

AZ IPAR 4.0 KIHÍVÁSAI ÉS A MAGYAR KÖZÉPVÁLLALATOK

Nick Gábor

A körülöttünk levő világ fejlődik, naponta jelentenek be új, tovább fejlesztett, de leginkább személyre szabottabb termékeket, szolgáltatásokat. Az Információs és Kommunikációs Technológiák (IKT) fejlődésének köszönhetően innovációk sorát éljük meg, amelyekben a meglévő termékek, szolgáltatások helyébe újak lépnek, vagy már meglévőket helyeznek új megvilágításba. A jelenleg tapasztalható gyors fejlődési folyamat jellemzője továbbá, hogy mindezen javakat innovatív – tipikusan – ipari megoldások segítségével állítják elő a korábbiaktól eltérő üzleti modellek keretében.

A magyar gazdaság fejlődési pályája fordulóponthoz közelít. Az elmúlt időszak növekedése nagymértékben azon exportorientált nemzetközi vállalatok teljesítményére épült, amelyek elsősorban a rendelkezésre álló magas ár/érték arányt kínáló munkaerőre alapoztak. Napjainkban Magyarország Európa egyik leginkább iparosodott országa, amely azonban jelentős mértékben függ az autógyártástól és a kapcsolódó iparágaktól (Nick – Pongrácz 2017).

Jelen tanulmányban először az innováció és az Ipar 4.0 (Kagermann et al. 2013) közötti párhuzamot vizsgáljuk, különös tekintettel a kihívásokra, amelyekkel hazánknak szembe kell nézni az adaptáció során, kitérve a hazai ipar dualitásából származó jellegzetességekre. Bemutatjuk, hogy a magyar kormány – az Európai Unió újraiparosítási stratégiájával összhangban – komplex eszköztárral, az innovatív iparfejlesztés irányainak meghatározásáról szóló Irinyi Tervvel és az Ipar 4.0 Nemzeti Technológiai Platformmal (NTP) kívánja támogatni az ipar digitalizációját, azaz az Ipar 4.0 megvalósítását.

Innováció - Adaptáció

Az 1980-as évektől kezdődően egyre nagyobb jelentőséggel bír az innováció kutatás (Inzelt 1998; Kornai 2011; Hámori – Szabó 2015), mivel az innovációt úgy azonosítják, mint a növekedés motorját és a jólét zálogát (Chandra et al. 2010; Mukherje 2011; OECD 2007; Kiss J. 2014). Hámori és Szabó (2015) kijelenti, hogy még akkor is az innováció húzódik egy adott ország jólétének a hátterében, ha különböző elemzések a tőkét, vagy munkát emelik is ki. Az endogén növekedés elméletek első vizsgálói (Lucas 1988; Romer 1990; Jones – Manuelli 2005) modelljeikben mind hangsúlyozzák a tudás létrejöttének és terjedésének, valamint társadalmi aspektusának jelentőségét.

Schumpeter-i (1980) definíciót is tanulmányozva fel kell ismernünk az összefüggést az ipari forradalmakkal, amelyeket, mint innovációs özönvizeket lehetne értelmezni, azaz egy olyan jelenséget, ahol az innováció egy pontba sűrűsödve, mindent magával sodorva, önmagát megsokszorozva fejti ki a hatását. Ha számba vesszük az innováció ismérveit, be kell látnunk, hogy az Ipari 4.0 kapcsán is értelmeznünk kell és lehet annak környezetét, miliójét, akadályait és kihívásait, valamint versenyképességi hatásait.

Az innováció definíciójának értelmezése egyértelműen rámutat a környezet, a milió hatásaira, kiemelt szerepére, ennek okán az Ipar 4.0 vállalatok innovációs milióje fontos és középpontban álló vizsgálendő kérdés. Lengyel és Rechnitzer (2004, 266) kijelenti, hogy „a regionális innovációs képesség a regionális fejlődés meghatározó tényezője”, amely befolyásolja a regionális fejlődést, továbbá egy régió sikere az innovációs rendszerek beágyazottságától függ. (Rechnitzer – Smahó 2011; Lengyel – Rechnitzer 2004; Dőry 2005). A versenyképes régiók alkalmasak leginkább innovatív megoldások bevezetésére. Kiemelt szerepet töltenek be a triple helix modell által definiált három szféra képviselői mellett a térbeli elhelyezkedést koncentrálni hivatott városok, város-hálózatok és azok lakosai, amely szereplők a területi tőke jelentős részét adják és a helyi innovációs miliót befolyásolják.

Vitathatatlan tény a globalizáció (és a technológia fejlődés) a gazdálkodó szervezetek nagyságrendi szerkezetére gyakorolt erőteljes, polarizálódást is kiváltó hatása. A nagyobb, tőkeerősebb vállalatok – a műszaki fejlődéssel való lépéstartás érdekében – rákényszerültek arra, hogy globális méretűvé növekedjenek, multinacionális cégekké váljanak, amelyek élen járnak az innovációs fejlesztésben és relatíve alacsony erőforrás-ráfordítási költséggel, nagyarányú megtakarításokkal rendelkeznek. A másik pólust a rugalmas, többnyire a nagyvállalatok holdudvarában működő, sok esetben piaci niche-eket kiszolgáló mikro-, kis- és közép vállalatok képviselik – elsősorban lokális szinten.

Alapvetően a fentiekből kiindulva tehát a gazdálkodó szervezeteket két nagy csoportba sorolhatjuk, úgy, mint nagyvállalatok, valamint kis- és közép vállalkozások (KKV). E két csoport több tényező – többek között méret, mobilitás, rugalmasság, globális vagy lokális verseny, piacbefolyásolás vagy piackövetés – szerint markánsan elkülönül egymástól. A nagyvállalatok (méretüknél, tőkeerősségüknél fogva) inkább alakítják az Ipar 4.0-t, a KKV-k inkább az alkalmazók körébe sorolhatók.

A nagyvállalatnak a versenyben való helytállás érdekében azonban továbbra is meg kell őrizniük rugalmasságukat, amely a vállalati alapvető kompetenciákra, a tudatos profiltisztításra való fókuszálást helyezi előtérbe, ezáltal egyre inkább nő a tevékenység-kihelyezés, a kis- és közép vállalatokkal való tartós együttműködés szerepe. A sok időt, energiát és ráfordítást igénylő K+F tevékenységek kockázatának csökkentése érdekében egyre inkább növekszik a stratégiai szövetségek száma és jelentősége is. A nagyvállalatok dominanciája jelenleg az egymással elválaszthatatlanul összefüggő gyártás és a logisztika terén mutatkozik meg, amelyek változását a piaci kihívásoknak való megfelelés igénye motiválja. Az informatika tudományának rapid fejlődése, az elért IT-eredmények jelentős hatást gyakorolnak erre a folyamatra, mindez végső soron a vállalati működés (minél teljesebb körű) digitalizációjához vezet (Monostori et al. 2016; Schuh et al. 2017; Spath 2013). A digitalizáció azonban nem cél immár, hanem a gazdasági szereplők versenyhelyzetét erőteljesen befolyásoló eszköz a piacokért folytatott harcban. Az Ipar 4.0 a gyártás és a logisztika terén a digitalizáció felhasználásával több szempontból is optimálisan és rugalmasan igyekszik megfelelni a piaci követelményeknek. A rugalmasságot a piaci igényekre történő, minden szempontból gyors reakció jelenti, egyúttal ez a mozgatója az ipar és logisztika terén az utóbbi időben megvalósult és megvalósuló fejlesztéseknek.

