanem a gazdaságok rugalmasságát támogató mechanizmus – különösen a termelői szektorban –, ezért kifejezetten fontos annak felismerése, hogy az új infokommunikációs technológiai platformok és fizetési módok természetüknél fogva és endogén módon segítik elő a kifehéredést, a nagyobb transzparenciát.

Nem szándékolt következmények

A korábbiakban fölvázolt hatások bizonytalansággal terhesek, mert a nemlineáris tovaggyűrűző és visszaható mechanizmusok nem szándékolt negatív következményekkel járhatnak. Legalább öt területen érdemes ezekről beszélni, melyek mindegyike centrifugális erőként funkcionál, azaz megbonthatja az ipar 4.0 és a digitális gazdaság kiteljesedésének kényes egyensúlyi folyamatát.

⁸ Például Barrot és szerzőtársai [2017] a globális értéklánc változásának a háztartások eladósodására gyakorolt hatásával foglalkozó kutatása az Egyesült Államok esetében kimutatta, hogy azok a háztartások mennek bele nagyobb eladósodásba, amelyek környezetében az ingatlanok értéke egyébként növekvőben van, de ezzel párhuzamosan jövedelmi sokk is érte őket, mert a termelőcégek kihelyezték a termelést Ázsiába.

⁹ Észtországban digitális vállalkozók jelenhetnek meg elektronikus tartózkodási engedéllyel (*e-residency*) (online-bankszámlát nyithatnak, igénybe vehetik az észt felhőszolgáltatásokat), és hozzáférhetnek az észt európai uniós piacokhoz (például Ukrajnából is).

Biztonsággal összefüggő bizonytalanság növekedése

A kiberfizikai rendszerek megjelenése és a digitális univerzum előrevetíti a kiberbiztonság (adatbiztonság, rendszerek hibátűrése, megtámadhatósága stb.) kérdését, és már most komoly elemzések tárgya. A termelési rendszerek ilyenét való fejlődése növeli a rendszerek sebezhetőségét.¹⁰ Mindez az innovációs ökoszisztémában lévő fundamentális bizonytalansághoz ad pótlólagos bizonytalanságot. Mindennek megragadásához elegendő a Chapman Egyetem arra vonatkozó felmérését idéznünk, hogy mitől féltek a legjobban az Egyesült Államok állampolgárai 2016-ban:¹¹ a korrupció után a kiberterrorizmustól tartottak a leginkább. Ezután következett az adatok félrekezelése a vállalkozások oldalán, majd pedig az állam oldalán. A következőkben pedig a személyes adatok eltulajdonítását, a betéti- és hitelkártyacsalásokat említették. Vállalati felmérések sora mutatta ki, hogy a cégek tartanak az ipar 4.0-ra történő áttérés kiberkockázatától.¹² Amennyiben pedig széles körben érzékelhetővé válik, hogy a kiberbiztonság alacsony fokú, akkor a technológiák átvétele és diffúziója lelassulhat, beárnyékolva a termelékenységi lehetőségeket.

Egy másik vetülete az ipar 4.0-val és a digitális gazdasággal összefüggő biztonság kérdésének az, hogy az adatok sokasága *nem kizárólag* a hivatalos adatgyűjtési és -szolgáltatási hatáskörrel felruházott statisztikai hivatalok tevékenységének lesz az eredménye, az adatok kinyerése, rögzítése és esetleges értelmezése nem kizárólag e hivatalok „tűzfalain” belül fog történni. Így a védelem és integritás kérdése is megváltozik, e tekintetben is sok a bizonytalanság.

Paradox fogyasztási mintázatok

A technológiai fejlődés olcsóbbá teszi az adott technológiai megoldásokat, így az energiahatékonyságot növelő technológiák is szélesebb körben beszerezhetők, ami akár az energiafogyasztás növekedésével is járhat (Jevons-paradoxon).¹³ Ha tehát a megújuló energiaforrások előállítását és felhasználását az állam támogatja, akkor egy ponton túl éppen a célokkal ellentétes helyzet alakulhat ki.¹⁴ A technológiák elterjedését támogató szakpo-

¹⁰ Nyílt hozzáférésű támadó algoritmusok megtámadhatják az informatikai hálózatokon lévő közszolgáltatásokat is (például a finn fűtési rendszert 2016-ban), de a zsarolóvírusok (WannaCry, Petya) is óriási károkat okoztak 2017-ben.

¹¹ <http://www.usatoday.com/story/news/nation-now/2016/10/12/survey-top-10-things-americans-fear-most/91934874>.

¹² Az internetre kötött 3D ipari nyomtatók biztonsági kérdésének rendezetlensége súlyos ipari szabotázsokhoz, költséges visszahívásokhoz vezethet (Gupta és szerzőtársai [2016]). A dolgok internete kapcsán pedig biztonságos és szabványos összeköttetésekre van szükség (Chabridon és szerzőtársai [2014]).

¹³ Ezt visszapattanó hatásként (*rebound effect*) is emlegetik. Ettől még fontos, hogy növekedjen a nemzeti jövedelem, mert 40 éves tapasztalat, hogy a gazdagodó országokban csökken az energiaintenzitás (Cserekllyei és szerzőtársai [2016]).

¹⁴ A bioüzemanyagok támogatása mérsékelte a hagyományos üzemanyagok fogyasztását, aminek következtében csökkent azok ára, így pedig újból kereslet generálódott irántuk (Holland és szerzőtársai [2013]). Ez magyarázza azt is, hogy az elmúlt évtizedekben a zöld logisztikai próbálkozások gyakorlatilag elbuktak (Klumpff [2016]).

litikának is lehet buborékgeneráló ereje, amikor az innovációs ökoszisztéma kapacitásához és az állam lehetőségeihez képest túl sokat invesztálnak például robotikafejlesztésbe, gyakran túlzott mértékben vesznek igénybe állami támogatásokat.

