

## Egy előre bejelentett forradalom krónikája Magyarországon – Ipar 4.0-technológiák és a hazai feldolgozóipari leányvállalatok

SZALAVETZ ANDREA

*A cikk részben a szakirodalom áttekintése, részben vállalati interjúk alapján arra keres választ, hogy milyen hatást gyakorolnak az ipar 4.0-technológiák a gyártás értéklánc-pozíciójára általában és a vizsgált feldolgozóipari leányvállalatokra konkrétan. Megállapítja, hogy a multinacionális vállalatok helyi leányvállalatai körében az ipar 4.0-technológiák alkalmazása a helyi termelést, a meglévő kapacitásokat fejlesztette, és nem vezetett a termelési és az azt támogató feladatok visszatelepítéséhez a fejlett országokba. Az új technológiák összetett hatást gyakoroltak a foglalkoztatásra: bár bizonyos korábbi tudáselemeket leértékeltek, a tudásfelértékelő hatásuk is számottevő volt. Az empirikus tapasztalatok és a szakirodalomból levont következtetések eredményeként azt feltételezzük, hogy az ipar 4.0-technológiák hatására nő az operatívnak tekintett tevékenységek aránya az értékláncon belül, azaz az értékláncok koordinátorai kevesebb tevékenységet tekintenek valóban stratégiainak. Az ipar 4.0-technológiák hatására csökken a különbség az egyes operatív tevékenységek értéklánc-pozíciója között: a mosolygörbe alsó része laposabb, elnyújtottabb lesz.*

Journal of Economic Literature (JEL) kód: O33, O14, F23.

A gyártási tevékenység hosszú ideje mostohagyereknek, kiszervezendő, költségeit minimálisra szorítandó, operatív tevékenységnek számít a multinacionális vállalatok körében. Felmerült, hogy a „negyedik ipari forradalom” elnevezést életre hívó új feldolgozóipari technológiák megjelenésével<sup>1</sup> változhat ez a helyzet (Dombrowski és szerzőtársai, 2016): a feldolgozóipari tevékenység megkülönböztető jellemvonássá, versenyképességi tényezővé válhat.

A gyártási tevékenység értékláncon belüli helyzetének esetleges változását a negyedik ipari forradalom máig nem egységes definícióiból kiindulva érdemes vizsgálni. A definíciók többsége a technológiai újdonságokra helyezi a hangsúlyt (Brettel és szerzőtársai, 2014),<sup>2</sup> mivel az új technológiákat megtestesítő berendezések üzembe helyezésétől, illetve a termelési rendszerek ennek megfelelő átalakításától az elméleti és a gyakorlati szakemberek egyaránt a termelés egyes mutatóinak<sup>3</sup> korábban elképzelhetetlen mértékű javulását várják (Rüßman és szerzőtársai, 2015).<sup>4</sup>

---

Szalavetz Andrea, az MTA KRTK Világ gazdasági Intézet tudományos főmunkatársa.

E-mail cím: szalavetz.andrea@krtk.mta.hu

<sup>1</sup> Például a kiberfizikai rendszerek, az ipari adattudomány, a mesterséges intelligencia, a kollaboratív ipari robotok, a 3D-nyomatás – lásd Szalavetz [2016].

<sup>2</sup> E cikket bevezető korábbi elméleti írásomban (Szalavetz, 2016) *Monostori* 2015-ös tanulmánya alapján én is technológiai definíciót használtam: „... intelligens gyárakban, más szóval kiberfizikai termelési rendszerek segítségével új, a korábbiaknál kedvezőbb fizikai jellemvonásokkal rendelkező anyagokból és új technológiák felhasználásával (például: nanotechnológia, lézertechnológia, ipari biotechnológia, 3D-nyomatás, mesterséges intelligencia) állítanak elő termékeket...”

<sup>3</sup> Például a termelőeszközök kihasználtsága, a feldolgozás pontossága és egyéb minőségi paraméterei, az átfutási idők, az egyes változtatások időigénye, a költségek stb.

<sup>4</sup> Cikkem címe *Gabriel García Márquez* regényének parafrázisa, arra utal, hogy szemben a többi ipari forradalommal, amelyeket a kutatók ex post minősítettek annak (Freeman–Louçã, 2001), a negyedik ipari forradalmat előre beharangozták (például *Bermann*, 2012; *Kagermann* és szerzőtársai, 2013; *Manyika* és szerzőtársai, 2013), teret engedve annak a máig nem eldöntött vitának, hogy valóban forradalmi vagy csupán evolutív változással állunk-e szemben.

Más írások ugyanakkor arra hívják fel a figyelmet, hogy az ipar 4.0 jelenségének értelmezését nem célszerű az új technológiákra szűkíteni (*Bharadwaj* és szerzőtársai, 2013; *Erol* és szerzőtársai, 2016; *Kagermann* és szerzőtársai, 2013). Ez utóbbi kutatók érvei szerint az ipar 4.0 korszakának valódi újdonságát a szervezeti és üzleti modellbeli közelítések pontosabban mutatják be. Az egyes technológiai megoldások sajátosságainál fontosabb, hogy az értékláncok koordinátorai az új technológiák segítségével új szervezeti felállásban minden korábbinál átfogóbb és integráltabb módon kontrollálják az értéklánc egészét, követik nyomon (és fejlesztik adott esetben tovább) a termékeket, azok teljes életciklusán keresztül (*Erol* és szerzőtársai, 2016; lásd még *Porter–Heppelmann*, 2014, 2015). Ez utóbbi megközelítés tehát nem a *termelési képességek* javulását hangsúlyozza, hanem azt, hogy maga az üzletvitel helyeződik új alapokra.

Ez a cikk e vitatott definícióból indul ki, amikor vállalati interjúk segítségével békaperspektívából, a „termelőtelephely-gazdaságban” (*Baldwin*, 2012) működő feldolgozóipari leányvállalatok tapasztalatai alapján vizsgálja *Dombrowski* és szerzőtársai [2016] idézett állítását. Ha ugyanis a negyedik ipari forradalom a gyártást valóban versenyképességi tényezővé emeli, másként fogalmazva: nem csupán arról van szó, hogy a termelési rendszerek jelentős költségekkel történő modernizálása időleges versenyelőnyt biztosít, hanem *a gyártás elmozdul a mosolygörbe aljáról*,<sup>5</sup> akkor mindazoknak a gyártó gazdaságoknak, amelyeknek sikerül a kihelyezett termelési tevékenységeket megtartaniuk és az ezekhez kapcsolódó korábbi feljebb lépési eredményeiket megőrizniük, páratlanul kedvezők lesznek a kilátásaik.

Ha azonban a gyártás mutatóinak valóban látványos javulása mellett a vállalati központ funkciói is változnak, mivel az üzletvitel új alapokra helyeződött, akkor az értékláncot alkotó funkciók és tevékenységek együttes vizsgálatára lenne szükség ahhoz, hogy felmérhessük, változott-e, változik-e a gyártás értéklánc-pozíciója.

Ez a cikk részben a szakirodalom áttekintése, részben vállalati interjúk alapján arra keres választ, hogy milyen hatást gyakorolnak az ipar 4.0-technológiák a gyártás értéklánc-pozíciójára általában és a vizsgált feldolgozóipari leányvállalatokra konkrétan.

Az előbbi kérdésre a vállalati interjúk természetesen nem tudnak közvetlen és egyértelmű választ adni. Sőt még azt sem állíthatjuk, hogy az interjúk megbízható válasszal szolgálnának e kutatást bevezető elméleti tanulmányban (*Szalavetz*, 2016) feltett kérdések mindegyikére. Például még messze nem telt el elegendő idő ahhoz, hogy egyértelműen megállapíthassuk, nem történt meg a termelési feladatok visszatelepítése a küldő országokba.

Az ipar 4.0-technológiák elterjedéséről és ezek első hatásairól szóló interjúk eredményei így legfeljebb a gyártási tevékenység értékláncon belüli helyzetének változását állító idézett cikk elméleti továbbgondolását, hipotézisek felállítását teszik lehetővé. Az interjúk eredményeinek bemutatását követően a cikk ezekkel az elméleti megfontolásokkal zárul. Ezt megelőzően elsőként röviden áttekintem a kutatás szempontjából releváns elméleti szakirodalom néhány megállapítását, majd ismertetem a kutatási módszert és a vállalati mintát.