A kis- és közép vállalkozások szerepe vitathatatlan az ország jövedelemtermelésében, a külföldi tőke működtetésében, a beruházásokban, valamint a munkahelyteremtésben, foglalkoztatottságban is. A globalizáció következtében azonban körükben is új tendenciák tapasztalhatók. Gazdasági szerepük fokozatos növekedése mögött elsősorban nagyvállalati folyamatok, azaz költségcsökkentési céllal történő tevékenység-kihelyezések húzódnak meg, a multik holdudvarában működő KKV-k tevékenysége pedig egyre inkább beépül a nagyvállalatok innovációs folyamataiba. A beszállítói kör jelentős része is a kisebb, rugalmasabban működő vállalkozások közül kerül ki, amelyeknek egyrészt naprakész információval kell rendelkezniük a potenciális vásárlói körrel, másrészt rugalmas gyártókapacitást kell kialakítaniuk, hogy a piaci igények változása esetén a lehető legkisebb költséggel járó átállás a lehető legrövidebb időn belül biztosított legyen. Más KKV-k (K+F cégek, szaktanácsadók) olyan értéket állítanak elő, amellyel a nagyvállalatok működését is hatékonyan segítik.

Tekintettel arra, hogy az Ipar 4.0 a termelési folyamat digitális, a teljes értékláncre kiterjedően optimalizált vezérlését és automatizációját tűzi ki célul, a KKV-k Ipar 4.0-ra történő felkészülését értékláncban betöltött szerepük és pozíciójuk szempontjából érdemes

elsősorban megvizsgálni és értékelni. A KKV-k jelentős befolyásoló szereppel bírnak a regionális versenyképesség tekintetében (Kovács – Lux – Páger 2017), igaz a tudományos kutatások fókuszában inkább a kis- és mikrovállalkozások állnak. Kovács – Lux – Páger (2017) megállapítja, hogy Németország kivétel, ott kiemelkedő a középvállalatok (Mittelstand) témakörével foglalkozó szakirodalom, mivel felismerték ennek a vállalat típustípusnak a versenyképességben és a térszervezésben nyújtott kimagasló eredményeit. Versenyképesség tekintetében a hosszútávra visszanyúló partnerkapcsolatok, erős beágyazódás a helyi ökoszisztémába és a speciális, egyedi termékek gyártása, valamint nyílt innovációs folyamat jellemzi őket. Térszerveződés tekintetében elsősorban a rurális térségekben, kisvárosokban működnek helyi klaszterek tagjaiként (Holz 2013; Welter et al. 2015). A hazai KKV szektor versenyképességi ismérveit kutatva Szerb (2010) megállapítja, hogy innováció és hálózatépítés területén jelentős elmaradások mutathatók ki. Nemzetközi összehasonlításban is a Kelet-Közép Európai országok mögött vagyunk a Globális Vállalkozói Index tekintetében (Szerb et al. 2016). A középvállalatok a hazai iparban betöltött szerepével foglalkozik részletesen Kovács – Lux – Páger (2017). Előzetesen leszögezhetjük, hogy mivel – akár az EU-ban, akár Magyarországon – a (beszállító) kis-és középvállalkozások különböző mértékben vesznek részt az ipari termelési értékláncokban, tevékenységük összetettségétől, illetve a végtermék értékláncban betöltött helyétől függően nem mindegyik KKV számára jelenti ugyanazt az előnyt vagy kihívást az Ipar 4.0 technológiák alkalmazása, a kép tehát korántsem egységes. A hatékonyság és a kapacitás növeléséhez szükséges az ezekre negatív befolyást gyakorló tényezők ismerete, amelyeket veszteségeknek nevezünk. A szakirodalom hét fajtát különböztet meg, az alábbiak szerint: anyagmozgatásból eredő, készletben rejlő, mozdulatokban rejlő, várakozásból fakadó, túltermelésből adódó, felesleges tevékenységek végzése miatt kialakuló és a javításokból eredő veszteségek. A 21. században – a számítógépek és a robotok rohamos fejlődésével – az automatizálás és a digitalizáció terén ezek csökkentéséhez számos lehetőség adott.

Összeségében megállapítható, hogy az Ipar 4.0 rendszerek ott töltenek be elsődleges szerepet, ahol a KKV-k egy integrátori értéklánchoz kapcsolódnak, illetve ahol a termelési folyamat több termelési cellából áll és így az optimalizációs előnyök kihasználhatók. Az Ipar 4.0 azon KKV-k számára jelent kritikus pontot, amelyek működésében a megvalósítás a legnagyobb hozamot hozhatja, illetve amelyek kimaradásuk esetén behozhatatlan versenyhátránnyal szembesülhetnek.

Az Ipar 4.0 hatásai, lehetőségei, kihívásai és veszélyei

Az Ipar 4.0 elsősorban az ipar számára kínál lehetőségeket. Elsőként a magas szinten integrált rendszerek kialakításának lehetőségét említem. Ennek megvalósulása magával hozza az izolált termelési egységek megszűnését és egy integrált, automatizált és optimalizált, nagy hatékonyságú termelő és szolgáltató rendszerré történő összeolvadását. A szolgáltatók, a gyártók, a beszállítók és az ügyfelek között viszony integráltabbá válik és megvalósul a szenzoroknak, a gépeknek, a munkadaraboknak és az IT rendszereknek vertikális (a vállalaton belüli) és horizontális (a szereplők közötti) összekapcsolódása a teljes ellátási és értéklánc mentén. Az integráció révén növekszik az üzemeltetés hatékonysága, csökkennek a kockázatok, növekszik a szervezetek közötti együttműködés és csökken közöttük a távolság. A szenzorok, a mobil eszközök képessége, a felhőszolgáltatások a tároló és számító kapacitása jelentős mértékben és folyamatosan nő, mely lehetőséget teremt az eseményekre valós időben reagálni. A dolgok internete környezetünk hétköznapi fizikai tárgyait a mindennapi életünket gazdagító információs ökoszisztémává alakítja át. Az IKT mindent átszövő dinamizáló hatása egyértelmű. Az adat mindenhol jelen van: gyártósorok szenzorai, okos termékek, közösségi média bejegyzések, digitális képek és videók, vásárlási tranzakciók, mobil eszközök GPS pozícióadatai exponenciálisan termelik ez az új erőforrást, amellyel kapcsolatban elvárt a virtuális térbeli jelenlétnek köszönhetően a bárhol és bármikor hozzáférhetőség.

Az Ipar 4.0 technológiák diffúziója lehetőséget teremt a munkaerőhiány csökkentésére, akár megszüntetésére is. A világ bármennyire is digitalizálódik, a központban továbbra is az ember marad. Az Ipar 4.0 megvalósulása kapcsán a legnagyobb kihívások között megtaláljuk a munkavállalókkal összefüggésbe hozható területeket, mint például foglalkoztatás, felkészültség, oktatás, képzés, munkaerő-megtartás, ember – robot kooperáció. Az Ipar 4.0 jelentős mértékben megváltoztatja, befolyásolja a globális gazdaságot, ám a különböző hatások sokrétűsége, összekapcsolódása miatt nehéz egyértelműen elkülöníteni egyiket a másiktól. Schwab (2016a) kiemelve kritikus dimenzióknak tekinti foglalkoztatást.

A termelési feladatokat a humán erőforrástól egyre inkább átvevő gépek, automata döntéshozó rendszerek, szoftverek fogják végezni. Ilyen irányú fejlesztésekkel a

vállalatoknak lehetőségük nyílik költségeik csökkentésére, versenyképességük javítására, gyártási és logisztikai folyamataik optimalizálására.