Ez történik Kínában: Sencsen városában 2014-ben még csak 200 robotikára szakosodott vállalat volt, 2016-ban már 3000. A világon 2014-ben 227 ezer ipari robotot értékesítettek, ebből 56 ezret Kína vásárolt, 2015-ben pedig már 66 ezret szerzett be import útján.¹⁵ Egyre több nagyváros jelenti be robotika iránti igényét, 2016-ban pedig már 77 helyi önkormányzat indított robotikafejlesztési programot. A következő ötéves tervben kiemelt helyen szerepel a robotikába történő tőkebevonás (cél: megháromszorozni a robotok gyártását 2020-ra). Az alig néhány száz darab ipari, szakmai és háztartási robot használata után 2016-ra több mint 3400 volt üzemben.¹⁶ A korrupció és csalás a támogatási rendszerben is megjelent. De maga a támogatási rendszer is jelentős torzulásokat tud okozni (például Nankingban a robotikafejlesztésre szakosodott cégek nettó nyereségének több mint 65 százalékát a támogatások adták), versenyképtelen termékeket gyártanak, a belföldi robotértékesítés jószerivel csak vágyálom (a Kínában értékesített robotok 85 százaléka import, vagy importált külföldi alkatrészekből szerelik őket össze).

Az európai ipar 4.0 fejlesztésén dolgozó szakpolitikusok ezért jó, ha tisztában vannak azzal, hogy mivel a robotika merőben új típusú fizikai tőke (és az emberi tőke támogatója a hasznos együttműködések során), ezért a robotikába történő befektetés ösztönzése a „klasszikus” tőkebefektetések elől szívhatja el a forrásokat.

A Jevons-paradoxon kapcsán felmerül az is, hogy vajon növeli-e a fogyasztást az a tény, hogy a robotokkal felszerelt raktárak megsokszorozzák a kezelhető áruk mennyiségét, vagyis elvben sokkal több megrendelést tudnak kielégíteni. A fenntartható termelés és fogyasztás kérdése merül fel tehát, különösen annak fényében, hogy az információs társadalom, az összeköttetések, a vásárlói szokások feltérképezésének lehetősége a manipuláció fokozódásához, mesterséges keresletgeneráláshoz vezethet.¹⁷ Ez pedig a kereslet- és kínálatoldali politikák nélkülözhetetlenségét vetíti előre a fenntartható fejlődés jegyében. A kínálati oldali szabályozás (például ösztönzők alkalmazása a veszteségek minimalizálása elv kultiválása felé), a keresleti oldalon pedig a *nudge*-technikák alkalmazása (Thaler–Sunstein [2011]) is megfontolandó lehet.

Automatizálás okozta nem szándékolt következmények

Az első összetett kérdés a foglalkoztatásra gyakorolt hatás. Az ipar 4.0 és a digitális gazdaság kiépülésével párhuzamosan fenntarthatóságról csak inkluzív növekedés esetén beszélhetünk. Ennek hiányában megbomolhat a társadalmi bizalom és rajta keresztül a politikai stabilitás. Csakhogy vannak, akik az automatizálás és a

¹⁵ Forrás: International Federation of Robotics.

¹⁶ Forrás: Ipari és Információs Technológiai Minisztérium, Kína.

¹⁷ A modern kapitalizmust áthatja a manipulálás és megtévesztés (Akerlof–Shiller [2016]), amelyek rendszerszintű kockázatot jelentő háztartási és vállalati eladósodáshoz, azaz túlzott hitelfogyasztáshoz vezethetnek.

gépi tanulás miatt nagyfokú állásvesztést jósolnak.¹⁸ Egyes számítások szerint az állások 47 százaléka váltható ki számítógépesítés útján az Egyesült Államokban (Frey–Osborne [2017]), 54 százaléka pedig Európában (Bowles [2014]). A tapasztalat azt mutatta, hogy – elsősorban recessziós időszakban – a hatékonyságnövelő és költségcsökkentő technológiai fejlesztéseket (rutinizálható feladatok automatizálása) költségcsökkentő leépítések szokták kísérni.¹⁹ Ebből adódik, hogy a jelenlegi gazdasági állapot ösztönzi az automatizálást.

Mégis, tágabb összefüggések és bizonyos tendenciák arra engednek következtetni, hogy a munkaerő tömeges komputerizációjára csak fokozatosan nyílik majd mód. Az okok láncolata a következő: 1. jellemzően a munkaerőhiánnyal nem küszködő munkahelyek automatizálása a legvalószínűbb (Kane és szerzőtársai [2015]); 2. így is munkahelyteremtés nélkül megvalósuló, elégtelen növekedés (például növekvő munkanélküliség a fiatalkorúaknál és az alacsony képzettségűek lassú állás-szerzése) jellemzi a fejlett országokat,²⁰ ezért a komputerizáció csak tovább ront a helyzeten, ha nem tudják a munkaerőt másutt gyorsan felszívni; 3. ha pedig nem sikerül gyorsan felszívni,²¹ akkor az egyébként is eladósodott magánszektor (vállalati, háztartási) még nehezebb helyzetbe kerül, ami tovább növeli a hitelek és kölcsönök törlesztésében a (jelenleg is magas) nemteljesítők arányát.²²

A második összetett kérdéskör az emberek mentális állapotára gyakorolt hatás. A digitalizáció és az automatizálás egyik mellékhatása, hogy ronthat az emberek mentális és egészségi állapotán, továbbá az elbocsátások növelhetik a bűnözési hajlamot (Bennett–Ouazad [2016]).²³ Az infokommunikációs technológia a nap 24 órájában tette elérhetővé a munkavállalókat, a valós idejű adatokkal lehetővé válik, hogy a munkavállalók minél előbb reagáljanak, hozzanak beavatkozó döntéseket, miközben egyre kifinomultabb ellenőrző alkalmazások keresztútjében kell tevékenykedniük;

¹⁸ A munkavállalók hajlandók átmenni a digitalizációban előrébb járó vállalatokhoz (Kane és szerzőtársai [2016]). Ez a fajta elszívóhatás is a gyors digitalizáció, a digitális vállalat kialakítására ösztönöz.

