SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM
REGIONÁLIS- ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA

Vezető: Prof. Dr. Rechnitzer János egyetemi tanár

Nick Gábor András
okleveles közgazdász

Az Ipar 4.0 hazai adaptációjának kihívásai a vállalati és területi összefüggések tükrében

Doktori értekezés

Témavezető: dr. Lux Gábor, Ph.D.

Győr
2018. október

Széchenyi István Egyetem
Regionális- és Gazdaságtudományi Doktori Iskola

Nick Gábor András

Az Ipar 4.0 hazai adaptációjának kihívásai a vállalati és területi összefüggések tükrében

Doktori értekezés

Győr, 2018.

Tartalom

1 Bevezetés, a disszertáció tudományos kérdései és hipotézisei 8

1.1 Köszönetnyilvánítás 8

1.2 Bevezetés: a téma rövid összefoglalása 8

1.3 A disszertáció célja és felépítése 11

1.4 A kutatás hipotézisei, kutatási kérdései 15

1.5 A kutatás folyamata és módszertana 20

2 Innováció, regionális ökoszisztéma 23

2.1 A Kondratyev-ciklusok 23

2.2 Innováció 25

2.2.1 Az innováció definíciói 25

2.2.2 Innovációs miliő 28

2.2.3 Innováció, a teremtő pusztítás 31

2.2.4 Az innováció folyamata 32

2.2.5 A triple helix modell 33

2.2.6 Nyílt innováció 36

2.2.7 Az innováció akadályai 37

2.3 Ipar és térbeliség 39

2.3.1 Város és régió 39

2.3.2 Globális tér, kibertér 41

2.4 Területi versenyképesség 43

2.5 Tudásalapú gazdaságok 46

2.6 Vállalkozások 48

3 Az Ipar 4.0 alapjai 51

3.1 Az ipari fejlődés első három szakasza 51

3.2 Ipar releváns megatrendek 57

3.2.1 Demográfiai változások 57

3.2.2 Gyártás alkalmazkodása a vevői igényekhez ... 58
3.2.3 Hozzáadott érték helye az értékláncban ... 59
3.2.4 Az informatika fejlődése: dematerializálódás, adatból tudás ... 60
3.3 Az Ipar 4.0 definíciója és jellemzői ... 63
3.4 Az Ipar 4.0 hatásai ... 66
3.4.1 Az Ipar 4.0 lehetőségei, kihívásai és veszélyei ... 66
3.4.2 Térbeli következmények ... 72
3.5 Kiber-fizikai rendszerek a termelésben ... 72
3.5.1 A valós és a virtuális világ konvergenciája ... 73
3.5.2 Az okos gyár ... 76
4 Ipar 4.0 a makrogazdaság szintjén ... 79
4.1 Ipar 4.0 releváns makrogazdasági mutatók ... 79
4.1.1 Globális Versenyképességi Index ... 79
4.1.2 Digitális Gazdaság és Társadalom Fejlettség Index ... 83
4.1.3 European Innovation Scoreboard ... 86
4.1.4 Roland Berger Ipar 4.0 Készültségi Index ... 89
4.2 ROCE: Az Ipar 4.0 „gazdaságtana” ... 92
4.3 Nemzetközi kitekintés: iparpolitikák, nemzeti platformok ... 94
4.3.1 Európai Unió iparpolitikai elképzelései ... 94
4.3.2 Németország a fejlődés élvonalában ... 99
4.3.3 Svájc az abszolút élmezőnyben ... 103
4.3.4 Ausztria a szárnyaló gazdaság ... 105
4.3.5 USA az ipari relokáció stratégája ... 108
4.3.6 Japán: az ipari növekedést újraindító stratégia ... 112
4.4 Magyarország a digitalizáció útján ... 114
5 Mikroszintű Ipar 4.0 felmérések, érettségi modell ... 121
5.1 PwC: Globális Ipar 4.0 felmérés ... 121

5.2 VDMA: Felkészültségi felmérés ... 126
5.3 Fraunhofer: A termelés jövője felmérés ... 131
5.4 acatech: Érettségi Modell ... 132
6 A saját empirikus kutatás modellje ... 139
6.1 Az empirikus kutatás fókusza ... 139
6.2 A kérdések forrásai ... 140
6.3 A kérdőív szerkezete ... 143
6.4 Az empirikus modell kapcsolata a hipotézisekhez és az elméleti fejezetekhez ... 150
6.5 Az online kérdőív értékelési lehetőségei ... 151
6.6 Mélyinterjúk és esettanulmányok megalapozása ... 152
7 Az empirikus kutatás eredményei ... 154
7.1 A hazai Ipar 4.0 ökoszisztéma általános jellemzése ... 155
7.2 Az Ipar 4.0 hazai megjelenése, technológiai és szervezeti jellemzői ... 159
7.3 Az Ipar 4.0 területi összefüggései ... 163
7.4 Mélyinterjúk és vállalati esettanulmányok ... 187
8 Összegzés ... 193
8.1 Következtetések, a kutatás tudományos eredményei ... 195
8.2 A kutatás lehetséges jövőbeni irányai ... 205
9 Irodalomjegyzék ... 206
10 Mellékletek ... 218
10.1 Fogalmak, rövidítések, valamint idegen szavak jegyzéke ... 218
10.2 Kérdőívek ... 219

Ábrák jegyzéke

1. ábra A disszertáció elkészítésének munkafolyamata és szerkezete 12
2. ábra A Kondratyev-ciklusok kiegészítése 24
3. ábra A regionális innovációt meghatározó tényezők 29
4. ábra Az innovációs modellek fejlődése 33
5. ábra A triple helix modell adaptálva 35
6. ábra Versenyképességi piramis 45
7. ábra Gyártás fejlődése az időben Koren 58
8. ábra Mosoly görbe 59
9. ábra A feltörekvő technológiák hype-ciklusa 70
10. ábra A német CPS érettségi modell 75
11. ábra Az amerikai CPS érettségi modell 76
12. ábra Az elemezésre kerülő országok versenyképességi rangsora 80
13. ábra WEF Innovációs környezet értékeinek alakulása 82
14. ábra WEF Technológia készültség alakulása 83
15. ábra DESI rangsor 84
16. ábra EIS rangsor 87
17. ábra A Roland Berger Ipar 4.0 Készültségi Index 2014 - 2016 91
18. ábra Iparfejlesztési opciók 93
19. ábra Ipar 4.0 és a profitabilitás 99
20. ábra A digitális érettség dashboard-ja a gyártóiparban 109
21. ábra A magyar Ipar 4.0 stratégia pillérstruktúrája 120
22. ábra A VDMA kérdőív vállalati jellemzőket vizsgáló struktúrája 126
23. ábra Kérdőív kérdések forrásai 140
24. ábra A válaszolók földrajzi megoszlása 155
25. ábra A válaszolók tulajdonosi szerkezet szerinti megoszlása 157
26. ábra A válaszolók iparág, tevékenység szerinti megoszlása 158
27. ábra A válaszadók típus és nagyság szerinti megoszlása 159
28. ábra Az adatok megosztásának szükségessége 159
29. ábra Termelési adatok virtuális környezetben 160
30. ábra Digitalizált folyamatok és a robotika dominanciája 161
31. ábra Okos termék adatgyűjtés ismérvei 161
32. ábra Gyártás során gyűjtött adatok felhasználási területei 162
33. ábra A használat során keletkező adatok hasznosítási területei 162
34. ábra Versenyképesség szempontjából az Ipar 4.0 fontossága 163
35. ábra Ipar 4.0 stratégia megléte és megvalósítási státusza 164
36. ábra Ipar 4.0 stratégiák hatályai 165
37. ábra Vállalatszervezés, működési filozófia 165
38. ábra Vállalati értékteremtés önértékelése 166
39. ábra Az Ipar 4.0 beruházások jelenlegi és jövőben cél területei 167
40. ábra Mely területeken létezik innovációmenedzsment folyamat 168
41. ábra Igénybe vett források a vállalati Ipar 4.0 K+F finanszírozására 169
42. ábra Elégedettség a hazai K+F szolgáltatások színvonalával 169
43. ábra Innovációs eredmények: Termékek, folyamat tekintetében 170
44. ábra A vertikális és horizontális integráció területei 171
45. ábra Technológia megoldások jövőbeli Ipar 4.0 relevanciája 172

46. ábra A KKV-k technológiai dualítása ... 173
47. ábra A felhőtechnológia elterjedtsége ... 174
48. ábra Automatizálás a gyártásban és a logisztikában: a jelen ... 175
49. ábra Automatizálás a gyártásban és a logisztikában: a jövő ... 175
50. ábra A rendelkezésre álló eszközpark megléte M2M funkciók tekintetében ... 176
51. ábra Az eszközpark fejlesztési lehetőségeit M2M funkciók tekintetében ... 176
52. ábra Vállalati környezetben üzemelő rendszerek, funkciók ... 177
53. ábra Elvárások a direkt állami beavatkozás vonatkozásában - országos ... 179
54. ábra Elvárások a direkt állami beavatkozás vonatkozásában - régiós ... 179
55. ábra Finanszírozási eszköztár preferenciák ... 180
56. ábra A területi egyenlőtlenségek hatása és oldása ... 181
57. ábra Lényeges-e a közlekedési infrastruktúra fejlesztése? ... 181
58. ábra Technológiai és versenyképességi Ipar 4.0 kihívások - országos ... 182
59. ábra Technológiai kihívások – régiós összehasonlítás ... 183
60. ábra Versenyképességi kihívások – régiós összehasonlítás ... 183
61. ábra A munkavállalói kompetenciák a jövő elvárásai tükrében ... 184
62. ábra Hogyan változnak a munkakörülmények Ipar 4.0 környezetben? ... 185
63. ábra A foglalkoztatás alakulása az Ipar 4.0 megvalósítása következtében ... 185
64. ábra A duális képzés hazai eredményeinek megítélése ... 186
65. ábra Az ipar digitális ökoszisztéma piramisa ... 198

Táblázatok jegyzéke

1. táblázat Kutatási kérdések, hipotézisek rendszerének áttekintése ... 15
2. táblázat Az innovációs folyamat modell típusai ... 32
3. táblázat Az innovációs modellek fejlődése ... 37
4. táblázat Gyártás és logisztika célok és eszközök ... 66
5. táblázat Az Irinyi Terv paradigmaváltásai ... 118
6. táblázat Források ... 135
7. táblázat Információs rendszerek ... 135
8. táblázat Szervezeti struktúra ... 135
9. táblázat Kultúra ... 136
10. táblázat A kérdőívben szereplő kérdések tételes listája forrásukat tekintve ... 142
11. táblázat A kérdőív II. és III. főrész közötti analógiák ... 143
12. táblázat A kérdőív szerkezete ... 143
13. táblázat Bevezető kérdések ... 144
14. táblázat A vállalati minősítés dimenzió ... 144
15. táblázat A nemzetgazdasági kérdések ... 147
16. táblázat Az empirikus modell kapcsolata az elméleti fejezetekhez ... 150
17. táblázat A szakértői kérdőív témakörei, a mélyinterjú kérdései ... 152
18. táblázat Vállalati esettanulmányok szerkezete ... 153
19. táblázat Területi versenyképesség – Ipar 4.0 szereplők számossága ... 156
20. táblázat Mélyinterjú eredmények ... 187
21. táblázat A hipotézisek és az empirikus modell kapcsolatrendszere ... 194

1 Bevezetés, a disszertáció tudományos kérdései és hipotézisei

„Research is to see what everybody has seen
and think what nobody has thought."
Szent-Györgyi Albert (1957, 57)

1.1 Köszönetnyilvánítás

Doktori tanulmányaim és disszertációm elkészítése megszámlálhatatlan értékes percet vont el családomtól. Türelemmel viselték és biztosították számomra a nyugalmat. Köszönöm nekik, hogy mindvégig mellettem voltak.
Hálás szívvel gondolok mindenkire, aki valaha tanácsával, iránymutatásával hozzájárult eddigi életemhez, hiszen ők is részesei a dolgozatnak.

1.2 Bevezetés: a téma rövid összefoglalása

A körülöttünk levő világ fejlődik, naponta jelentenek be új, szebb, jobb, 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.

Kondratyev 1925-ben fogalmazta meg gondolatait a gazdasági fellendülések és hanyatlások ciklikus váltakozásáról, amelyek – megfigyelései szerint – megközelítőleg 50 évente következnek be. 1939-ben Schumpeter kiegészítette ezt az elméletet azzal, hogy a fellendülések mindig egy-egy úgynevezett bázisinnovációhoz kötődnek. Saját megfogalmazásában innovációnak tekintett minden újítást, amelyben a gazdaság fejlődik és a szereplők versenyelőnyre tesznek szert. Gazdaságelméleti megközelítés szerint innovációnak, fejlődésnek tekintjük a gazdasági körfolyamat egyensúlyi helyzetében történő változást. Napjainkban új termékek előállítását, termelési rendszerek bevezetését, szervezetek létrehozását, de új emberi és közösségi viselkedési módokat is értünk rajta. (Schumpeter 1980; Lengyel – Rechnitzer 2004; Oslo Manual 2005)
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, illetve középpontba helyezve magát az embert,

innovációkat indított el az iparban, amelyeket ma összefoglalóan – a németországi minta után – Ipar 4.0-nak (németül Industrie 4.0) neveznek.

Az ipar kereteit átlépő, robbanásszerű és paradigmaváltások sorát magával hozó, éppen ezért a negyedik ipari forradalomként is aposztrofált időszak részben új lehetőségeket, részben új kihívásokat jelent mind az ipari-vállalkozói (termelő, beszállító, szolgáltató), mind az akadémiai (kutató-fejlesztő-oktató) szféra számára. A kihívásokra adandó válaszként a vállalatok belső működése, üzleti modellje, külső kapcsolatrendszere szükségszerűen gyökeresen át fog alakulni. Az elkövetkező időszakban kiemelt szerep jut az állami intézményrendszernek, amit több ország markáns módon megfogalmazott gazdaságfejlesztési, iparpolitikai célkitűzése már ma is bizonyít (lásd 4.3 fejezet). A vizionált ökoszisztéma további szereplői a társadalmi és szakmai szervezetek, valamint a középpontban álló ember.

A már lezajlott ipari forradalmakkal kapcsolatban egy tényt biztosan leszögezhetünk: komoly hatással voltak az adott korszak technológiai, társadalmi, gazdasági és szervezeti változásaira, valamint alakították a térbeli folyamatokat és a regionális fejlődést is. Megítélésem szerint nem várható ez másképpen az előttünk kibontakozó, döntően az ipar digitalizációján alapuló, következő ipari forradalom esetében sem. Mindezt az ipari fejlődés negyedik szakaszának tekinthetjük, amelynek bázisinnovációját a kiber-fizikai (Cyber-Physical Systems, CPS) rendszerek fejlődése képezi. A vállalkozások műszaki felkészültsége mellett további ismérvként alapvetően a tudás és annak megosztása, a kutatási együttműködés jelenti a jövőben az értéket. Az ipari szereplőknek életben maradásuk érdekében fokozniuk kell termelékenységüket és végcélként értéknövelt innovatív szolgáltatást, személyre szabott terméket szükséges immár tömegáron előállítaniuk. Versenyelőnyt azok az innovatív vállalkozások élveznek majd, amelyek építenek egyetemi, azaz K+F kapcsolataikra, aktív kommunikációt folytatnak a kormányzat szereplőivel, továbbá – ha szükséges –, még a versenytársaikkal is kooperálnak. Teszik mindezt úgy, hogy a fenntartható fejlődés szempontjait is szem előtt tartják. Meggyőződésem, hogy a lokális terek szereplőinek innováció terén tanúsított együttműködése vezet a régiók fejlődéséhez és egyúttal önmaguk versenyképességi pozíciójának javításához is.

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 (az ipar aránya a

GDP-ben 2014 évben 23,5% volt), jelentős mértékben függ az autógyártástól és a kapcsolódó iparágaktól (Nick – Pongrácz 2017b; NGM 2016). Kormányzati szinten – és az Európai Unió újraiparosítási stratégiájával összhangban – *a magyar kormány komplex eszköztárral*, az innovatív iparfejlesztés irányainak meghatározásáról szóló *Irinyi Tervvel kívánja támogatni az ipar digitalizációját* és ennek eredményeképpen fejlődését, azaz az Ipar 4.0 megvalósítását. Deklarált fő célkitűzésként az ipar arányának a bruttó hazai terméken belül 2020-ig 30%-ra kell emelkednie. A cél érdekében a hagyományos iparágaknak és a meglévő üzleti modelleknek át kell alakulniuk, az értékteremtés kulcsát pedig egyre nagyobb mértékben az innováció jelenti. A prognosztizált változás szereplői közül nagy potenciált hordoznak magunkban a kis- és közepes (KKV), valamint a nagyvállalati (NV) 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 lépnünk* a globális értékláncban betöltött szerepünk tekintetében, amennyiben a fejlődés irányát stabilizálni, a kitűzött célt tartani kívánjuk. Összeségében tehát az Ipar 4.0 szemlélet alkalmazása lehet a siker meghatározó eleme.

A disszertációm időszerűsége és aktualitása a fentiek alapján adott. Számtalan kérdés vár megválaszolásra: Hogyan szerveződik és működik egy sikeres vállalat a digitalizáció korában? Milyen intézmények, szereplők, trendek alakítják a vállalatok jelenét, jövőjét? Milyen iparfejlesztési programok léteznek a versenyképes országokban? Hatással van-e a térbeli elhelyezkedés a gazdaság szereplőire? Hogyan hat az Ipar 4.0 innovációinak adaptációja a magyar gazdaságra? Átalakul-e az ipar, milyen jövő vár a ma húzóerőként említett autógyárakra? Meddig tart a robotok térnyerése? Elveszik-e, átveszik-e, esetleg kiegészítik a gyárban dolgozók tevékenységeit? Hosszan sorolhatnám még azokat a kérdéseket, amelyek a társadalom és a politika szereplőiben naponta felmerülnek, illetve amelyekre napi munkám során, a Magyar Tudományos Akadémia Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézete (MTA SZTAKI) és az Ipar 4.0 Nemzeti Technológiai Platform (NTP) munkatársaként választ kell adnom.

Álláspontom szerint a negyedik ipari forradalom kérdéskörének feldolgozása komplex megközelítést igényel, és talán ez a szemlélet adja disszertációm újszerűségét. Jóllehet, egyre több témába vágó tanulmány, kutatás jelenik meg, ezek elsősorban saját tudomány-

águk szemszögéből tárgyalják és elemzik az Ipar 4.0 orientált vállalatok mikro- vagy makroökonómiai környezetét.

Régóta foglalkoztatott egy, Magyarország Ipar 4.0 felkészültségét vizsgáló, átfogó empirikus kutatás. A 2016-ban megalakult NTP első feladatai között elindította azt a kérdőív projektjét, amely Magyarországon eddig még soha nem látott, átfogó módon tárja fel a magyar Ipar 4.0 ökoszisztémát, azaz az egyes vállalatok technológiai és üzleti érettségét a digitalizáció szempontjából, illetve képet ad a vonatkozó makrogazdasági fejlemények jelenlegi irányairól. A projekt folyamán feladatom volt a kérdések megfogalmazása és csoportosítása, a kérdőív összeállítása, a kitöltések napi felügyelete, majd a válaszok elemzése. Az eredmények kiindulópontként épültek be az Ipar 4.0 Iparfejlesztési stratégiába, melynek szerkesztésében és megfogalmazásában szintén aktívan közreműködtem. Mindennapjaim során rendszeresen képviselem mindkét munkaadómat, úgy a stratégia disszeminációja, mint a kérdőív projekt tekintetében tudományos, szakmai és társadalmi megjelenések, publikációk alkalmával egyaránt.

Disszertációm holisztikus, rendszerszemléletű megközelítésen alapul, amelyet támogatott műszaki és gazdasági előképzettségem, valamint közel 20 éves, az ipari és pénzügyi szektorban szerzett gyakorlati tapasztalatom. Igaz, ezzel a döntéssel tudatosan feladtam egy kiválasztott és jól lehatárolt szakterületre fókuszáló kutatás lehetőségét.
Mind *alma materem*, a *Széchenyi Egyetem Regionális- és Gazdaságtudományi Doktori Iskolája* (*SZE RGDI*), mind pedig munkahelyem, az *MTA SZTAKI* szellemisége támogatja, és egyben ambicionálja az eddigi szakmai pályafutásom által determinált kutatói elképzelések megvalósítását és a megszerzett tudás megosztását.

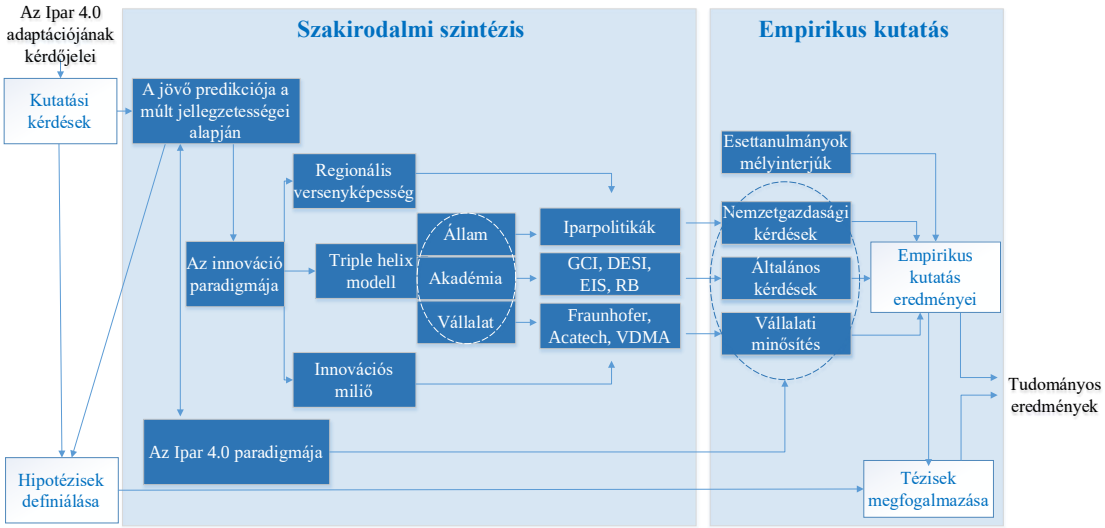
1.3 A disszertáció célja és felépítése

Disszertációm célja a vonatkozó nemzetközi és a hazai *szakirodalom feldolgozását követően a magyar Ipar 4.0 ökoszisztéma felmérésére hivatott modell felállítása, majd a kapcsolódó empirikus kutatás végrehajtása*. Az empíria kiértékelése – a terjedelmi korlátokra való tekintettel – elsősorban hipotéziseim alátámasztására vagy cáfolatára szorítkozik[1]. A disszertáció elkészítési folyamatát, kapcsolatainak és szerkezetének sematikus bemutatására a 1. ábra hivatott.