## Elméleti háttér

A technológiai forradalmak a közgazdaság-tudomány, a nemzetközi és az üzleti gazdaságtan szinte valamennyi ágával, nagy témakörével összefüggésbe hozhatók. Kutatási kérdéseink szempontjából a technológia elterjedését befolyásoló tényezőkkel foglalkozó irodalom és a technológiai fejlődésnek a foglalkoztatási szerkezetre és a foglalkoztatók által igényelt

---

<sup>5</sup> Az értékláncot alkotó egyes tevékenységek hozzáadott értékének eltéréseit *Mudambi* [2008] mosoly alakú görbével szemléltette (lásd az *1a ábrát* később). E szerint a termelést megelőző szakaszokban (üzleti koncepció és ellátásilánc-kialakítás és -koordináció, alap- és alkalmazott kutatás, dizájn), illetve a termelést követő szakaszokban (marketing, termékhez kapcsolódó szolgáltatások, értékesítés, értékesítést követő szolgáltatások) végzett tevékenységek hozzáadott értéke jóval magasabb, mint a középső, a termelési szakaszban végzeteké.

szaktudásra gyakorolt hatásaival foglalkozó szakirodalom a leginkább releváns.<sup>6</sup> Ezek mellett témánkkal szorosan összefügg a feldolgozóipar terciarizálódását, a gyártási és szolgáltatási tevékenységek összefonódását bemutató szakirodalom, valamint a globális értékláncokkal és ezen belül a feljebb lépéssel versus a leányvállalatok mandátumvesztésével foglalkozó szakirodalom. Végül szintén a vizsgált kérdésekhez kapcsolódik az ipar 4.0-technológiák sajátosságai és üzleti hatásaival foglalkozó szakirodalom.

A felsorolt, egyenként könyvtári terjedelmű szakirodalmi irányokból e helyütt csupán jelzésszerűen emelek ki néhány megállapítást.

A technológia elterjedését befolyásoló tényezőkkel foglalkozó irodalom fontos megállapítása, hogy az utóbbi évszázadban az új technológiák elterjedése erősen felgyorsult (*Comin–Hobijn*, 2010). A gyorsulást főként a globalizáció erősödése magyarázza, mivel a nemzetközi kereskedelem és a közvetlentőke-befektetések nem csupán a globalizáció hordozói, hanem egyúttal a technológia terjedésének legfontosabb csatornái (*Eaton–Kortum*, 2001; *Keller*, 2004). Ezzel együtt a technológia terjedése nem automatikus: az abszorpció sikeréhez a technológiát átvevő gazdasági szereplők helyi fejlesztési erőfeszítéseire van szükség (*Cohen–Levinthal*, 1990; *Fu és szerzőtársai*, 2011). Az új technológiák tehát látszólag egyre gyorsabban terjednek el, jelennek meg az adott technológiát létrehozó és továbbfejlesztésében aktívan részt vevő országoktól<sup>7</sup> távolabb eső periférikus országokban is. Ha azonban intenzív összetevők alapján vizsgálják a technológia terjedési sebességét, az országok közötti különbségek már jóval jelentősebbek. *Comin–Mestieri* [2013] bemutatta, hogy bár látványosan csökkentek az országok közötti különbségek a tekintetben, hogy mekkora késéssel jelent meg egy-egy új technológia (extenzív összetevő), ha azonban azt számszerűsítik, hogy a gazdasági szereplők mekkora hányada és milyen intenzitással használta az új technológiákat (intenzív összetevő), nemhogy csökkent volna, hanem a huszadik században jelentősen növekedett az országok közötti különbség. A hivatkozott szerzők szerint napjainkban főleg a technológia terjedésének intenzív összetevője magyarázza az országok közötti jövedelemkülönbségeket.

*Comin–Mestieri* [2013] hivatkozott cikkének címe (Ha a technológia mindenhová megérkezett, miért vannak [továbbra is] országok közötti jövedelemkülönbségek?) egy korábbi klasszikus elméleti tézist idéz fel: *a megfelelő technológia kiválasztásának* elméletét, amely szerint az egyes országok erőforrás-ellátottságuk alapján választanak maguknak az elérhető technológiák közül (*Basu–Weil*, 1998).

Témánk szempontjából ezek az elméletek különösen érdekesek, mivel felmerül a kérdés, hogy egy közepesen fejlett termelőtelephely-gazdaságba mikor (mekkora késéssel) érkeznek meg a legfejlettebb feldolgozóipari technológiát képviselő termelőeszközök? A tőke–munka aránya és különösen a humántőke-állomány jelenlegi szintjén megfelelőnek tekinthetők-e ezek a technológiák? Ha nem megfelelőek és a gazdaság meghatározott, a külföldi tulajdon magas részarányával jellemezhető szegmenseiben mégis intenzíven alkalmazzák azokat, akkor mi motiválja a közvetlentőke-befektetők technológiatranszferét?

Kutatási kérdésünkkel szorosan összefüggő másik téma a feldolgozóipari és szolgáltatási tevékenységek összefonódása, ami nem új keletű jelenség – input- és outputoldal<sup>8</sup> egyaránt régóta megfigyelhető (*Pilat–Wölff*, 2005; *Szabó*, 2006; *Tomlinson*, 2000; *Vandermerwe–Rada*, 1988). Napjainkban ez a trend felerősödött. A termékeket – mint a feldolgozóipari cégek kínálatának korábbi alapegységeit – már régen ún. „termék-szolgáltatáscsomagok”, illetve „megoldások” váltották fel. Az ipar 4.0 korszakában (meghatározott iparágakban) új

---

<sup>6</sup> Ez utóbbi témát korábbi, elméleti cikkem (*Szalavetz*, 2016) érintette.

<sup>7</sup> Továbbra is igaz azonban, hogy az új technológiát létrehozó országok köre meglehetősen szűk (*Eaton–Kortum*, 2001), kevesen jutnak el a technológiai élvonal közelébe (*Eichengreen és szerzőtársai*, 2013)

<sup>8</sup> A feldolgozóipar egyre több szolgáltatást használ fel, másrészt a kibocsátott termékekbe egyre többféle szolgáltatás épül bele, illetve kíséri azokat.

kifejezés jelzi a trend felerősödését: a „termék mint szolgáltatás” üzleti modellje. Ebben a modellben az értékesítési tranzakció vagy nem a termék tulajdonjogára vonatkozik, vagyis a vevő csupán a termék funkcionalitását fizeti meg,<sup>9</sup> vagy a termék a hozzá kapcsolódó szolgáltatások platformja.<sup>10</sup>

Ami az inputoldalt illeti, a technológiai újdonságok közül nem csupán az a jelenség érdemel figyelmet, hogy a gyártást vezérlő és a gyártással kapcsolatos döntéseket támogató informatikai megoldások minden korábbinál fejlettebbé váltak, az intelligens termelési rendszer képes autonóm (emberi beavatkozás nélküli) döntéseket hozni, a rendszer képes önszabályozásra és önoptimalizálásra és – nem utolsósorban – a beépített mesterséges intelligencia révén öntanulásra (*Váncza és szerzőtársai, 2011*). Egy másik, kevésbé gyakran emlegetett, de legalább akkora figyelmet érdemlő újdonság, hogy a mindenütt jelenlévő informatikával az értékláncot alkotó tevékenységek minden korábbinál átláthatóbbá és integráltabbá váltak, vagyis könnyebb lett az értékláncok koordinációja. Mindez egyúttal azt is jelenti, hogy könnyebbé vált néhány ún. vállalatiközpont-funkcióhoz kapcsolódó tevékenység, például a rendszerintegráció és a koordináció. Gyorsan elterjedtek azok az applikációk is, amelyek egyes üzleti döntéseket támogatnak (ami szintén ún. vállalatiközpont-tevékenység). Ez fontos új fejlemény abban az időszakban, amikor az értékláncok növekvő komplexitása következtében az integrációs és koordinációs költségek évtizedek óta egyre nőnek (lásd: *Larsen és szerzőtársai, 2013* áttekintését).<sup>11</sup>

Végül említést érdemel a globális értéklánccal foglalkozó irodalomnak az az ága, amely a leányvállalati feladatkörök alakulását és az ezt befolyásoló tényezőket elemzi. A szakirodalom bővelkedik olyan esettanulmányokban, amelyek a leányvállalati tanulást és a „vállalkozó leányvállalatok” feljebb lépését írják le (*Birkinshaw, 1996, Birkinshaw–Hood, 1998; Contractor és szerzőtársai, 2010; Manning és szerzőtársai, 2008*). Ezek az írások rámutatnak, hogy a helyileg ellátott funkciók bővítése lehetséges, a multinacionális vállalatban belüli munkamegosztás nem merev: még a szigorúan csak gyártásra szakosodott leányvállalatok is elnyerhetnek a korábbiaknál tudásigényesebb, magasabb hozzáadott értéket létrehozó feladatokat, felelősségi köröket.