¹⁹ Hershbein–Kahn [2016] a 2008-as válság esetén mutatta ezt ki.

²⁰ A termelőszektor munkahelyeinek csökkenése a fejlett országokban együtt járt a hasonló típusú munkahelyek számának növekedésével a feltörekvő piacokon, így Kínában is (Palvia–Vemuri [2016]). Becslések szerint Kínában a munkahelyek 77 százaléka (!) szűnhetne meg robotika és automatizálás révén (lásd Világbank [2016]).

²¹ Erre pedig nagy az esély. Bár Gregory és szerzőtársai [2016] szerint 1999 és 2010 között nőtt az aggregált munkakereslet az EU-ban, de a szerzők nem szólnak arról, hogy 1. a földrajzi eloszlás is nagyon megváltozott (egyes régiók kiürülnek, ami növeli a krónikus egyenlőtlenségeket); 2. az automatizálás miatt radikálisan lecsökkent a közepes végzettséget igénylő és közepes bérezésű munkahelyek aránya (Autor [2015]); 3. az építőipar buborékosodása ebben az időszakban torzította a munkakereslet kimutatott növekedését. A negyedik ipari forradalom átütőbb változást hozhat, s mivel minden forradalom lejjebb sorolta a munkavállalókat a szakértelemletrán (*deskilling*), ezért tovább és át kell magukat képezniük a magasabb tudást igénylő pozíciók megszerzéséhez.

²² Tartósan magas arányuk mellett a gazdasági növekedés akár két százalékponttal is alacsonyabb lehet (Balgova és szerzőtársai [2016]). Az elmúlt több mint két évtizedben a háztartások és az egyének pedig túlzott hitelfelvétellel éltek, a munkahely elvesztését követő egy éven belül háromszor nagyobb lett a magáncsődkérelem valószínűsége a korábbi időszakokhoz képest, sőt a termelőszektorbeli munkahely elvesztése 40 százalékkal nagyobb valószínűséggel vezetett csödhöz (Keys [2015]).

²³ Az irodalomban megjelent egy külön elemzési ág: az infokommunikációs technológiával való együttélés művészete (Lemmens [2015]).

ráadásul az ipar 4.0 kibontakozása során még gépekkel is versenyezniük kell. Ezért a stressz és a frusztráció bizonyos területeken felerősödhet,²⁴ de bizonyos területeken mérséklődhet is. Hovatovább az otthoni, mobil- és *telework* típusú munkavégzés mentális és egészségügyi kockázatai is kiderülnek. Az otthonról dolgozó munkavállalóknak kifinomult önmenedzselő képességgel kell rendelkezniük ahhoz, hogy meg tudják teremteni a munka és magánélet közti egyensúlyt (Kovács [2013]).

Összességében tehát a *fokozatosság elve* jelenthetné a változás okozta kockázatok minimalizálását, mert a szükséges képzési programok (például a hosszú távú munkanélküliség tompítására) és egyéb horizontális szakpolitikák kimunkálása és megvalósítása időigényes.

Mérések torzító hatása

Az *első* fontos vetülete az ipar 4.0 és a digitális gazdaság adta, méréssel összefüggő kihívásoknak a statisztikai számbavételi bizonytalanság, amely több dologból adódik. Egyrészt, az infokommunikációs technológia gyakorlatilag mindenhol és mindenben megtalálható lesz a jövőben, ami kihívás elé állítja a statisztikai hivatalok módszertanát, ugyanis egyre kevésbé lehet megkülönböztetni az infokommunikációs technológiával rendelkező termékeket az azzal nem rendelkezőktől. Másrészt, nem feltétlenül szükséges, hogy a statisztikai adatfelvétel szigorúan kövesse az elmélet által jelzett változásokat. A termelékenységi statisztikában az elmélet szerint meg kellene jelennie a tudástőkébe történő beruházások emelkedésének (például tréning, továbbképzés, termék- és szolgáltatásdizájn, szervezetfejlesztés). Ennek azonban komoly időigénye van (van Ark és szerzőtársai [2016]). A termelékenységi statisztikákban az uralkodó elmélet és empiria szerint meg kellene jelennie az infokommunikációs technológiába történő beruházásoknak. Ma már azonban igaz az, hogy az infokommunikációs (hardver, szoftver és telekommunikációs) eszközökbe történő beruházásokra nincs is akkora szükség, mint amekkora volt a felhőtechnológia és -szolgáltatások megjelenése előtt. Vagyis elmozdulást látunk az infokommunikációs technológiai eszközökbe mint digitális állóeszközökbe történő beruházásoktól a digitális szolgáltatások megvásárlása felé (adatfeldolgozás, számítógépes és hálózattervezés, kapcsolódó számítógépes szolgáltatások stb.), amit az infokommunikációs technológia tesz lehetővé. Ennek kapcsán újabb statisztikai torzítás is felmerül: ma már egyre több cég nem megvásárolja, hanem maga fejleszti ki az effajta szolgáltatásokat. A statisztikákból a diffúzió mérése tehát kérdésesebbé vált és válik.

A *második* releváns vetülete az ipar 4.0 és a digitális gazdaság adta, méréssel összefüggő kihívásoknak a Big Data fölhasználhatósága. Amellett érvelünk, hogy a *Big Data kiegészíti és nem pedig föl váltja* a tudományos vizsgálódásokat és üzleti elemzéseket. A túl sok adat nem garanciája a jobb informáltságnak, a jobb döntések meghozatalának. A Big Datától sokan azt remélik, hogy felgyorsítja a tudományos

²⁴ O'Neil [2016] a számszerűsítési láz munkahelyi morálra és kollektív ethoszra gyakorolt romboló hatásáról szól.

megismerést, mert meggyőződésük, hogy nagy mennyiségű adat esetében a „számok magukért beszélnek”. Ugyanakkor minden nagy adatbázis önkényes korrelációkat tartalmaz – ami a méretből, nem pedig az adatok természetéből adódik (Calude–Longo [2016]). Egy ilyen adatbázisban sok lehet a nem strukturált adat, ami több hibát is rejtget magában – egy kis hiba is erősen torzíthatja az adatok értelmezését. Nem beszélve arról, hogy kapacitásunk sincs a nagy adatbázisok konzisztenciájának, az adatok hitelességének folyamatos ellenőrzésére,²⁵ leginkább a nyilvános, szabadon felhasználható és adott esetben módosítható adatbázis esetén. Vagyis a Big Data segít ugyan a múlt pontosabb dokumentálásában, de a morális, szociális szempontot is behozó *emberi tényezőre továbbra is szükség lesz* az adatok áttekintése utáni döntéshozatalban.