[1] A teljes kiértékelés tudományos publikálása az NTP gondozásában, aktív közreműködésemmel folyamatos.

A nyitó fejezet doktori kutatási témám rövid *Bevezetésének* ad teret. A téma összefoglalását követően itt határozom meg a disszertáció célját, tudományos kérdéseit. Bemutatom a megfogalmazott hipotéziseimet, majd rávilágítok dolgozatom aktualitására és újszerűségére. Kitérek egyéni motivációmra és végül megjelölöm azon elméleti és gyakorlati modelleket, módszertanokat, amelyek segítségül szolgáltak a dolgozat elkészítéséhez.

1. ábra A disszertáció elkészítésének munkafolyamata és szerkezete



Forrás: saját szerkesztés

Az elméleti fejezetek az általam megismert szakirodalom feldolgozására fókuszálnak. A sort a schumpeteri (1980) *innováció paradigmájának* elemzésével kezdem, majd az innováció folyamatának ismertetése után tárgyalom Etzkowitz és Leydesdorff (1997) *triple helix modelljét*, megemlítve az annak továbbfejlesztéseként ismert quadruple helix modellt is. A fogalom értelmezése nem lehet teljes az *innovációs miliő* jelentőségének ismertetése és elemzése, valamint az innováció regionális tényezőinek említése nélkül. Ebben a részben foglalkozom Christensen (1997) teremtő rombolásra vonatkozó megállapításaival és rámutatok néhány, az innováció diffúzióját akadályozó elemre. Értékelem a *regionális ökoszisztéma szereplőit*, a régiók és városok jelentőségét az innováció és az iparfejlődés aspektusaiból. Felhívom a figyelmet a globális és lokális tér szerepére, továbbá értelmezem a távolság szerepét a kibertér megjelenésével. A területi *versenyképesség* kulcskérdése az együttműködés és a tudás. Ennek kapcsán a vállalatok mellett kitérek a tudományos és kutatóintézetek szerepére is. A vállalatokat illetően arra keresem a választ, hogy mi jellemzi őket, hogyan kapcsolódnak egymáshoz, hogyan alkotnak egységes egészet. A fentiek összeségében adják a vizsgálataim fókuszpontjában álló *Ipar 4.0 ökoszisztéma* hátterét, környezetét, emiatt szükséges értelmezni és megérteni e tényezők lényegét, fontosságát.

Az Ipar 4.0 alapjainál kerül sor az ismert definíciók és jellemzők elemzésére. Álláspontom szerint a negyedik ipari forradalom hajnalán vagyunk. Gazdaságunkat, társadalmunkat, magánszféránkat felgyorsult fejlődés, romboló innovációk, paradigmaváltások jellemzik, amelyek a jelen kor globális kihívásainak velejárói, következményei. Az iparfejlődés eddigi szakaszai olyan közös ismérveket hordoztak, amelyek segítséget nyújtanak a lehetséges jövőbeli tendenciák előzetes felismeréséhez, és ezáltal a jövő fejlődési irányainak analitikusabb módon történő megtervezéséhez. Az említett ismérvek segítségével a jelen állapot, mint a várható fejlődés kiindulópontja is pontosabban, konkrétabban határozható meg. A körülöttünk végbemenő társadalmi és gazdasági változások, műszaki fejlesztések, megatrendek, valamint a számtalan új terminus technicus értelmezése és egymáshoz való viszonyának tisztázása is indokolt és szükséges a dolgozat témájának feldolgozásához. Az innovációnál megismert kihívások és akadályok részhez kapcsolódva számba veszem az Ipar 4.0 hatásait a pozitívumok (lehetőségek) és a negatívumok (veszélyek) szempontjából. A disszertáció nem lenne teljes a kiber-fizikai rendszerek bemutatása nélkül, melyhez Monostori et al. (2016) és Lee et al. (2015) eredményeit használom fel.

Az *Ipar 4.0 a makrogazdaság szintjén* című fejezet kettős célt szolgál. Egyrészt a saját felmérés és modell megalkotását hivatott előkészíteni a tudományosan elfogadott és a témához kapcsolódó metodológiák, vizsgálati ismérvek strukturált számbavétele révén. Másrészt a fejezetben képet kapunk az általam vizsgált országok adott szempontból elért teljesítményéről. Az indexek, sorrendiségek feldolgozását a globális és átfogó jellegűekkel kezdem, majd ezután, egy fejezettel később jutok el a lokális iparvállalatok specifikus szintjéig. Első helyen tárgyalom a Világgazdasági Fórum (World Economic Forum, WEF) évente megjelenő, témába vágó publikációját, a The Global Competitiveness Report-ot (WEF 2017), amely makrogazdasági szinten foglalkozik a Föld országainak versenyképességével. Az Európai Unió szintjéről bemutatom annak a digitális gazdaság és társadalom fejlettségét mérő indexét (Digital Economy and Society Index, DESI), valamint az Európai Unió innovációs mérőszámrendszerét és indexét (European Innovation Scoreboard, EIS). Az Ipar 4.0 felkészültség vonatkozásában a legtöbbet hivatkozott országszintű értékelés a Roland Berger stratégiai tanácsadó cég által évente publikált Roland Berger Industry 4.0 Readiness Index (RB Index). Jóllehet, az Ipar 4.0 fókuszában a vállalkozások és digitális átalakulásuk állnak, a kérdés azonban csak a körülöttük lévő környezettel együtt értelmezhető, amelyben domináns szerepet töltenek be az egyének, a társadalom szervezetei, továbbá az állami intézmények. Az Európai Unió számos

aspektusból foglalkozik iparpolitikával. Iránymutatásokat ad és elvárásokat támaszt tagjai felé a gazdaság és a társadalom digitalizációja tekintetében. A magyar valóság ismertetése mellett a nemzetközi kitekintésben a nyugat-európai példákon túl kitérek az amerikai és a japán megközelítésre, nemzeti iparpolitikára.

A vállalkozói aktivitás és attitűdök feltérképezésével foglalkozó *Mikroszintű Ipar 4.0 felmérések, érettségi modell* fejezetet a PwC globális felmérése (Geissbauer et al. 2016) vezeti fel. A sort a német gép- és berendezésgyártók (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau, VDMA) egyesülete által kidolgozott Industrie 4.0 Readiness kérdőív és a hozzátartozó tanulmány (VDMA 2015), illetve a Fraunhofer Intézet Ipar 4.0 felmérése (Spath et al. 2013) folytatja. Az empirikus kutatás alapozását az acatech érettségi indexe (Schuh et al. 2017) zárja, amely gyártóvállalatok részére ad metodológiát Ipar 4.0-hoz kapcsolódó jelenük és jövőjük vizsgálatára.

A Saját empirikus kutatás modellje című fejezetben ismertetem az általam felállított empirikus modellt. Részletezem fókuszát és kapcsolódását az Ipar 4.0 hajtóerőihez, a megatrendekhez, jellemzőkhöz, hipotézisekhez, értékelésekhez, azaz a dolgozat elméleti fejezeteihez. Leírom az empirikus kutatás - a kérdőíves és a mélyinterjús - folyamatát, módszertanát, a résztvevők tervezett körét. *Az empirikus kutatás eredményei* című fejezet tartalmazza a felmérés disszertációmhoz köthető válaszait, a mélyinterjúk és az esettanulmányok eredményeit, melyeket mind kvantitatív, mind pedig kvalitatív szempontból elemzek. Ahol lehetséges, makro- és mikroszintű összefüggéseket tárok fel, elsődlegesen a hipotézisek igazolása érdekében, illetve az elméleti fejezetekben, a szakirodalom szintetizálása eredményeként levont következtetéseim alátámasztása vagy elvetése érdekében.

Az Ö*sszegzésben* a téma lényegi elemeinek kiemelése mellett a hipotéziseim értékelése, valamint a téziseim megfogalmazása található. Sorra veszem a dolgozat legfontosabb megállapításait, majd összefoglalom az értekezés eredményeképpen létrejött új és újszerű tudományos eredményeket. Kitekintés formájában javaslatokat fogalmazok meg arra vonatkozóan, mely területek irányában lenne célszerű további, akár önálló kutatásokat is folytatni.

A *Mellékletek* részben kapott helyet az online kérdőív teljes szövege, a dolgozatban hivatkozott kérdések referenciapontjaként, valamint egy fogalom és rövidítés jegyzék.

1.4 A kutatás hipotézisei, kutatási kérdései

Kutatási kérdéseimet a megfogalmazott kutatási cél alábontásával alakítottam ki, majd állítottam fel velük kapcsolatban hipotéziseket (1. táblázat). A téma újszerű, komplex rendszert vizsgál, és tekintve, hogy mindezidáig Magyarországon még nem készült hozzá hasonló átfogó empirikus kutatás, a vonatkozó elméleteket indirekt módon rendeltem az egyes feltevéseimhez.

Interdiszciplinális megközelítésből kiindulva hipotéziseimet három vezérgondolat köré csoportosítottam. Az alapos műszaki, technológia háttér bemutatását követően ügyelve a regionális tudomány előtérbehelyezésére, az alábbi struktúrát alakítottam ki:

- Az Ipar 4.0 általános tartalmát és jelentőségét illetően *H1*
- Az Ipar 4.0 hazai megjelenését, technológiai és szervezeti jellemzőit érintően *H2, H3*
- Az Ipar 4.0 területi összefüggéseivel kapcsolatban *H4, H5, H6*

1. táblázat Kutatási kérdések, hipotézisek rendszerének áttekintése

Nr.	*Kutatási kérdés*	*Hipotézis*	*Kapcsolódó fejezet* *Saját publikáció* *Kérdőív kérdés*
Az Ipar 4.0 általános tartalmát és jelentőségét illetően			
H1	A műszaki innovációkon túl mely hatások és szereplők befolyásolják az ipar digitális átalakulását és milyen vonatkozó modell állítható fel az Ipar 4.0 megvalósulása kapcsán?	A kiber-fizikai rendszerek bázisinnovációján alapuló Ipar 4.0 az ipari gyártáson és új technológiák alkalmazásán túl ökoszisztéma alapú modellben valósul meg, amelyben kitüntetett helye van az innovációs szereplőknek és a környezet elemeinek. Ezek együttesen alkotják az ipar digitális ökoszisztéma piramisát (65. ábra).	Fejezet: 4.3; Nick 2014, 2017a, 2017b, 2018a, 2018b, 2018c; 3, 4, 5, 8, 9, 10;
Az Ipar 4.0 hazai megjelenését, technológiai és szervezeti jellemzőit érintően			
H2	Milyen meghatározó szervezeti átalakulások várhatóak az elkövetkező években az ipari vállalatok külső kapcsolatait, valamint térbeli és értékláncbeli elhelyezkedését illetően?	Az Ipar 4.0 vállalatok értékláncában a horizontális integráció erősödik, a fizikai és a virtuális távolság csökken. Közös jellemzőjük, hogy ipari hálózatok és klaszterek tagjai.	Fejezet: 4.3; 4.4; Nick 2017a, 2017b, 2018a; 6, 12, 33, 68, 69, 80;
H3	Milyen domináns technológiai megoldások támogatják az Ipar 4.0 hazai megjelenését és hogyan alakul az érintett vállalatok készültsége a jelen és a (közel)jövő tekintetében?	Noha az Ipar 4.0 keretfeltételei között a gyártási és a termékadatok átfogó gyűjtése, rendszerezése, analízise és (valósidejű) visszacsatolása alapvető elvárás, ez jelenleg a hazai vállalati környezetben csak kis mértékben teljesül, a középtávú tervekben viszont már domináns.	Fejezet: 3.2; 3.4.2; 3.3 Nick 2017a, 2017b, 2018b, 2018c 39, 40, 48, 51, 55, 77, 79, 83, 84;

Az Ipar 4.0 területi összefüggéseivel kapcsolatban			
H4	Hogyan hat az Ipar 4.0 stratégiai és szervezeti innovációinak adaptációja a magyar gazdaság duális szerkezetére, kimutatható-e eltérés ebből a szempontból a nagyvállalatok és a KKV-k között?	Az Ipar 4.0 adaptációja erősíti a magyar gazdaság duális szerkezeti megosztottságát, stratégiai és szervezeti innovációit (így a vertikális és horizontális integrációt, K+F orientált szemléletmódot, új üzleti modellt) elsőként a nagyvállalatok vezetik be a mindennapi gyakorlatba.	Fejezet: 2.2, 2.3, 3.4; Nick 2015a, 2015b 13, 16, 17, 18, 20, 22, 23, 24, 26, 31, 32, 50, 53, 54, 81, 92;
H5	Az iparági hovatartozás és a nemzetközi beágyazottság, mint ismérvek mennyire befolyásolják a KKV szektoron belül az Ipar 4.0 műszaki és folyamatbéli innovációk meghonosódását?	A KKV-k csoportján belül iparági és nemzetközi beágyazottságtól függő különbségek állapíthatók meg. Elsődlegesen a jármű- és gépgyártó iparághoz tartozó, valamint a nemzetközi termelési együttműködésben résztvevő vállalkozásokhoz köthetők az Ipar 4.0 releváns műszaki és folyamatbéli fejlesztései, innovációi (eszközpark, intelligens folyamatok).	Fejezet: 2.6, 3.2; Nick 2015a, 2015b 2016a, 2016b; 27, 35, 36, 37, 38, 41, 43, 82;
H6	Mennyire determinálja a digitális ökoszisztéma szereplőinek területi elhelyezkedése iparpolitikai elvárásaikat?	Az Ipar 4.0 nem egységesíti az ipari digitális ökoszisztéma szereplőinek elvárásait a makroszintű iparpolitika prioritásait illetően, ennek okán jelentős eltérések mutathatók ki a szereplők követelményei és területi elhelyezkedésük függvényében.	Fejezet: 2.3, 4.2, 4.4; Nick 2015a, 2015b, 2016a, 2016b, 2017a; 61, 62, 63, 64, 65, 66, 74, 87, 90, 93, 94, 98;

Forrás: saját szerkesztés

Az alábbiakban röviden bemutatom a dolgozat fő kérdéseit, és a belőlük eredeztethető hipotéziseimet a korábban már vázolt hármas struktúrát követve.

Az Ipar 4.0 általános tartalmát és jelentőségét illető hipotézis

K1: A műszaki innovációkon túl mely hatások és szereplők befolyásolják az ipar digitális átalakulását és milyen vonatkozó modell állítható fel az Ipar 4.0 megvalósulása kapcsán?

Európa 21. századi iparának komoly és összetett kihívásokkal kell szembenéznie (United Nations 2011, 2015). Számos probléma (demográfiai változások, a szakképzett munkaerő hiánya, a globális verseny, a megrendelőnek a személyére szabott termék iránti igénye, a termék teljes életciklusának fenntarthatósága és legfőképpen a termelékenység növelésének elvárása) a jelenlegi modell módosításának szükségességét követeli meg. Az ipar szereplői felismerték, hogy olyan átfogó megoldásokra van szükségük, amelyekkel hatékonyan tudnak reagálni a fenti elvárásokra (McKinsey & Company 2013). Tekintve azonban, hogy önállóan a fentieket senki nem tudja még részleteiben sem kezelni, a vállalatok ágazaton

belül és kívül egyaránt, szövetségekbe tömörülve, a cél érdekében gyakran még a versenytársakkal (lásd pl. BMW, Daimler, Volkswagen kartell) is együttműködve hajlandóak erőforrásokat allokálni egy pozitív közös jövő elérésének érdekében. A kooperációba gyakran vonnak be kutatói és egyetemi tudást.
2013-ban a német szövetségi kormány az ország gazdasági potenciáljának fenntartása, illetve elsősorban fokozása érdekében politikai szinten is felkarolta a tudomány és a gazdaság szereplőinek összefogását, majd a világban elsőként meghirdette a Plattform Industrie 4.0 programot, amely jó intézményi keretet és biztos alapot teremtett a kormányzat, a tudomány és a gazdaság együttműködésére (Kagermann et al. 2013).
A platformban való gondolkodás az elmúlt évek során globális hívószóvá vált, és követendő példaként szolgál a világ országai számára. Gondolatisága felismerhető egyes országok által vezetett iparfejlesztési, ipari digitalizációs szakpolitikákban (lásd 4.3 fejezet), amelyek mindegyike prioritásként határozza meg az adott ország versenyképességi helyzetének javítását az ipar teljesítőképességének fokozása által.

Többen emlékeztetnek arra, hogy az Ipar 4.0 jelenség értelmezését nem szerencsés kizárólag az iparra és az új technológiákra szűkíteni (Bharadwaj et al. 2013; Erol et al. 2016; Szalavetz 2015; Porter – Heppelmann 2014, 2015). A fogalom kapcsán én is egy tágabb, ökoszisztéma jellegű megközelítést képviselek. A versenyképesség kulcstényezője az innovációs képességek fejlesztése. Megfigyelhető, hogy a triple helix modellből ismert, a gazdasági, akadémiai és kormányzati szféra entitásainak térbeli koncentrációja és klaszteresedése által megvalósuló szoros és aktív kooperációja támogatja az innovációk mind gyorsabb létrejöttét, majd diffúzióját (Etzkowitz – Leydesdorff 1997; Porter 1998). A modern innováció nem nagyvállalatok zárt kutatólaboratóriumaiban történik, hanem sokszínű, széleskörű innovációs rendszerek szisztematikus együttműködésének eredményeként. A posztfordista gazdaságok tudásteremtő (centrum) régióinak jellegzetessége a vállalati klaszterek, szoros együttműködések, az erős kutató-fejlesztő elkötelezettség megléte. (Lengyel 2010; Cséfalvay 2004; Enyedi 2012; Rechnitzer 1998). Az Ipar 4.0 vállalatok tevékenységeik során kooperálnak a gazdasági, a tudományos és a kormányzati szféra képviselőivel és velük együttesen alkotják az Ipar 4.0 ökoszisztémát.
H1: A kiber-fizikai rendszerek bázisinnovációján alapuló Ipar 4.0 az ipari gyártáson és új technológiák alkalmazásán túl ökoszisztéma alapú modellben valósul meg, amelyben kitüntetett helye van az innovációs szereplőknek és a környezet elemeinek. Ezek együttesen alkotják az ipar digitális ökoszisztéma piramisát (65. ábra).

Az Ipar 4.0 hazai megjelenését, technológiai és szervezeti jellemzőit érintő hipotéziseim

K2: Milyen meghatározó szervezeti átalakulások várhatóak az elkövetkező években az ipari vállalatok külső kapcsolatait, valamint térbeli és értékláncbeli elhelyezkedését illetően?
K3: Milyen domináns technológiai megoldások támogatják az Ipar 4.0 hazai megjelenését és hogyan alakul az érintett vállalatok készültsége a jelen és a (közel)jövő tekintetében?
Tendenciaként figyelhető meg napjainkban az ügyféligények és elvárások változása: a vevők egyre gyorsabban, egyre nagyobb mértékben és magasabb minőségben igénylik testreszabott termékek szállítását, s mindezt természetesen a legalacsonyabb áron. A termékek életciklusa rövidül, kiemelt jelentőségű a folyamatos rendelkezésre állás, a fizikai jelenlét nélküli azonnali reagálás a termék használata vagy még inkább a szolgáltatás igénybevétele során. Azok a vállalatok érvényesülnek a piacon, amelyek ezt a változási folyamatot felismerik, felkészülnek és reagálnak rá. A gyártás és logisztika gyökeresen átalakul, az izolált termelési egységek egyetlen teljesen integrált, automatizált és optimalizált, nagy hatékonyságú termelési folyamattá olvadnak össze, amelynek következtében megváltozik a viszony a gyártók, a beszállítók és az ügyfelek között (Schuh et al. 2017). A gyártásban részt vevő személyek, gépek, tárgyak és rendszerek beágyazott intelligenciával (*embedded systems*) és állandó hálózati kapcsolattal (*Internet of Things*) rendelkeznek majd. Az okos gyáron (*smart factory*), vállalaton belül az emberek, gépek és egyéb erőforrások digitális ikermodellben (*digital twin*) képződnek le és egymással a kiber-fizikai rendszereken keresztül kommunikálnak, ezáltal magasfokú *vertikális integrációt* valósítva meg (Monostori et al. 2016). Az okos gyár minden időben alkalmazkodik környezetének új igényeihez és állapotához (pl. a megrendelésállományhoz és az anyagszükséglet rendelkezésre állásához) és önmaga optimalizálja a termelési folyamatait. Ez a teljes ellátási és értékláncban a beszállítókkal és az ügyfelekkel való integráción keresztül valósul meg, amely a szereplők közötti összekapcsolódást, *horizontális integrációt* jelent (Váncza et al. 2011).
H2: Az Ipar 4.0 vállalatok értékláncában a horizontális integráció erősödik, a fizikai és a virtuális távolság csökken. Közös jellemzőjük, hogy ipari hálózatok és klaszterek tagjai.
H3: Noha az Ipar 4.0 keretfeltételei között a gyártási és a termékadatok átfogó gyűjtése, rendszerezése, analízise és (valósidejű) visszacsatolása alapvető elvárás, ez jelenleg a hazai vállalati környezetben csak kis mértékben teljesül, a középtávú tervekben viszont már domináns.