Az Ipar 4.0 célrendszerében felismerhetjük a repetitív, egyszerű, könnyen automatizálható emberi tevékenységek gépekkel, automata döntési algoritmusokkal történő kiváltásának potenciálját. A felszabaduló emberi erőforrást nagyobb bonyolultságú, gondolkodást igénylő intuitív és kreatív feladatokra lehet használni. Ezen kettősség magában hordozza, hogy az előbbi hatására a kevésbé képzett vagy éppen képzetlen munkaerő felszabadul, a munkaerő túlkínálata várható, utóbbi esetében megnövekedett igények kielégítése munkaerőhiányt eredményezhet (Nábelek et al. 2016; Nábelek 2017).

Az új technológiák a munka jellegét minden iparágban és foglalkozásban jelentős mértékben megváltoztatják. Egyes megközelítések szerint az Ipar 4.0 a munkahelyek megőrzéséhez, gyors foglalkoztatás-bővüléshez járul hozzá, különösen az új technológiák szállítói és a hozzájuk kapcsolódó ágazatok, szolgáltatások körében (Szalavetz 2016a, 2016b). A WEF (Schwab 2016b) vállalatok körében végzett felmérése szerint ezzel ellentétben globális szinten jóval több állásvesztéssel kell számolni, mint amennyi új munkahely létrehozásra kerül. A munkaerő-piacon átmeneti negatív hatások érzékelhetők (Schwab 2016a), mivel a technológia bizonyos szempontból romboló hatást gyakorol a foglalkoztatásra. Az automatizálás sok helyen a munkaerő-piacot helyettesíti, így a munkavállalók arra kényszerülnek, hogy munkanélkülivé váljanak, vagy másképp hasznosítsák képességeiket-készségeiket. Ugyanakkor ez a romboló innovációs hatás egyúttal tökéscsökkentő hatással is párosul, ahol az új termékek, szolgáltatások iránti kereslet növekedése új foglalkozások, vállalkozások, iparágak kialakulásához vezet. Az automatizálás nem szünteti meg teljes szakmákat, csupán egyes standardizálható rutintevékenységeket vált ki. Az Ipar 4.0 újradefiniálta a munkaköröket, mivel azok betöltéséhez új képességek és tudás válnak szükségessé. Egyre nagyobb jelentősége lesz az ember és robot együttműködésének (kollaboratív robotika), ahol fontos figyelembe venni, hogy a gép nem helyettesíti az embert, hanem kiegészíti annak képességeit.

Nem feltétlenül több vagy kevesebb emberre lesz szükség, inkább más készségekre, ami a munkaerő felkészítésében is változásokat igényel. Fontos az is, hogyan készítjük fel a munkaerőt a jövő környezetében/gyárában végzendő munkára. A munkaerőnek végtelen mennyiségű információhoz lesz hozzáférése, ezért képesnek kell lennie ezen információk fogadására, kezelésére és hasznosítására.

Az Ipar 4.0 jelentősen befolyásolja vállalkozások vezetését, szervezését alapvetően a szervezet egészének működési modelljét. E jelenség egyik konkrét tünete a vállalatok átlagos élettartamának radikális csökkenése, míg a másik egy időbeli eltolódás, amely az új piaci belépőknek lehetővé teszi a piac uralását és jelentős bevételek gyorsütemű megszerzését. A digitális alapon működő új technológiák alapvetően befolyásolják a vállalkozások változásainak gyorsaságát és mértékét, a hatalmas méretekben beérkező adatmennyiség, az innováció gyorsulása és a vele járó romboló erő többnyire nehezen értelmezhető vagy előre nem látható.

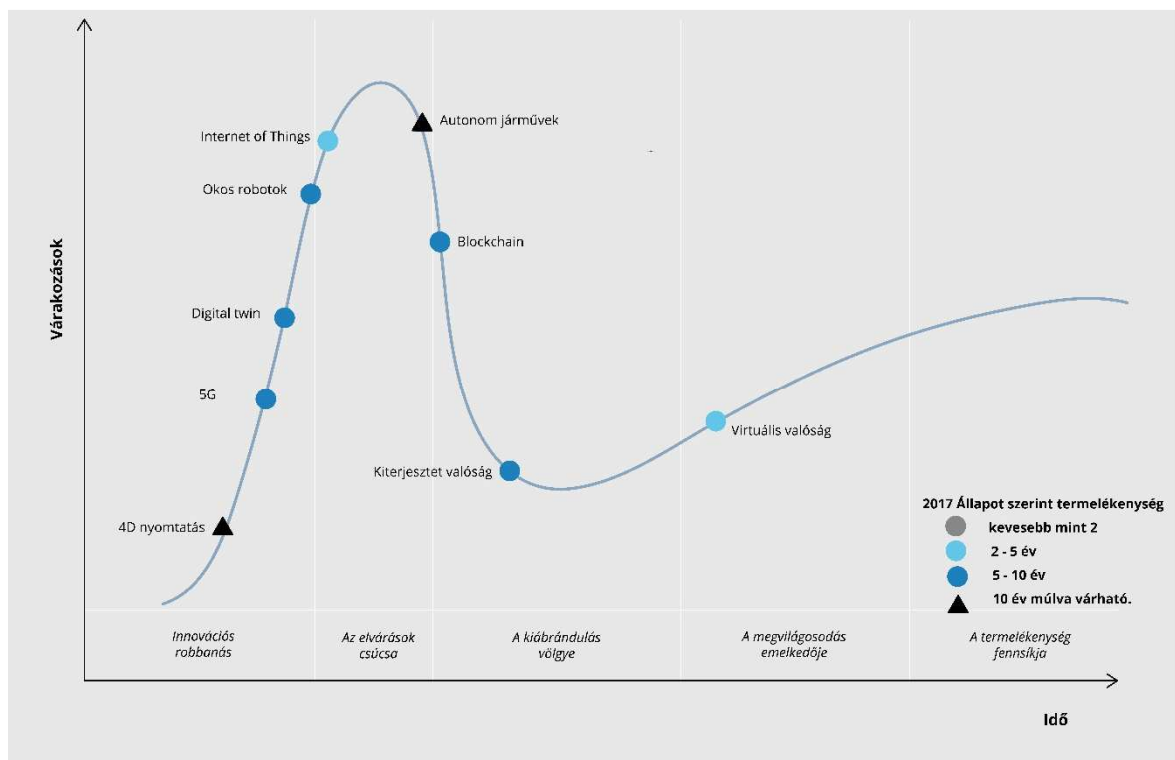
A vállalatvezetők folyamatosan új dolgok tanulására, alkalmazkodásra, új képességek kifejlesztésére kényszerülnek, eddigi üzleti koncepcióik és működési modelljeik állandó felülvizsgálata is szükséges a lépéshátrány elkerülése vagy tartós sikerek elérése érdekében. A negyedik ipari forradalom elsődleges kihívása, felszólítása a menedzserek felé, hogy magukat valóban vezetőknak tekintsék és a vállalkozást sajátjuknak érezzék, a fenntarthatóságot szem előtt tartva vállaljanak felelősséget a teljes rendszer minden egyes eleméért. A vállalkozás teljes struktúráját és folyamatait a szervezet megújulási képessége, új vezetői képességek elsajátítására való alkalmassága, a vállalati kultúra innováció vagy kudarc elfogadási hajlandóságának szempontjából is át kell vizsgálni (Schwab 2016a). A vállalkozási működésre befolyással van a vevőigények eltolódása, jelentős mértékű megváltozása, a termékek jellemzően nagy adattartalma, új partnerségek és új együttműködési formák létrejötte, valamint az új digitális működési modellek térnyerése.