A Big Data felhasználására építő egyik sarkalatos terület az ipar 4.0 korában az előrejelzések pontosítása, amikor (közel) valós időben igyekszünk kinyerni újabb adatokat, amelyek tisztább képet adhatnak arról, hogy éppen mi történik a gazdasági-társadalmi rendszerben. Ez a viszonylag új kutatási terület az úgynevezett *nowcasting* (Ettredge és szerzőtársai [2005], Wu–Brynjolfsson [2015]), amely rendszerint internetes keresésekre (például Google Trends) vagy mélyebb bontású, mikroszintű tranzakciós adatok felhasználására alapoz (például FRED Economic Data, Data.gov, SWIFTRef stb.) annak érdekében, hogy bizonyos területeken precízebbek lehessenek előrejelzéseink (például az ipar 4.0 termékei és szolgáltatásai iránti kereslet felmérése, a diffúzió nyomon követése stb.).²⁶ Az e kutatási területtel és üzleti alkalmazásával foglalkozó szakmai viták jelenkori gondolata az, hogy a nagy gyakoriságú indikátorok széles körű és (közel) valós idejű megfigyelése inkább zajosabbá teszi modelljeinket és a valóságról alkotott képünket, mintsem jobban informálna (Ollivaud és szerzőtársai [2016]).

Ráadásul a pénzügyi piacok volatilitását, a válságokat, a szuverén adóskockázat alakulását a lélektan sokkal jobban magyarázza, mint a makroökonómiai fundamentumok, azaz a nem számszerűsíthető, nehezen mérhető tényezők sokkal jobban esnek latba. Ekkor pedig a Big Data kihívással szembesül. Gennaioli és szerzőtársai [2015] modellszerű levezetése szerint hajlamosak vagyunk túlbecsülni annak az eseménynek a valószínűségét, amely a legfrissebb adatok alapján és az átélt (megismert) események tükrében relatíve valószínűbb. Jó hírek hallatán a befektető pozitív forgatókönyvekkel kalkulál, s kisebb kockázattal súlyozza egy lehetséges negatív esemény bekövetkezését. A rossz híreket átmeneti rendellenességnek véli, ezért nem reagál kellőképpen. Amikor pedig bekövetkezik a baj, túlreagál. Ebből nemcsak hogy jobban megértjük a fellendülés és válság anatómiáját, de egyben az is következik, hogy a gazdaságról alkotott valós idejű, jelenlegi képünk eltér attól, amit történeti perspektívába

²⁵ Ezt támasztja alá az ENSZ 2015. évi, 93 ország statisztikai hivatalát érintő Big Data-felmérése (ENSZ [2016]).

²⁶ Főleg munkaerőpiac kapcsán használták eddig, illetve fogyasztási minták feltárására (lásd Askitas–Zimmermann [2009], Choi–Varian [2009], illetve McLaren–Shanbhogur [2011]). Az eredményesség vegyes képet mutat. A pénzügyi szektorban a részvények és valutaárfolyamok terén pedig egyenesen elvész az internetes keresésen alapuló módszer pozitív hozadéka, ezt mutatta be Basistha és szerzőtársai [2016].

helyezünk és súlyozunk. Ennek oka, hogy az ingadozások súlyozása a háttérösszefüggések ismeretében jön létre, s mindig utólag.

Célravezető tehát, ha a Big Data gazdaságpolitikai szerepét – az ipar 4.0 és a digitalizált gazdaság világában – differenciáltan, a körülményektől függően alkalmazzuk (kiváltképpen az előrejelzések terén). Az üzleti ciklus normális menete nem feltétlenül igényel monitoringot, mert az csak torzító zajokhoz vezethet, nem pedig megalapozott beavatkozásokhoz, ami hektikus mozgásokat generál. Fontos tehát a komplexitás tudományából ismert időnyíl (*arrow of time*), azaz irreverzibilitás van a rendszerben (például egy hektikus és negatív hatásokkal járó gazdaságpolitikai beavatkozás hatását lehetetlen teljesen kivonni a rendszerből, tovább él az emberek memóriájában, várakozásaiban, a pszichikai tőkében). A hektikus mozgásokat a gazdasági-társadalmi innovációs ökoszisztéma megsínyli, megbomlik a bizalom infrastruktúrája, az általános innovációs dinamizmus. Ez az érv még erősebbé válik, ha figyelembe vesszük a nagy mennyiségű adatok ama tulajdonságát, hogy egy kis hiba is okozhat számottevő torzítást, és persze az adatok manipulálhatósága is felmerül (például lobbierők oldaláról, amelyek bizonyos beavatkozásokhoz szeretnének alapot szolgáltatni). Azaz a Big Data üzleti ciklus során történő felhasználásával valószínűleg instabilitást kódolunk a folyamatokba. Alkalmazása ezért inkább hirtelen lefékeződés (*sudden stop*) típusú helyzetekben és recessziós időszakokban tűnik helyénvalónak.