Az Ipar 4.0 területi összefüggéseivel kapcsolatos hipotéziseim

K4: Hogyan hat az Ipar 4.0 stratégiai és szervezeti innovációinak adaptációja a magyar gazdaság duális szerkezetére, kimutatható-e eltérés ebből a szempontból a nagyvállalatok és a KKV-k között?

K5: Az iparági hovatartozás és a nemzetközi beágyazottság, mint ismérvek mennyire befolyásolják a KKV szektoron belül az Ipar 4.0 műszaki és folyamatbéli innovációk meghonosódását?

K6: Mennyire determinálja a digitális ökoszisztéma szereplőinek területi elhelyezkedése iparpolitikai elvárásaikat?

Noha a számítógéphálózatok által megteremtett virtuális tér bizonyos relációk esetén megszünteti a kapcsolatban résztvevő partnerek közötti távolságot, egyáltalán nem közömbös és lényegtelen tényező az adott gazdasági szereplő fizikai elhelyezkedése, azaz, hogy az ország mely részén folytatja tevékenységét. Az innováció definíciójának értelmezése egyértelműen rámutat a környezet, a miliő hatásaira, domináns szerepére, ennek alapján az Ipar 4.0 vállalatok innovációs közege fontos és kiemelten vizsgálandó kérdés. Az innováció befolyásolja a regionális fejlődést, egy régió sikere az innovációs rendszerek beágyazottságától is függ (Rechnitzer – Smahó 2011). A versenyképes régiók alkalmasak leginkább innovatív megoldások bevezetésére. Kiemelt szerep jut a térbeli elhelyezkedést koncentrálni hivatott városoknak, városhálózatoknak és azok lakosainak. A felsorolt szereplők együttesen teszik ki a területi tőke jelentős részét, valamint befolyásolják a helyi innovációs miliőt. A régió versenyképessége valójában kimeneti eredmény, amelynek bemenetén a területi tőke elemeit találjuk. A versenyképesség nemzetgazdaságokra és régiókra történő értelmezését sok közgazdász vitatja. Szerintem megvan a regionalitás létjogosultsága, és osztom Lengyel (2010) álláspontját, miszerint a versenyképességet a környezeti és társadalmi tényezők is alakítják. Magyarországon újraiparosodási (Lux 2017), digitalizálódási folyamat figyelhető meg, amelyben a vállalatok ismérvei (pl. vállalati méret, iparági hova tartozás, nemzetközi beágyazodóttság) eltérő szerepet töltenek be (Cristopherson et al. 2014). Az ipar szereplőinek (szervezeti, tulajdoni, műszaki stb.) innovációi térbeli következménnyel jártak és képezték alapját regionális elemzéseknek (Barta 2002; Barta et al. 2007; Barta et al. 2008; Cséfalvay – Nikodémus 1991; Horváth 2000; Illés 2008; Csizmadia – Grosz 2011; Faragó – Lux 2014; Kiss É. 2002; Kiss É. 2008; Kiss É. 2013; Kiss J. 2013). Ezért fontosnak tartom a gazdaság szerkezetének, a területi

ismérveknek és az Ipar 4.0 innovációk adaptációinak megjelenései, illetve az érintettek elvárásai között levő összefüggések azonosítását, feltárását.

H4: Az Ipar 4.0 adaptációja erősíti a magyar gazdaság duális szerkezeti megosztottságát, stratégiai és szervezeti innovációit (így a vertikális és horizontális integrációt, K+F orientált szemléletmódot, új üzleti modellt) elsőként a nagyvállalatok vezetik be a mindennapi gyakorlatba.

H5: A KKV-k csoportján belül iparági és nemzetközi beágyazottságtól függő különbségek állapíthatók meg. Elsődlegesen a jármű- és gépgyártó iparághoz tartozó, valamint a nemzetközi termelési együttműködésben résztvevő vállalkozásokhoz köthetők az Ipar 4.0 releváns műszaki és folyamatbéli fejlesztései, innovációi (eszközpark, intelligens folyamatok).

H6: Az Ipar 4.0 nem egységesíti az ipari digitális ökoszisztéma szereplőinek elvárásait a makroszintű iparpolitika prioritásait illetően, ennek okán jelentős eltérések mutathatók ki a szereplők követelményei és területi elhelyezkedésük függvényében.

1.5 A kutatás folyamata és módszertana

Deduktív logikán alapuló kutatási folyamatomat Babbie (2008, 126) alapján terveztem meg, de figyelembe vettem Héra és Ligeti (2014), Falus (2004), valamint Sajtos és Mitev (2007) gondolatait is. A folyamat mérföldkövei az irodalom feldolgozása, a kérdőív összeállítása, validálás illetve kiértékelése majd ezt követően az esettanulmányok, mélyinterjúk elkészítése volt az alábbi részletezett tartalommal. Az empirikus kutatás mind mikro-, mind makrogazdasági szinten vizsgálta a hazai ipar digitálás ökoszisztémáját.

A kutatási célok megfogalmazását követően először irodalomfeldolgozást végeztem, amelynek során nagyságrendileg 500 elméleti, szakpolitikai és statisztikai forrást rendszereztem és tanulmányoztam az elérhető tudományos adatbázisok segítségével, a már meglévő tudományos eredmények megismerése és hipotéziseim felállítása céljából. A tudományos irodalomból meg kell említenem Porter (1990) és Krugman (1994) munkásságát a versenyképességről, a triple helix modellt, illetve annak alkotóját, Etzkowitzot, akivel személyesen is találkoztam Budapesten.[2] Nagy hatással volt rám Lengyel versenyképességi piramisának irodalma és Rechnitzer innovációs miliővel kapcsolatos kutatásai.

---

[2] Special lecture by Prof. Etzkowitz on Triple Helix Innovation in a Crisis Era, Budapest, Hungary, 18th April 2016. https://www.triplehelixassociation.org Letöltve: 2017.09.12.

Számos hazai és nemzetközi konferencián tartottam előadást[3], és az azokat követő viták és kritikák folyamatosan épültek be dolgozatom elméleti fejezeteibe. Nagy segítség volt az SZE RGDI tanórák hallgatása, a hozzájuk kapcsolódó beadandó dolgozatok elkészítése, majd azok oktatói értékelése, amelyek lépésről lépésre szűkítették a kutatás fókuszát és építették az innovációval, versenyképeséggel kapcsolatos elméleti tudásom alapjait. Az irodalmi feldolgozás és az empirikus kutatás részeredményeit összesen 23 hazai és nemzetközi tudományos műben, illetve 29 konferenciaelőadás formájában publikáltam. Kiemelem az MTA SZTAKI által nyújtott szellemi hátteret, amely lehetővé tette, hogy a kiber-fizikai rendszerek, a gyártás-automatizálás, robotika, logisztikai rendszerek, azaz az Ipar 4.0 műszaki alapjainak legaktuálisabb információit közvetlenül a legavatottabb professzorok és kutatók – Monostori, Váncza – segítségével mélyíthettem el. Tekintve, hogy az MTA SZTAKI hozzáfér a szakirodalommal kapcsolatos tudományos adatbázisokhoz, ezen a téren korlátokba nem ütköztem.

A *konceptuális* szakaszban a kérdőíves felmérés esetében kiemelt fontosságú az alkalmazott fogalmak pontos definiálása és mérésükre vonatkozó elképzelések rögzítése. Esetemben ennek a lépésnek a helyes elvégzése azért volt lényeges, mert az Ipar 4.0, mint új kutatási terület kapcsán még nincs megszilárdult fogalomrendszer sem a nemzetközi, sem pedig a magyar szakirodalomban. A disszertáció készítésével kapcsolatos legfontosabb *nehézségként* is ezt, nevezetesen a fogalmak, rövidítések és mozaikszavak sűrűjében való tisztánlátás fenntartását nevezném meg. Az *operacionalizálási* szakaszban terveztem meg, hogy milyen attribútumokat, milyen mérési szinten fogok majd mérni. Empirikus kutatásom során a vizsgálat egysége definícióm szerint a kérdőívet kitöltő szervezet. A vizsgálat alanyait két kategóriába soroltam: az első kategóriába azok a versenyszférába tartozó vállalkozások kerültek, amelyek esetében releváns az Ipar 4.0 készültség megállapítása. A másik kategóriába az ennek komplementer halmazát alkotó nonprofit szervezetek kerültek, ideértve a kutatóintézeteket, oktatási intézményeket, társadalmi és érdekképviseleti szervezeteket, ahol az egyedi Ipar 4.0 készültségi szintet nehéz lenne értelmezni.

A fentieket alapul véve az önkitöltős online *kérdőíves adatfelvétel* megalapozásához empirikus kutatási modellt készítettem. A modellhez kapcsolódó kérdőív kérdéseinek

[3] Regional Studies Association 2018; International Economic Association 2017; European Regional Science Association 2016; Magyar Regionális Tudományi Társaság vándorgyűlései 2015, 2016, 2017, 2018; Magyar Közgazdasági Társaság vándorgyűlései 2017, 2018;

megfogalmazása meglévő források felhasználásával, illetve azok aktualizálásával, szakértői mélyinterjúk lefolytatásával, valamint saját gondolatok beépítésével vált véglegessé. A kérdőívben alkalmazott kérdések között forma tekintetében vannak zárt és nyitott, mérési szintek tekintetében pedig nominális, ordinális és arányskála típusú kérdések egyaránt (Babbie 2008). A jelenre vonatkozó állapot-információk mellett szintén érdekelt a válaszadók 2020-as tervezési időszak végéig formált véleménye, mivel a jövőre vonatkozó, azzal kapcsolatos felelős gondolkodás egyértelműen determinálja a jelent. Az anonim online önkitöltős empirikus kutatás előnye, hogy mentes a kérdezőbiztos szubjektív hatásaitól és azonnali adatelemzésre alkalmas, hátránya viszont, hogy célcsoporton kívüli hamis kitöltések történhetnek. Ehhez kapcsolódóan további kutatási kihívásként meg kell említenem a kérdőívkitöltési hajlandóságot. A mintavételi fázist 2017. április és szeptember közötti időszakra, 6 hónapra terveztem.

Az empirikus kutatás kérdőíves felmérését jól kiegészítették azon további kvalitatív kutatási módszerek (*vállalati esettanulmányok, mélyinterjúk*) melyeket néhány, általam kiválasztott, az Ipar 4.0 területén élenjáró[4] vállalat kapcsán készítettem.

A teljes kutatási folyamat megvalósítása hozzájárult ahhoz, hogy a legfontosabb fogalmi meghatározások – innováció, Ipar 4.0 megközelítésű horizontális és vertikális integráció, versenyképesség – egyes alkotóelemeinek kapcsolatát és függőségi rendszerét a gyakorlatban is azonosíthattam.

A kérdőív kiértékelése, az egyes válaszok elemzése, a szakirodalom folyamatos szintetizálása, korábbi kutatásaim, továbbá párhuzamosan futó hazai[5] és nemzetközi[6,7] tudományos kutatási projektekben való részvételem együttesen teremtett lehetőséget az egyes hipotéziseim közvetlen vagy közvetett megerősítésére, illetve elvetésére.

---

[4] Élenjárónak tekintettem az NGM Ipar 4.0 Mintagyár projekt résztvevőit (http://www.kormany.hu) és az Év gyára verseny Ipar 4.0 kategóriában (https://evgyara.hu/) eredményt elért vállalatokat.

[5] OTKA 115577, Kutatás címe: A hazai középvállalati szektor szerepe az ipar területi versenyképességében; Vezető kutató: Lux Gábor; Időtartam: 2015-2018.

[6] TÉT_16-1-2016-0053, Kutatás címe: Lean és green stratégiák az autóipari ellátási és érték láncban a negyedik ipari forradalom kezdetén; Vezető kutatók: Szegedi Zoltán; Lisec Andrej (Celje); Időtartama: 2017-2018.

[7] H2020-WIDESPREAD-01-2016-2017: Teaming Phase, 739592 pályázati számú Termelésinformatikai és -irányítási Kiválósági Központ (Centre of Excellence in Production Informatics and Control, EPIC); Projektvezető: Monostori László; Időtartam: 2017-2024

2 Innováció, regionális ökoszisztéma

2.1 A Kondratyev-ciklusok

Történelmi, gazdaságtörténeti ismereteinkből, tanulmányainkból tudjuk, hogy minden birodalom, állam fejlődési folyamatában megfigyelhetők gazdasági fellendülések, a termelékenység növekedése, viszonylag tartós biztonság és jólét, majd egy bizonyos idő elteltével lassabb vagy gyorsabb ütemben, de akár radikális mértékben is visszaesés, hanyatlás, válsághelyzet tapasztalható. A dekonjunktúra időszaka hosszabb-rövidebb ideig tart, azután a gazdaság ismét – igaz, a korábbitól többnyire eltérő alapokra helyezve – növekedésnek, fejlődésnek indul.

A tudósokat, gazdasági szakembereket már régóta foglalkoztatta a fenti jelenség, jóllehet, a fejlődés-hanyatlás ciklikus váltakozásával kapcsolatban csupán a 19. században kezdtek el célirányos kutatásokat folytatni, ebben a folyamatban törvényszerűségeket feltárni, az összefüggéseket felismerni. E kutatások célja volt többek között az is, hogy a feltárt jellegzetességek, változásokra utaló jelek alapján a várható újabb válságok időben többé-kevésbé prognosztizálhatók legyenek, és azokra – szerencsés esetben – a gazdasági szereplők fel is készülhessenek.

A 19. század második felében és a 20. század elején több ciklus-elmélet is született. Ezek közül említésre méltó a rövid távú, 3-4 évet felölelő, készletezési ciklusnak is nevezett Kitchin-ciklus, a Juglar által elemzett 7-13 éves, azaz középtávú kereskedelmi ciklus, Kuznets (1930) 15-25 éves periódusra meghatározott építési ciklusa, Kondratyev[8] 40-60 éves távlatot átfogó úgynevezett hosszú hulláma, majd végül a Braudel nevéhez fűződő, évszázados vagy szekuláris hullám, amely 100-200 éves periódusokat határoz meg a ciklusok váltakozására (Sipos 2005; Kondratyev – Oparind 1980).

Az innovációs elméletek áttekintéséhez a fenti konjunktúra-dekonjunktúra megközelítések közül a Kondratyev-ciklusokkal foglalkozunk részletesebben. Kondratyev (1980) többek között Anglia, Franciaország és az USA gazdasági mutatóinak vizsgálata és összehasonlítás során jutott arra a megállapításra, hogy a gazdaságban fellendülések és hanyatlások hosszú távon, megközelítőleg 50 évente ciklikusan váltják egymást. 1925-ben megfogalmazott elmélete szerint a ciklus első felére gyors növekedés, expanzió, fellendülés jellemző, amelyet recesszió, majd mélypont, pangás követ, a depressziós időszak után pedig a gazdaság ismét intenzív növekedésnek indul. Megállapítást nyert továbbá, hogy a recesszió

[8] Sipos (2005) alapján 1 Kondratyev-ciklus = 3 Kuznets-ciklus = 6 Juglar-ciklus = 12 Kitchin-ciklus

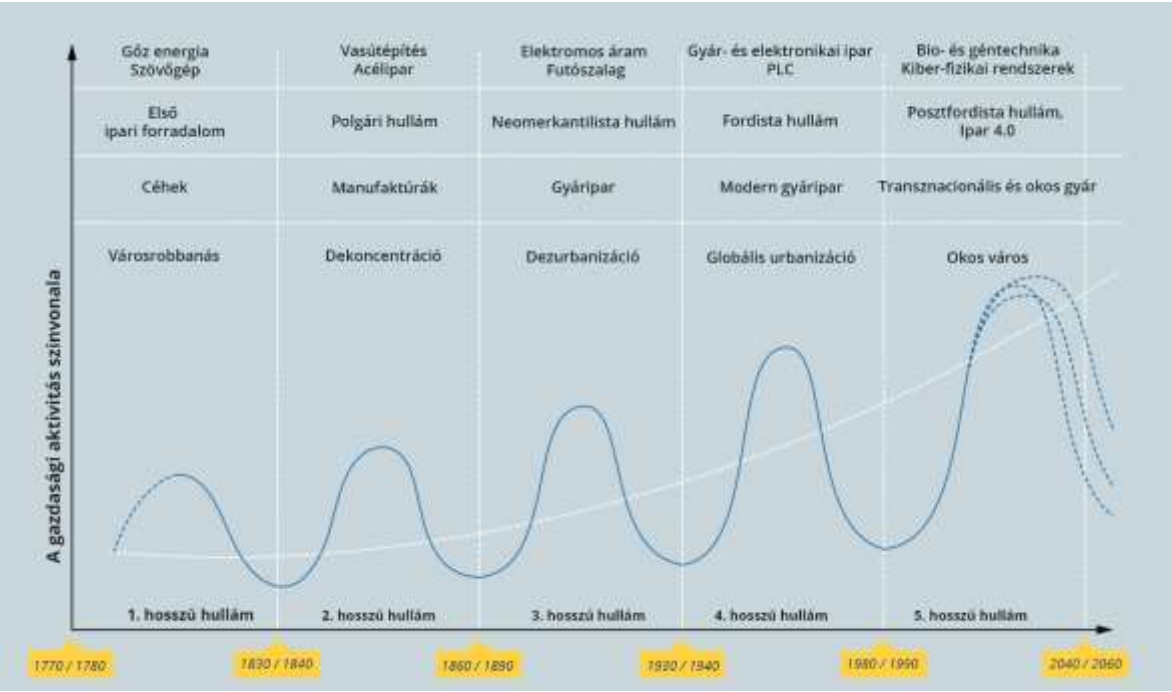
mindig valamilyen gazdasági megrázkódtatás, krízis, válság időszakában csúcsosodik ki. Kondratyev (1980) az első ciklust az 1770-80-as évektől 1840-ig tartó periódus idejére helyezte. A második ciklus az 1800-as évek végén, a harmadik az 1930-as években, a negyedik pedig az 1990-es években zárult, míg az ötödik K-hullám jelen pillanatban is tart. (Bródy 2007)

A közgazdasági gondolkodás ugyanakkor régóta felismerte azt is, hogy a gazdasági növekedés egyik legfontosabb hajtóereje, motorja a műszaki fejlődés. A Kondratyev-ciklusok éppen ezért megfeleltethetők egy-egy technikai-technológiai újdonság megjelenési, térhódítási időszakának (Szanyi 2017).

1939-ben Schumpeter (1980) egészítette ki Kondratyev ciklus-elméletét azzal, hogy a fellendülések mindig egy-egy úgynevezett bázis-innovációhoz köthetők. Ennek alapján az egyes K-hullámokhoz hozzárendelhetők a bázis-innovációk, mint gőzgép, acélipar, elektromos energia, petrolkémia, elektronika, információ-technológia, tudásmenedzsment stb. (1. ábra).

Az újabb ipari forradalom bekövetkezését a fentiek értelmében a Kondratyev-ciklusok (Lengyel – Rechnitzer 2004) is alátámasztják. A K-hullámok és a hozzájuk kapcsolható bázis-innovációk alapján a jelenleg tartó ötödik ciklus lezárulása, illetve a hatodik hosszú hullám indulása a 2030-2050 közötti időszakra – az Ipar 4.0 megvalósulásának várható időpontjára – tehető, amely bázis-innovációjának a kiber-fizikai rendszereket tekinthetjük.

2. ábra A Kondratyev-ciklusok kiegészítése



Forrás: Lengyel – Rechnitzer (2004, 297) alapján saját szerkesztés

Mint azt a 2. ábra szemlélteti, az egyes K-hullámoknak ugyanakkor nem csupán műszaki újdonságok, azaz bázis-innovációk megjelenése, hanem a technológiai fejlődés által indukált új munkaszervezési és -irányítási, illetve szervezeti modellek létrejötte is megfeleltethető. A másik tényező, amelyet vizsgálódásom szempontjából fontosnak tartok, a bázis-innovációk területi kiindulópontja. A gazdasági tevékenységek többnyire egy, vagy néhány területi centrumra koncentrálódnak, mely térségeket relatíve magas gazdasági-társadalmi-műszaki fejlettség, magas népességszám, jelentős mértékű innovációs és együttműködési hajlam, nagyfokú versenyképesség jellemzi. Gazdaságtörténeti ismereteinket tekintve nem véletlen csupán, hogy a gőzgép feltalálása és az első ipari forradalom annak idején Európa egyik legfejlettebb térségéből, Angliából indult. A K-hullámok időbeli lefutását, az egyes időpontokhoz köthető újdonságok megjelenését, illetve azok centrum országát vizsgálva egyértelműnek látszik az összefüggés. A jelen kor jellegzetességeit vizsgálva az Ipar 4.0-t meghirdető Németország vonatkozásában az autógyártás térségi koncentrációja teljes mértékben megfigyelhető (München, Stuttgart, Ingolstadt). Az elmúlt évtizedekben világgazdasági és technológiai húzóerőt jelentő USA, Japán, Kína vagy Korea után az innovációs súlypont, centrum áthelyeződése Németország térségére szintén egyértelműnek, a jelen változási folyamatok szükségszerű velejárójának látszik. A várható hatodik K-hullám bázis-innovációja a kiber-fizikai rendszerek lesznek, amelyek elterjedésével az ipari termelő egységek, gyárak, nagyvállalatok szervezeti, munkaszervezési és -irányítási rendszerei, működésük és teljes tevékenységük radikális változáson megy keresztül, a hagyományos gyárakból okos gyárak lesznek.

2.2 Innováció

2.2.1 Az innováció definíciói

Az 1980-as évektől kezdődően egyre nagyobb jelentőséggel bír az innováció kutatás (Inzelt 1998; Havas 1998; Gáspár 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 1986, 1990; Jones – Manuelli 2005) modelljeikben mind hangsúlyozzák a tudás létrejöttének és terjedésének, valamint társadalmi aspektusának jelentőségét. Freeman (1990) fogalmazza meg, hogy az innováció egy olyan több forrásból származó újítás, melyben kiemelt szerep jut a szervezeteken kívüli és belüli tudásnak, valamint a tudományos

és kutató hálózatoknak, társadalmi környezetnek és innovációs miliőnek. Ez az a megfogalmazás, mely hozzám a legközelebb áll, és amely erősíti az ipari forradalmak és az innováció közötti párhuzamot. Kornai (2011), North et al. (2006) ebben a szellemben elemzik az innovációt, mint fejlődést és növekedést támogató újdonságokat, melyek a teljes gazdasági rendszerbe beágyazódva fejtik ki hatásukat.