A vállalaton belüli és kívüli kommunikációs struktúrák is teljes mértékben átalakulnak, a korábbi hagyományos, hierarchikus, piramis-alakú kommunikációs modellt felváltja a felhőalapú szolgáltatások nyújtotta folyamatos, lényegesen lerövidült csatornákon biztosított információ-áramlás.

Egy komplex értékhálózat felépítése, amely alkalmas termékek rugalmas módon való előállítására és terjesztésére, azt is jelenti, hogy számos esetben adaptációra lesz szükség, azaz a vállalatoknak adott esetekben partnert kell váltaniuk – nemcsak beszállítót vagy disztribútort, hanem technológiai céget és infrastruktúra szállítót (telekommunikációs vagy internet szolgáltatót) is. Az Ipar 4.0 terület nagyon széles technológiai palettát ölel fel. Egy-egy vállalat nem képes ennek minden részével érdemben foglalkozni. Közösén szükséges az alapokat kidolgozni, majd ezekre építeni a vállalatok saját megoldásait és szolgáltatásait. Mindennek eredménye lesz, hogy a vállalatok kooperáljanak, adott esetben versenytársaikkal is együtt dolgozzanak, például a nagy mennyiségű adatok átvitelére és kiaknázására vonatkozó szabványok alkalmazását illetően.

A fejlesztés mindig egyben lehetőség jövőnk építésére is, így több évre készülünk fel, hosszú távra alapozunk. Ezért érthető, hogy *jelentős befektetést* igényel a vállalatok részéről az Ipar 4.0 irányába tett váltás. Ennek mértékét Németországban évi 40 milliárd EUR-ra teszik (egész Európában ez az összeg évi kb. 140 milliárd EUR). Ez az igény különösen a magyar KKV-k számára lehet elijesztő hatású, mert félnek a digitalizációtól, hiszen nem látják át annak a saját értékláncaikra való hatását.

1. ábra A feltörekvő technológiák hype-ciklusa



Forrás: Gartner (2017) alapján saját szerkesztés

A szakértők egy része nincs teljesen meggyőződve az Ipar 4.0 nyújtotta értékekről, az előnyök mellett néhány velejárá és belőle következő kedvezőtlen elemre hívják fel a figyelmet. Több esetben felmerült, hogy az Ipar 4.0 koncepció nem került egzakt definiálásra, és esetenként túlzott elvárások súlya alatt szenved. Felmerült, hogy a teljesen digitalizált termékek és értékláncok még csak vágyálmok. A Gartner Intézet által évek óta publikált és ismert ábra a feltörekvő technológiák *hype ciklusáról* (Gartner 2014, 2015, 2016), amely sok, Ipar 4.0-val társítható technológiát (gép-gép kommunikáció, big data, IoT, okos robotok, augmented reality, digital twin) szerepeltet a görbének a kezdeti szakaszában, igen nagy elvárások mellett. Az aktuális kiadás (Gartner 2017) már csak egyedülként a virtuális valóságot szerepelteti a következő 2-5 évre vonatkozólag a görbe megvilágosodási

szakaszában (1. ábra), azaz még jó néhány évnek kell eltelnie ahhoz, hogy ennek alkalmazásának megterülése nyilvánvalóvá váljék a piac legszélesebb körei számára. Érdekes tovább, hogy a big data le is került az aktuális grafikonról.

Schwab (2016a) Ipar 4.0 megközelítése jóval túlmutat a gyártási folyamatokon, levezeti ezen új jelenségek hatását a gazdálkodó szervezetekre, kormányokra, a civil társadalomra, az egyénekre. Emberek milliárdjai csatlakozhatnak világszerte digitális hálózatokhoz, ezáltal jelentős mértékben javulhat a szervezetek hatékonysága, valamint az eszközök kezelése is oly módon, hogy mindez a természeti megújulást is elősegítse. A dokumentum ugyanakkor emlékeztet, hogy ha a jelenlegi gazdálkodó szervezetek nem tudnak kellően alkalmazkodni a változásokhoz és a kormányzatok sem lesznek képesek az új technológiák megfelelő adaptálására, akkor nem tudják majd kihasználni az abból származó előnyöket.

Amikor jelentős mennyiségű *adat gyűjtése* folyik, amely a partnerek között az értékhálózatban megosztásra kerül, egyértelműen tisztázni szükséges, kik az ipari adat tulajdonosai: ki mely adatokhoz fér hozzá, melyeket tudja használni, melyeket látja teljes mértékben, melyeket részben, illetve anonimizált módon. Mindez az adatokkal kapcsolatos folyamatok (gyűjtés, tárolás, feldolgozás, felhasználás, megosztás) definiálását, a szereplők és szerepkörök menedzselhetőségét feltételezi. Új területet jelentenek az okos szenzorok és készülékek által akár a gyártás, akár a használat során szolgáltatott adatok, valamint a rájuk épülő alkalmazások és szolgáltatások. Az ipari szereplők egy része vonakodik másokkal megosztani az eszközeik és folyamataik által gyűjtött adatokat, többnyire félnek attól, hogy a digitális versenytársak így a piacukat veszélyeztetik. A területen szükséges megtalálni ennek feloldását, érdekeltté tenni a különböző szereplőket az adatok megosztásában/értékesítésében. Mindez szabályozott módon járul hozzá a közös értékteremtéshez és az európai versenyképesség egységes megközelítéséhez.

A *szabványok* fontosak a hálózatba kapcsolt értékláncokban a gépek, rendszerek és szoftverek közötti adatcsere lebonyolításához. Ha az adat- és kommunikációs protokollok egyedileg védettek, vagy csak egy-egy nemzet szintjén ismerik el azokat, csak egy gyártónak vagy a gyártók egy csoportjának a terméke lesz kompatibilis, s akkor annak a versenyelv és a költségemelkedés láthatja kárát.

Másrészt a független, egységesen elfogadott, nemzetközi szabvánnyal támogatott kommunikációs protokollok, adatformátumok és interfészek tudják azt az interoperabilitást nyújtani a különböző szektorok és különböző országok között, amely bátorítja az Ipar 4.0

technológiák széleskörű befogadását és biztosítják a világméretű nyílt piacokat az európai gyártók és termékeik számára.

A digitális technológia nem ismer határokat, így számos kérdés merül fel, amikor figyelembe vesszük a technológia földrajzi hatását és a földrajz hatását a technológiára. Mi határozza meg az országok, régiók és városok szerepét a negyedik ipari forradalomban?

Az innováció központjainak a régiók és a városok tekinthetők, amelyek a gazdasági növekedés, a jólét és a társadalmi haladás motorjai voltak a történelem folyamán, és elengedhetetlenek lesznek jövőbeli versenyképesség szempontjából is.

Napjainkban a világ lakosságának több mint fele városi területeken él, a közepes méretű városoktól a „megacity”-kig, a városlakók száma világszerte növekedést mutat. Az a sebesség és nagyságrend, ahogyan a városok befogadják és alkalmazzák a technológiai újdonságokat, jelentősen meghatározza versenyképességüket. A szélessávú internet és a digitális technológiák alkalmazása a közlekedésben, energiafogyasztásban, a hulladék újrahasznosításában és egészében az élet szinte minden területén vonzóbbá, élhetőbbé teszik a várost vagy régiót. Ugyanakkor olyan térségekben – például a fejlődő országokban -, ahol munkaerő-igényes termékek és szolgáltatások kerülnek előállításra, a digitalizáció felborítja a korábbi komparatív előnyöket, akár meg is semmisíthet egy-egy idáig virágzó régiót vagy várost.