Kontextuális kölcsönhatások elhanyagolásából eredő, nem szándékolt következmények

Az első fontos szempont: milyen nem szándékolt következményekhez vezet, ha nem vesszük figyelembe a fejlett világ és a fejlődők-feltörekvők közötti kölcsönhatásokat. Az ipar 4.0 és a digitális gazdaság kibontakozása réseket ejt az eddig szilárdnak gondolt, bérversenyen alapuló versenyképességi megközelítésen. Ha az új termelési eljárások és az elérhető technológiák előállítása is olcsóbbá válik, akkor csökkenni fog a béreken alapuló versenyképesség globális ereje. Ez kihívást jelent a feltörekvő piacok és a fejlődő országok számára. Mindez dinamikusán átalakítja a globális értékláncot. Adódik ez azért, mert az infokommunikációs technológiai iparágak termelékenységének növekedésével e termékek és szolgáltatások árai csökkennek, így pedig összességében a reálbérek is csökkenhetnek (*Byrne–Corrado* [2017]).²⁷ Ha az ipar 4.0 egyes eszközeit (és szolgáltatásait) gyártó (és nyújtó) iparágak is hasonló pályát járnak be, akkor a reálbérek stagnálása optimista forgatókönyvnek számít, ami még mindig nem segít az egyenlőtlenség csökkentésében, a munkahely-megtakarító növekedés inkluzívva tételében, viszont az állami források beszűkülésével is járhat, ami a jóléti államok nagyvonalúságát fogja visszavetni.

A második fontos szempont: milyen negatív következményei lehetnek a pénzügyi piacok és az iparpolitika idődimenziói közötti összhanghiánynak. A pénzügyi szektor

²⁷ Ez egyébként nyomást gyakorol Kínára, hogy minél előbb és minél intenzívebben hajtson végre termelékenység- és költségjavító transzformációt a robotika révén, mert bérelőnye megcsappan.

egy sor inherens strukturális és egyéb tényező miatt túlnyomóan a rövid távú megterülésben érdekelt, míg az iparpolitika hosszabb távú, és a fenntartható fejlődéssel összhangban kell kialakítani. Az alacsony termelékenységgű, ezért alacsony növekedésű és alacsony inflációjú környezet, valamint az ebből adódó bizonytalanság csak tovább fokozza a rövid táv előtérbe helyezését a pénzügyi piacokon.²⁸ Az ipar 4.0 fenntartható előmozdítása a hosszabb lejáratú hitelezés előmozdítását feltételezi.²⁹ Mindez szabályozásbeli változtatásokat igényel – a megfelelő ösztönző rezsimek kialakítását s közben jó kormányzást.³⁰ Ennek kezelése nélkül féltő, hogy az iparpolitika hatásossága és hatékonysága az eredeti elképzeléseket messze alulmúlja.

A harmadik fontos szempont: milyen negatív következményei lehetnek, ha nem veszik figyelembe a munkaerőpiac rugalmassága és az iparpolitika közötti kölcsönhatást. A nemzeti vagy adott esetben uniós iparpolitikának tekintetbe kell vennie, hogy milyen munkaerőpiaci szabályozói környezettel is van dolga. Az iparpolitikának is horizontális szemlélettel kell rendelkeznie, ugyanakkor meg kell fontolnia, hogy a munkaerőpiac rugalmasabbá tétele sem mentes mellékhatásoktól. Az automatizálás és a digitalizáció nyomást gyakorol a szabályozókra, hogy minél gyorsabban deregulálják a munkaerőpiacokat, majd – bizonyos vélelmek szerint – a rugalmasabbá váláson keresztül csökkenhet a foglalkoztatás költsége, és az elbocsátottak mind nagyobb százaléka szívódhat föl másutt. Az erős foglalkozásvédelmi szabályozás a vállalkozások számára megnöveli a munkaerő költségét, ezért igyekszik a $K + F$ és innovációs tevékenységet is visszafogni, amivel párhuzamosan inkább magasabban képzett munkaerőt alkalmaz (vagyis az alacsony végzettségűeket paradox módon nem védi a rendszer!).

Cette és szerzőtársai [2016] szimulációs tanulmánya kimutatta, hogy az Egyesült Államok enyhébb foglalkoztatásvédelmi szabályozását alkalmazva jelentősen visszaesne a teljes foglalkoztatáson belül a magasán képzettek aránya (jobban, mint ahogy az alacsonyan képzetteké nőne). Az egyik legnagyobb csökkenés Franciaországban lenne (22 százalékos csökkenés), Ausztriában és Németországban 13 százalék körüli mérséklődés állna elő. Vagyis a foglalkoztatásvédelem fellazítása a magasán képzett, ezért a munkáltató számára nagyobb költséggel járó munkavállalók arányának csökkenését váltaná ki. Ők azok, akik kifinomultabb tevékenységet végeznek, s akiknek az automatizálás és robotizáció útján történő kiváltása még nagyobb költségmegtakarítást ígér. Az eredője ennek potenciálisan az, hogy nemcsak az alacsonyan, de a magasabban képzett munkaerő is növekvő munkanélküliséggel szembesül, ami sérti az inkluzivitás deklarált követelményét, s az államháztartás fenntarthatósága szempontjából is káros. Mindez a differenciált diagnózis, a fokozatosság elvének fontosságára hívja fel a figyelmet, amikor iparpolitikai megfontolások miatt a munkaerőpiac rugalmasságát kívánja a szakpolitika növelni.

²⁸ A jelenlegi bizonytalan gazdasági klímában a tőke egyre kevésbé megy a termelékenyebb (innováció miatt kockázatosabb) vállalkozásokhoz, és egyre nagyobb mértékben vándorol a nagyobb nettó értékű, ám nem feltétlenül termelékenyebb vállalatokhoz (*Gopinath és szerzőtársai*. [2015]).

²⁹ Az Európai Unióban a hosszú lejáratú hitelek volumene együtt mozgott a rövid lejáratúak volumenevel, holott az egészséges az előbbieket gyorsabb növekedése volna (lásd *Világbank* [2015]).

³⁰ Például a transzformációt támogató (*positive finance*) kormányzás (*Guez és szerzőtársai* [2015]).