A változások ugyanakkor nem egyirányúak: a funkcióbővülést visszaesés, egyes funkciók elvesztése követheti. A külső környezet változása például

- az üzleti ciklus negatív fordulata, amelynek következtében az anyavállalat az értéklánc konszolidációjába kezd;
- ha konkurens cég felvásárolja az anyavállalatot;
- ha az anyavállalat üzletimodell-váltást határoz el;

vagy éppen – és témánk szempontjából ez az, ami a leginkább releváns:

---

<sup>9</sup> Például azzal, hogy nem a termék árát fizeti ki, hanem a termék üzembe állításának hatására a saját alaptervekenységének mutatóiban bekövetkezett javulás (hatékonyságnövekedés, költségcsökkenés) mértékében fizet előre meghatározott díjat (*Iansiti–Lakhani, 2014; Lacy–Rutqvist, 2015*). Vagy felhőalapú számítástechnikai szolgáltatást vásárol, és nem fektet be nagy teljesítményű szerverekbe, adatközpontokba. A termék mint szolgáltatás leghíresebb példája a Rolls-Royce repülőgépmotorjainak szolgáltatásalapú árazása (a repült órák után).

<sup>10</sup> A platform kifejezés egyrészt arra utal, hogy a termék új szolgáltatásokkal továbbfejleszhető – a termék előállítója annak teljes életciklusa során az adott termékhez kapcsolódóan különböző szolgáltatásokat nyújt –, másrészt arra, hogy nem maga a termék értékes a vevő számára, hanem az azzal járó szolgáltatások, például a termelőeszközökhöz kapcsolt adatkinyerési és üzleti analitikai megoldások (*Porter–Heppelmann, 2015*).

<sup>11</sup> Egy korábbi írásomban (*Szalavetz, 2013*) a földrajzilag szétszórt hozzáadottérték-termelés integrálását és koordinálását segítő, vagyis a feldolgozóipari tevékenységek inputoldalán jelentkező szolgáltatásokat (például vállalat-, illetve értéklánc-specifikus informatikai, logisztikai szolgáltatásokat, a beszállítói háttérfejlesztéshez, illetve a szervezetfejlesztéshez kapcsolódó szolgáltatásokat, technikai segítségnyújtást a leányvállalatoknak stb.) *értéklánc-integrációs szolgáltatásoknak* neveztem el. Ezek a szolgáltatások új harmadik szolgáltatástípust képviselnek az alaptervekenységet támogató (logisztika, emberierőforrás-fejlesztés, K + F és dizájn, tesztelés stb.) és a termékekhez kapcsolódó szolgáltatások mellett.

– technológiai változások hatására alapvetően változhat a multinacionális vállalatban belüli funkcionális munkamegosztás (*Cano-Kollman* és szerzőtársai, 2016; *Dörrenbacher–Gammelgaard*, 2010; *Gereffi*, 2014).

### Kutatási módszer és vállalati minta

Mivel a kutatási kérdés – az ipar 4.0-technológiákkal kapcsolatos első tapasztalatok – kvalitatív vizsgálatot igényel, a vállalati interjúkra építő módszer célravezető megközelítésnek tűnt. A vállalati minta kiválasztásakor *Comin–Mestieri* [2013] idézett megállapításából indultam ki, amely szerint jelentős különbségek vannak az egyes országok között a tekintetben, hogy a gazdasági szereplők mekkora hányada és milyen intenzitással használja az újonnan megjelent technológiai megoldásokat. Magyarországon például nem túl kedvező a helyzet: az Európai Bizottság Digitális Gazdaság és Társadalom Indexe (DESI, 2016) szerint a digitális fejlettség tekintetében Magyarország a huszadik helyezett az EU-28 országain belül. A mutatószám összetevői közül az egyik legnagyobb lemaradást az üzleti szféra mutatja: üzleti folyamataikba a gazdaság szereplői közül az EU-átlagánál jóval kevesebben integráltak fejlett digitális technológiákat.

E megállapítások fényében célszerűnek látszott, ha a technológia helyi elterjedésének hordozói, vagyis a multinacionális vállalatok magyarországi leányvállalatai körében keresek interjúalanyokat, mégpedig azokban az iparágakban, ahol az ipar 4.0-technológiák a legelterjedtebbek: az autópárban, az elektronikában, a gépgyártásban (PWC, 2014).<sup>12</sup> A vállalati mintába tehát a kutatási kérdéseim szempontjából sokatmondó tapasztalatokkal rendelkező cégeket válogattam. *Patton* [1990] ezt célzott mintaválasztásnak nevezi: a mintába került cégek esetei egyediek, nem általánosíthatók, tapasztalataik azonban betekintést ígérnek az adott téma részleteibe.

A megkérdezett cégeket két adatbázisból válogattam, egyfelől a *Techmonitor* című folyóiratban, illetve az ahhoz kapcsolódó internetes oldalon (lásd: <http://techstorym2m.hu>), másfelől a *Gyártástrend* című folyóiratban megjelent cikkek és esettanulmányok alapján.

A megkérdezett vezetőknek egy előre összeállított interjúprotokoll alapján nyitott kérdéseket tettem fel. A leírt kérdéseket az adott cégről szóló *Techmonitor*-/*Gyártástrend*-esettanulmányban olvasottak alapján megfogalmazott kérdésekkel vezettem be. Esetenként mindezeket más cégspecifikus kérdésekkel is kiegészítettem, amennyiben az adott cég mérlegbeszámolójának kiegészítő mellékletében leírtak vagy egyéb internetes forrásokban az adott cégről fellelt információk erre lehetőséget adtak.

Az interjúprotokollban szereplő kérdések első csoportja azt igyekezett felmérni, milyen ipar 4.0-megoldásokat alkalmaznak; mennyire automatizált a termelés; milyen technológiai beruházásokra került sor a közelmúltban, illetve mi az új technológiák fő újdonságtartalma. A kérdések következő csoportja az új technológiák bevezetésének motivációit mérte fel, végül pedig az új technológiai megoldásoknak a foglalkoztatottakra, a munkavégzés jellegére, az adott cég teljesítménymutatóira és multinacionális vállalatban belüli helyzetére gyakorolt hatásait vettem sorra. Rákérdeztem, hogy változott-e az új technológiák bevezetését követően a leányvállalat feladatköre, volt-e arra példa, hogy semmissé váltak korábbi feljebb lépési eredmények (ha igen, milyen területeken), vagy ellenkezőleg: állíthatjuk-e, hogy az új technológiai megoldások pótlólagos feljebb lépési lehetőségeket nyitottak meg?

A mintában szereplő cégeknek anonimitást ígértem, így a következőkben a minta összetételéről csak néhány aggregált adat szerepel. Összesen tíz céggel: multinacionális vállalatok autópári ( $n = 5$ ), illetve elektronikai ( $n = 4$ ) leányvállalataival és egy globális, multidivizionális óriásvállalat helyi gépipari leányvállalatával készítettem interjút.

<sup>12</sup> A PWC hivatkozott tanulmánya szerint a gyógyszeripar és a vegyipar szintén az intenzív felhasználók közé tartozik.

Exportorientált nagyvállalatokról van szó, foglalkoztatottaik átlagos száma 2015-ben 1239 fő volt, árbevételük átlagosan 305 millió euró ( $n = 9$ ), és az árbevételnek 96 százaléka exportból származott ( $n = 9$ ). A cégek mindegyike hosszú ideje, 2016-ban átlagosan már huszonegyedik éve működik Magyarországon.