A 20. század elején az innováció első gazdaságelméleti megközelítése Schumpeter osztrák-amerikai közgazdászhoz köthető. 1911-ben A gazdasági fejlődés elmélete (Schumpeter 1980) című könyvében abból a megközelítésből indult ki, hogy a gazdasági körfolyamat alapvetően egy egyensúlyi helyzet. A termelőket nem készteti semmi alkotó tevékenységre, számukra csupán a fogyasztók igényeinek kielégítése a cél. Kifejtette, hogy ezen igények minőségileg nem, csak mennyiségileg változnak. Az innováció helyett a fejlődés szót használta, amelyről így írt Schumpeter (1980, 109): „Értelmezésünkben a fejlődés különálló jelenség, mely teljesen idegen mindattól, ami a körfolyamat során vagy az egyensúlyhoz tartó tendenciában megfigyelhető. A fejlődés a folyamat pályájának spontán, lökésszerű változtatása, az egyensúly zavara, amely egyszer s mindenkorra módosítja, áthelyezi a korábban létező egyensúlyi helyzetet". Meglátása szerint az alábbi öt eset állhat fenn:

- új termékek, javak előállítása vagy egyes javak új minőségben történő bevezetése;
- új iparági termelési eljárások bevezetése, amely akár új kereskedelmi eljárás is lehet;
- új piacok megnyitása;
- új nyersanyagok vagy félkész termékek beszerzése még akkor is, ha azok már léteztek, csak eddig nem vették őket figyelembe;
- új szervezet létrehozása, amely lehet összeolvadás vagy szakadás.

Schumpeter innovációra vonatkozó megközelítésében megjelenik a kreatív rombolás (creative destruction) kifejezés, amelyet lényegében úgy értelmezhetünk, hogy az innováció eredménye szisztematikusan felváltja, kiszorítja a régi termékeket, szolgáltatásokat, technológiákat, ebben nyilvánul meg romboló hatása (Varga 2015).

Az ezredfordulón az OECD-országok a vonatkozó fogalmi készletet és eszköztárat, mint átfogó kutatásaik eredményét az úgynevezett Oslo Kézikönyben (Oslo Manual 2005) összegezték, amelynek első kiadása alapvetően a gyáripar technológiai megközelítésű termék- és eljárás-innovációira koncentrált. Tekintve, hogy a fejlődés nem csak gazdasági, hanem a tudományos területeken is folyamatos igény, a kézikönyv szerkezetét az 1997-es

második kiadásban finomították, immár a szolgáltató szektort is tárgyalva. A téma fontosságára való tekintettel az Európai Bizottság is csatlakozott a vonatkozó kutatások végrehajtásához (Oslo Manual 2005). Az eredmények értékelése és a politika változó szükségletei a kézikönyv újabb revízióját indokolták, amely 2005-ben látott napvilágot.
A három éves, több mint 30 ország részvételével készült felmérés az innováció fogalmát tovább bővítette. A termék- és eljárás-innováció mellett bevezetik immár a marketing-innováció és a szervezési-szervezeti innováció fogalmát, valamint megjelenik a tudástranszfer és a tudás-hálózatosodás fogalma is. Az Oslo Kézikönyv definíciója szerint az innováció:

- új, vagy jelentősen javított termék (áru vagy szolgáltatás) vagy eljárás;
- új marketing-módszer;
- új szervezési-szervezeti módszer bevezetése.

A Harvard Business Essentials sorozatban megjelent definíció így fogalmaz (Luecke – Katz 2003): az innovációt általánosságban úgy értelmezhetjük, mint egy új dolog vagy metódus bevezetését. Az innováció a megtestesülés, kombináció, tudásszintézis az eredeti, releváns és értékes új termékek, folyamatok vagy szolgáltatások összességében.
Előfordul, hogy az innovációt a kutatás-fejlesztéssel azonosítják. Ez szerintem téves megközelítés, tekintve, hogy a K+F sokkal inkább az a tevékenység, amelynek célja az ismeretanyag bővítése, beleértve a természetre, az emberre, a társadalomra és kultúrára vonatkozó ismeretek, a tudományos eredmények felhasználását, új alkalmazási lehetőségek kidolgozását (NIH 2014). Később látni fogjuk, hogy az innováció lépések összessége, egy folyamat, amelyben egyértelműen érzékelhető a kutatási és a piaci lehetőségek, a képességek és a stratégiák többszörösen visszacsatolt egymásra hatása (Pakucs 2014). A K+F tehát csupán a kezdete az innovációnak, de nem egyezik meg vele.

Az innováció és vállalati teljesítmény közötti összefüggéseket a már említett Oslo Kézikönyv is taglalta a Crepon – Duguet – Mairesse (Crepon et al. 1998) modell alapján, de vizsgálta még Griffith – Huergo – Mairesse – Peters (Griffith et al. 2006), Halpern – Muraközy (2010), Inzelt – Szerb (2003) is. A Budapesti Corvinus Egyetem Versenyképesség Kutató Központ 2009-es felmérése megállapítja, hogy a K+F tevékenység és az innovációk bevezetése között pozitív korreláció áll fenn, mely alapvetően a versenyképes nagyvállalatok sajátja (Kiss J. 2014). Az innovációkat alapvetően házon belül,

kooperáció nélkül menedzselik. Érdekes lesz az empirikus kutatás vonatkozó részének összevetése, történt-e változás hazánkban ezen a téren?

Rechnitzer (1993) a fogalmat bővítve a már ismertetett ötletek, tevékenységek, termékek és szervezetek mellett rámutat, hogy innováción érthetünk új emberi és közösségi viselkedési módokat is. Változnak tehát az innováció szereplői és azok funkciói. Irrelevánssá válik, mi az új produktum, a kérdés az, hogy ez a produktum ismeretlen volt-e a nevezett társadalmi csoportoknak, gazdasági szereplőknek, vagy sem. Rechnitzer az innováció típusait az alábbi csoportosításban adja meg:

- gazdasági-szervezeti: olyan környezet, ahol az intézményi feltételek adottak az innovációk szabad terjedéséhez (pl. szabad gazdasági társaság alapítási törvény);
- termék: az új műszaki termékeken túl, többek között az azok gyártásának felügyeletét biztosító újdonságokat is itt értelmezzük;
- tevékenység: nem tárgyiasítható ismeretek, új információk a gazdasági és életfunkciók javítására;
- társadalmi-politikai: az egyénen túlmutató, a közösségi életterekkel összefüggő jobbításokat értjük alatta (pl. az 1989-es változások hazánkban).

Az innováció témakörét 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 forradalmakkal kapcsolatban is értelmeznünk kell és lehet annak környezetét, miliőjét (Rechnitzer 1998), diffúzióját (Lengyel – Rechnitzer 2004), akadályait és kihívásait, valamint versenyképességi hatásait.

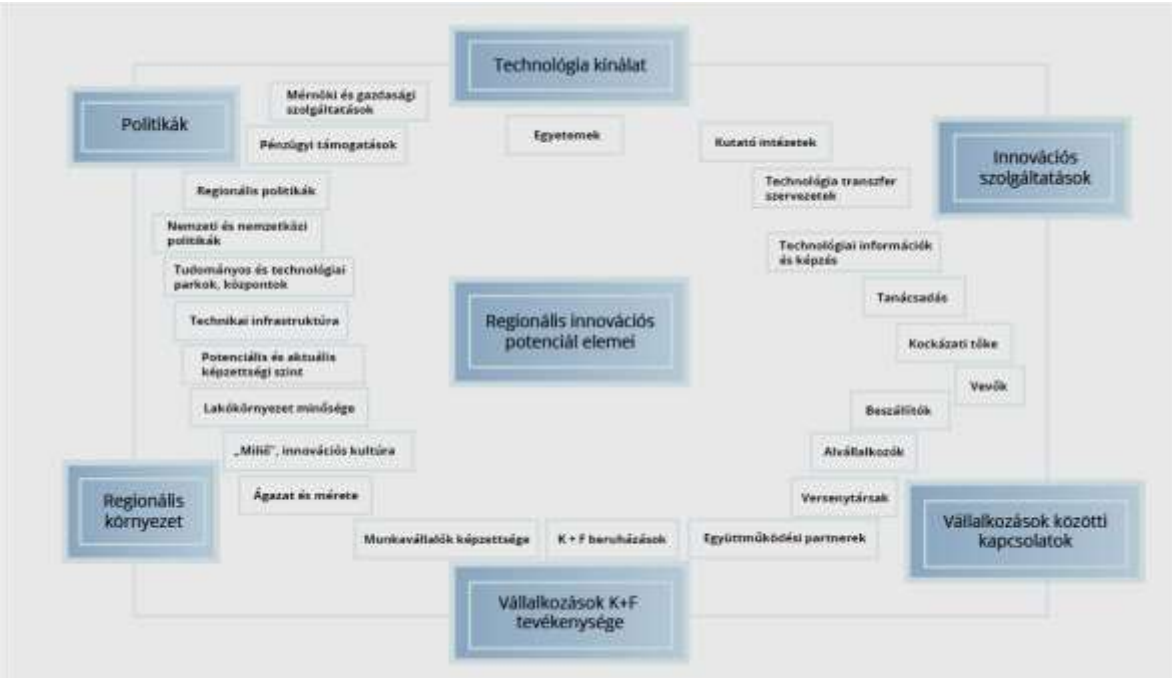
2.2.2 Innovációs miliő

A regionális innovációt meghatározó tényezők (3. ábra) közül az innovációs miliőt emelném ki első helyen, amelynek kifejezetten a globalizációs folyamatok esetében, a térbeli koncentráció egyik alternatívájaként van jelentősége. Az innováció környezetén, miliőjén (Rechnitzer 1998) egyrészt a gazdasági, termelési kapcsolatokat értjük, amelyek homogenizálják a termelési kultúrát, ezáltal a szervezetek közös tudásra tesznek szert, növelik egymás közötti bizalmi hálójukat; másrészről azon meglévő sajátosságokat is magában foglal, amelyek jelen vannak a helyi társadalmi kapcsolatokban, kultúrában,

intézményrendszerben. Rechnitzer rámutat a helyi, regionális szempontok befolyásoló hatásaira, ezáltal mintegy a felelős, fenntartható fejlődés örök érvényű peremfeltételeinek számbavételére.

Az innováció és az információ szorosan összefüggő fogalmak. Az innovációhoz rengeteg információ tartozik, amelyek szükségesek annak létrejöttéhez, majd terjedéséhez. Az innováció használja az információs hálózatot (Rechnitzer 1993), amely az egyének és csoportok között épült ki a térben, erősítve horizontális integrációjukat. Terjedése – akárcsak az innovációnak – hullámszabályszerű és szabályos (Hägerstrand 1952).
Az Ipar 4.0-ban a horizontális integráció megvalósulásához megfelelő környezet szükséges. Noha a legtöbb kapcsolat majd a virtuális térben manifesztálódik, a közös kultúrának, a társadalmi és technológiai közelségnek (Lengyel 2010) nagy jelentősége van.

3. ábra A regionális innovációt meghatározó tényezők



Forrás: Dőry – Rechnitzer (2000, 31) alapján saját szerkesztés

Az innováció definíciójának értelmezése egyértelműen rámutat a környezet, a miliő hatásaira, kiemelt szerepére, ennek okán az Ipar 4.0 vállalatok innovációs miliője fontos és középpontban álló vizsgálandó 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 – Rechnitzer 2000; 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 miliőt befolyásolják.
Dőry és Rechnitzer modelljében (3. ábra) megtaláljuk a triple helix valamennyi alkotóelemét is. A modell Vállalkozások közötti kapcsolatok és Vállalkozások K+F tevékenysége része a kérdőív *Stratégia és szervezet* részével mutat szoros párhuzamot, a Regionális környezet és a Politikák rész pedig a *Területi egyenlőtlenségek* oldása és az *Állami szerepvállalás* kérdéseit alapozza meg.

A fentiek alapján megállapítható, hogy a sikeresség és versenyképesség jelentős mértékben függ az adott régió környezeti mutatóitól. Úgy vélem, amennyiben egy régió sikeres, akkor ott kedvező az innovációs miliő, azaz vélhetően magas a kutatás-fejlesztésre fordított összegek nagysága és kedvező a humán erőforrás összetétele, magas a vállalatok horizontális integrációja és együttműködése, az új innovációk diffúziója kellően gyors és széleskörű, azaz a régió alkalmas az Ipar 4.0 gyors és hatékony megvalósítására.
Az innováció már régen nem a magányos zsenik műfaja. Manapság a közösségek, divatos szóval ökoszisztémák innovációs versenye zajlik, ahol nem csupán az egyes szereplők képességei számítanak, hanem legalább ennyire fontos, mennyire eredményesen és hatékonyan tudnak együttműködni (Nick – Pongrácz 2017b).

Az innováció térbelisége kapcsán meg kell említsem a Howe (2008) crowdsourcing innovációját, amikor is a virtuális tér és az ott létező entitások lesznek az innováció folyamatának részesei[9,10], ezzel kitörve a hagyományos formális innovációs szervezeti keretek közül. Gyakran az innovációt saját termékükbe beépíteni és ezzel versenyképességüket javítani kívánó szolgáltatók saját platformot[11,12] hoznak létre, ezzel piaci lehetőséget kínálva az innovátoroknak, amivel egy horizontális értékláncot valósítanak meg.

---

[9] https://www.boardofinnovation.com/list-open-innovation-crowdsourcing-examples/

[10] http://openinnovators.com/

[11] https://www.apple.com/hu/ios/app-store/

[12] https://play.google.com/store

2.2.3 Innováció, a teremtő pusztítás

Az 1990-es évek közepén Christensen bevezette a „romboló innováció” (disruptive innovation) fogalmát. Ez a megközelítés bizonyos szempontból hasonlít a Schumpeter-féle kreatív rombolás elméletére, hiszen éppúgy olyan innovációra vonatkozik, amely új piacokat és értékláncokat teremt, és ezzel egyidejűleg lerombolja a már meglévőket. Christensen szerint a romboló innováció olyan termékként vagy szolgáltatásként értelmezhető, amelyet új ügyfelek számára terveztek (Christensen 1997). Ugyanakkor Schumpeterhez képest a megfogalmazás annyiban más és árnyaltabb, hogy ezen innováció számára olyan környezet a kedvező, ahol a meglévő produktumok tulajdonságai, alkalmazási lehetőségei messze meghaladják az éppen aktuális vevőigényeket. A valós fogyasztói elvárások figyelembe vételével gyártott egyszerűbb tulajdonságokkal rendelkező, könnyebben kezelhető termékek vagy testreszabott szolgáltatások vevőket vonnak el a korábbi gyártók és szolgáltatók piacáról, kiszorítva őket a versenyből. Példa erre többek között a fapados légitársaságok megjelenése is.

A romboló innováció folyamata az alábbiak szerint írható le:

- a piacvezetők innovációs központjai fejlesztik ki a legkorszerűbb, kisebb méretű technológiákat – amelyek többnyire technikailag egyszerűbbek a korábbiaknál – de sikertelen piaci tesztelés után leállítják a fejlesztési folyamatot;
- új vállalatok (kívülállók, vállalkozók) hajlandóak befektetni a bizonytalan, új, még fel nem tárt technológiákba, hogy ezáltal új ügyfeleket próbáljanak bevonzani;
- amennyiben ezzel az új produktummal sikerül megvetni lábukat a piacon, akkor a terméket ’fenntartó’ innovációval fejlesztik tovább;
- amikor az újdonság (nóvum) piaci mutatói elérik a régi termék piaci mutatóit, az igen gyorsan kannibalizálni kezdi a régi termék piacát;
- a régi termékek gyártói túl későn veszik észre a technológiai változást, és már képtelenek behozni a lemaradást.

A sikeres vállalatok kudarcát az okozza, hogy nem fordítanak elegendő erőforrást olyan technológián alapuló innovációra, amely nem használható a vállalat meglévő piacán. A kétes, bizonytalan kimenetelű sikertől félve, kellő motiváció hiányában nem fektetnek be ilyen jellegű innovációs fejlesztésekbe. Ugyanakkor a vállalatok képesek elkerülni a romboló innovációt, amennyiben a gazdálkodó szervezet növekedési fázisában erőforrásokat fordítanak az új lehetőségek feltérképezésére és projektjeiket megfelelő módon menedzselik (Christensen – Bower 1996).

2.2.4 Az innováció folyamata

Az innovációt felfoghatjuk, mint eredmény terméket, mely a használatba vétele, alkalmazása után nyeri jelentőségét, azonban ennél fontosabb létrejöttének folyamata. Mind kettő esetében jelentős a gondolat, az ötlet megszületése, mely egyre inkább tervszerű és tudatos cselekvés, kutatás eredménye (Drucker 1993).

2. táblázat Az innovációs folyamat modell típusai

Generáció	*Legfontosabb jellemzői*
Első és második generáció	Az innováció lineáris modelljei: technology push – market pull modellek
Harmadik generáció	Láncszemmodellek: az innovációs folyamat elemei közötti kölcsönhatás és a visszacsatolások
Negyedik generáció	A párhuzamos fejlesztés modelljei: vállalaton belüli tevékenységek integrációja, kapcsolat a főbb beszállítókkal és vevőkkel
Ötödik generáció	Hálózatmodellek: rendszerintegráció, szoros partnerkapcsolat, IT-hálózat, folyamatos innováció

Forrás: Tidd et al. (1997, 30) alapján saját szerkesztés

Kiss J. (2005) szerint minden innováció egy kutató közegben, egy laborban keletkezik, majd innen visszacsatolás-mentes a folyamat az alábbi fázisokban: alap- és alkalmazott kutatás; találmány; első alkalmazás, tesztelés; diffúzió. A negyedik, diffúziós lépést tekinthetjük ma a legfontosabbnak, amely talán kiemeltebb, mint maga az ötlet. Az Oslo Kézikönyv megfogalmazása alapján diffúziónak nevezzük azt a folyamatot, amely során az innováció elterjed a térben, a régiókban, megjelenik a vállalatok és a társadalom egyes rétegeiben (Oslo Manual 2005). Használva a piaci csatornákat, eljut és kifejti gazdasági hatását. Megjegyzem, ennek hiányában csak öncélú fejlesztésről beszélhetünk. Az innováció diffúziójával foglalkozott Mansfield (1968), Freeman (1974), Rosenberg (1976) és Nelson (1982) is, de elemzéseikre most nem térünk ki és nem említjük részletesen Christaller (1996) munkáját sem, aki regionális megközelítésből elemezte az innováció diffúzióját.

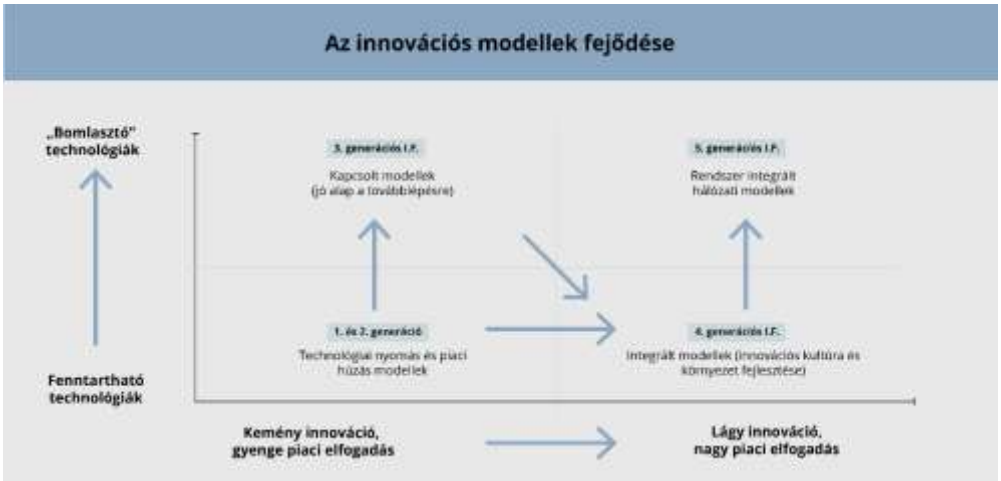
Újabb kutatások (Powell – Gianella 2010; Susman 2007; Zhang – Chen 2014) rámutatnak, hogy egyre több szereplős folyamattá a válik az innováció, melybe az IKT fejlődésével akár egyének is bekapcsolódhatnak.

Napjainkban a folyamat jellemzésére a zárt lánc- vagy láncszem-modell az elfogadott, amely az adott innovációtól, annak környezetétől, regionális helyétől stb. függően az egyes lépések párhuzamos létét, de legfőképpen folyamatosan egymásra gyakorolt hatását emeli ki.

Belátható, hogy pl. egy termék piaci fogadtatása globális világunk okán a késztermék piaci bevezetését megelőzően további fejlesztéseket tesz szükségessé.