Következtetések

Az ipar 4.0 és a digitális gazdaság bemutatott komplexitása óva int a túlzóan redukcionista vagy épp utópisztikus javaslatoktól. Az ipar 4.0 és a digitális gazdaság sikere nemcsak a technikai kivitelezhetőségen nyugszik, hanem a folyamat társadalmi elfogadhatóságán is. Csak így lehet politikailag stabil kormányzati munkával elősegíteni a kibontakozását. E felismerések alapján fel lehet vázolni ama legfontosabb vezérelveket, amelyek a negyedik ipari forradalom és a digitális gazdaság fenntartható kibontakoztatását alapozhatják meg.

Festina lente – a lassan járj, tovább érsz elv alkalmazásának elvitathatatlanságát az átváltások és a nem szándékolt következmények fölvázolása alapozhatja meg. A lassú növekedés, alacsony infláció, beszűkült költségvetési mozgástérrel jellemezhető gazdasági környezetben és az ipar 4.0 és a digitális gazdaság kibontakozásához szükséges erőforrások (kezdeti beruházás, képzések és tanulási időigény, rugalmasabb munkaerőpiac stb.), valamint az ipar 4.0-ra történő széles körű és gyors áttérés kockázatainak ismeretében a fokozatosság inkább erény, mintsem hátrány. Ennek tükröződnie kell a támogatási politikák időhorizontjában és intézményi működésében is (például fenntartható, torzításmentes támogatási rendszer elszámoltatható, transzparens és fegyelmezett elvekkel, a kiszámíthatóságot megalapozó adórendszeri változtatás stb.).

Rendszerszemlélet – az ipar 4.0 és a digitális gazdaság transzformatív erejű, ebből a szempontból a nemlineáris, tovagyrúzó és visszaható kölcsönhatások feltérképezése szélesebb szakpolitikai és üzleti látókört igényel (például a pénzügyi szektor és a reál-gazdaság kölcsönhatása). A rendszerszemlélet interdiszciplináris együttműködésen, a társadalmi, gazdasági, környezeti innovációs ökoszisztéma bizalmi infrastruktúráját stabilizáló és erősítő szakpolitika kimunkálásán nyugszik (például együttműködés Big Data-alapú prediktív analitika terén a közsfera innovációs laboratóriumai, független költségvetési és monetáris tanácsai, valamint uniós intézmények között). Így nagyobb tér nyílhat a vázolt átváltások, szinergiahatások és lehetséges nem szándékolt következmények figyelembevételére (például automatizálás hatása a tőkemozgásra és foglalkoztatásra; az ipar 4.0 és a digitális gazdaság gyorsuló diffúziójának a kis- és középvállalkozásokra gyakorolt hatása; az ipar 4.0 és a digitális innovációk egyenlőtlenségre kifejtett hatása; stb.). Az ipar 4.0-ra való érettség tesztelése és értékelése is rendszerszemléletet igényel a jövőben.

Differenciált diagnózis és beavatkozás – az európai gazdaságok formális és informális intézményei, szabályozási rendszerei különböznek, így strukturális váltásra való képességük is eltér egymástól. Ezért bizonyos területeken egységesítésre (például az ipar 4.0 terjedését szolgáló nemzetközi standardok létrehozatala, országhatárokon áramló adatok kezelése és szabályozása, statisztikai hivatalok kapacitásbővítése, termék- és szolgáltatáspiari reformok stb.), bizonyos területeken környezettől függő beavatkozásokra van szükség (például költségvetési konszolidáció fejlesztési funkcióval a perifériaországokban, munkaerőpiaci reformok, az immateriális tőkébe történő beruházás előmozdítása a termelői szférában is). A rendszerszemléletű beavatkozásoknak – így az iparpolitikának is – inkább a fejlődést előmozdító kölcsönhatások kialakítására kell összpontosítania a valóban produktív állami beruházások eléréséhez (ami

a magánszektor beruházási aktivitását is regenerálja). Ekkor lehet ugyanis teljesebb a negyedik ipari forradalom pozitív hatásainak diffúziója.

A lehetőségek bővítése és kiegyenlítése (equability) – a változásra felkészítő – és így az ipar 4.0 és a digitális gazdaság transzformatív jellegével számoló – kormányzás vezérmotívuma továbbra is a társadalmi, gazdasági, és környezeti fenntarthatóság, a jólét előmozdítása marad. Ha a tanulmányunkban is vázolt stagnálásban szerepet játszott a modern innovációs ökoszisztéma ama fejlődési íve, amely a jövedelemegyenlőtlenségek fokozódásával és végső soron az emberi tőke reálgazdasági potenciáljának kihasználatlanságával párosult, akkor kínálati és keresleti oldali intézkedések is szükségesek egy egészségesebb ökoszisztémához. Mindezt olyan kormányzási szemlélet támaszthatja alá, amelyik a jövedelemegyenlőtlenségek teljes felszámolása helyett az egyéni lehetőségek kibontakozására (*equability*) helyezi a hangsúlyt. Vagyis a jóléti állam további kiterjesztésének paradigmáját felülvizsgáló kormányzási gyakorlatra van szükség, aminek révén mérsékelhető a jogosultságoktól való krónikus függés (*culture of entitlements*), gyorsítható a tehetségek kibontakozása, javítható az általános innovációs teljesítmény, a fejlődési képesség, ami létfontosságú az ipar 4.0 és a digitális gazdaság korában.

A fenti elvek alapján megszerveződő intelligens gazdasági kormányzás nagyobb esélyt adhat arra, hogy hatékonyabban feltárjuk az ipar 4.0 és a digitális gazdaság pozitív és negatív hatásait és a köztük lévő kölcsönhatásokat; miközben szellemiségében olyan gazdasági kormányzásról van szó, amely nem a folytonos finomhangolást erőlteti, hanem arra törekszik, hogy elkerüljük a nagyon súlyos társadalmi, gazdasági és környezeti kimeneteket.