## Eredmények

### *Ipar 4.0-technológiák a mintába került leányvállalatoknál*

A mintába került gyártó leányvállalatok esete meggyőzően tanúsítja, hogy az új gyártási technológiák magyarországi elterjesztésének valóban a multinacionális vállalatok helyi leányvállalatai a fő hordozói. A vizsgált cégek, továbbá a két adatbázisban szereplő egyéb esettanulmányok az ipar 4.0-technológiák hazai elterjedéséről, intenzív alkalmazásáról tanúskodnak, ami természetesen a célzott mintaválasztásra vezethető vissza. A megkérdezett cégek nem csupán az ipari automatizálási megoldások, az RFID-technológia, a kiberfizikai rendszerek és az intelligens döntéstámogatási rendszerek *felhasználói*, hanem maguk is részt vesznek az üzembe állítással kapcsolatos testre szabási fejlesztésekben, az ipari robotok programozásában, esetenként multinacionális vállalati szintű szoftverfejlesztésben.

Az interjúk ugyanakkor arra is rávilágítottak, hogy a technológiaterjedés és -felhasználás intenzitását nem csupán a célzott mintaválasztás magyarázza. A vezetők két további tényezőre is felhívták a figyelmet. Elsőként arra, hogy a gyártás digitalizálása, az ipar 4.0-megoldások rendszerbe állítása hosszú, fokozatos, kumulatív *folyamat*: nincs olyan, hogy (egyszeri döntéssel) „áttérés ipar 4.0-ra”.

Az új technológiai megoldásokat úgy alakították ki, hogy azok a régiekkel kompatibilisek legyenek: hogy meghatározott területek automatizálása, digitalizálása, új robotok, szenzorok, adatkinyerési megoldások és a termelést vezérlő algoritmusok rendszerbe állítása ne veszélyeztesse a meglévő rendszerek funkcionalitását. Ez egyfelől könnyebbé és olcsóbbá teszi az új technológiák rendszerbe állítását (nincs feltétlenül szükség óriási zöldmezős beruházásokra, az új technológiák hozzáilleszthetők a régebbi technológiát megtestesítő alrendszerekhez – igaz, a mintánkba került cégek egy részénél a zöldmezős beruházással létrehozott új telephelyeken került sor a legátfogóbb, ún. „ipar 4.0-mintaalkalmazások” bevezetésére). Másfelől a vizsgált technológiáknak ez a sajátossága Magyarország mint termelő telephely számára igen kedvező: ha a meglévő telephelyek fokozatosan fejleszthetők új technológiai megoldások rendszerbe állításával, akkor nem, vagy jóval kevésbé merül fel, hogy máshova telepítsék a termelést, mint ha zöldmezős óriásberuházásokra lenne szükség az új technológia meghonosításához.

Az interjúk során hangsúlyozott második tényező az volt, hogy valójában az ipar 4.0-kategóriába tartozó technológiai megoldások nem olyan radikálisan újak, mint amit a témáról szóló cikkek sugallnak. Az autóiparban már régóta előírás a termékek (és alkatrészeik), valamint a termelési eljárás minden egyes összetevőjének visszakövethetősége. A számítógép-vezérelt, sőt hálózatba kötött termelőeszközök, illetve az eljárásfejlesztést segítő szimulációk, a termékek és a gyártás virtuális leképezése sem tekinthető példátlan újdonságnak.

Új viszont, hogy az ipari robotok ára erősen csökkent, így már az ún. alacsony bérszintű országokban is megéri ezeket bevezetni. Újdonság továbbá az emberekkel kollaborálni képes robotok megjelenése (meghatározott tevékenységek esetében ez a technológia várhatóan jelentős fizikai munkaerőt szabadít fel).

A valódi újszerűséget azonban a termelési eljárások egyes paramétereiről kinyert óriási tömegű adat jelenti. Ma már nem utólag vesznek néhány mintát egy-egy legyártott sorozatból, mérik meg azok minőségi paramétereit, és vizsgálják az esetleges eltérések és a termelési paraméterek közötti ok-okozati kapcsolatokat. Minden egyes termékről, illetve a termelési

eljárás minden szakaszán elvégzett, minden egyes beavatkozásról rendelkezésre állnak az adatok, amelyek egy részét maguk a számítógépes rendszerek értékelik ki. A nagy adattömeg minőségi változást hozott: az alapvető problémák megértése könnyebbé vált, a visszacsatolás gyorsult.

Újdonság továbbá a termelés (a sokféle berendezés és az azokat vezérlő sokféle applikáció) korábban példátlan számítógépes integrációja: a gyártási folyamat ettől vált a korábbiaknál átláthatóbbá.

Összességében tehát (a vizsgált vállalatok körében) az ipar 4.0-technológiák meglepően intenzív felhasználását magyarázó tényezőket úgy foglalhatjuk össze, hogy az „ipar 4.0” korábban meglévő megoldásokra épít: azokat tökéletesíti, egységesíti, egészíti ki és emeli (bizonyos területeken) magasabb szintre.

Az interjúk során elhangzottak mellett említést érdemel egy harmadik magyarázat. A technológia meglepően gyors megjelenését és intenzív használatát – legalábbis a vizsgált szűk vállalati körben – az is magyarázza, hogy lényegesen könnyebb, gyorsabb és olcsóbb a gyártást digitalizálni, új alapokra helyezni (mint láttuk, nem is igazán újak az alapok), mint az üzletvitelt (az üzleti folyamatokat, a vállalati szervezetet, sőt esetenként magát a verseny kereteit) átalakítani. Úgy is fogalmazhatnánk, hogy könnyebb, olcsóbb és gyorsabb a termelőtelephely-gazdaságok szereplőit (legalábbis a közvetlentőke-befektetésekkel felfejlesztett szegmensekben működőket) „ipar 4.0 mintaalkalmazással” változtatni, mint a „vállalatiközpont-gazdaságokban” versengő cégek üzleti modelljeit a digitális korszak versenyképességi követelményeinek megfelelően átalakítani (lásd: *Agarwal–Brem*, 2015; *Iansiti–Lakhani*, 2014 esettanulmányait a GE átalakulásáról és a téma általános kifejtését: *Burmeister* és szerzőtársai, 2015; *Porter–Heppelmann*, 2014, 2015).

#### *Az ipar 4.0-technológiák felhasználásával kapcsolatos fő motivációk*

A vállalati interjúk tanúsága szerint az esetek többségében nem átfogó „digitális stratégiát” követtek a cégek az egyes beruházások végrehajtásakor: leginkább megoldást kerestek meghatározott technológiai problémákra. A konkrét műszaki problémák közé tartoztak az üzemzavarok, nem tervezett leállások, a szerszámok kopása és vártnál rövidebb élettartama, a túlzottnak ítélt selejtarány, a „folyamatstabilitás” elvártnál alacsonyabb szintje; a túl hosszú időt igénylő gépátállítás és/vagy szerszámcsere, a termelés nem megfelelő ütemezése, szűk keresztmetszetek kialakulása.

Egyes vállalatvezetők az érem másik oldalát helyezték előtérbe, e szerint a vevők olyan minőségi, határidős és rugalmassági követelményeket kezdtek felállítani, hogy komolyabb átalakítás, digitális megoldások bevezetése és a gyártási folyamat valós idejű szabályozása nélkül a termelési rendszer már nem volt képes mindezeknek megfelelni.

Mások a termelés növekvő komplexitását említették: a termelés gyors bővülése és diverzifikálódása átláthatatlanná tette a rendszert. A problémák halmozódásának megakadályozása érdekében nagy adatmennyiség elemzésére és a sokféle paraméter optimalizálására képes informatikai megoldásokra, továbbá kapacitástervezési és termelésütemezési szoftverek rendszerbe állítására volt szükség.

Az egyik cégnél meglepő választ adtak a megfelelően képzett munkaerő egyébként mindenkinél egységesen jelentkező hiányára. Elmondásuk szerint főleg a munkaerőhiány motiválta az emberekkel kollaborálni képes robotok üzembe állítását, továbbá az, hogy ezeknek az újfajta robotoknak az ára az utóbbi években számottevően csökkent, ami a beruházás páratlanul kedvező megtérülését ígerte. Mások ezzel szemben azt hangsúlyozták, hogy még mindig kedvezőbb a létszámot növelni, mint a termelést automatizálni.<sup>13</sup> Az új

<sup>13</sup> Ez természetesen technológiafüggő, illetve az adott fizikai tevékenység jellegzetességeitől, helyettesíthetőségétől (robotokkal való kiválthatóságától) függ.

technológiai megoldások zöme egyébként sem a munkaerő kiváltását célozza, inkább a munkavégzés feltételeit javítja, például a költséges betanulási időt csökkenti, és a hibalehetőségeket minimalizálja. Ilyenek például a folyamatellenőrzési megoldások, amelyek a technológiai folyamat pontos betartását támogatják.