A lineáris modelleken belül – azok első lépése alapján – megkülönböztetünk kettőt, attól függően, hogy az innováció a technológiai nyomására (technology push), vagy a piaci erők (market pull) hatására jött létre (Tidd et al. 1997). A push és pull modelleket, amelyeket Rothwell (1994) az első két generációba sorolt, és amelyeket tisztán lineáris modellnek tekinthetünk, definiálja a harmadik generáció (Kiss J. 2005). Ez utóbbi alapvetően lineáris, de a keresletet és kínálatot összekapcsolja, valamint ezen túlmenően megenged visszacsatolásokat is, bár az egyes lépések még mindig elválnak egymástól. Az integrált modellekben (negyedik generáció) jelenik meg a párhuzamosság kérdése. A vállalatok mind jobban összehangolják az innováció folyamatának lépéseit. Kooperálnak a beszállítói hálózatukkal, fogyasztóikkal, sőt, a fejlesztés bizonyos szakaszaiban megteszik ezt a versenytársaikkal is. Az ötödik generáció (SIN) a negyedik támogatásának továbbfejlesztése, amelyben nagy szerepet kapnak a támogató informatikai, vállalatirányítási rendszerek

4. ábra Az innovációs modellek fejlődése



Forrás: Rothwell (2002) alapján saját szerkesztés

2.2.5 A triple helix modell

Az innováció és az Ipar 4.0 szoros összefüggésére mutat rá a következő modell vizsgálata is, hiszen az előttünk álló ipari forradalom mindenképpen érinti annak szereplőit. A triple helix modell (Etzkowitz – Leydesdorff 1997) az Akadémia, Vállalat, Kormány markáns entitásokat definiálja. A modell azt vizsgálja, ki irányít, és az egyes szereplők mennyire folynak bele egymás területébe. A modellben három tipikus formációt azonosítottak az alapján, hogy milyen kölcsönhatások és dinamikák tapasztalhatók a szereplők között:

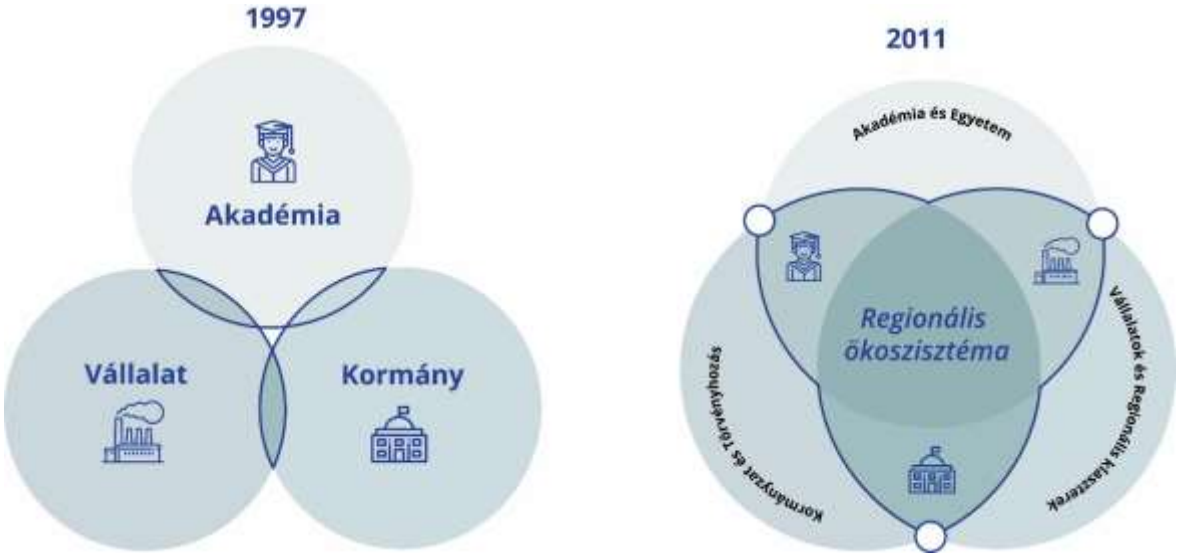
- I-es formáció: az állam irányít és nincs alulról jövő innováció. Ez lehet erős verziójú, erős irányítású, szigorú állam által vezérelt, megkövetelt innovációs elvárás, mint ami az egykori Szovjetuniót jellemezte, és gyengébb, mint némely latin-amerikai országban az tapasztalható is;
- II-es formáció: erős határok, rögzített kapcsolati utak vannak a szereplők között. Ez jól megfigyelhető az USA-ban és Svédországban;
- III-as formáció: átfedések, klaszterek, közös célok jellemzik. Ez a jövőépítő országok ismérve. Cél az együttműködés, mert ha csökkentjük az interakciókat gátló tényezőket, megnyílik az út a (közös) fejlődés előtt.

Megítélésem szerint a III. formáció jól definiálja az Ipar 4.0-ban megálmodott kapcsolatokat, az egymás értékeit kihasználó, arra üzleti folyamatokat, tudástranszfert építő, együttműködő hálózatok létrejöttét. A modellel kapcsolatos kritikaként felmerülhet, hogy az első két ipari forradalomban az egyetemek és a kormányok szerepe csekély volt, de meggyőződésem, hogy ez a tendencia változik, és mint az a digitalizáció korában már megfigyelhető is, jelentőségük alapvető. A tendencia folytatódik, és egyre szorosabb együttműködés szükséges a három szereplő között, amely kapcsolati hálók formájában, klaszterek megszületése által válhat lehetővé. A kormányzattól inkább támogató szerepet, a vállalatoktól az innovációs potenciálok kijelölését, célok meghatározását várjuk el. Ez tehát a Farinha-Ferreira-féle modell lényeges újdonsága a korábbiakhoz képest, és ez az a felismerés, amelyen az Ipar 4.0 platformok létrejötte nyugszik.

Az iparvállalatok, mint a K+F+I tevékenységek fő megrendelői, motorként szolgálhatnak az új tudásalapú gazdaságban, valamint tudásalapú társadalomban (David – Foray 2002), hozzájárulnak a digitális ökoszisztéma létrejöttéhez, és ezáltal az ország versenyképességének előmozdításához (Lengyel 2010, OECD 1996).

A vezető európai országokban az ipar fejlesztéspolitikái (Kagermann et al. 2013, Roland Berger 2014) a kutatóhelyek (akadémiai központok, egyetemek), az államigazgatás és az ipar sokrétű kapcsolatán alapulnak. Az általános felfogás szerint az innovációs potenciál, és egyben az ezzel összefüggő gazdasági fejlődés elsődleges letéteményesei a kutatóhelyek, mégis, az elsöprő változások, kihívások és új lehetőségek kezelése csak úgy lehetséges, ha az iparvállalatok és az állam is részt vesznek a termelés, a tudástranszfer és alkalmazások új intézményi és szociális formáinak kialakításában. Ennek módszertani hátterét adja a továbbfejlesztett *triple helix* (Ranga – Etzkowitz 2010; Farinha – Ferreira 2011) keretrendszer.

5. ábra A triple helix modell adaptálva



Forrás: Etzkowitz – Leydesdorff (1997) és Farinha – Ferreira (2011) alapján saját szerkesztés

A modellek közötti eltérés jól érzékelteti a hagyományos és az új, platform alapú ökoszisztéma szemlélet közötti lényeges különbséget, nevezetesen a három szféra egymásba ágyazódottságát és megkérdőjelezhetetlen egymásra utaltságát.

A *helix* mindhárom partnere saját specifikus területen tevékenykedik, amelyek feladata az ökoszisztémák támogatása a tudományos kiválóság, az innováció és magasan képzett szakemberek, valamint a kedvező politikai és gazdasági környezet megteremtése által. Az eszköztár fontos kellékei a tudástranszfer és a mobilitás biztosítása. Néhány konkrét példa a *triple helix* tagjai közötti kapcsolatokra:

- kutatóhely – ipar:
  - közös K+F pályázatok, projektek
  - mintagyárak létrehozása kooperációban
  - az egyik partner által működtetett felhőszolgáltatás megosztása a többi partnerrel
- kutatóhely – állam:
  - állami elkötelezettség adott kutatási irányok finanszírozási támogatására
  - magas színvonalú oktatóbázisok, Ipar 4.0 orientált oktatórendszerekre alapozva
  - az S3 stratégia[13] érvényesítése közös együttműködésben
- kutatóhely – ipar – állam

[13] Nemzeti Intelligens Szakosodási Stratégia (S3). Hatékony K+F+I folyamat támogatást, ezáltal a nemzetek, régiók vagy megyék tudásalapú gazdasági fejlődését célzó stratégia www.nkfih.gov.hu Letöltve: 2017.01.17.

- nemzeti Ipar 4.0 platformok működése a gazdaságirányítás hathatós támogatásával
- K+F+I kiválósági programok közös megtervezése, beindítása és működtetése az eredmények közösen végzett disszeminációja, és így a közös kezdeményezés szociális-gazdasági hatásának szélesítése
- a fenntartható innovációs környezet folyamatos megerősítése

1997-ben Etzkowitz és Leydesdorff még azt vizsgálja, hogy az innováció megszületésében kinek és mekkora szerep jut a gazdasági, a kormányzati és a kutatói szféra képviselői közül. 2005-ben az Oslo Kézikönyv kiterjeszti az innováció fogalmát, tudástranszferről, hálózatosodásról beszél. 2013-ban Farinha és Ferreira már alapvetésnek tekinti, hogy az innovációhoz összefogás, együttműködés szükséges és megállapítást nyer, hogy nem önmagukban a szereplők a fontosak, hanem a közöttük létrejövő és működő kapcsolatok, interakciók.

A quadruple helix (Cavallini et al. 2016) az innováció miliőjének domináns szerepére hívja fel a figyelmet és egy újabb szférát nevesít, amelyben a köz- és civil innovációkra gyakorolt hatását emeli ki (Carayannis et al. 2012; Carayannis – Campbell 2012). A különböző helix modellek jó elméleti hátteret biztosítanak a később bemutatásra kerülő platform-megközelítésekhez.

2.2.6 Nyílt innováció

Noha a nyílt innováció gondolata Chesbrough (2003) könyvében elsősorban a műszaki területen élenjáró nagyvállalatok kapcsán jelent meg, megállapításai igazak a KKV szektor szereplőire is, tekintve alapvetően arról van szó, hogy a külső erőforrást vesznek igénybe belső innovációs folyamataik sikeressebbé válása érdekében (Chesbrough et al. 2006; Vanhaverbeke 2012; Dőry – Tilinger 2012; Füzi 2013). A vállalatok a zártláncú innováció alkalmazása esetén is vonhattak be külső kutató fejlesztő tudást, de ennek mértéke és mennyisége elmaradt a rendelkezésükre álló belső erőforrásoktól. A nyílt innováció a dinamikusan allokálható és igény esetén bevonható tudásra, valamint az így megszerzett ismeretanyag tényleges hasznosítására épít. Curley (2015, 2016) rendszerezte az innovációs modelleket fejlődés szempontjából (3. táblázat). A nyílt innováció 2.0 jól összegzi azon ismérveket, melyeket a későbbiekben bemutatandó Ipar 4.0 ökoszisztémában azonosítottam – komplex értékteremtési rendszerek, helix együttműködési modellek – és melyek az empirikus kutatásban is megjelennek.

3. táblázat Az innovációs modellek fejlődése

Zárt innováció	*Nyílt innováció*	*Nyílt innováció 2.0*
Függőség	Függetlenség	Egymásra utaltság
Alvállalkozás	Keresztlicencelés	Kölcsönös megtermékenyítés
Egyéni	Kétoldalú	Ökoszisztéma
Lineáris	Lineáris, oldalágakkal	Nem lineáris, mozaik szerű építkezés
Lineáris alvállalkozás	Kétoldalú együttműködések	Triple helix modellek
Előre tervezett folyamat	Folyamat közbeni ellenőrzés, pilot projektek	Folyamatos kísérletezés
Ellenőrzés	Menedzsment	Koordináció
Győztes-vesztes játszmák	Győztes-győztes játszmák	Még több haszon minden résztvevő számára
Egy szereplős innovációs folyamat	Egy diszciplínán belüli innovációs folyamat	Interdiszciplináris megközelítés
Értéklánc	Értékteremtési hálózat	Komplex értékteremtési rendszerek

Forrás: Curley (2016) alapján saját szerkesztés

2.2.7 Az innováció akadályai

Az akadályok széleskörű definiálását az Oslo Kézikönyv is megteszi (Katona 2006), és az alábbi csoportokban adja meg az általa beazonosított gátló tényezőket:

- költségtényezők ideértve a magas költségeket és a pénzügyi forráshiányt;
- tudástényezők úgymint szakértő személyzet és képzett munkaerő hiánya, szükséges technológiák ismeretének hiánya, piaci ismeretek hiánya, munkatársak elköteleződésének hiánya;
- intézményi tényezők: törvényi tényezők (túlszabályozás, túladóztatás), nagyvárosokon kívüli infrastruktúra hiánya, a piacon megfelelő projekttárs hiánya, szellemi tulajdonjog gyengesége;
- piaci tényezők: kereslet hiánya és monopóliumok megléte.

Megítélésem szerint a *költségtényezők megemlítése* triviálisnak tekinthető, de ugyanakkor - a piaci tényezőkkel együtt - elgondolkodtató is, hiszen az Oslo Kézikönyv Európa szintjén vizsgálódik és fogalmaz meg befolyásoló tényezőket. Hazánkat gyakran a fentiek vonatkozásában hajlandóak vagyunk elmaradottnak tekinteni, ám amint látjuk, ezen problémákkal, sajnos, nem csak Magyarország szembesül. A *korlátlan pénzügyi források* és a *szabad piaci környezet* elérése máshol is csak vágyott cél, másképpen fogalmazva: biztosításuk leküzdendő akadály. Ebben a kérdésben a KKV-k hátrányból indulnak egy tőkeerős multival történő összevetésben az Ipar 4.0 megvalósítása kapcsán, ezért is van

szerepe az állam finanszirozási politikájának, illetve az erőforrások megosztását célzó felhőalapú technológiáknak.

A *tudás és az intézményi* tényezők kezelésének vélhetően jó módja lehet a kormányzat és az egyetemek szorosabb együttműködésének támogatása törvényi szabályozók segítségével, valamint a jogi és politikai környezet megfelelő támogató voltának elősegítése, biztosítása is a vezető politikai erők által. Egy jó és támogató megközelítésű szabályozott környezetben az emberi kreativitás képes az előtte álló társadalmi és szervezeti akadályok leküzdésére, még akkor is, ha megítélésem szerint ez utóbbi kezelése a legnehezebb. (Havas 2009; Hámori – Szabó 2010; Kiss J. 2014)

Érdekes megjegyezni, hogy a Magyar Innovációs Szövetség (Pakucs 2014) nem támogatja az innováció szervezetekre és társadalmi fejlődésre történő kiterjesztését, mert meglátásuk szerint az többek között a parttalanság veszélyét is magában hordozza. Megítélésem szerint ez logikus, de vitatható, mert az innovációt és magát az innováció tárgyát sem lehet kisajátítani, tekintve, hogy az innováció átalakul, újratermelődik és beépül életünk minden területébe, múltunkba, jövőnkbe. Az innováció vizsgálata kapcsán helyesen járunk el, ha figyelembe vesszük azt a felismerhető fogalmi fókuszváltozást, amely szerint immár sokkal inkább szervezeti, társadalmi, szociológiai, mint műszaki vagy közgazdasági szempontú definícióval állunk szemben. Ennek megfelelően a vonatkozó akadályok vizsgálatát is innen kezdem.

Farkas (1984) megállapítja, hogy hazánkban a politikai berendezkedés bizonyult a legnagyobb akadálynak. A szocializmusban nem létezett igazi piaci verseny, a vállalatok monopolhelyzettel rendelkeztek, a költségvetés korlátai puhák voltak (Kornai 1980), a termelők nem képezték egy önszabályozó és versengő kereskedelmi környezet részét, így nem voltak érdekeltek semmilyen innováció támogatásában. Az innovációs légkört támogató szervezeti kultúrák, mint lényeges alakító tényezők, nem jelentek meg a kutatást, fejlesztést végző szervezeteknél, tekintve, hogy ott nem a kockázatvállalós, keményfiús, macsós kultúra (Deal – Kennedy 1982) az általánosan elfogadott. Meg kell említenünk továbbá az innovációval szembeni szervezeti ellenállást, mely az alábbiakban érhető tetten Kurtán (2006) alapján: félelem a változástól, ragaszkodás a megszokotthoz, a meglévő piac misztifikálása, az innováció „leértékelése”, szakmai és személyi konfliktusok.

A szervezeti ellenállás természetes megnyilvánulás, amely hasznos is lehet, ha nem vagyunk fontolva haladók. A vezetők hozhatnak elhamarkodott döntéseket, amely esetben végeredményként pozitív kimenetelű is lehet egy, a változásokkal szembeni negatív erőhatás. A fenti belső szervezeti akadályok után tekintsünk a külső tényezőkre. Példaként

említve, az üzleti partnerek közötti készpénzmentes kereskedelem olyan tényező, amely komoly technikai akadályok sorát veti fel. Szükséges egy jól működő, biztonságos, informatikai rendszer, szakképzett kiszolgáló személyzettel. Egy teljes körű logisztikai lánc működése sem képzelhető el szoros kül- és belföldi beszállítói kapcsolatok, stratégiai szövetségek nélkül, amelyek nyelveket beszélő, nyitott gondolkodású vezetőket és munkatársakat igényelnek. Úgyvélem menedzsment szinten az Ipar 4.0 támogatása nem kérdés, tekintve mindenki érzi, hogy ennek a szónak az égisze alatt minden eladható úgy a vállalat berkein belül, mint azon kívül.

Nem feledkezhetünk meg a regionális szempontból hátrányokat jelentő tényezőkről sem. Egyértelmű akadály lehet határok megléte, a földrajzi távolság, a kereskedelmi utak hiánya vagy éppen a politikai berendezkedésre, történelemre visszavezethető, szembenállásból fakadó akadály két szomszédos ország között.

2.3 Ipar és térbeliség

2.3.1 Város és régió

Jóllehet, a negyedik ipari forradalom hátterében az ipar digitális átalakulása áll, fel kell ismernünk azt a tényt, hogy értelmezése csak az őt körülvevő ökoszisztémával, innovációs miliővel együttesen lehetséges. Ha a gazdasági szerkezet térbeliségét vizsgáljuk, akkor a termelés terének a régiót, a fogyasztás terének a települést tekinthetjük (Lengyel – Rechnitzer 2004). Meggyőződésem, hogy a gyárnak szüksége van a városra, a városnak pedig a gyárra, másképpen a gazdaság és a térbeliség egymással folyamatos kölcsönhatásban van, a sivatagi katedrálisok (Parr 1999) kora lejárt. Ennek okán az Ipar 4.0 vizsgálata nem lehet teljes a regionális aspektusok említése nélkül.

A város (Rechnitzer – Smahó 2011) jellegénél fogva több lakost koncentrál és olyan funkciókat lát el, melyekkel térségi hatásokat fejt ki. Regionális szempontból azt tekintjük városnak, ahol magas a termelési tényezők koncentrációja. Az alap termelési tényezőket (munka, természeti tényezők, tőkejavak), az egyéb termelési tényezőkkel (szellemi tőke, technológia, információ) a vállalkozás, gyár hangolja, fogja össze. Ha a gazdasági szerkezet térbeliségét vizsgáljuk, akkor a termelés terének a régiót, a fogyasztás terének a települést tekinthetjük. Város (Lengyel – Rechnitzer 2004) az a település, ahol a lakosság piacgazdaságban él, munkajövedelemmel rendelkezik, és felvásárolja a megtermelt javakat. A fentiek alapján úgy vélem a város - régió nem lehet meg vállalkozás - gyár nélkül és ennek megfelelően, ha az egyik sikeres, akkor a másik is az kell, hogy legyen.

A városok mindig is versenyben álltak egymással. Igaz, amíg korábban nem volt esélyegyenlőség közöttük pl. a hatalomért (megyeszékhely), vagy a gazdasági előnyökért (vásártartás) vívott küzdelemben, addig mára ez a helyzet erősen megváltozott. Ez egyrészt a szolgáltatási szektor előretörésének és az ipari vállalatok gyártási folyamatai felosztásának, azaz a gazdaság szerkezeti átalakulásának köszönhető (Enyedi 1996), másrészt a végbemenő globális folyamatoknak, a szabad tőkeáramlásnak. A nemzetközi konszerneket döntéseiknél nem nemzeti vagy országos érdekek vezetik, hanem tisztán gazdasági, pénzügyi megfontolások. Ennek következménye, hogy a régiók és városok küzdenek egy-egy telephely kialakításáért, új lakosok letelepedéséért, azaz – identitásukat hangsúlyozva – versenyeznek egymással (Castells 2003).

A városok fejlődésére kétségkívül hat az új technológiai vívmányok sora, az elektronikus otthonok és a nagyvárosok fejlődéséről folytatott kutatásai során Castells (2005) a várost áramlások tereként definiálja, majd megállapítja, hogy a fejlett technológiai központokban létrejött ipari innovációs miliő – melyet technopólusnak hív – sokféle városi formációban alakulhat ki. Az európai város-rendszer – bár erősen heterogén történelmi, kulturális és gazdasági gyökerekkel rendelkezik –, a globalizáció korában egységes képet mutat (Enyedi 2012). Jóllehet, az egységes európai irányelvek (oktatási, pénzügyi, gazdasági) adottak, a városok nem vesztettek egyéniségükből. A transznacionális gazdasági szervezetek jelentik a legfőbb integráló erőt és egyben a kutatás-fejlesztések, a termelő ágazatok és az üzleti szolgáltatások motorjai is. Jellemzően a legfontosabb városok adnak otthont a konszernszékhelyeknek, a leányvállalatok pedig behálózzák az egész kontinenst, de gyakran az egész világot. Az európai városhálózat sajátossága (Enyedi 2012), az egymáshoz képest közeli, átlagosan kevesebb, mint 20 km-es földrajzi távolság. Enyedi álláspontja szerint ugyan az ipari forradalmak befolyásolták a városiasodás folyamatát, de súlyuk nem olyan jelentős, mint azt sokan vélelmezik, tekintve, hogy tipikusan a már meglévő városok fejlődtek, bővültek. Új városok elsősorban bányavidékeken, vagy Kelet-Európában elsősorban politikai, pártpropaganda céllal alakultak ki.

A kétezres évek végétől kezdődően a szakirodalomban, a témával foglalkozó vállalatok marketingkommunikációjában és ezek eredményeként a köznapi szóhasználatban is megjelent a smart city, illetve az okos város kifejezés. Az okos városok fogalmára számtalan definíció létezik, amelyek legtöbbje tartalmazza az alábbi elemeket:

- az infokommunikációs technológiák innovatív és széleskörű alkalmazása;
- környezeti, gazdasági és társadalmi értelemben vett fenntartható működés;

- a város lakói számára biztosított magas életminőség, a vállalkozások számára biztosított kedvező vállalkozási környezet.