Hivatkozások

- AKERLOF, G. A.–SHILLER, R. J. [2016]: *Phishing for Phools: The Economics of Manipulation and Deception*. Princeton University Press, Princeton, 288 o.
- ANDERSEN, T. M. [2015]: *The Danish Flexicurity Labour Market During the Great Recession*. *De Economist*, Vol. 163. No. 4. 473–490. o.
- ASKITAS, N.–ZIMMERMANN, K. F. [2009]: *Google Econometrics and Unemployment Forecasting*. *Applied Economics Quarterly*, Vol. 55. No. 2. 107–120. o. <https://doi.org/10.3790/aeq.55.2.107>.
- AUTOR, D. H. [2015]: *Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation*. *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 29. No. 3. 3–30. o. <https://doi.org/10.1257/jep.29.3.3>.
- BALGOVA, M.–NIES, M.–PLEKHANOV, A. [2016]: *The Economic Impact of Reducing Non-Performing Loans*. EBRD Working Paper, No. 193.
- BARROT, J.-N.–LOUALICHE, E.–PLOSSER, M.–SAUVAGNAT, J. [2017]: *Import Competition and Household Debt*. MIT Sloan Working Paper, <https://doi.org/10.2139/ssrn.2808981>.
- BASISTHA, A.–KUROV, A.–WOLFE, M. H. [2016]: *Volatility Forecasting: The Role of Internet Search Activity and Implied Volatility*. EFMA Annual Meeting, kézirat, http://www.efmaefm.org/0EFMAMEETINGS/EFMA%20ANNUAL%20MEETINGS/2016-Switzerland/papers/EFMA2016_0445_fullpaper.pdf.

- BENNETT, P.–OUAZAD, A. [2016]: Job Displacement and Crime: Evidence from Danish Microdata. INSEAD Working Paper, No. 55. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2815312>.
- BOWLES, J. [2014]: Chart of the Week: 54% of EU Jobs at Risk of Computerisation. Bruegel Blog Post, július 24. <http://bruegel.org/2014/07/chart-of-the-week-54-of-eu-jobs-at-risk-of-computerisation>.
- BYRNE, D. M.–CORRADO, C. [2017]: ICT Prices and ICT Services: What Do They Tell Us about Productivity and Technology? Finance and Economics Discussion Series, No. 15. Board of Governors of the Federal Reserve System, Washington, <https://doi.org/10.17016/FEDS.2017.015>.
- CALUDE, C. S.–LONGO, G. [2016]: The Deluge of Spurious Correlations in Big Data. Foundations of Science, 1–18. o. <https://doi.org/10.1007/s10699-016-9489-4>.
- CASTRO, D.–MCQUINN, A. [2015]: Cross-Border Data Flows Enable Growth in All Industries. Information Technology and Innovation Foundation, február, <http://www2.itif.org/2015-cross-border-data-flows.pdf>.
- CETTE, G.–LOPEZ, J.–MAIRESSE, J. [2016]: Labour Market Regulations and Capital Intensity. NBER Working Papers, No. 22603. <https://doi.org/10.3386/w22603>.
- CHABRIDON, S.–LABORDE, R.–DESPRATS, T.–OGLAZA, A.–MARIE, P.–MARQUEZ, S. M. [2014]: A Survey on Addressing Privacy Together with Quality of Context for Context Management in the Internet of Things. Annals of Telecommunications, Vol. 69. No. 1–2. 47–62. o. <https://doi.org/10.1007/s12243-013-0387-2>.
- CHOI, H.–VARIAN, H. [2009]: Predicting the present with Google Trends. Technical Report, Google, https://static.googleusercontent.com/media/www.google.com/hu/googleblogs/pdfs/google_predicting_the_present.pdf.
- CROSS, T. [2016]: After Moore's Law. Double, Double, Toil and Trouble. The Economist, Technology Quarterly, március 12. <http://www.economist.com/technology-quarterly/2016-03-12/after-moores-law>.
- CSEREKLYEI, ZS.–RUBIO VARAS, M. D. M.–STERN, D. I. [2016]: Energy and Economic Growth: The Stylized Facts. Energy Journal, Vol. 37. No. 2. 223–255. o. <https://doi.org/10.5547/01956574.37.2.zcse>.
- ENSZ [2016]: Report of the Big Data Survey 2015. UN Statistics Division, <http://unstats.un.org/unsd/statcom/47th-session/documents/BG-2016-6-Report-of-the-2015-Big-Data-Survey-E.pdf>.
- ETTREDGE, M.–GERDES, J.–KARUGA, G. [2005]: Using Web-based Search Data to Predict Macroeconomic Statistics. Communications of the ACM, Vol. 48. No. 11. 87–92. o. <https://doi.org/10.1145/1096000.1096010>.
- FREY, C. B.–OSBORNE, M. A. [2017]: The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation? Technological Forecasting and Social Change, Vol. 114. 254–280. o. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>.
- GENNAIOLI, N.–SHLEIFER, A.–VISHNY, R. [2015]: Neglected Risks: The Psychology of Financial Crises. American Economic Review, American Economic Association, Vol. 105. No. 5. 310–314. o. <https://doi.org/10.1257/aer.p20151091>.
- GOPINATH, G.–KALEMLI-OZCAN, S.–KARABARBOUNIS, L.–VILLEGAS-SANCHEZ, C. [2015]: Capital Allocation and Productivity in South Europe. NBER Working Paper, No. 21453. <https://doi.org/10.3386/w21453>.
- GREGORY, T.–SALOMONS, A.–ZIERAHN, U. [2016]: Racing With or Against the Machine? Evidence from Europe. ZEW Discussion Paper, No. 053. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2815469>.
- GTAI [2016]: Industrie 4.0: Smart Manufacturing for the Future. https://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/_SharedDocs/Downloads/GTAI/Brochures/Industries/industrie4.0-smart-manufacturing-for-the-future-en.pdf?v=7.