További fontos tényező az Ipar 4.0 technológiák értékláncok, gyártóegységek és vállalkozások földrajzi elhelyezkedésének átrendeződésére gyakorolt hatása. Az egyes iparágak, tudományterületek, vállalati funkciók egyre erőteljesebb összefonódása, összeolvadása napjainkban egyre kevésbé teszi lehetővé a földrajzi szétválasztást. A robotika, a 3D technológia terjedésével jellemző tendencia a külföldre kihelyezett gyártás visszatelepítése a fejlett anyaországokba. Másik karakterisztikus vonás, hogy a gyártás decentralizálódása kapcsán nem az olcsó munkaerő lesz az elsődleges szempont, így az alacsony munkabérű gyártóbázis-országok (pl. Kína) egyeduralma is megszűnik.

Magyarország a digitalizáció útján

Gazdasági háttér

Az Európai Unió keretrendszer biztosít a nemzeti iparpolitikai elképzeléseik formálására. A központ és tagok egymásra hatása kölcsönös és időben változó. Az EU versenyképességi

és innovációs stratégia sikeres végrehajtása érdekében Török et al. (2016) indokoltak tartja a közép- és keleteurópai országokra személyre szabott iparpolitikai eszközök alkalmazását.

A magyar nemzetgazdaság 2013 elejére került ki a hosszan elhúzódó recesszióból, azt követően viszonylag dinamikus növekedési pályára állt, így 2013-14-ben a bővülés üteme az 1,3% EU-átlagot is meghaladta. Az ipari szektor az ország GDP-jének körülbelül egynegyedét jelenti, ahol elsősorban az exportközpontú ágazatok voltak képesek növelni termelésüket, kibocsátásukat (autóipar, távközlés, számítástechnika). Az élelmiszer- és könnyűipar (cipőgyártás, textil és ruházati ipar) teljesítménye visszaesett, az építőipar pedig nagyon nehezen jut túl a válságon. Előrelépést az értékláncon belüli hely pozitív változtatása eredményezhetne (Molnár 2013). A közvetlen külföldi tőkebefektetések a GDP-hez viszonyítva a legmagasabb értéket érték el a közép-és kelet-európai régióban (71,6 milliárd EUR). 2016-17-ben az ipari ágazatok közül a legfontosabb az autóipar, amely az összes export 21%-át adja, több mint 600 vállalat mintegy 100.000 embert foglalkoztat aktívan. Négy nagy OEM¹ van jelen tartósan az országban. Beruházásaik számos berendezésgyártót, beszállítót vonzottak, több magyar KKV tevékenykedik e nagy cégek holdudvarában, sokan bedolgoznak stratégiai partnerként vagy beszállítóként a nyugat-európai autógyártó vállalatoknak is. Az autóipar terén igen intenzív és szoros együttműködés jellemzi a vállalatokat és a tudományos, oktatási kutatási intézményeket, a K+F+I tevékenység ezen a területen igen fejlett. Több multinacionális vállalat hozott létre hazánkban K+F központot², valamint alapított saját tanszéket pl. Győrben³, illetve támogat duális képzést Kecskeméten⁴.

Az elektronika az egyik legnagyobb magyar ipari szektor, a teljes hazai gyártás 22%-át teszi ki. Az ország a régió legnagyobb elektronikai gyártója, így a regionális termelés 26%-ához járul hozzá. Számos neves OEM mellett tíznél is több európai gyártó vagy szolgáltató tevékenykedik Magyarországon⁵, mintegy 112.000 foglalkoztatottat számlálva.

Az IKT szektor a teljes magyar GDP 10%-át teszi ki, és több mint 100.000 embert foglalkoztat. A telekommunikáció, az informatikai outsourcing, az informatikai

¹ Suzuki, Audi, Opel, Daimler

² Audi, Bosch, Knorr-Bremse, Thyssen-Krupp, Denso, Continental, Visteon, Edag, Temic Telefunken, ZF

³ <http://uni.sze.hu/audi-tanszek-a-szechenyi-egyetemen>

⁴ <https://gamf.uni-neumann.hu/dualis-partnerek>

⁵ Jabil, Flextronics, Foxconn, Sanmina, Zollner, Videoton

szolgáltatások, valamint a szoftver- és hardvergyártás területén a magyar IKT piac az utóbbi években gyors ütemben növekedett, és a régióban a számítástechnikai szerelés és a kommunikációs berendezések gyártása terén vezető szerepet tölt be.

Bár az elmúlt évtizedben a magyar ipar termelésének részesedése csökkent, az élelmiszeripar továbbra is a gazdaság egyik legfontosabb alszektora. Az élelmiszeripar 2011-ben 124.000 főt foglalkoztatott. Az exportbevételek elengedhetetlenek Magyarország teljes kereskedelmi mérlegéhez. Magyarország a mezőgazdasági és élelmiszeripari termékek egyetlen exportőre a közép-kelet-európai régióban. Az iparág az ország exportjának 6%-át adja. A legtöbb élelmiszeripari vállalat (több, mint 85%) olyan mikrovállalkozás, amelyek foglalkoztatotti létszáma tíz főnél kevesebb. A külföldi tőke részesedése az iparban 47%. A magyar élelmiszeriparban a hús, a kávé és a tea feldolgozása, valamint az üdítőitalok gyártása a legmagasabb FDI-részesedéssel rendelkező ágazatok.

Iparpolitika - Irinyi Terv

Az EU-ban meghirdetett ipari reneszánsz stratégiájához kapcsolódóan, az Ipar 4.0 kihívásainak való megfelelés érdekében és a helyi sajátosságokat figyelembe véve Magyarország is kialakította saját újraiparosítási stratégiáját és annak komplex eszköztárát, amelyet a Kormány az Irinyi Jánosról elnevezett, az innovatív iparfejlesztés irányainak meghatározásáról szóló stratégiai program elnevezésű dokumentumban 2016. februárjában hozott nyilvánosságra (Irinyi Terv 2016). Magyarországon alapvetően kedvezőek a feltételek az ipari szegmens és a hozzá kapcsolódó szolgáltatások fejlesztéséhez, a nemzetgazdasági ágak tekintetében a legjelentősebb GDP termelő képességgel a feldolgozóipar rendelkezik (elsősorban a járműgyártás és a kapcsolódó beszállítói ágazatok révén), amely folyamatosan a hazai bruttó termék (Irinyi Terv 2016, 8) több mint 20%-át szolgáltatja. Az Irinyi Tervben deklarált fő célkitűzés eléréséhez, hogy Magyarországot a legerősebb ipari teljesítményt nyújtó országok között tartsák számon az EU-ban – hazánknak magasan képzett, aktív munkaerő-állománnyal valamint jelentős szellemi hozzáadott érték előállítására képes gazdasággal rendelkező országgá kell válnia. Innováció vezérelte gazdaságra, nagyobb hozzáadott értékre, exportorientált értékláncok kialakítására, valamint tartósan kiegyensúlyozott fejlődésre van szükség, és kiemelten arra, hogy az Ipar 4.0 erőteljesen támogassa ezt a fejlesztési folyamatot. A Roland Berger (2014, 2015) 4.0 Készültségi Index rangsorolásában a *Tradicionalisták* köréből középtávon – szintén a

stratégiai cél szerint – az *Éllovasok* sorába kívánunk kerülni. A 2020-ra kitűzött GDP növekedéshez – amennyiben a növekedés üteme a korábbi évekhez hasonló marad – legalább 7%-os ipari termelés-növekedést kell évente elérni. E célok eléréséhez az Irinyi Terv a kiemelt ágazatokban nemzeti ipart erősítő komplex programok indítását irányozza elő, széles spektrumú eszközrendszer biztosít a hazai vállalkozások növekedése, export-és innovációs képességének erősítése, valamint új munkahelyek teremtése érdekében. Globális és európai értékláncokban meghatározó szerepet betöltő ágazataink intenzív bekapcsolása az Ipar 4.0 folyamataiba, valamint egészében az Ipar 4.0-hoz kapcsolódó paradigmaváltás mielőbbi elősegítése szintén az eszköztárat bővíti.