Az okos, vagy élhetőbb város olyan települést takar, mely a rendelkezésre álló infokommunikációs technológiai lehetőségeket olyan innovatív módon használja fel, amely elősegíti egy jobb, diverzifikáltabb és fenntarthatóbb városi környezet kialakítását (Allwinkle – Cruickshank 2011; Hollands 2008; Ponting 2013; Weisi – Ping 2014). Egy várost akkor nevezhetünk okosnak, ha az emberi tőkébe, tradicionális infrastruktúrába (pl. közlekedés), valamint a modern információs és kommunikációs infrastruktúrába történő befektetés ösztönzi és hajtja a fenntartható gazdasági fejlődést, és még tovább növeli az életszínvonalat – miközben a természeti erőforrásokat bölcsen kezeli (Lados – Horváthné 2011).

A jelenleg is folyó globális társadalmi és gazdasági változások kiváltójaként két tényezőt emelek ki: a tudást, mint nem megfogható termelési tényezőt és az infokommunikációs technológiák szerepének felértékelődését, amelyek együttesen egy újfajta, a digitális gazdaságról való gondolkodást tesznek szükségessé (Lados – Horváthné 2011). A város és az informatika egymást támogatva közös sikereket érhet el, az élhető vagy okos város[14], mint elérendő cél együttes megvalósítása által.

2.3.2 Globális tér, kibertér

A globális, informatikai támogatással bíró világunkban a távolságok új szinteken és új értelmezést nyernek (Lengyel 2010; Nemes Nagy 2009). A korábban megszokott hagyományos földrajzi definíción túl, amely szerint távolságon két hely térbeli eltérésének mértékét értjük, megjelenik a közelség kiterjesztett értelmezése, a kibertér (Mészáros 2008) fogalma is. Több magyar tanulmány is készült a kibertér, vagy virtuális tér témakörében, és mibenlétét illetően komoly viták alakultak ki (Nemes Nagy 2009; Mészáros 2008; Jakobi 2007).

Úgy vélem, a fogalom definiálása és a regionális tudománybeli elhelyezése azért is nehézkes, mert több ismérve dinamizmust (folytonos változást) és/vagy ellentmondást

[14] Az okos város kutatások egyik vezető európai tudományos központja a Bécsi Műszaki Egyetem (Giffinger 2007), amely rendszeresen publikálja az általa kiválasztott indikátor rendszerből levezetett európai okos városok egyfajta versenyképességi, „okossági” sorrendjét. Hat alap karakterisztikát azonosít vizsgálataikhoz úgy mint gazdaság, irányítás, emberek, mobilitás, környezet, okos élet, melyek súlyozottan jelenítik meg a városok aktuális és egyben egymáshoz viszonyított sorrendjét. A karakterisztikákhoz faktorokat rendelnek, melyek indikátorokból veszik adataikat.

hordoz magában (Nemes Nagy 2009; Carazo-Chandler 1998), továbbá sok esetben nem látható, de konzekvenciáit tekintve materiális (e-kereskedelem):

- nem fizikai, de emellett valódi tér;
- állandó változásban van, határai kérdésesek;
- információs és elektronikai tér.

Vannak, akik abszolutista nézeteik következtében ebben a térben képzelik el a jövő lakóit (Barlow 1991). Ez összhangban áll a bemutatott CPS megközelítéssel, amelyben minden tárgy és egyén egy globális hálózat részeként önálló virtuális entitással rendelkezik.

A kibertérben az informatikai adathálózatok segítségével ugyanolyan közel lehetünk egy, a Föld másik részén lakó kutatóhoz, mintha az a szomszéd helyiségben foglalna helyet. Az Ipar 4.0 is erre alapoz. Úgy tekint a vállalatokra és kapcsolataikra, hogy azok egy térben helyezkednek el, távolságuk azonos, így adatcsere, kommunikáció szempontjából ugyanazon szolgáltatást tudják nyújtani (elektronikus közelség). Globális kapu, közvetlen kapcsolat, hozzáférés létesíthető a világ tetszőleg pontjától egy másik tetszőleges ponthoz (Lux 2017), amely tény felveti, az összes, a távolságot, mint változót tartalmazó elmélet és egyenlet újraszámításának szükségességét.

A tudás tekintetében azonban jelentős differenciák adódhatnak, és itt kerül elő ismét a miliő kérdése. Míg az előbb említett elektronikus közelségen túl a szervezeti, de akár az intézményi közelség is csökkenthető informatikai megoldások révén, a társadalmi közelség nem. Ebben a dimenzióban ugyanis a mikroszintű beágyazottságon van a hangsúly (ki-kivel van ismeretségben, munkakapcsolatban, barátságban, járt egy iskolába), amely a bizalom alapja lehet, és amely lehetővé teszi a rejtett tudás átadásának lehetőségét. A rejtett (tacit) tudás, a kapcsolati tőke (Camagni 2004) a mindenki számára elérhető és hozzáférhető kodifikált tudáson felüli információ tartalma által egyértelműen versenyelőnyt jelent annak birtokosai számára.

A globalizáció a legnagyobb hatású társadalmi folyamat, amely a térre fejti ki hatását (Cséfalvay 2004; Molnár 2017). Alapvetően hatása országos és nemzeti szinten érvényesül, de úgy vélem ezen hatások megjelennek a lokális terekben is. A posztfordista gazdaság globális vállalatai – mértéküknél és gazdasági jelentőségüknél fogva – alapvetően befolyásolják egy ország gazdaságát, komoly nyomást gyakorolva annak gazdaságpolitikájára, kormányzati mozgásterére. Gondoljuk meg, milyen lobbitevékenység rejlik egy globális szereplő telephely-választása kapcsán, pl. hogy mely ország és azon belül mely régió legyen a kiválasztott.

A globalizációval kapcsolatban érdekes gondolatokat fogalmaz meg Friedman (2006), és amellett érvel, hogy a Föld lapos. A Földet lapossá tévő tíz erő mindegyikében felismerni véli az informatika alap-mozgatórugó kiemelt szerepét. A lapos Föld gondolata valójában a virtuális térbeliséget szimbolizálja. A globalizációt abszolút pozitív szemléletben közelíti meg az indiaiak és kínaiak által gerjesztett versenyt előremutatónak tekinti. Bár a világnak vannak ma még nem lapos részei, de azok is szeretnének az általuk jónak gondolt lapos félhez tartozni, jóllehet, ehhez nem mindenki elég erős, vagy kellőképpen felkészült. Egyes kultúrák megerősödnek, mások elbuknak, vagy a sikeresek ellen fordulnak. Azonban szerencsére ezt a problematikát is feloldja Friedman: szerinte azok, akik beépültek a nagy ellátási láncokba, nem vesztegetik idejüket háborúkkal, mert tudják, lemaradnának.

Magyari (2017) tanulmányában azt vizsgálta, hogy Kína 2001-es csatlakozása a World Trade Organization-hoz milyen hatást fejtett ki az USA munkaerőpiacára. Megállapítja, hogy bár elbocsátások valóban történtek az alacsony hozzáadott értéket teremtő munkahelyek (gyártósori munkások, rakodók, targoncavezetők) tekintetében, ugyanakkor a nagyvállalatok irányából a mérnökök, a logisztikusok és további kvalifikált munkaerő iránti kereslet növekedett. Igaz, ez a kereslet sokkal alacsonyabb, mint a korábbi tömeges foglalkoztatás iránti volt. Az USA nagyvállalatai költség-átcsoportosításokat tudnak végrehajtani az olcsó kínai erőforrásoknak köszönhetően, így költségeik szinten tartása, esetleg csökkenése mellett tudásintenzív feladatokat, innovációs folyamatokat támogathatnak, amely végeredményben termelékenységük, és ebből kifolyólag versenyképességük javítására szolgál. Az Ipar 4.0 erre is alapoz: az értéklánc egyes elemei ott is úgy működnek a térben, ahol a legoptimálisabb.

2.4 Területi versenyképesség

A kibertér, mint fogalom egyre inkább teret (!) hódít magának, de ettől még nem közömbös, hogy az adott gazdasági szereplő hol végzi tevékenységét. Éppen ezért fontosnak tartom a területi ismérvek és az Ipar 4.0 vállalatok egymásra gyakorolt hatása befolyásoló jellemzőinek azonosítását, feltárását.

A versenyképesség tipikusan a sikerességgel összefüggő gondolat. A versenyben mindenki győzni akar. Ahogy a mindennapi életben az emberek, úgy az országok, régiók, városok is folyamatosan versenyeznek egymással a mind jobb erőforrások elérése céljából. Felismerve azt a tényt, hogy a jobból jobb születhet, cél pl. a mind kvalifikáltabb munkaerő létszámának növelése; a többből több lesz, ezért fontos a mind nagyobb összegű pénzügyi források

biztosítása. Cél továbbá e fentiek értelmében a mind kedvezőbb környezeti feltételek megteremtése, azaz jó alapok lerakása egy új szebb, jobb, gazdagabb jövő érdekében.

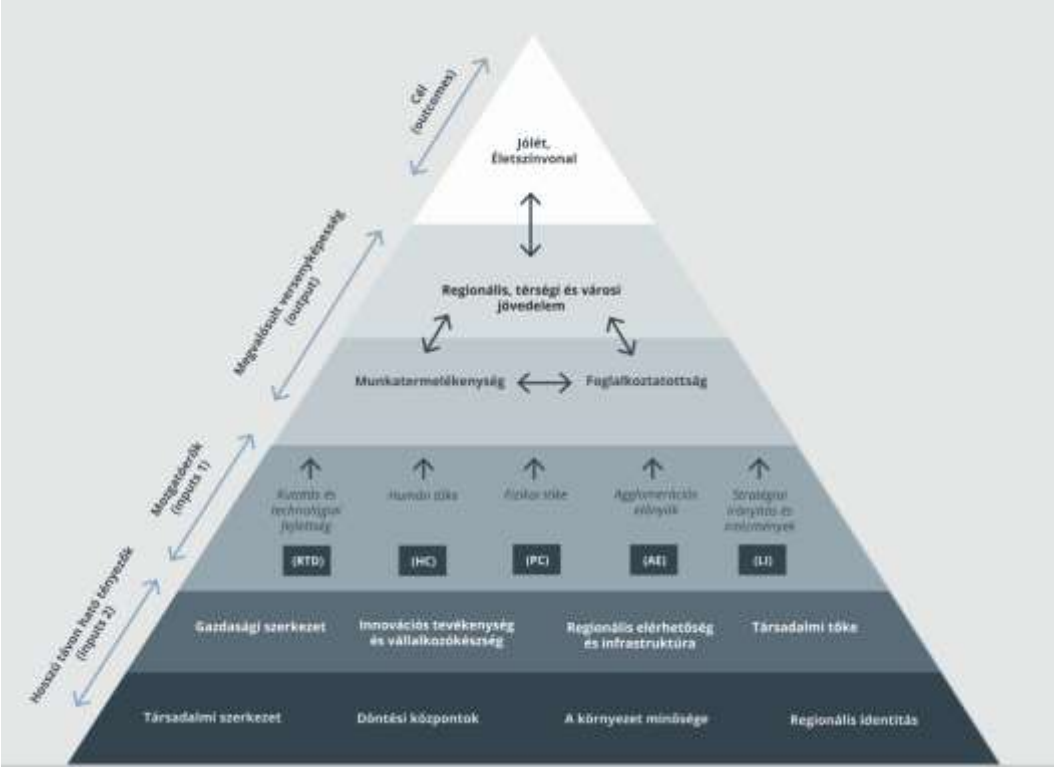
Közgazdasági értelmezésben a verseny alatt két vagy több szereplő egymással szembeni előnyszerzésre irányuló, adott szabályok között zajló tevékenységét értjük (Chikán 2008). Vállalati környezetben a piaci szintű, országok és térségek esetében regionális szintű, a konkurens térségekkel való összevetésben a jobb helyzetet jelenti. Az OECD álláspontja rögzíti: „versenyképesség a vállalatok, iparágak, régiók és nemzetek feletti régiók képessége relatíve magas tényezőjövedelem és relatíve magas foglalkoztatottsági szint létrehozására egy fenntartható bázison, miközben a nemzetközi versenynek tartósan ki vannak téve" (CEC 1996; OECD 1997,1998).

A 20. század Európájának kormányzati törekvése a területek koncepcionális, stratégiai kezelése, az egyenlőtlenségek felszámolása az elmaradott térségek fejlesztése által. A területfejlesztési politika tehát a kormányzatok közvetlen beavatkozása a térbeli folyamatokba. Érdekes ellenpontozása ez a versenynek, tekintve, hogy értelmezésemben éppen a verseny ellen hat, azáltal, hogy mérsékelni kívánja az egyes területi egységek közötti különbségeket.

A versenyképességet sokan és sokféleképpen definiálták. Általánosság összehasonlíthatóvá teszi a vállalkozások, vállalkozás-csoportok vagy nemzetgazdaságok azon képességét, hogy egy adott piacon termékeket vagy szolgáltatásokat értékesítsenek. Krugman (1994) vitatja a versenyképesség nemzetgazdaságokra, régiókra történő értelmezését. Magam részéről látom a regionalitás létjogosultságát és osztom Lengyel álláspontját, amely szerint a versenyképességet a környezeti és társadalmi tényezők is alakítják. Lengyel megállapítja továbbá, hogy a regionális gazdaságfejlesztés célja olyan környezet kialakítása, amely az adott régió vállalkozóinak hosszú távú fejlődését biztosítja a rendelkezésükre álló, versenyelőnyt indukáló tényezők tudatos használata által (Lengyel 2010). Ezen nézetet erősíti Lados és Rechnitzer megállapítása, amely szerint az innováció és a humán erőforrás a regionális versenyképesség – és ez által a sikeresség – alappillérei (Lados 2014). A versenyképesség megítélésénél nemcsak gazdasági tényezők, hanem gazdaságon kívüli, társadalmi és környezeti szempontok is felmerülnek, azaz lényegében tartós gazdasági fejlődésre való képességről van szó (Lengyel 2010). A sikeresség város szintű értelmezésében (Rechnitzer – Smahó 2011; Enyedi 1996), az alábbi tényezőket vehetjük figyelembe: gyors szerkezetváltás, erős innovációs képesség, döntést hozó hatalom, tudás alapú termelés, városi társadalom, erős és gyarapodó középosztály, foglalkoztatás és jövedelem növekedések, külső globális kapcsolatok.

A városok versenyét egyértelműen élénkíti a decentralizációs folyamat, melynek eredményeképpen kormányzati funkciók jelentek meg ezen a szinten (Enyedi 1996). Noha léteznek olyan tárgyiasult tudás elemek, innovációt támogató technológiák, melyeket lehet importálni, de a valóban sikeres települések, melyek tartós versenyelőnyre tesznek szert, ott alakulnak és maradnak fent hosszútávon, ahol az erős és pozitív az innovációs miliő.

6. ábra Versenyképességi piramis



Forrás: Lengyel (2010, 128) alapján saját szerkesztés

A versenyképesség méréséhez is – a minél pontosabb összehasonlíthatóság érdekében – mutatószámokat célszerű alkalmazni. Tekintve, hogy számtalan ismérv, indikátor és ezek súlyozása jöhet számításba, az adott terület esetében több, már létező és bevált gyakorlatot[15] [16]alkalmazhatunk vizsgálódásaink során (lásd 4.1.1 fejezet). Egy régió versenyképességének mérésére alkalmas modell a Lengyel-féle piramis-modell (Lengyel 2010). Ez magában foglalja a versenyképesség értékelésének és a versenyképességre ható tényezők három hierarchia-szintjét: alapkategóriák, alaptényezők, sikerességi faktorok. A modell alján (6. ábra) a hosszú távú gazdasági, innovációs és humán siker-faktorok, középen

[15] IMD World Competitiveness Yearbook http://www.imd.org

[16] The World Bank Doing Business http://www.doingbusiness.org/

gazdaságfejlesztési alaptényezők, míg a legtetején elérendő célként a helyi közösség életszínvonala található.

A modellben is kiemelt szerepet kap a helyi környezet, miliő, amely erősíti azon elképzelésünket, hogy ezen indikátor vizsgálata közelebb visz bennünket az Ipar 4.0 megismeréséhez. A Lengyel-féle piramis-modell az adott területi egység versenyképességét rövidtávon és közvetlenül javító alaptényezőként azonosítja az alaptevékenységeket ellátó kis- és középvállalkozásokat is, amelyek komoly multiplikátor-hatást képesek kifejteni (Lengyel 2010; Szerb 2010). Az empirikus kutatásom vizsgálja a Hosszú távon ható tényezőket (inputs-2) és a Mozgatóerőket (inputs-1) is (lásd 6.3 fejezet) ezzel igazolva és megteremtve az Ipar 4.0 és a versenyképesség között meglevő párhuzamot.

2.5 Tudásalapú gazdaságok

A posztfordista gazdaságok legújabb megjelenési formáit tudásalapú gazdaságoknak is nevezhetjük (Lengyel 2010). A fordista vagy tárgyi alapú gazdaságok és a tudásalapú gazdaságok összevetése többek között megjelenik Cséfalvay (2004), Enyedi (2012) és Rechnitzer (1998) munkáiban. Az Ipar 4.0-ban megfogalmazott célok és ismérvek (v.ö. 3.4.2, 3.3, 3.3 fejezetek) horizontális integráció, személyre szabott tömegtermékek, stratégiai szövetségek, erős és folyamatos K+F stb.) egyértelműen egyeznek a tudásalapú gazdaság ismérveivel.

A posztfordista régiókban a gazdaság szerveződését tekintve, alapvetően három régió típust tudunk beazonosítani (Lengyel 2010):

- neofordista (fél periféria);
- tudásalkalmazó;
- tudásteremtő (centrum) régió.

A tudásteremtő régió valójában a negyedik ipari forradalomban megfogalmazott célkitűzések ideális megtestesítője, tekintve, hogy itt jelennek meg a vállalati klaszterek, a szoros együttműködések és a kutató-fejlesztő pozíciókat betölteni képes magasan képzett munkaerő iránti kereslet. E régiók termékeiket egyedi igényekre szabva tömegtermelésben, a helyi adottságokat kihasználva tudják előállítani. A fenti régiók versenyképességének növekedése vélhetően folyamatos és tartós lesz. Hazánk elsődleges célja kell, hogy legyen tehát az elmozdulás a tudásteremtő régió irányába, amely célkitűzés az Irinyi Tervben is megjelenik.

Jogosan tehetjük fel a kérdést, hogy amennyiben a tudásalapú gazdaság definíció ennyire jól megfogalmazza az Ipar 4.0 lényegét, miért is használjuk ez utóbbit is ugyanarra a

paradigmára. Megítélésem szerint az egyezőség kétségkívül nagy. Úgy vélem, a kérdés eldöntése csak további kutatások eredményeképpen lehetséges, amelyhez talán saját empirikus kutatásom is közelebb visz. Ugyan akkor látni kell, hogy a tudásalapú gazdaság fogalma a közgazdász társadalom sajátja, az Ipar 4.0 pedig alapvetően a mérnököké. Megegyezni vélhetően soha nem fognak.

Magyarországon az elmúlt évtizedek munkahelyteremtési erőfeszítései középpontjában (is) a viszonylag alacsony munkaerő-költségekre épülő nemzetközi termelő- és szolgáltatóközpontok álltak, ugyanakkor a gazdaságnak el kell mozdulnia a magasabb hozzáadott értékű tevékenységek irányába. Mindehhez a munkaerőállomány készségeinek és képességeinek jelentős fejlesztésére van szükség, miközben a gazdaság-szabályozás területén is indokolt a paradigmaváltás, így érve el, hogy hazánk tudásalapú gazdasággá váljon.

A tudásalapú gazdaságok sajátja a spin off cégek kitermelésére alkalmas akadémiai szféra. A vállalkozó egyetemekről, osztályozási lehetőségeikről, innovációhoz kötődő ismérveikről olvashatunk Inzelt (2004) és Erdős – Varga (2010) írásaiban. *Az akadémiai szférához sorolom a tudományos kutatóintézeteket, egyetemeket, főiskolákat, valamint felnőttképzési helyeket.* Ezen intézmények az elemi tudás birtokosai és felelősek annak újratermeléséért, megosztásáért. Megrendelőik, stakeholdereik között nem csak az egyéneket, hanem a növekvő számú duális képzések révén egyre inkább a vállalatokat is megtaláljuk. A folyamatos tudás-megszerzés és -megosztás képessége, a jó teljesítményre képes szakemberek képzése az ipar és az egyetem közös feladata és felelőssége is egyben. A folyamat hajtóereje az egyetem (oktatók, kutatók, fejlesztők) integrációs képessége, amelynek óriási szerepe van a tudásáramlás folyamatának fenntartásában. Az akadémiai szféra működési sikerességének eredményei megjelennek az innovációs és versenyképességi modellek indikátor-készleteiben.

A gyártóiparban a munka természete jelentősen megváltozott és folyamatosan változik: elmozdulás történik a többségében manuális munkavégzéstől a nagyteljesítményű gépek programozása és irányítása felé. Az alacsonyan képzett munkaerő ki van téve annak a kockázatnak, hogy mást alkalmaznak helyette, amennyiben nem vesz részt átképzésben. A másik oldalon igaz, hogy azok a munkások, akik képesek az Ipar 4.0-ra való váltásra, nagyobb autonómiát találnak munkájukban, amelyet érdekesebbnek és kevésbé fáradságosnak tartanak majd. A munkáltatónak IT képességeket, vagy inkább készségeket alapnak tekintő, együttműködő, innovatív és döntéshozatalra képes munkavállalókra van szüksége, nemcsak műszaki, technikai képzettségre.

2.6 *Vállalkozások*

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 középvállalatok képviselik – elsősorban lokális szinten.

Alapvetően a fentiekből kiindulva tehát a gazdálkodó szervezeteket két nagy csoportba sorolhatjuk, úgy, mint nagyvállalatok, valamint kis- és középvállalkozások (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.