Két másik általánosan említett célkitűzés, amelyeket a vizsgált cégek ipar 4.0-megoldások alkalmazásával kíséreltek meg elérni, az operatív tevékenységek tökéletesítése és a termelékenység emelése volt. Ahogy egyik interjúalanyom megjegyezte: „Az automatizált optikai inspekciós technológia, illetve a gyártástervezési szoftver üzembe helyezésével a termelékenységünk várhatóan eléri majd a németországi gyártóbázis mutatójának 95 százalékát.”

Említést érdemel, hogy a költségcsökkentés sehol nem jelent meg explicit célkitűzésként. Ha csökkent is a relatív (egységnyi kibocsátásra jutó) munkaerőköltség,<sup>14</sup> a beruházási célok között nem a költségek csökkentése, inkább a *költséghatékonyság* növelése szerepelt. Mivel a kibérfizikai rendszerek kedvező hatása leginkább az erőforrás-felhasználás és a termelés optimalizálásában jelentkezik, ezt a célt a cégeknek sikerült is elérniük.

#### *Az ipar 4.0-technológiák hatása a foglalkoztatásra és a leányvállalati feljebb lépésre*

Az interjúkból világosan kiderült, hogy bár az ipari automatizálási megoldások valóban csökkentik az egységnyi termeléshez szükséges munkainputot, az ipar 4.0-technológiák nem a munkaerő megtakarításáról, inkább a folyamatok tökéletesítéséről szólnak. A foglalkoztatási hatásokat számba véve nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy az új technológia a mérnöki feladatköröket is átalakítja: például automatizál bizonyos tapasztalatokon, rutinon alapuló tevékenységeket, mint a termelésszervezés és -ütemezés, gyártás- és kapacitástervezés, karbantartás-ütemezés. A vállalati tapasztalatok jól illusztrálták, hogy miért nem egyértelmű a szakirodalom a tekintetben, hogy az ipar 4.0-technológiák tudásfelértékelő hatásúak, vagy sem. A tanulmányok többsége azt jósolja, nem csupán a fizikai tevékenységek, de a kognitív rutinfeladatok nagy része is automatizálható lesz, sőt az intelligens algoritmusok egyes tudásigényes tevékenységeket is kiváltanak majd (Chui és szerzőtársai, 2015; Frey–Osborne, 2013). A másik oldalról az új technológiák hatására megnő az igény a tudásigényes, komplex feladatok elvégzésére képes munkaerő iránt (Acemoglu–Restrepo, 2015; Autor, 2015). Ahogy egyik interjúalanyom fogalmazott: „A termelési eljárásról készülő dokumentáció (a jelentések) nagy része már nem a „főnökségnek”, illetve a csoportvezetőknek és a termelésirányítási, -fejlesztési mérnököknek, hanem az operátoroknak készül.”

Összességében a munkaerőpiac polarizálódni fog: egyfelől a feladatok jó része sztenderdizálódik és számos egyszerű, kevés szakképzettséget igénylő feladat elvégzésére továbbra is jelentős lesz a kereslet, másfelől eltűnik a középmezőny, és erősen nő a kiemelkedő szaktudás iránti kereslet (Acemoglu–Autor, 2011; Degryse, 2016; Hirsch–Kreinsen–ten Hompel, 2015).

A vállalati tapasztalatok azt mutatják, az új technológiák egy része bizonyos korábbi tudáselemeket leértékel, például a tapasztalatok és rutin alapján végzett termelésütemezést, vagy a termelési adatokból összefoglaló dokumentáció készítésének képességét. Az intelligens algoritmusok kiváltották ezeket a viszonylag magas szintű tudást igénylő tevékenységeket.

Más esetekben az intelligens rendszerek nem váltották ki az adott tevékenységet, de a munkát jelentősen megkönnyítették. Könnyebbé vált például a termelési adatok elemzése: a

---

<sup>14</sup> Mivel az utóbbi években a vizsgált cégek foglalkoztatottainak száma – a termelés expanziója és újabb termelési feladatok Magyarországra telepítése következtében – gyorsan, 2012 és 2015 között összességében átlagosan 20 százalékkal nőtt, csupán relatív értelemben beszélhetünk az ipar 4.0-technológiák munkaerő-megtakarító hatásáról.



rendszerek elvégezték a nagy mennyiségű adat elsődleges kiértékelését, kimutatták azokat a „sűrűsödési pontokat”, „mintázásokat”, amelyekre oda kell figyelni a termelés és a kapacitások tervezése, a karbantartások ütemezése, az erőforrások allokációja során. A 3D-vizualizálás és a rendszerek virtuális konfigurációja könnyebbé tette a műszaki és a gyártástervezést. A folyamatfelügyelettel és vizualizációval kombinált megoldások megkönnyítették, hogy a kékgalléros foglalkoztatottak betartsák a szerelési sorrendet – a másik oldalról pedig javult a technológiai fegyelem, csökkent a hibaszázalék.

Másfelől közelítve, az új technológia tudásfelértékelő volt, mivel olyan foglalkoztatottakat igényelt, akik képesek az új megoldásokat megfelelően alkalmazni, a jelzéseket értelmezni. Az egyik cégnél ez például problémát okozott: volt olyan mérnök, akitől meg kellett válniuk, mert nem volt képes a korábban tapasztalati úton meghatározott termelésütemezési feladatokat immár az új technológiák támasztotta igényeknek megfelelően végrehajtani.

Ami az új technológiák és a leányvállalat feljebb lépése közötti összefüggést illeti, az interjúk nem szolgáltattak kézzelfogható, jól dokumentálható eredményekkel. Feladatkörök elvesztésére, anyaországba történő visszatelepítésére nem volt példa, új termelési feladatok Magyarországra telepítésére ellenben igen – bár az ok-okozati kapcsolatot a megkérdezett menedzserek nem látták egyértelműnek. *„Évek óta folytatódik az új termelési feladatok Magyarországra telepítése, csakúgy, mint a termelési technológia állandó fejlesztése. Az ipar 4.0-technológiák körébe sorolható megoldások meghonosítása ebbe a szerves fejlődési folyamatba illeszkedik”* – állították sok helyen. Máshol a termelés bővítése új zöldmezős telephely létrehozását igényelte: ezekben az esetekben szintén természetesnek tűnt, hogy az új telephelyet a legkorszerűbb technológiai megoldásokkal szerelik fel. Volt, ahol a magyar leányvállalat menedzsmentje kezdeményezte – a leányvállalat rendelkezésére álló, autonóm módon felhasználható keretösszeg terhére vagy pályázaton elnyert támogatás összegét felhasználva –, hogy a termelési folyamat meghatározott paramétereit optimalizáló kibernetikai megoldásokat építsenek ki, vagy/és a termelés során összegyűjtött adatok feldolgozását helyileg végezzék, vagy/és digitalizáljanak és hálózatba kapcsoljanak meghatározott termelési folyamatokat. Volt, ahol az ipar 4.0 alkalmazási lehetőségeiről tartott multinacionális vállalati szintű brainstorming keretében tett a helyi leányvállalat javaslatot meghatározott beruházásokra, és ennek nyomán került sor néhány technológiai megoldás kiépítésére. Más esetben az anyavállalat szabványosította és egységesítette termelési rendszerét a globális hálózatán belül, és ennek keretében került sor a legjobb gyakorlatok átvételére minden egyes termelő leányvállalatnál.

Összességében azonban a vállalatvezetők nem láttak összefüggést az ipar 4.0-technológiák meghonosítása és a feljebb lépés között: legfeljebb azt vetették fel (többen is), hogy az új technológiai megoldások bevezetése iránti nyitottság lehetőséget nyújt, hogy a magyar leányvállalat úttörő szerepet játsszon ezeknek az alkalmazásoknak a bevezetésében: „mintaprojekt” és később másutt is meghonosítandó „legjobb gyakorlat” legyen.