Az Európai Unió iparpolitikájával összhangban az Irinyi Terv hét kiemelt ágazati stratégiát és akciótervet fogalmaz meg:

1. Járműgyártás (személygépjármű-, autóbusz-, kötöttpályás jármű-gyártás).
2. Specializált gép- és járműgyártás: elektromos járműalkatrész-gyártás (az elektromobilitáshoz kapcsolódóan), 3D nyomtatás, új CAD/CAM-megoldások, nanotechnológia, új anyagok.
3. Egészséggazdaság: gyógyszeripar, orvosi berendezés- és eszközgyártás, nanotechnológia, bionika, orvosi IT-technológia, egészségturizmus stb.
4. Élelmiszeripar: az élelmiszer-termelés, élelmiszer-feldolgozás fejlesztése, geotermikus energia felhasználásán alapuló kertészetek kialakítása és fejlesztése.
5. Zöldgazdaság-fejlesztés: megújuló energiák terjedését elősegítő hálózatok, tárolókapacitás fejlesztése, intelligens hálózatok kialakítása, okos-közvilágítás, okos-mérés kialakítása, biomassza-felhasználás, hulladékgyártás fejlesztése.
6. IKT-szektor: ipar digitalizálása, M2M, IoT-rendszerek, big data-rendszer fejlesztése, start-upok, SSC támogatása.
7. Védelmi ipar (informatikai biztonság, lokációs és rádiófrekvenciás területek).

E fenti hét ágazat közül elsősorban a járműgyártás (közösségi közlekedés), védelmi ipar, építőipar, orvostechikai eszközök gyártása területén az állam maga is – megrendelésekkel, beruházásokkal – aktív szerepet vállal az innovációs folyamatokban.

Az ágazati fejlesztési stratégiák megvalósítását az Irinyi Terv 5+1 horizontális szempontrendszer mentén kívánja megvalósítani, így az új és digitális technológiák alkalmazása, az energia- és anyaghatékony eszközök gyártása, a területi egyenlőtlenségek feloldása, a foglalkoztatás-bővítés, a hazai erőforrások hatékony felhasználása központi

kérdés. A stratégia megvalósításának ugyanakkor elválaszthatatlan, szerves része az Ipar 4.0, amely az ipar minőségi megújításának tudásgazdasági vetületét képezi és mintegy keretet is ad a fejlesztési folyamatnak. Ez azonban az iparpolitika kialakításában is átfogó szemléletváltást, paradigmaváltást feltételez (1. táblázat), amelynek középpontjában a hatékonyság, termelékenység és rugalmasság áll, ehhez tudatosabb vállalkozási szemlélet, megfelelő szabványosítás, átlátható szabályozások, kiszámítható, szabályozott támogató rendszerek kialakítása alapfeltétel.

1. táblázat Az Irinyi Terv paradigmaváltásai

<i>Múlt</i>	<i>Jövő</i>
Mennyiségi fejlesztés	Minőségi, innovatív iparpolitika
Vállalatok egyedi fejlesztése	Teljes értéklánc-szemlélet
Foglalkoztatáspolitikai	Hatékonyságnövelés
Munkaerő mennyiségi biztosítása	Minőségi, piacorientált humán erőforrások biztosítása
Pillanatnyi előnyök keresése	Ágazatok kiválasztása a fenntartható komparatív előnyök alapján
Makroszintű tervezési módszertan	Új, mikroszintű gazdaságpolitikai eszközrendszer fejlesztése
Meghatározott támogatási célok kitűzése	Komplex fejlesztési és támogatási szemlélet, komplex támogatási formák
Egyedi intézkedések	High-tech ökoszisztéma építése

Forrás: Irinyi Terv (2016)

Az Irinyi Terv célrendszerében szereplő egyik fókuszpont a járműipari függőség csökkentése, így a további ipari ágazatok eredményeit is erősíteni kell a kiegyensúlyozott gazdasági fejlődés érdekében. A vállalkozások export-orientált értékláncokba történő integrálódását megfelelő állami szabályozási keretrendszer biztosítja. A beszállítói oldalon (alapanyag-gyártók, beszállítók) a termelési és kapcsolódó folyamatokat az Ipar 4.0 alkalmazásai támogatják (CPPS illetve IoT), beszállítói mentor program is bevezetésre kerül. A szolgáltatói-értékesítési oldal (nagyker, kisker, szolgáltató) digitalizáltsági foka is erősen fejlesztésre kerül pl. Shared Economy alkalmazásokkal.

A hazai adottságok kiaknázásával a magas fejlődési potenciállal rendelkező ágazatokra helyeződik a hangsúly, ahol fejlesztési lehetőségekre, a K+F+I valamint az FDI növelésére szükséges koncentrálni. A Magyarországon regisztrált vállalkozások számottevő részét, 99,9%-át a KKV-k teszik ki, ami jóval magasabb az uniós átlagnál. A foglalkoztatásban betöltött szerepük is jelentősebb, mint az EU-ban, ezzel szemben tőkeerősségük, export-képességük és a GDP-hez való hozzájárulásuk elmarad az uniós átlagtól. A KKV-k lokális szinten igen jelentős gazdasági tényezőt képviselnek, hatékonyságuk fejlesztése kiemelten

fontos cél, így a fejlesztési stratégia a vállalkozási életciklus minden szakaszában (induló, növekvő, érett, megújuló, hanyatló) célzott beavatkozásokat és ehhez hozzárendelt pénzügyi forrásokat irányozott elő. A tudás jelentősen felértékelődik, a tudás felhalmozása a KKV-kban és beépülésük a csúcstechnológiás folyamatokba fontos célkitűzés. A tőkeellátottság biztosítása, a forrásokhoz történő lényegesen könnyebb hozzáférés is biztosított a program keretében.

Az Irinyi Terv célrendszerében alapvető jelentőséggel bír egyrészt a humán tőke, amelynek a megfelelő szakképzettség, a digitális ismeretek, valamint a gyakorlati tapasztalatok elsajátítása elengedhetetlen összetevője. A materiális tőke az infrastruktúra, technológia és a hálózatok fejlesztéséből, a digitális transzformációból és a KKV-adatvagyonból tevődik össze, míg a kapcsolati tőke magában foglalja az ágazati koordinációt, az ipari inkubációt, a klaszteresedést, és egészében az együttműködési kultúra fejlesztését.

Az újraiparosítási stratégia fejlesztéspolitikai eszköztárának jelentős részét teszik ki a vissza nem térítendő támogatások, illetve kombinált hitelprogramok is.