Az EU definíciója szerint nagyvállalatnak számítanak azon gazdálkodó szervezetek, amelyek alkalmazotti állománya meghaladja a 250 főt, éves nettó árbevétele 50 millió EUR feletti, illetve mérlegfőösszege több mint 43 millió EUR. Vállalkozási formájukat tekintve többnyire részvénytársaságok vagy holding-szervezetek, tőkeerősségüknél fogva globális és lokális színtéren egyaránt képesek vezető szerep betöltésére. Felfoghatjuk őket alapvetően „globális játékosoknak” is, hiszen szabadon mozoghatnak a térben, működésüket optimalizálhatják azáltal, hogy mindent ott termelnek és ott szereznek be, ahol a legkedvezőbb.

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 középvállalatokkal 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. 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 középvállalkozási kategóriába az EU azon gazdálkodó szervezeteket sorolja, amelyek dolgozói létszáma nem haladja meg a 250 főt, éves forgalma maximum 40 millió EUR, illetve a mérlegfőösszeg felső határa 27 millió EUR. Mind az Európai Unióban, mind a Magyarországon működő vállalkozások döntő többsége 99% a KKV-k csoportjába tartozik (KSH 2017). Ezen 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 körről, 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 értékláncra 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 vállalattípusnak 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.

3 Az Ipar 4.0 alapjai

3.1 Az ipari fejlődés első három szakasza

A XXI. század Európájának iparának komoly kihívásokkal kell szembenéznie (United Nations 2011, 2015). Az egyre csökkenő nyersanyagállomány, a demográfiai változások, a szakmunkás-hiány, a globális verseny, a megrendelők személyre szabott termék iránti igénye és legfőképpen a termelékenység (az erőforrás-hatékonyság, értékorientáció) célként a jelenlegi modell elkerülhetetlen módosítását határozzák meg.

A fokozódó versenyhelyzet, amelyet elsősorban az ázsiai ipar egyre erőteljesebb termelékenysége és innovációja gerjeszt, egyértelművé teszi, hogy a termelő iparágaknak olyan megoldásokra van szüksége, amelyekkel hatékonyan tudnak reagálni a kihívásokra (McKinsey & Company 2013).

Az ipari forradalmakkal kapcsolatosan egy megállapításban mindenki egyetért: alapjaiban változtatták meg koruk technológiai, gazdasági, társadalmi környezetét (Hahner 2012). A megjelenő, egymást kölcsönösen fejlesztő és formáló innovációk sokasága alapjaiban befolyásolta az adott ország teljesítőképességét, versenyképességét. Jóllehet, az ipar fejlődés egyes szakaszait, az egyes ipari forradalmakat egy-egy találmányhoz, felfedezéshez kötjük, azt gondolom, sokkal fontosabb felismernünk, milyen további változások előtt nyílt meg az út, milyen paradigmaváltások nyerhettek teret.

A fogalom kapcsán felvetődik a kérdés: miért forradalmi, ha éveken át tart, és miért ipari, ha tudjuk, hogy nem csak az iparra van kihatással?! Valóban várható újabb forradalom vagy csak a jó marketing által hagyjuk magunkat elragadtatni? Disszertációm szempontjából az ipari forradalmak kapcsán legfontosabbnak tartott vizsgálati témakörök: a vállalati szférára gyakorolt hatások és a területi következmények.

Az első ipari forradalom Angliából kiindulva terjedt el Európa többi régiójában, átalakítva az adott kor gazdasági és társadalmi szerkezetét. Alapismérvei között az immár gőz segítségével meghajtott gépeket valamint új alapanyagokat, energiaforrásokat találunk.

A fogalom folyamatosan került be a tudományos közéletbe. Első használói között német, francia tudósok is megjelennek az angolok mellett (Hahner 2012). Magát a fogalmat kritizálta Rondo és az általa idézett Unwin (Rondo 1994): George Unwin 1924-ban az elhúzódása miatt vitatta a forradalmi jelzőt. 1948-ban T.S. Ashton rámutatott, hogy a változások nem csupán ipariak, hanem társadalmiak és szellemiek is voltak. A forradalom

szó a változás hirtelenségére utal, amely azonban nem jellemző a gazdasági folyamatokra. Landes (1986) álláspontja szerint a folyamatos ipari fejlődés az 1800-as évekre érte el nagyságrendileg azt a kritikus mennyiséget, amelyet ma forradalomnak nevezünk. Magam a Donald Coleman-t idéző Blanning (2007) megfogalmazásával értek egyet, ahol a hangsúly a kontinuitásra, illetve kifejtett hatásra helyeződik. Lényeges látnunk a mezőgazdaságból az ipar irányába elmozduló strukturális változást is.

Az első ipari forradalom előzménye volt, hogy a gyártás alapvetően munkamegosztáson alapult és manufakturális körülmények között zajlott. Elérhetővé vált a tőke, kölcsönöket, hiteleket nyújtó bankok alakultak (1694: Angol Bank) és a feltalálókat jogvédelem, illette meg (1624: szabadalmi törvény). A 18. század elejétől biztosított volt a szabad munkaerő és a tőkefelhalmozás is jelentőssé vált. Az európai országok vezetői számára egyértelmű volt, hogy a versengés közöttük folyamatos, és a gazdaság fejlődésével kezelhető. A legelső ipari forradalom első jeleinek egyike az 1703-ban megjelent vetőgép (Jethro Tull Horse–Hoening Husbandry) volt, de kiteljesedése James Watt 1763-ban tökéletesített, immár kondenzátorral ellátott gőzgépével következett be. 1767-68-ban megjelent a mozgókocsis fonógép, amely még csak otthoni használatra volt alkalmas, az 1779-es szakaszos működésű fonógépet azonban már gyárakban is alkalmazhatták. Joseph Marie Jacquard Lyonban 1804-ben alkotta meg lyukkártya által vezérelt selyemszövőjét, amely az automatizálás előfutáraként is felfogható, amikor egy gépet előre rögzített utasítások sorozatával vezérelünk. Ezzel megjelent a kettéosztottság elve: a mozgó alkatrészek képezték a hardware-t, a lyukkártya pedig egyfajta software-nek tekinthető (Norman 2002). A program cseréjével más és más termék készülhetett. Richard Roberts 1825-ben Manchesterben gőgépmeghajtást illesztett hozzá. A találmányt sokan üdvözölték, de a takácsok féltették tőle a munkájukat.

A sorozatgyártás megjelenésében jelentős szerepet játszott Henry Maudslay és Eli Whitney, akik az USA-ban már nem egyedi, hanem csereszabatos elemekből, alkatrészekből szereltek össze gyártógépeket, ezzel teremtve meg a nagyipari tömegtermelés alapjait. (Hahner 2012). A gőzgépek elterjedése további újítások, innovációk megjelenését eredményezte. Fejlődött a közlekedés, hiszen a nyersanyagot el kellett juttatni a gyárakba, vasutakra, illetve szilárd, gyorsan és olcsón előállítható útburkolatra (John Loudon McAdam 1816, makadámút) volt szükség a szállítások lebonyolításához. Liverpool és Manchester között 1830-tól üzemel a vasút. A kötött pályán menetrend szerint és immár kiszámítható módon közlekedő gőzmozdony alapjaiban változtatta meg térről, távolságról és időről alkotott paradigmákat. Az utak létrejöttével javult a postai szolgáltatások színvonala, amely hozzájárult a rurális

térségben élők szorosabb integrálódására az ország életében, mindezt az 1837-39-ben megjelent Morse-féle távíró is erősítette.

Anglia lakossága a XVIII. század során közel 8 millióra tehető, amely 1810-re 18 millióra duzzadt. A gőzgép feltalálása előtt a munka helyszíne és a végzett tevékenység szoros kohézióban volt a háztartással, ezt követően azonban a munkahelyi élet elvált az otthoni élettől. Megjelentek az első migrációs hullámok, erősödött a városiasodás. A városlakók részéről növekedett az igény a mind mennyiségben, mind minőségben egyre javuló (korszerűbb) termékek iránt. Meglátásom szerint azonban a felhajtó erők között említenünk kell a pozitív irányú demográfiai változást, mint a további kiváltó okot, amely az első ipari forradalom mögött húzódott.

James C. Riley ennél is tovább ment, a lakosság lélekszámának növekedését egyértelműen elsőleges kiváltó oknak nevezte, gondolatát az alábbiakban fogalmazta meg: „Sokkal nagyobb jelentősége volt az árucikkeket és szolgáltatásokat kínáló és fogyasztó emberek száma megnövekedésének… mint az újításoknak, a technológia használatának vagy a beruházásnak" (Cameron 2001, 264). A városokban új térszerveződési elemek jelentek meg (Enyedi 2012), a városok képe átalakult. A gyártelepek integrálódtak, méretüknél és nagy teherforgalmuknál fogva a város szélén kerültek kialakításra, és hozzájárultak az immár akadályt jelentő városfalak lebontásához. A rurális térségből érkező munkaerő a gyárak közelében zsúfolt munkásnegyedekben települt le. A városközpontok zsúfoltságára való tekintettel az új gazdasági elit, amely a gyárakat volt hivatott irányítani, a város vonzáskörzetéhez tartozó zöldövezetbe költözött.

Megfigyelhető, hogy a centrumországokból kiindulva az 1850-es évek időszakára a folyamat a félperiféria országokban (Közép- és Dél-Európa, Oroszország) is elterjedt, amely alapvetően a külföldi tőke és tudás beáramlásának köszönhető.

Enyedi (2012) álláspontja szerint, jóllehet, az ipari forradalmak befolyásolták a városiasodás folyamatát, súlyuk nem olyan jelentős, mint azt sokan vélelmezik, tekintettel arra, hogy jellemzően a már meglevő városok fejlődtek, bővültek.

Az 1870 évektől ismét új korszak kezdődött. A *második ipari forradalom* centrumai Németország és az Egyesült Államok voltak. A villamos motorok elterjedése lehetővé tette a gyártósor menti gyártást, és ennek következményeként a tömegtermelést. A kémia fejlődésének köszönhetően fejlődésnek indult a vegyipar, a műanyag- és műtrágyagyártás, a gumiipar. Új lendületet vett a gépgyártás, hadiipar, beindult az autóipar, amely húzóágazattá

vált. Míg korábban a munkával kapcsolatos tudás öröklődött, apáról fiúra szállt, a futószalag melletti munka már csak minimális előképzettséget követelt a dolgozóktól. Kommunikáció terén Bell (1876) telefonja és Herz rádiótechnikai innovációi jelentették a legnagyobb előrelépést, amelynek hatására beindult a távközlés. Ezáltal üzleti körökben felértékelődött a megfelelő információk birtoklásának jelentősége, azaz új térelemek jelentek meg, újszerű tértávolság-értelmezések születhettek meg.

A fejlesztésekhez szükségessé vált tőkét csak koncentrációval lehetett biztosítani, nagyvállatok alakultak és azokon belül olyan szervezetek, mint termelés, beszerzés, értékesítés. Ezen vállalatok élére már nem az alapító családok tagjai, hanem hivatásos vezetők léptek, akik már tudományosan közelítették meg a rájuk bízott feladatot. Elemezték a munkafolyamatokat, mérési pontokat definiáltak, normákat állítottak fel (Taylor, Fayol, Weber, Ford). A több telephelyes vállalatok életében jelentős szerepet töltött be az a tény, hogy a távolságok leküzdése, áthidalása még nem volt zökkenőmentes. Regionális különbségek jelentkeztek Amerika és Európa között. Az USA-ban – tradíciók hiányában – a központ legnagyobb kihívása a horizontális integráció és a hatáskörök delegálása volt. Ennek megoldásaként a vállalatközpont és a tőle távol eső részleg(ek) kapcsolattartásának nehézségeit növekvő autonómiával hidalták át.

A vállalatokkal kapcsolatos legnagyobb innovációi között ki kell emelnünk a második ipari forradalom alappilléreként is ismert futószalagot. Henry Ford célja egy mindenki számára elérhető autó gyártása volt, az elterjedés egyik alapfeltétele pedig a termék árának olyan szintre hozása, amelyen a nagyközönség már képes azt megvásárolni. A cél elérése érdekében csökkentették az emberi munkaerőt, az alkatrészek gyártása és összeszerelése alatt és helyettük gépek „dolgoztak”. A munkafolyamatot részekre osztották, amelyben a csereszabatos alkatrészek mozogtak, míg többéves optimalizálás eredményeképpen céljukat elérve, megnyílt az út az egységes, tömegtermelés eredményeképpen előállított gépjármű, a Ford T-modell előtt. Csupán Ford példáján keresztül is láthatjuk az innováció sokszínűségét. A futószalag innováció, amely maga után vonta a munkaszervezés átalakítását, innovációját, valamint maga a késztermék is innovatív, mivel tömegpiacra szánt jellegét tekintve az első népautó.

A Taylor-i modell megtestesülése Ford futószalagjával történt. A 1920-as években Mayo már nem csak erőforrásként tekint a munkatársakra, hanem figyeli az egyének, csoportok kölcsönhatásait, formális és informális kapcsolatait, amelyet az 1950-es években munkáival Herzberg, Mintzberg is folytat. A futószalagos, gyártósori termelés, mint innováció tovább

finomodott: 1940-ben Toyota termelési rendszerében (Toyota 2014) a terméket már áthúzzák a rendszeren. Az innováció lényege, hogy mindig kellő számú és minőségű alkatrész áll a rendelkezésünkre. Se több, se kevesebb. Nincs raktárkészleten sem félkész, beépítésre váró alkatrész, sem pedig elkészült végproduktum, így nincs holt tőke a rendszerben. Csak azt gyártják és úgy, ahogy azt valaki megrendelte, ergo várja és ki is fizeti, mihelyt megkapta.

A *harmadik ipari forradalomként* aposztrofált időszak a számítástechnikához köthető. Az informatika és az általa vezérelt gyártósorok új vállalati stratégiákat és azok következményeként új szervezeteket kívántak meg. 1946-ban megjelenik a számítógép, de az első otthoni felhasználást lehetővé tevő személyi számítógépre 1975-ig várni kell.
A gyártóberendezések, futószalagok vezérlését vagy speciális célú számítógép (dedikált feladatok ellátására tervezet és épített cél hardver és szoftver együttese), melyeket beágyazott rendszernek nevezünk vagy programozható logikai vezérlő (PLC)[17] látja el. 1968-ban a General Motors egy olyan megoldást keresett, mely ötvözte a számítógépes, a félvezetés és a relés vezérlés előnyeit. 1971-től használják az autóiparban a PLC-k nagytömegben. A beágyazott rendszer első használata közlekedésilámpák vezérléséhez ill. repülőgépek irányítási rendszeréhez köthető, a mindennapi életben az 1980-90-es évektől terjedtek el háztartási eszközökbe épülve be (Szabó 2012; Ferenczi I. – Ferenczi I. 2009).
Megjelenik az önálló gyártóberendezések közötti -emberi közreműködést nem igénylő- információ cserét megvalósítani képes technológia, melynek legelemibb megvalósulását gép-gép (M2M[18]) kommunikációnak hívunk. Ennek segítségével lehetőség nyílt akár összetett feladatok ellátására, folyamatok irányítása szenzorok jelenlétét feltételezve. Szenzornak hívjuk azon gépekbe épített érzékelőket, melyet gyűjtik és tárolják fizikai környezetük ismérveit legyen szó villamos, mechanikus, kémiai, optikai stb. jelekről. Ezeket a jeleket, ha kell át is alakítják tovább képesek azokat igény esetén egy központi rendszer felé továbbítani. A szenzorokra tekinthetünk, mint az emberi érzékszervek helyettesítőére.

1969-ben az USA védelmi minisztériuma megalkotja az internet alapjait, de a kifejezés csak néhány évvel később, 1974-ben kerül nyilvánosságra és terjed el a nagyvilágban. Az informatikában és az infokommunikációs technológiákban jelentős változások történtek az

[17] PLC: Programmable Logic Controller

[18] M2M: machine-to-machine, gép-gép közötti kapcsolat

elmúlt évtizedekben. A 1990-es években új technológiai megoldások jelentek meg az operációs rendszerek, adatátviteli technológiák, szerver-kiszolgáló infrastruktúra, grafikai megjelenítés területeken, amelyek lehetővé tették az internet további fejlődését.
1995 és 2000 között a telepített PC-k száma 200 millióra nőtt, a mobilkészülékek 2000-től napjainkig 10 milliárdra nőttek, és az előrejelzések szerint a dolgok internetéhez (Internet of Things, IoT[19]) kapcsolódó informatikai eszközök száma 2030-ra megközelíti az 50 milliárdot. Az elmúlt néhány évtizedben az internet világa eljutott a mai, közműszerű állapotba, ahol is úgy függünk tőle, mint a konnektorban levő áramtól vagy a csapból kifolyó víztől. (Bögel 2008). Az internet lehetőséget teremt a vállalatok megjelenésre is, új felületet biztosítva az ügyfelek és versenytársak, partnerek irányába: C2C, B2C, B2B[20]. Új üzleti modellek épülnek ki, és a korábbi materiális világból elindulunk az információs világ felé, mely egyben eredményezi a virtuális tér fogalmának fókuszba kerülését is.
Az innovációval kapcsolatos teremtő rombolás tetten érhető az infokommunikációban, sőt rögtön két egymástól eltérő megjelenési formában is. Első amikor az innováció hatására az adott szektoron belül kerül sor váltásra, gondoljuk itt példaként a vezetékes telefóniát leváltó mobil kommunikációra. A második amikor infokommunikációs szektoron kívüli területen szorít ki egy meglevő terméket, szolgáltatást a fejlesztésünk pl. e-mail, sms, mms felváltja a postai képeslapokat, leveleket vagy a hangfelismerésen alapúló automata telefonközpont szükségtelenné teszi a telefonközpontos személyét, de gondolhatunk az internet alapú bankiszolgáltatások által kiváltott postai befizetésekre, banki ügyfélszolgálati fiókok szükségtelen voltára is. (Bögel 2008; Perez 2002; Levy – Murnane 2004).

Az infokommunikációs technológiák kulcsszerepet játszanak szinte minden iparág forradalmi átalakulásában – az egészségipartól az energetikán át az autóiparig, hogy csak néhány példát említsünk. Az infokommunikációs technológiákra épülő radikális innováció által gerjesztett változások talán legismertebb leírása Andreessen (2011) cikke, amely a Miért eszi meg a szoftver a világot? címmel a Wall Street Journal-ban jelent meg.

---

[19] Internet of Things: a klasszikus Internetet, mint kommunikációs csatornát használó okos eszközök sokaságát jelenti

[20] C2C: Customer to Customer, B2C: Business to Customer, Business to Business

3.2 Ipar releváns megatrendek

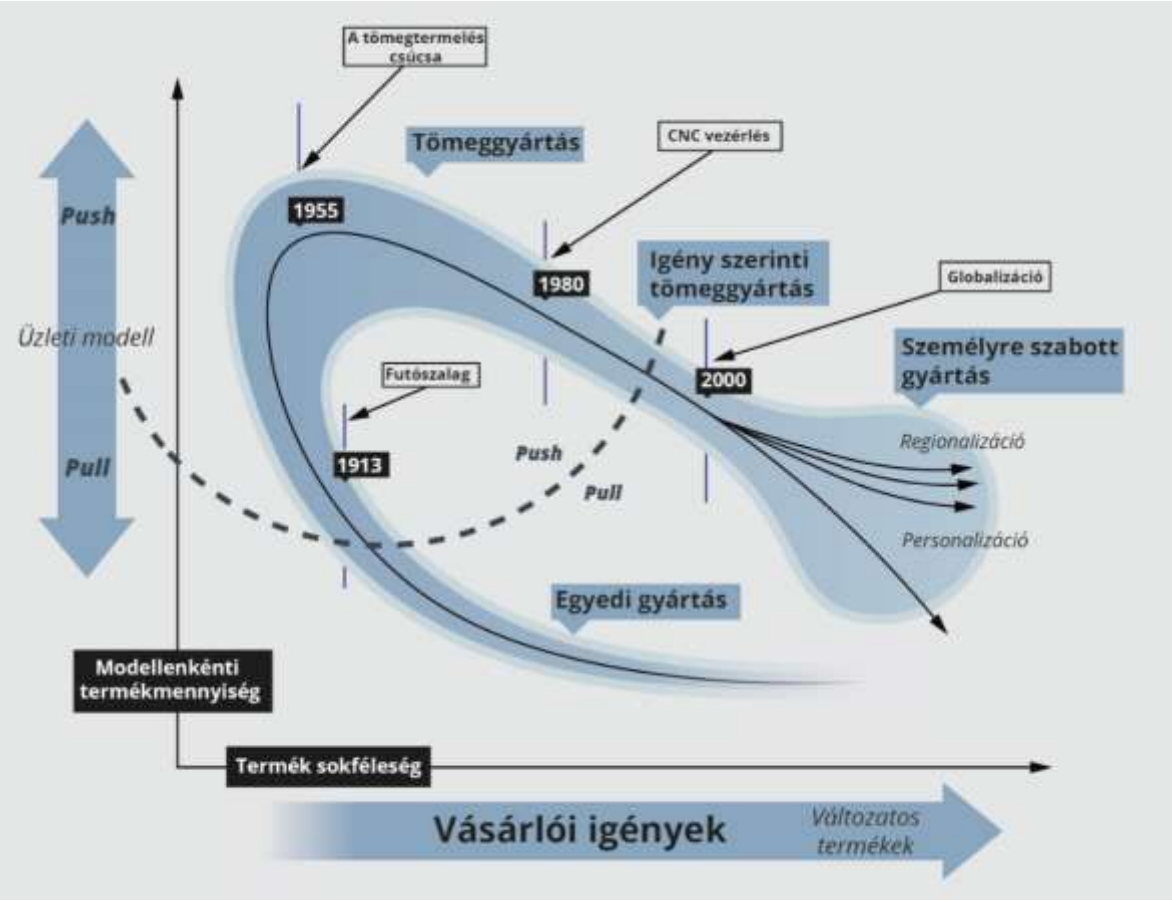
3.2.1 Demográfiai változások

Az IKT fejlődése, a világkereskedelem liberalizációja és a globális logisztikai hálózatok megerősödése nagyban hozzájárultak a világgazdaság ma ismert működési modelljének kialakulásához, amelynek egyik legfontosabb ismérve, hogy a transznacionális vállalatok – modern technológiákat alkalmazva – kihasználják a munkaerő árának globális különbségeit. A globalizáció összességében a jövedelmek növekedését eredményezte, de ez a többlet nem egyenletesen oszlik el. A változások győztesei a világ leggazdagabbjainak nagyon szűk rétege és a feltörekvő ázsiai középosztály. Mindeközben a fejlett nyugati országok középosztálya, illetve alacsonyabb státusú társadalmi rétegei, illetve a világ legszegényebbjei (főleg az afrikai kontinensen) gyakorlatilag nem érzékeltek jövedelememelkedést, így relatív pozíciójuk romlott. Lakner – Milanovic (2015) szerint a leggyorsabban emelkedő jövedelmi csoportok 90 százaléka Ázsiában él. Rajtuk kívül pedig a világ népességének legmagasabb jövedelemű egy százaléka volt a globalizáció elmúlt 20 évének nyertese, a jövedelmek elemzésének tükrében. Kijelentésüket arra alapozták, hogy 1988 és 2008 között vizsgálták a világ reáljövedelmének emelkedését. Eredményeiket a híres elefánt görbén ábrázolták. Véleményem szerint a demográfiai trendek alakulása és a jövedelmek egyenlőtlen eloszlása legalább részben magyarázatot ad arra, miért erősödnek némely fejlett országban a protekcionista nézetek, és miért alakult ki tömeges migráció az alacsony jövedelmű, gyorsan növekvő népességű területekről Európa irányába. A változások hatására Európa átalakul. Nyugat-európai vállalatok Kelet-Európába és Ázsiába telepítenek munkahelyeket, miközben a bevándorolt népesség aránya, különösen a nagyvárosokban, gyors növekedést mutat.