- GUEZ, H.–ZAOUATI, P.–ATTALI, J. [2015]: Positive Finance: A Toolkit for Responsible Transformation. Greenleaf, Salts Mill, Egyesült Királyság, 120 o.
- GUPTA, N.–ZELTMANN, S. E.–TSOUTSOS, N. G.–MANIATAKOS, M.–RAJENDRAN, J.–KARRI, R. [2016]: Manufacturing and Security Challenges in 3D Printing. The Journal of The Minerals, Metals & Materials Society, Vol. 68. No. 7. 1872–1881. o. <https://doi.org/10.1007/s11837-016-1937-7>.
- HERSHBEIN, B.–KAHN, L. B. [2016]: Do Recessions Accelerate Routine-Biased Technological Change? Evidence from Vacancy Postings. NBER Working Paper, No. 22762. <https://doi.org/10.3386/w22762>.
- HOLLAND, S. P.–HUGHES, J. E.–KNITTEL, C. R.–PARKER, N. C. [2013]: Unintended Consequences of Transportation Carbon Policies: Land-Use, Emissions, and Innovation. NBER Working Paper No. 19636. <https://doi.org/10.3386/w19636>.
- IMF [2015]: World Economic Outlook, Uneven Growth. Short- and Long-Term Factors. International Monetary Fund, Washington, DC, április 15. www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2015/01/pdf/text.pdf.
- ISSON, J. P.–HARRIOTT, J. S. (SZERK.) [2016]: People Analytics in the Era of Big Data: Changing the Way You Attract, Acquire, Develop, and Retain Talent. John Wiley & Sons Inc., Hoboken, NJ, 416 o. <https://doi.org/10.1002/9781119083856>.
- KANE, G. C.–PALMER, D.–PHILLIPS, A. N.–KIRON, D. [2015]: Is Your Business Ready for a Digital Future? MIT Sloan Management Review, Vol. 56. No. 37.
- KANE, G. C.–PALMER, D.–PHILLIPS, A. N.–KIRON, D.–BUCKLEY, N. [2016]: Aligning the Organization for its Digital Future. MIT Sloan Management Review, Research Report, Deloitte University Press.
- KEYS, B. J. [2015]: The Credit Market Consequences of Job Displacement. University of Chicago, Chicago. Kézirat, http://home.uchicago.edu/~benkeys/Research_files/Keys_jobloss_bankruptcy_June2015.pdf.
- KLUMPP, M. [2016]: To Green or Not to Green: A Political, Economic and Social Analysis for the Past Failure of Green Logistics. Sustainability, Vol. 8. No. 5. 441–463. o. <https://doi.org/10.3390/su8050441>.
- KOVÁCS OLIVÉR [2013]: An International IT Service Firm: A Case Study on Workplace Innovation. Megjelent: *Makó Csaba–Polónyi István–Szanyi Miklós–Ujhelyi Mária* (szerk.) [2013]: Organizational and Institutional Innovation and Enterprise Clusters as Sources of Competitiveness. Competitio Books, No. 13. 25–57. o.
- LEMMENS, P. [2015]: Social Autonomy and Heteronomy in the Age of ICT. The Digital Pharmakon and the (Dis)Empowerment of the General Intellect. Foundations of Science, Vol. 22. No. 2. 287–296 o. <https://doi.org/10.1007/s10699-015-9468-1>.
- MCCLOSKEY, D. N. [2016]: Bourgeois Equality: How Ideas, Not Capital or Institutions, Enriched the World. University of Chicago Press, Chicago, 768 o.
- MCLAREN, N.–SHANBHOGUE, R. [2011]: Using Internet Search Data as Economic Indicators. Bank of England Quarterly Bulletin, No. 2011 Q2. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1865276>.
- MOKYR, J.–VICKERS, C.–ZIEBARTH, N. L. [2015]: The History of Technological Anxiety and the Future of Economic Growth: Is This Time Different? Journal of Economics Perspectives, Vol. 29. No. 3. 31–50. o. <https://doi.org/10.1257/jep.29.3.31>.
- NOLAN, B.–ROSER, M.–THEWISSEN, S. [2016]: GDP per Capita versus Median Household Income: What Gives Rise to Divergence Over Time? Oxford, INET Working Paper Series, No. 3. <https://stefanthewissen.files.wordpress.com/2015/08/nolan-et-al-2016-gdp-per-capita-versus-median-household-income-inet-wp.pdf>.

- O'NEIL, C. [2016]: Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy. Crown Publishing, New York, 272 o.
- OLLIVAUD, P.–PIONNIER, P. A.–RUSTICELLI, E.–SCHWELLNUS, C.–KOH, S.-H. [2016]: Forecasting GDP During and After the Great Recession. OECD Economics Department Working Paper, No. 1313. <https://doi.org/10.1787/5jlv2jj4mw40-en>.
- PALVIA, S.–VEMURI, V. [2016]: Forecasts of Jobless Growth: Facts and Myths. Journal of Information Technology Case and Application Research, Vol. 18. No. 1. 4–10. o. <https://doi.org/10.1080/15228053.2016.1145621>.
- SCHNEIDER, F. [2012]: The Shadow Economy and Work in the Shadow: What Do We [Not] Know? IZA Discussion Paper, No. 6423.
- THALER, H. R.–SUNSTEIN, R. C. [2011]: Nudge. Jobb döntések egészségről, pénzről és boldogságról – a pénzügyi válság után. Manager Könyvkiadó, Budapest.
- VAN ARK, B.–ERUMBAN, A.–CORRADO, C.–LEVANON, G. [2016]: Navigating the New Digital Economy: Driving Digital Growth and Productivity from Installation to Deployment. The Conference Board, New York.
- VILÁGBANK [2015]: Global Financial Development Report 2015/2016. Long-term Finance. The World Bank, <http://documents.worldbank.org/curated/en/955811467986333727/pdf/99100-PUB-REVISED-Box393195B-OUO-9-until-9-14-15.pdf>.
- VILÁGBANK [2016]: World Development Report, Digital Dividends. The World Bank, Washington, DC, <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-0671-1>.
- WU, L.–BRYNJOLFSSON, E. [2015]: The Future of Prediction: How Google Searches Foreshadow Housing Prices and Sales. Megjelent: *Goldfarb, A.–Greenstein, S. M.–Tucker, C. E.* (szerk.) [2015]: Economic Analysis of the Digital Economy. NBER Book, 89–118. o.