A magyar Ipar 4.0 platform és stratégia

Az Ipar 4.0 Nemzeti Technológiai Platform Szövetség (NTP) 2016-ban alakult, az MTA SZTAKI, az akkori NGM és közel 60 gazdasági, tudományos szereplő közreműködésével. Fő célja az Ipar 4.0 kulcsterületein az információcsere és fejlesztések ösztönzése, valamint a gazdaság szereplőinek és ezáltal az ország versenyképességi pozíciójának erősítése **Hiba! A hivatkozási forrás nem található..** Sajnos, a magyar innovációs rendszer fejlettsége és az együttműködés kultúrája még nem teljesen felkészült az ilyen típusú partnerségi modellek eredményes alkalmazására. Komoly problémát jelentenek a kulcsszereplők közötti minőségi kapcsolattartáshoz és kommunikációhoz szükséges bizalmi tőke hiánya, illetve az egy-egy időszakban felkarolt hasonló programok rosszul előkészített és kampányszerű bevezetési kísérletéből fakadó rossz tapasztalatok.

A platform iparstratégiai missziója, hogy partnere legyen a kormányzatnak a versenyképességi politikában és a gazdaságerősítő programokban. Az NTP keretein belül a munka hét csoportban folyik:

- Stratégiai tervezés;
- Foglalkoztatás, oktatás és tréning;
- Jogi kérdések;

- Infokommunikációs technológiák;
- Ipar 4.0 kísérleti mintarendszerek;
- Gyártás és logisztika, valamint Innováció és üzleti modell.

Az Ipar 4.0 stratégia sikerének kulcstényezője, hogy az Irinyi Tervben kiemelt ipari ágazatokban miként, milyen ütemben és mértékben megy végbe a digitális átalakulás. Ennek sarokpontja a KKV-szektor, így a stratégián alapuló akcióterv elsősorban olyan intézkedések kidolgozását és végrehajtását célozza meg, amely a hazai vállalkozások általános és átfogó digitális felkészítéséből kiindulva az Ipar 4.0 technológiáknak az iparági sajátosságokhoz mért gyors adaptációját teszi lehetővé, biztosítva a KKV szektor nemzetgazdasági beágyazódását a különböző ipari innovációs értékláncok mentén.

Az Ipar 4.0 pillérstruktúrája igazodik az ipar digitális átalakulásával járó technológiai, társadalmi és az üzleti magatartást meghatározó változásokhoz és ezekben a dimenziókban az intézkedések végrehajtását szolgáló intézményrendszerhez. Az egyes pillérek önmagukban és a többivel kialakuló kölcsönhatásaikban együttműködési keretet biztosítanak az Ipar 4.0 programokhoz, mindenekelőtt a szinergiák kiaknázásához. Az Ipar 4.0 stratégia 5 pillérre épül: *digitalizáció és vállalkozásfejlesztés; gyártás és logisztika; munkaerőpiac; kutatás-fejlesztés-innováció; ökoszisztéma.*

Az egész pillérstruktúrát áthatja az állam a maga ösztönző, szabályozó tevékenységével, az intézményi rendszerének működtetésével, amelyben és ahol minden a kijelölt stratégiai célok megvalósításának irányába kell, hogy hasson. Tehát, bár az állam is része az ökoszisztémának, önmagát nem tekintjük pillérnek ebben a szemléletmódban

A hazai adaptáció kihívásai

A kutatásaim tükrében az alábbi input tényezőket azonosítottam, amelyek kedvezőtlen helyzetben visszatartó erőként gátolják az innovációk adaptációját a hazai ökoszisztéma vonatkozásában:

Kutatás fejlesztés, oktatás tekintetében:

- feltűnően kevés a kétoldalú K+F+I együttműködés a vállalati és az akadémiai (egyetemi, kutatói intézeti) szféra képviselői között;
- a duális képzés hazai eredményeivel nem elégedettek a vállalatok;
- az Ipar 4.0-hoz köthető K+F eredmények, szolgáltatások nem állnak kielégítő módon sem mennyiség, sem minőség, sem ár tekintetében a piac rendelkezésére.

Intézmények, szabályozás, infrastruktúra tekintetében:

- a közúti és a vasúti infrastruktúra alapvetően sugaras, a légi közlekedés szerény kiépítettsége gátolja az áruk és a munkaerő szabad mozgását. Előbbi a napi munkába járás, az általános logisztika szempontjából, utóbbi pedig a nemzetközi termelési értéklánc-integráció és az új piacok elérése szempontjából kritikus;
- a gazdasági transzparencia, a kiszámítható pénzügyi és jogi környezet előfeltétele a vállalatok stratégiai döntéseinek;
- elfogadott állami Ipar 4.0 stratégia hiánya, mely célokat, felelőségeket és szerepköröket tisztázna, folyamatokat, minősítési rendszert és oktatási koncepciót definiálna;
- vállalatok részére egységes, általános Ipar 4.0 világkép, kiemelten referencia architektúra, üzleti és működési mintamodellek hiánya.

Helyi adottságok:

- regionális iparági klaszterek, ipari körzetek fejlesztése, ágazatokon átívelő ipari értékláncok kialakítása, tekintve, hogy a hazai klaszterek jelentősége nem közelíti meg a külföldi referenciákat;
- geopolitikai helyzet, kapcsolódási lehetőségek potenciáljának hiánya a külföldi ipari termelési régiókhoz.

Összefoglalás

A korszerű információs és kommunikációs technológiák, a gyártó- és az azt kiszolgáló logisztikai rendszerek mind gyorsabb integrációs folyamatai, továbbá a folyamatos verseny a digitalizáció irányába mutató változásokat, innovációkat indított el az iparban, amelyeket ma összefoglalóan – a németországi minta után – Ipar 4.0-nak (németül Industrie 4.0) neveznek.

Első körben a megfelelő technikai, technológiai és tudásháttérrel rendelkező nagyvállalatok, valamint a jármű- és gépgyártó iparághoz tartozó KKV képesek jelentős lépéseket tenni az Ipar 4.0 innovációinak kihívásait kezelendő. Ha ezek a vállalatok meg tudják valósítani a vertikális integrációt, miközben a beszállítói láncuk tagjai is lerakják a hasonló alapokat, akkor a következő lépésben megvalósulhat a horizontális integráció is. Mivel ezek a vállalatok nemzetközi beágyazódottságuk okán egyben egy globális hálózat részei is, ezért bármikor profitálhatnak más telephelyek fejlesztéseiből, amelyek ezt követően eljuthatnak a

beszolgáltatóikhoz is. Összeségében tehát a KKV-k és azon belül is a közép vállalati szektor önálló fejlesztése helyes prioritás úgy a hazai kormányzati, mint a társadalmi szervezetek stratégiai térképén.

A magyar iparpolitika fő célkitűzése, hogy 2020-ig 30%-ra emelkedjen az ipar aránya a bruttó hazai termékben belül. A cél érdekében a hagyományos iparágaknak és a meglévő üzleti modelleknek át kell alakulniuk, az értékteremtés kulcsát pedig egyre nagyobb mértékben az innováció kell, hogy jelentse. A prognosztizált változás szereplői közül nagy potenciált hordoznak magunkban a kis- és közép vállalati, valamint a nagyvállalati szektort alkotó vállalkozások, amelyek a rendelkezésükre álló területi tőkeelemeket kihasználva tényleges hozzáadott érték előállítására lehetnek képesek. Végeredményben a mennyiségi termelésből, a tömegtermékgyártásból a minőségi, hozzáadott értéket és tudást kínáló országgá kell előre lépni a globális értékláncban betöltött szerepünk tekintetében, amennyiben a fejlődés irányát stabilizálni, a kitűzött célt tartani kívánjuk. Összeségében tehát az Ipar 4.0 szemlélet alkalmazása, a kihívások tudatos kezelése lehet a siker meghatározó eleme.