Az interjúk eredményeinek ismertetését követően most visszatérünk a korábban felvetett elméleti kérdésekre, az ipar 4.0-technológiák magyarországi elterjedésével, valamint a gyártás értékláncon belüli helyzetének esetleges változásával összefüggésben.

## **Következtetések**

Az ipar 4.0-technológiák, a hálózatba kapcsolt, intelligens algoritmusokkal támogatott, automatizált és részben robotokkal végzett ipari termelés gyors megjelenése és intenzív felhasználása Magyarországon – egy szűk, jól körülhatárolható vállalati körben – csak látszólag meglepő jelenség. A technológiaterjedés és -felhasználás vizsgált esetei nem arra utalnak, hogy a „megfelelő technológia” kiválasztásának tézise idejétmúlt lenne, sőt arra sem, hogy Magyarországon – az erőforrás-ellátottság mai szintjének és összetételének alapján – a

legkorszerűbb gyártástechnológia alkalmazása lenne célszerű minden egyes gazdasági szereplő esetében.

A vizsgált esetek azt illusztrálják, hogy a globális értékláncokba közvetlentőke-befektetés ágon integrálódott szereplőknek nem kell végigjárniuk a szerves fejlődés, tudás- és tőkefelhalmozás stációit: a közvetlentőke-befektetések „gyorsítósávján” a technológiai élvonalba kerülhetnek – legalábbis termelési képességeik tekintetében.

Felmerül ezzel kapcsolatban *Kravtsova–Radosevic* [2012] tanulmánya, amely meggyőző érvekkel mutatja be, hogy a közvetlentőke-befektetések vezérelte látványos modernizáció a közép- és kelet-európai országok gazdasági szereplőinek *termelési képességeire* korlátozódott: a technológiai képességek (a szerzők ezalatt az innovációs képességeket értették) nemigen változtak.

Figyelembe kell vennünk ugyanakkor, hogy néhány mintaalkalmazásról, vagyis „anekdotikus esetekről” van csupán szó: a technológia elterjedésének intenzív összetevője változatlanul alacsony. Erről tanúskodik a Digitális Gazdaság és Társadalom Index idézett gyenge eredménye is.

Mindazonáltal az ipar 4.0-technológiáknak a helyi leányvállalatokra gyakorolt hatása csak látszólag támasztja alá maga is *Kravtsova–Radosevic* [2012] tézisét. Ezek a technológiák valóban páratlanul kedvező hatást gyakorolnak a termelési képességekre: javul a költséghatékonyság, optimalizálódik az erőforrások felhasználása, a termelési eljárások tökéletesednek, javul a folyamatok pontossága, megbízhatósága. Ezzel együtt *Tassey* [2014] érvei is igazolódtak arról, hogy a negyedik ipari forradalom időszakában a termelési és a technológiai képességek minden korábbinál erőteljesebben összefonódnak. Ezt mutatják a megkérdezett leányvállalatok tapasztalatai, jelesül, hogy e cégek nem csupán az ipar 4.0-technológiák felhasználói, hanem maguk is részt vesznek a technológia testre szabásában, továbbfejlesztésében és számos részleges, kiegészítő fejlesztési feladatban. Minden korábbinál nagyobb szükség van a helyi mérnökök tapasztalataira a gyárthatósági szempontok érvényesítésénél és az eljárások fejlesztésénél, az ipar 4.0-technológiák üzembe állításával és működtetésével kapcsolatos fejlesztéseknél és a technológia továbbfejlesztésénél.

Ez a gondolatmenet elvezet a cikk bevezetőjében felvetett elméleti kérdéshez, ahhoz, hogy vajon a gyártást „forradalmasító” új technológiák megváltoztatják-e az adott funkció értékláncbeli pozícióját. Várható-e, hogy a gyártás elmozdul a mosolygörbe aljáról?

Induljunk ki abból, hogy az új technológiák az értékláncot alkotó tevékenységek minden korábbinál erőteljesebb összefonódásához vezetnek, így a gyártás is a korábbiaknál erőteljesebben összefonódott a fejlesztéssel. Szaporodtak a gyártás helyszínén végzett fejlesztési feladatok (bár a virtuális technológiák a támogató mérnöki tevékenység egy részét távolról is elvégezhetővé tették).

Azt is figyelembe kell vennünk azonban, hogy a tevékenységek integrációja nem csupán a gyártás szintjén jelentkezik: a kiberfizikai termelési rendszerek a teljes értékláncot integrálják (*Kagermann* és szerzőtársai, 2013). Gyorsan bővülő irodalom foglalkozik ezzel kapcsolatban az értéktermelés digitális átalakulásának vállalatszervezeti következményeivel: azzal, hogy miként kell a vállalati szervezeteket a digitális korszaknak megfelelően átalakítani, a funkciók közötti átjárást (együtműködést) megoldani, az üzleti stratégiának alárendelt, azt kiszolgáló informatikai funkció önállóságát, „különállását” megszüntetve *digitális üzleti stratégiát* és ennek megfelelő vállalati szervezetet kialakítani (lásd például: *Agarwal–Brem*, 2015; *Bharadwaj* és szerzőtársai, 2013; *Porter–Heppelmann*, 2015).

A másik oldalról a digitális technológiák nem csupán a gyártást, hanem olyan hagyományos vállalatiközpont-feladatokat is támogatnak, mint az ellátásilánc-menedzsment, az értékláncok integrációja, koordinációja. Az új technológiák a többi vállalati funkció teljesítményét is javítják, például a műszaki fejlesztést vagy a logisztikai tervezést. Más funkciók esetében

(minőség-ellenőrzés, karbantartás, számvitel, megrendeléskezelés) a tevékenységek zöme egyszerűsödött vagy egyenesen automatizálhatóvá vált.

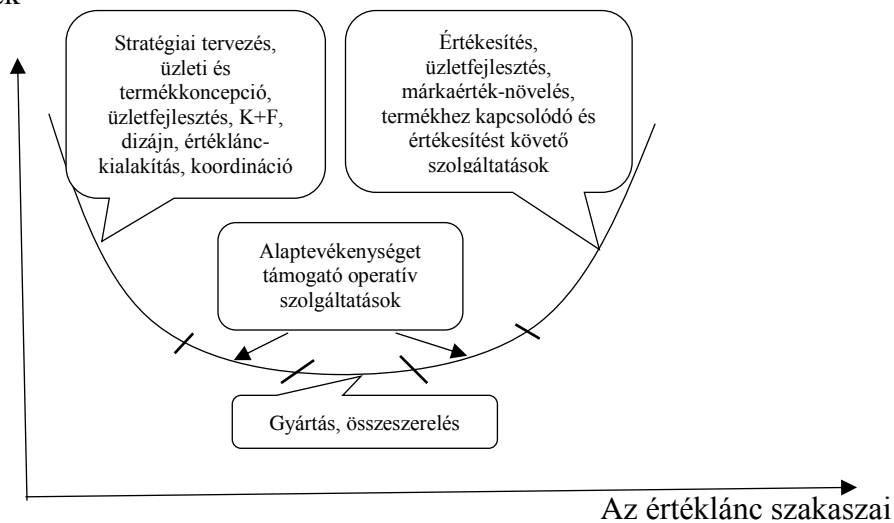
Mindezek alapján – hipotézisem szerint – az új technológiák összességében nem a gyártás jelentőségét növelik az értékláncon belül. Látszólag fordított irányú lesz az elmozdulás: egyre több tudásigényes támogató tevékenység toódik a mosolygörbe legalsó szakaszára. Valójában az egyes üzleti funkciók helyzete, a mosolygömbében elfoglalt pozíciója egységesedik: a mosolygörbe idővel fürdőkád alakúvá válik (lásd az 1a és 1b ábrát). Alul széles és lapos, a szélein rövidebb, de meredekebb. A görbe megváltozott alakja azt tükrözi, hogy

- mind több, a gyártást támogató tevékenység vált bárholonnan beszerezhető sztenderd inputtá (Davenport, 2005);
- a gyártás szorosan összefonódott a hozzá kapcsolódó tudásigényes támogató tevékenységekkel és a hozzáadottérték-termelő képessége nőtt;
- a tulajdonosi előnyöket (Dunning, 1993) meghatározó stratégiai tevékenységek köre szűkült.