Irodalomjegyzék

- Chandra V.; Eröcal D.; Padoan P.C.; Primo; Braga C. A. (2010): *Innovation, and Growth: Chasing a moving frontier*. World Bank OECD, Paris
- Döry Tibor (2005): *Regionális innováció-politika - Kihívások az Európai Unióban és Magyarországon*. Dialóg Campus, Budapest
- Gartner (2014): *Gartner's 2014 Hype Cycle for Emerging Technologies Maps the Journey to Digital Business*. <https://www.gartner.com/newsroom/id/2819918>, Letöltve: 2017.10.12.
- Gartner (2015): *What's New in Gartner's Hype Cycle for Emerging Technologies 2015*. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/whats-new-in-gartners-hype-cycle-for-emerging-technologies-2015/>, Letöltve: 2017.10.12.
- Gartner (2016): *Gartner's 2016 Hype Cycle for Emerging Technologies Identifies Three Key Trends That Organizations Must Track to Gain Competitive Advantage*. <https://www.gartner.com/newsroom/id/3412017>, Letöltve: 2017.10.12.
- Gartner (2017): *Top Trends in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies*. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/top-trends-in-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2017/>, Letöltve: 2017.10.12.
- Hámori Balázs; Szabó Katalin (2015): Az innováció innovációja - Új innováció típusok a globális gazdaságban. *Külgazdaság*, LIX.évf. 5-6.sz., 100-130. o.
- Holz Michael (2013): *Strategies and policies to support the competitiveness of German Mittel-stand companies*. In: Coltorti F.; Varaldo R. (szerk.): *Mid-sized Manufacturing Companies: The New Driver of Italian Competitiveness*. Springer, Milano, 147–168. o.
- Inzelt Annamária (szerk.) (1998): *Bevezetés az innovációmenedzsmentbe*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest
- Irinyi terv (2016): *Irinyi terv Az innovatív iparfejlesztés irányainak meghatározásáról*. <http://www.kormany.hu/download/d/c1/b0000/Irinyi-terv.pdf>, Letöltve: 2017.02.06.

- Jones L. E., Manuelli R. E. (2005): *Neoclassical Models of Endogenous Growth: The Effects of Fiscal Policy, Innovation and Fluctuations*. In: Aghion P.; Durlauf S. (szerk.): *Handbook of Economic Growth*. University of Minnesota, 13-65. o.
- Kagermann Henning; Wahlster W.; Helbring J. (2013): *Securing the Future of German Manufacturing Industry: Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group*. Forschungsunion im Stifterverband für die Deutsche Wirtschaft e.V., Berlin
- Kiss János (2014): Az innováció hatása a vállalati teljesítményre és versenyképességre. *Közgazdasági Szemle*, LXI.évf. március, 299-314. o
- Kornai János (2011): *Gondolatok a kapitalizmusról*. Akadémia Kiadó. Budapest
- Kovács Szilárd; Lux G.; Páger B. (2017): A közép vállalatok szerepe a feldolgozóiparban: egy magyarországi kutatás első eredményei. *Területi Statisztika* 57.évf. 1.sz., 52-75. o.
- Lengyel Imre; Rechnitzer János (2004): *Regionális gazdaságtan*. Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs
- Lucas Robert E. (1988): On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics*, 22., 3-42. o.
- Molnár Ernő (2013): Egy zsugorodó iparág újrapozicionálásának kérdőjelei: Magyarország cipőgyártása a rendszerváltás után. *Tér és Társadalom*, 27(4), 95-113. o.
- Monostori László; Kádár Botond; Bauernhansl T.; Kondoh T.; Kumara S.; Reinhart G.; Sauer O.; Schuh G.; Sihn W.; Ueda K. (2016): *Cyber-physical systems in manufacturing*. CIRP Annals - Manufacturing Technology, 65(2), 621-641. o.
- Mukherje A. (2011): Competition, innovation and welfare. *The Manchester School*, Vol 79. No.6. December, 1045-1057.o.
- Nábelek Fruzsina (2017): *Az automatizáció lehetséges munkaerő-piaci hatásai Magyarországon, 2012-2016*. MKIK Gazdaság- és Vállalkozáskutató Intézet GVI, Kutatási Füzetek 2017/3., Budapest
- Nábelek Fruzsina, Sturcz Anikó, Tóth István János (2016): *Az automatizáció munkaerő-piaci hatásai. Járási munkaerő-piacok automatizációs kitettségének becslése*. MKIK Gazdaság- és Vállalkozáskutató Intézet GVI, Kutatási Füzetek 2016/4., Budapest
- Nick Gábor András; Pongrácz Ferenc (2017): Innováció- a fenntartható növekedés kulcsa Magyarországon. *Közgazdasági Szemle*, LXIV.évf. július - augusztus, 723-737. o.
- NTP [Ipar 4.0 Nemzeti Technológiai Platform] (2017): *Az Ipar 4.0 fogalma*. https://www.i40platform.hu/sites/Industrie%204.0_Definition.pdf , Letöltve: 2017.10.12.
- OECD (2007): *Innovation and Growth. Rationale for an Innovation Strategy*. Paris
- Rechnitzer János; Smahó Melinda (2011): *Területi politika*. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Roland Berger (2014): *Industry 4.0 – The new industrial revolution, How Europe will succeed*. Think Act March 2014, Munich
- Roland Berger (2015): *Industry 4.0 – The role of Switzerland within an European manufacturing revolution* Think Act, March 2015, Zurich
- Romer Paul (1990): Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, Vol. 98., 71-S102. o.
- Schuh Günter; Anderl Reiner; Gausemeier Jürgen; Hompel Michael ten; Whalster Wolfgang (2017): *Industrie 4.0 Maturity Index*. Herbert Utz Verlag, München
- Schumpeter Joseph A. (1980): *A gazdasági fejlődés elmélete*. KJK, Budapest
- Schwab Klaus (2016a): *The Fourth Industrial Revolution*. WEF, Geneva
- Schwab Klaus (2016b): *The Human Capital Report*. World Economic Forum, Geneva
- Spath Dieter; Ganschar Oliver; Gerlach Stefan; Hämmerle Moritz; Krause Tobias; Schlund Sebastian (2013): *Produktionsarbeit der Zukunft Industrie4.0*. Fraunhofer Verlag, Stuttgart
- Szalavetz Andrea (2016a): Az ipar 4.0 technológiák gazdasági hatásai: egy induló kutatás kérdései. *Külgazdaság*, 60.évf. 7-8.sz., 27-50. o.
- Szalavetz Andrea (2016b): Egy előre bejelentett forradalom krónikája Magyarországon: ipar 4.0-technológiák és a hazai feldolgozóipari leányvállalatok. *Külgazdaság*, 60.évf. 9-10.sz., 28-48. o.
- Szerb László (2010): A magyar mikro-, kis és közép vállalatok versenyképességének mérése és vizsgálata. *Vezetéstudomány*, 41(12), 20-35. o.

In: Lux Gábor (2019) (szerk): Ipari közép vállalatok és területi versenyképesség. Dialóg Campus Kiadó, Budapest–Pécs.

Szerb László; Ács Zoltán J.; Autio Erko (2016): *Global Entrepreneurship and Development Index 2015*. Springer International Publishing, Cham

Török Ádám; Csuka Gyöngyi; Veres Anita (2016): *Az iparpolitika „újjászületése” az Európai Unió tagországaiban*. In: Lengyel Imre; Nagy Benedek (szerk.): *Térségek versenyképessége, intelligens szakosodása és újraiparosodása*. JATEPress, Szeged

Welter F.; Bijedic T.; Hoffman M. (2015): *Triebwerk des Erfolgs – Der deutsche Mittelstand im Fokus*. GE Capital Deutschland – Institut für Mittelstandsforschung, Bonn