1a ábra

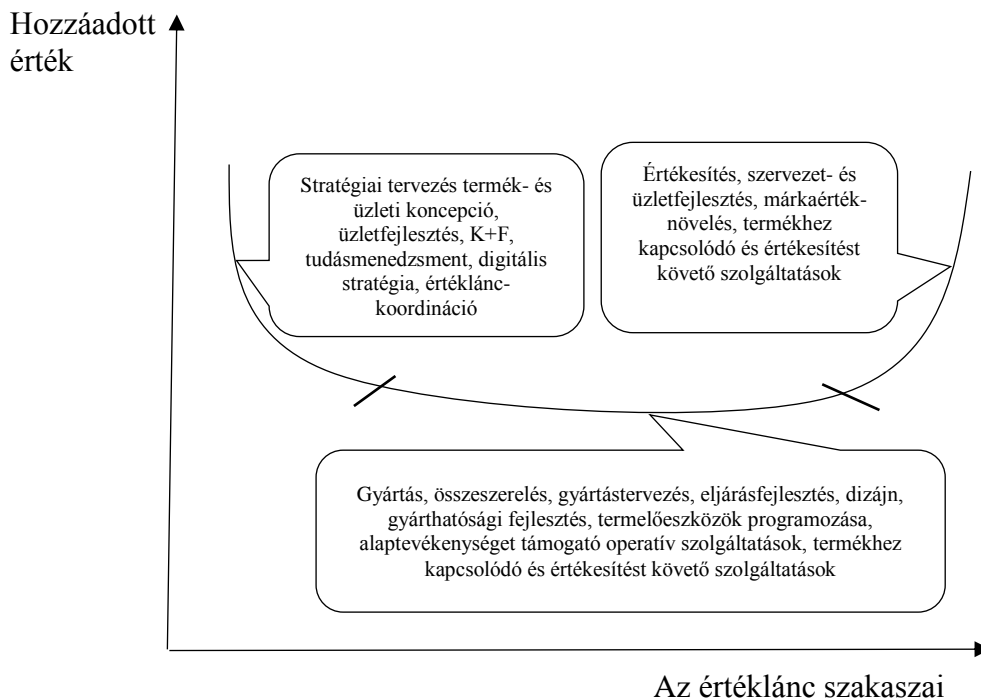
### A mosolygörbe eredetileg

Hozzáadott érték



Forrás: Mudambi [2008] alapján saját kiegészítés.

## A mosolygörbe átalakulása az ipar 4.0-technológiák hatására



Forrás: Saját szerkesztés.

Végezetül célszerű ismét hangsúlyozni következtetéseink korlátait: elsősorban a szerény és nem reprezentatív, nagyon speciális vállalati mintát, illetve a vizsgált időszak rövidségét. További kutatásokra, a vizsgált vállalatok és iparágak számának növelésére, illetve nemzetközi összehasonlításokra lesz szükség ahhoz, hogy megállapíthassuk

- az új technológiák tudásleértékelő, illetve -felértékelő hatásának egyenlegét;
- a hozzáadottérték-termelés földrajziszervezet-átalakulásának irányát és egyenlegét;
- a gyártásra szakosodott leányvállalatok feladatkörének változását az új feldolgozóipari technológiák hatására.

Szintén a minta növelésére és diverzifikálására, valamint hosszabb időtávot felölelő vizsgálatokra lesz szükség ahhoz, hogy megalapozottan állíthassuk, hogy

- a multinacionális vállalatok helyi leányvállalatai körében az ipar 4.0-technológiák alkalmazása a helyi termelést, a meglévő kapacitásokat fejleszti, és nem vezet a termelési és az azt támogató feladatok visszatelepítéséhez a fejlett országokba;
- az automatizálás és a robotizálás következményeként felszabaduló munkaerőt (de a fehérgalléros foglalkoztatottakat mindenképpen) „felszívják” az újonnan keletkező feladatok;
- az ipar 4.0-technológiák hatására nő az operatívnak tekintett tevékenységek száma az értékláncon belül: az értékláncok koordinátorai kevesebb tevékenységet tekintenek valóban stratégiaiainak;
- az ipar 4.0-technológiák hatására csökken a különbség az értékláncot alkotó egyes operatív tevékenységek értéklánc-pozíciója között.

## Hivatkozások

Acemoglu, D. – Autor, D. [2011]: Skills, tasks and technologies: Implications for employment and earnings. In: Card, D. – Ashenfelter, O. (Eds.): Handbook of Labor Economics, Vol. 4, Part B., 1043–1171. o.

Acemoglu, D. – Restrepo, P. [2015]: The Race Between Man and Machine: Implications of Technology for Growth, Factor Shares and Employment. Kézirat, Letölthető: <http://pascual.scripts.mit.edu/research/02/ManVsMachine.pdf>

Agarwal, N. – Brem, A. [2015]: Strategic business transformation through technology convergence: implications from General Electric's industrial internet initiative. *International Journal of Technology Management*, Vol. 67., No. 2–4., 196–214. o.

Autor, D. H. [2015]: Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation. *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 29., No. 3. 3–30. o.

Baldwin, R. E. [2012]: Global supply chains: Why they emerged, why they matter, and where they are going. CEPR Discussion Paper, No. DP9103. Letölthető: <http://ssrn.com/abstract=2153484>

Basu, S. – Weil, D. N. [1998]: *Appropriate technology and growth*. *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 113., No. 4., 1025–1054. o.

Bermann, B. [2012]: 3-D printing: The new industrial revolution. *Business Horizons*, Vol. 55., No. 2., 155–162. o.

Bharadwaj, A. – El Sawy, O. A. – Pavlou, P. A. – Venkatraman, N. [2013]: Digital business strategy: toward a next generation of insights. *MIS Quarterly*, Vol. 37., No. 2., 471–482. o.

Birkinshaw, J. [1996]: How multinational subsidiary mandates are gained and lost. *Journal of International Business Studies*, Vol. 27., No. 3., 467–495. o.

Birkinshaw, J., – Hood, N. [1998]: Multinational subsidiary evolution: Capability and charter change in foreign-owned subsidiary companies. *Academy of Management Review*, Vol. 23., No. 4., 773–795. o.

Brettel, M. – Friederichsen, N. – Keller, M. – Rosenberg, M. [2014]: How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: An Industry 4.0 Perspective. *International Journal of Mechanical, Industrial Science and Engineering*, Vol. 8., No. 1., 37–44. o

Burmeister, C. – Luetgens, D. – Piller, F. T. [2015]: Business Model Innovation for Industrie 4.0: Why the “Industrial Internet” Mandates a New Perspective on Innovation. *RWTH-TIM Working Paper*, Aachen: RWTH. Letölthető: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2571033>

Cano-Kollmann, M. – Cantwell, J. – Hannigan, T. J. – Mudambi, R. – Song, J. [2016]: Knowledge connectivity: An agenda for innovation research in international business. *Journal of International Business Studies*, Vol. 47., No. 3., 255–262. o.

Chui, M. – Manyika, J. – Miremadi, M. [2015]: Four fundamentals of workplace automation. Letölthető: <http://www.mckinsey.com/business-functions/business-technology/our-insights/four-fundamentals-of-workplace-automation>

Cohen, W. M. – Levinthal, D. A. [1990]: Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35., No. 1., 128–152. o.

- Comin, D. – Hobijn, B. [2010]: An exploration of technology diffusion. *The American Economic Review*, Vol. 100., No. 5., 2031–2059. o.
- Comin, D. A. – Mestieri, M. [2013]: *If Technology has arrived everywhere, why has income diverged?* NBER Working Papers, No. 19010., National Bureau of Economic Research.
- Contractor, F. – Kumar, V. – Kundu, S. K. – Pedersen, T. [2010]: Reconceptualizing the firm in a world of outsourcing and offshoring: The organizational and geographical relocation of high-value company functions. *Journal of Management Studies*, Vol. 47., No. 8., 1417–1433. o.
- Davenport, T. H. [2005]: The Coming Commoditization of Processes. *Harvard Business Review*, Vol. 83., No. 6., 100–108. o.
- Degryse, C. [2016]: Digitalisation of the economy and its impact on labour markets. ETUI Working Paper, No. 2., Brussels, ETUI.
- DESI [2016]: Digital Scoreboard. European Commission. Letölthető: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/digital-scoreboard>
- Dombrowski, U. – Intra, C. – Zahn, T. – Krenkel, P. [2016]: Manufacturing strategy – a neglected success factor for improving competitiveness. *Procedia CIRP*, Vol. 41., 9–14. o.
- Dörrenbächer, C. – Gammelgaard, J. [2010]: Multinational corporations, inter-organizational networks and subsidiary charter removals. *Journal of World Business*, Vol. 45., No. 3., 206–216. o.
- Dunning, J. H. [1993]: *Multinational Enterprises and the Global Economy*. Reading, MA: Addison-Wesley
- Eaton, J. – Kortum, S. [2001]: Trade in capital goods. *European Economic Review*, Vol. 45., No. 7., 1195–1235. o.
- Eichengreen, B. – Park, D. – Shin, K. [2013]: Growth slowdowns redux: New evidence on the middle-income trap. NBER Working Papers, No. 18673., National Bureau of Economic Research.
- Erol, S. – Schumacher, A. – Sihn, W. [2016]: Auf dem Weg zur Industrie 4.0 – ein dreistufiges Vorgehensmodell. In: *Biedermann, H. (Ed.) Industrial Engineering und Management*. Springer Gabler, 247–266. o.
- Freeman, C. – Louçã, F. [2001]: *As time goes by: from the industrial revolutions to the information revolution*. Oxford University Press.
- Frey, C. B. – Osborne, M.A. [2013]: The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation? Letölthető: [http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf)
- Fu, X. – Pietrobelli, C. – Soete, L. [2001]: The role of foreign technology and indigenous innovation in the emerging economies: Technological change and catching-up. *World Development*, Vol. 39., No. 7., 1204–1212. o.
- Gereffi, G. [2014]: Global value chains in a post-Washington Consensus world. *Review of International Political Economy*, Vol. 21., No. 1., 9–37. o.
- Hirsch-Kreinsen, H. – ten Hompel, M. [2015]: Digitalisierung industrieller Arbeit. In: *Vogel-Heuser, B. – Bauernhansl, T. – ten Hompel, M. (Eds.): Handbuch Industrie 4.0. Produktion, Automatisierung, Logistik*. Berlin, Heidelberg: Springer, 1–20. o., Letölthető: <http://www.wiso.tu->

dortmund.de/wiso/de/fakultaet/aktuell/forschungsgebiete/FPH/aktuelles/meldungsmedien/20160210-Publikation.pdf

Iansiti, M. – Lakhani, K. [2014]: Digital Ubiquity: How Connections, Sensors, and Data Are Revolutionizing Business. *Harvard Business Review*, Vol. 92., No. 11., 91–99. o.

Kagermann, H. – Helbig, J. – Hellinger, A. – Wahlster, W. [2013]: Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the Future of German Manufacturing Industry; Final Report of the Industrie 4.0 Working Group. Forschungsunion. Letölthető:

[http://www.acatech.de/fileadmin/user\\_upload/Baumstruktur\\_nach\\_Website/Acatech/root/de/Material\\_fuer\\_Sonderseiten/Industrie\\_4.0/Final\\_report\\_\\_Industrie\\_4.0\\_accessible.pdf](http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf)

Keller, W. [2004]: International technology diffusion. *Journal of Economic Literature*, Vol. 42., No. 3., 752–782. o.

Kravtsova, V. – Radosevic, S. [2012]: Are systems of innovation in Eastern Europe efficient? *Economic Systems*, Vol. 36., No. 1., 109–126. o.

Lacy, P. – Rutqvist, J. [2015]: The Product as a Service Business Model: Performance over Ownership. In: Lacy, P. – Rutqvist, J. (Eds.): *Waste to Wealth*. Palgrave Macmillan UK, 99–114. o.

Larsen, M. M. – Manning, S. – Pedersen, T. [2013]: Uncovering the hidden costs of offshoring: The interplay of complexity, organizational design, and experience. *Strategic Management Journal*, Vol. 34., No. 5., 533–552. o.

Manning, S. – Massini, S. – Lewin, A. Y. [2008]: A Dynamic Perspective on Next-Generation Offshoring: The Global Sourcing of Science and Engineering Talent. *Academy of Management Perspectives*, Vol. 22., No. 2. 35–54. o.

Manyika, J. – Chui, M. – Bughin, J. – Dobbs, R. – Bisson, P. – Marrs, A. [2013]: *Disruptive Technologies: Advances that will transform life, business and the global economy*. New York, McKinsey Global Institute.

Monostori, L. [2015]: Cyber-physical production systems: roots from manufacturing science and technology. *at-Automatisierungstechnik*, Vol. 63., No. 10., 766–776. o.

Mudambi, R. [2008]: Location, control and innovation in knowledge-intensive industries. *Journal of Economic Geography*, Vol. 8., No.5., 699–725. o.

Patton M. Q. [1990]: *Qualitative evaluation and research methods*. Newbury Park, CA, SAGE Publications.

Pilat, D. – Wölfl, A. [2005]: *Measuring the Interaction Between Manufacturing and Services*. OECD Science, Technology and Industry Working Papers, No. 5. Paris, OECD.

Porter, M. E. – Heppelmann, J. E. [2014]: How smart, connected products are transforming competition. *Harvard Business Review*, Vol. 92., No. 11., 64–88. o.

Porter, M. E. – Heppelmann, J. E. [2015]: How smart, connected products are transforming companies. *Harvard Business Review*, Vol. 93., No. 10., 96–114. o.

PWC [2014]: *Industry 4.0 – Opportunities and challenges of the industrial internet*. Letölthető: <http://www.strategyand.pwc.com/media/file/Industry-4-0.pdf>

Rüßmann, M. – Lorenz, M. – Gerbert, P. – Waldner, M. – Justus, J. – Engel, P. – Harnisch, M. [2015]: *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*.

Szabó K. [2006]: Az infokommunikációs technológiák hatása a hagyományos gazdasági választóvonalakra. *Külgazdaság*, 50. évf., 9–10. sz., 25–39. o.

Szalavetz A. [2013]: Régi-új világgazdasági jelenségek a globális értékláncok tükrében. *Külgazdaság*, 57. évf., 3–4. sz., 46–64. o.

Szalavetz A. [2016]: Az ipar 4.0-technológiák gazdasági hatásai. Egy induló kutatás kérdései. *Külgazdaság*, 60. évf. 7–8. sz., 27–50. o.

Tassey, G. [2014]: Competing in advanced manufacturing: The need for improved growth models and policies. *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 28., No. 1. 27–48. o.

Tomlinson, M. [2000]: The contribution of Knowledge-intensive Services to the Manufacturing Industry. Megjelent: Andersen, B. (ed.): Knowledge and Innovation in the New Service Economy. Cheltenham, Edward Elgar, 36–48. o.

Vandermerwe, S. – Rada, J. [1988]: Servitization of business: Adding value by adding services. *European Management Journal*, Vol. 6., No. 4. 314–324. o.

Váncza, J. – Monostori, L. – Lutters, D. – Kumara, S. R. – Tseng, M. – Valckenaers, P. – Van Brussel, H. [2011]: Cooperative and responsive manufacturing enterprises. *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, Vol. 60., No. 2., 797–820. o.

**Chronicle of a revolution foretold – in Hungary  
Industry 4.0 technologies and manufacturing subsidiaries  
ANDREA SZALAVETZ**

Drawing on a literature survey and on interviews with ten manufacturing subsidiaries in Hungary, the paper investigates the impact of industry 4.0 technologies on the value chain position of processing activities and, more specifically, on the surveyed subsidiaries. We find that the implementation of industry 4.0 technologies has upgraded the existing local production capacities, i.e. it has not led to the reshoring of production and of activities that support production. New technologies have had complex impact on skills: both their de-skilling effects and skill-biased implications can be observed.

Drawing on the empirical findings and on the reviewed literature we developed two hypotheses regarding the implications of industry 4.0 technologies. First, the share of value chain activities considered as operative (non-core) will increase: the number of activities global value chain orchestrators consider as strategic (core-competence) is decreasing. Second, differences in terms of the positions of individual operative activities within the global value chain will decrease, the bottom of the smile curve will become larger and flatter.