Az Európai Unió közép- és kelet-európai tagállamaiban tíz- és százezrével jöttek létre új munkahelyek – leginkább nyugat-európai és egyesült államokbeli székhelyű befektetők döntéseinek köszönhetően. Mivel ezen „új” tagországok lakossága csökken, korosodik a munkaerő-állomány pótlásának lehetséges útja a gazdasági növekedés és a stabilitás fenntartására a magasabb hozzáadott értékű gazdasági tevékenységek arányának folyamatos növelése, és – ennek megalapozására – az innovációs képességek fejlesztése, az ipar digitalizációja.

3.2.2 Gyártás alkalmazkodása a vevői igényekhez

7. ábra Gyártás fejlődése az időben Koren



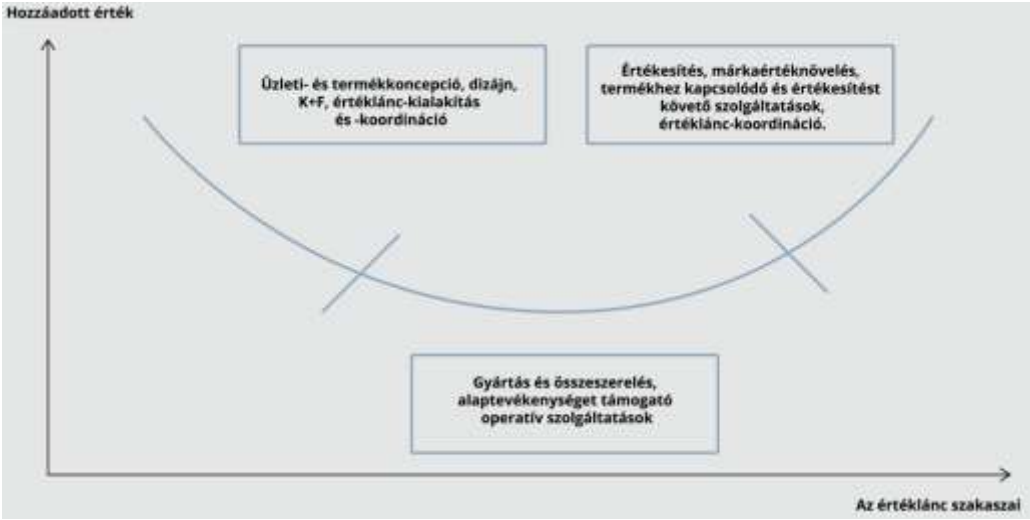
Forrás: Koren (2010) alapján saját szerkesztés

A gyártás fejlődésének alakulását napjainkig a 7. ábra szemlélteti, melynek x tengelyén a termék variációinak számát látjuk, az y tengelyen pedig az adott variációból legyártott termékek számát. Az 1800-as években nagyon sok általános célú gépünk volt, de mindegyikből csak minimális darabszám állt rendelkezésre, amely részben a szabványosítás hiányára is visszavezethető. A Ford T-modell bevezetésével az 1910-es években *paradigmaváltás történik, a pull-típusú üzleti modellt felváltja a push-típus, ennek megfelelően 1950-re kicsúcsosodott a tömeggyártás, minimális változatosság mellett.* Henry Ford (é.n.) álláspontja szerint a vevőnk bármilyen színben rendelhetnek autót, feltéve, hogy az a szín fekete. Ez a termelési, marketing szemlélet azonban csak addig maradhatott fenn, amíg a vállalkozás nem lépett be a nemzetközi piacra. Napjainkban visszatérünk az eredeti állapotra, ahol a vevői igények állnak a fókuszban, amikor is egyedi tömeggyártással szolgáljuk ki az ügyfeleket, úgy, hogy széles a termékpaletta, ugyanakkor a volument is tartanunk kell. Az ipar ma tehát azzal küzd, hogy a tömeggyártás fajlagos költségének megfelelően tudjon termékeket előállítani.

3.2.3 Hozzáadott érték helye az értékláncban

Az Ipar 4.0 fejlődésével az ellátási láncok mindenhol átrendeződnek. A gyártással foglalkozó telephelyek relokációja következik be, amelynek célja az ellátási láncok rövidítése, reakcióidejük és átfutási idejük csökkentése, rugalmasságuk növelése, valamint a hatékonyabb működtetés. A ma meglévő megrendelő-beszállító kapcsolatok feltöredeznek, globális verseny kezdődik a nemzetközi gyártó cégek ellátási láncába történő bekerüléséért. A „győzteseknek járó díj" több annál, hogy megőrizhetik megrendelői piacukat. Az ellátási láncok napjainkban kirajzolódó trendje szerint erősödik a regionalizálódás, komplexebbé válnak a láncok, ezáltal mély és tartós B2B kapcsolatok alakulnak ki a lokális piac szerelői között.

8. ábra Mosoly görbe



Forrás: Szalavetz (2016b, 12) alapján saját szerkesztés

Stan Shin, az Acer alapítója 1992 körül tette ismertté az úgynevezett mosolygörbe fogalmát. Shin (et al. 2012) egy koordináta-rendszert rajzolt, ahol a függőleges tengelyen a hozzáadott értéket jelölte, a vízszintes tengelyen pedig a termelési értéklánc egymást követő lépéseit, kezdve a kutatás-fejlesztéstől a gyártáson át a marketing-tevékenységekig. Az ábra egy mosolygó szájra emlékeztető görbét adott, szemléletesen mutatva, hogy az értéklánc elején és végén lényegesen nagyobb a hozzáadott érték, mint a közepén, jelen esetben az összeszerelés területén. (Baldwin et al. 2014). Magamrészéről árnyalnám ezt az állítást, tekintve számomra a manufacturing magába foglalja a termelés és gyártás tervezés mérnöki folyamatait, melyek komoly értékteremtő, befolyásoló hatással bírnak az adott termék előállítása kapcsán.

Az értékláncban elfoglalt hely a vállalati stratégia kérdése. A jövőben vélhetően csak azokat a vállalati funkciókat tartják majd házon belül, amelyek megkülönböztetik a vállalatot a

többiektől, a további tevékenységeket szolgáltatásként veszik igénybe az értéklánc egy másik tagjától vagy a piacról. Másképpen fogalmazva: az Ipar 4.0-technológiák hatására nő az operatívnak tekintett tevékenységek aránya az értékláncon belül, és csökken a különbség az egyes operatív tevékenységek értéklánc-pozíciója között: a mosolygörbe alsó része laposabb, elnyújtottabb lesz (Szalavetz 2016b; Mudambi 2008; Shin et al. 2012) és végeredményben csökken a szűkebben vett ipar jelentősége.

A kilencvenes évekhez képest (a fentiek értelmében) napjainkra a mosoly egyre szélesebbé és egyre inkább fél-mosollyá válik. Egyre szélesebb, mert a gyártás és a tömeges szolgáltatások területén a technológiai fejlődés, és részben ennek következtében az egyre kifinomultabb munkaszervezés növeli a hatékonyságot, miközben a nemzetközi gyártó és szolgáltató központok létesítéséért öldöklő verseny folyik a potenciális lokációk (országok és azon belül városok) között, csökkentve az elérhető profitot.

3.2.4 Az informatika fejlődése: dematerializálódás, adatból tudás

Az infokommunikáció nem csupán egy a gyorsan fejlődő tudomány- vagy iparágak közül, hanem a világgazdasági változások egyik fő hajtóereje. A kiemelt szerep egyik oka az elemi technológiai komponensek szakadatlan és exponenciális fejlődése, amelyre gyakran Moore törvényeként szokás hivatkozni tranzisztorok esetében, illetve Kryder-törvényként tárolókapacitás tekintetében. A technológiai fejlődés üteme elméletileg tartható a végtelenségig, bár egyesek szerint az atomi méret elérése újabb paradigmaváltást eredményez. A Moore-törvény általánosítása, a fejlődés exponenciális volta adott teret a szingularitás gondolatának. (Kurzweil, Vinge, Bostrom, Emerson, Moravec)

Az 1960-as évek környezetvédelmi forradalma mögött az áll, hogy egyre többen megértették: az exponenciális növekedés sem a népesség, sem a termelés, sem a fogyasztás területén nem tarthat örökké. A felismerés nem újkeletű, hiszen erről már Malthus (1902, 1940) is írt.

A dematerizáció egy fejlődési folyamat eredménye, amikor is az immateriális javak lépnek meglevő materiálisok helyébe (Hámori 2013; Stocker 2013), vagy ahogy Clive Humby 2006-ban megfogalmazta: Az adat az új olaj. Az Ipar 4.0 alapjai között megjelenő okos termék és a hozzá kapcsolódó gyártási és használati időben történő adatgyűjtés és feldolgozás feltételezi big data és mesterséges intelligencia vállalaton belüli használatát.

Adatnak nevezzük a valakinek vagy valaminek a megismeréséhez hozzásegítő tényeket, felfoghatjuk értelmezhető, de még nem értelmezett ismeretnek, észlelt, de nem értelmezett szimbólumnak. Az adatok akkor válnak információvá, ha kapcsolat létesül közöttük, jelentést társítunk hozzá, és e jelentés alapján ítélet is alkotható, amely cselekvést vagy cselekvéssort indít el. Az összefüggéseiben tekintett, egy döntési folyamat során felhasznált, megtanult és hasznosított (adott helyzetben értelmezett) információt nevezhetjük tudásnak. Ez a hármas kapcsolódás információs világunkban egyre nagyobb és jelentőségteljesebb szerepet tölt be. Bögel (2000) rámutat, hogy minden üzlet információs üzlet, vagyis az üzleti életben az információ, mint erőforrás és az ahhoz kapcsolódó kommunikáció az informatika korszaka előtt is alapvetően fontos volt a vállalatok piaci működése és versenyképessége során, legyen szó szolgáltató vagy ipari-gyártói szektorbeli szereplőről

A digitalizáció korában rohamosan és folyamatosan rengeteg adat keletkezik és tárolódik le adatbázisokba. Az ENSZ Európai Gazdasági Bizottságának statisztikai munkacsoportja az adatok az alábbi kategóriákba sorolta (Jakobi 2018):

- közösségi adatok (humán-eredetű információk), avagy „people to people". pl. Facebook, Twitter, Flickr, Picassa, Keresések, SMS, E-mail;
- hagyományos üzleti rendszerek adatai (folyamat által közvetített adatok):„people to machine" típusú adatok, pl. statisztikai közhivatalok által szolgáltatott adatok, orvosi/egészségügyi nyilvántartások, E-kereskedelem stb.;
- automatikus rendszerek adatai (gépek által közvetített adatok): „machine to machine" típusú adatok, melyek az Ipar 4.0 rendszerek alapjait is adják. pl. gyártósori minőségbiztosítási információk.

Az adatok jelentős része eleve digitálisan keletkezik (e-mail, sms stb.). A fogadó nem csupán magával a számára beérkezett adattal találkozik, de további, mintegy melléktermékként jelentkező adatokkal is szembesülhet (Jakobi 2018). A beérkező, kapott adatok akkor képviselnek igazán értéket számunkra, ha közöttük összefüggéseket tudunk feltárni vagy ha azokra új üzleti szolgáltásokat tudunk felépíteni.

Napjainkban tehát egyre inkább helyzeti előnybe kerülnek azok a gazdasági szereplők, akik az adatok gyűjtését, feldolgozását tudatosan végzik, hatékonyan kezelik a rendelkezésükre álló adatokat a termék teljes életciklusát tekintve. A hatékonyságba beletartozik az adatok tisztítása is, tekintve nem csupán mennyiségi, de minőségi adatrobbanásról is beszélnünk kell. Míg korábban információk hiányában kellett döntéseket hozni, ma inkább az jelenti a

kihívást, hogy döntéseinkhez a megfelelő adatot válasszuk ki. A hagyományos adatbázisok korlátait feloldandó 1998-ben megjelent a big data fogalma, melye egyszerre kínál megoldást a gyorsan és nagymennyiségben változó, egyben komplex adatok menedzselésére és feldolgozására. (Press 2013). Az összetett rendszert speciális célú szoftver és hardver elemeket továbbá hálózati eszközöket. tartalmaz, hogy végeredményben a rendelkezésre álló adatokból információt és legvégül tudást képezhetünk. Üzleti környezetben példa lehet az ügyfélkapcsolat-kezelő (CRM) rendszerek alkalmazása.

Az adatkezelésben is új paradigmát jelent a felhőalapú számítástechnika (Cloud Computing) megjelenése, amellyel a korábbiaknál jóval dinamikusabban és költséghatékonyabban lehet üzemeltetni egy vállalat informatikai hátterét. A számítási felhő legtöbb esetben olyan interneten keresztül nyújtott szolgáltatást jelent, amely egy adott távoli számítógép-rendszer bizonyos erőforrásához ad hozzáférést. A szolgáltatás tartalma lehet szoftver, platform, de csupán infrastruktúra is. Hozzáférés jellegét tekintve beszélhetünk publikus és privát felhőről, illetve ezek kombinációjáról. Felhőalapúnak tekinthetjük azt az informatikai szolgáltatást, mely önkiszolgáló módon használható, interneten keresztül elérhető, egy osztott erőforráson alapul, melyet dinamikusan igazíthatunk a szolgáltatás igénybevételének mértékéhez.

A mesterséges intelligencia (MI vagy A.I.) az adat és a belőle kinyert információ feldolgozásához szükséges. Ezen a technológiai alapon jutunk el az okos termékekhez, amelyek gyártásuk során adatokat gyűjtenek, ezáltal vezérelik saját maguk előállítását, továbbá a termék használati fázisában információkat küldenek állapotukról, környezetükről pl. proaktív karbantartás „megrendelése” céljából.
A mesterséges intelligencia a számítógéptudomány jelentős ágát képviseli, amely intelligens viselkedéssel, gépi tanulással, és a gépek adaptációjával foglalkozik. Így például szabályozással, tervezéssel és ütemezéssel, diagnosztikai és fogyasztói kérdésekre adott válaszadás képességével, kézírás-, beszéd és arcfelismeréssel stb. Olyan tudományággal állunk szemben, amely a valós életbeli problémákra keres válaszokat, és amely alapjaiban befolyásolja a vállalatok működését. Inkább lehetőség, de a robotok terjedésével a társadalomban veszélyként is megjelenő tudomány.
A Stanfordi egyetem számára készített tanulmány Artificial intelligence and life in 2030 tanulmánya (2016) megállapítja, hogy a MI lehetőséget teremt egy az eddigiektől jelentősen különböző vagyon / érték teremtésére, azaz hozzájárul a dematerializálodott termékek

előretöréséhez. Az autonóm önvezető közlekedési eszközök révén átalakítja az okos városok minden napjait. és potenciálisan növelheti a társadalmi egyenlőtlenségeket. Ugyanakkor nem megalapozott félelmek tekinti a gépek öntudatra ébredését („Skynet scenario"), a MI lázadását és elveti a gépek teljesen önálló, egyre gyorsuló önfejlesztő képességét, a MI szingularitását. Kis mértékben megalapozott félelemnek veszi a munkaerőpiac jelentős átrendeződését és rövid távon növekvő munkanélküliséget prognosztizál.

3.3 Az Ipar 4.0 definíciója és jellemzői

A német kormány – a német ipar vezető pozíciójának megőrzése érdekében – egy 400 millió eurós ipari fejlesztési programot[21] hirdetett meg, melynek ipari digitalizációra vonatkozó alapjait 2011-ben a Hannoveri Vásáron rakták le, s ezzel vésődött be a köztudatba az Industrie 4.0 (Kagermann et al. 2011, 2013), magyarul Ipar 4.0 kifejezés. A program technológia jellegű paradigmaváltások mellett számos közgazdasági szempontút is előrevetített a termelő vállalatok és a kutatási-fejlesztési, felsőoktatási intézmények viszonylatában (acatech 2011). A legjelentősebb ezek közül az okos gyár koncepcióval összhangban az egyedi vevői igények rugalmas és minőségi színvonalú kielégítése, tömegtermelésnek megfelelő kondíciók mellett. Lényeges változás a termékekre vonatkozóan, hogy a készletre történő termelést felváltja a vevői rendelésre történő gyártás, sőt a fizikai termék helyett mindinkább szolgáltatás előállítása, értékesítése történik. Az akkori program tartalmi elemei mára jelentősen kibővültek. Az Ipar 4.0 mára a gyártási és infokommunikációs technológiai innovációkon túl egy új szemléletű iparfejlesztési politika irányát jelöli ki. Az ipar és ökoszisztémájának digitalizációja mára az Európai Unió fejlődésének kulcskérdésévé vált[22], melynek szellemében az idő előrehaladtával a digitalizációnak köszönhetően ma már nem csupán az ipar robbanásszerű fejlődéséről beszélünk, hanem a gazdaság teljes digitalizációjáról, melyben az egész társadalom érintve van.

Az Ipar 4.0 jelenségét és fogalmát több szervezet és platform is igyekszik a lehető legpontosabban körül határolni, amelyekben – természetesen – átfedéseket, megegyezéseket is találunk. Az alábbiakban a legfontosabbnak ítélt definíciók és megközelítési módok lényegét kívánom ismertetni.

---

[21] Die neue Hightech-Strategie Innovationen für Deutschland Hightech-Strategie https://www.bmbf.de/pub_hts/HTS_Broschure_Web.pdf

[22] https://ec.europa.eu/growth/industry/policy/digital-transformation_en Letöltve: 2017.03.10.

Az *NTP* 2016-ban tette közzé Ipar 4.0-ra vonatkozó meghatározását, mely szerint „Az Ipar 4.0 fogalom a negyedik ipari forradalomra utal, amely a kiber-fizikai rendszereken, azaz a valós és virtuális valóság korábban nem létező integrációján alapulva a termékek teljes életciklusában az egész értéklánc új szintre emelt szervezését és szabályozását valósítja meg. Ez a ciklus az egyre inkább individualizálódó ügyféligényeket követi és kiterjed a termék koncepcionális tervezésétől, a megrendelésen, a termék fejlesztésén, gyártásán keresztül a végfelhasználóhoz való kiszállításig, végül pedig az újrahasznosításig a folyamat minden állomására, beleértve a termékhez kapcsolódó szolgáltatásokat is.
Mindennek az alapja az összes releváns információ valós idejű rendelkezésre állása, amely feltételezi az értéklánc objektumainak hálózatba kapcsoltságát, valamint azt a képességet, hogy ezekből az adatokból minden időpontban az optimális értékfolyam meghatározható legyen. Az emberek, objektumok és rendszerek összekötése révén olyan dinamikus, valós időben optimalizált, önszervező és a vállalati kereteken túllépő, többletérték-termelő hálózatok jönnek létre, amelyek különböző kritériumok (költség, rendelkezésre állás és erőforrás-felhasználás) szerint optimalizálhatók” (NTP 2017).

Ez a jelen pillanatban talán a legáltalánosabban elfogadottnak tekinthető megközelítés – meglátásom szerint – a német *Plattform Industrie 4.0* eredetileg 2015 áprilisában kiadott eredménybeszámolójában (BITKOM et al. 2015) található meghatározásán alapul, és a VDMA (2015) anyagában már a kiber-fizikai rendszerek fontosságára is utaló kitétellel bővített definíciójának szó szerinti fordítása.
A további szervezetek és intézmények megközelítése lényegében hasonló, eltérés valójában csupán abban található, hogy a definíció meghatározói a saját szempontjukból mely területre fókuszálnak leginkább.
A Német Szövetségi Oktatási és Kutatási Minisztérium (Bundesministerium für Bildung und Forschung, BMBF) egyrészt kiemeli annak fontosságát, hogy kiber-fizikai gyártórendszerek alkalmazásával az értékteremtő hálózatok rugalmasságának jelentős növekedése várható. Megközelítésében elsősorban a jövő „intelligens gyáraira” koncentrál, ahol a fizikai és a virtuális világ közötti kölcsönhatás – a rendszerek információ-érzékelő és analizáló képessége, valamint a gépek és üzemek önoptimalizáló és önkonfiguráló, a megrendelésekhez és feltételekhez igazodó képessége által – a „dolgok internetének” alapjait teremti meg (BMBF 2017).
A valós és virtuális világ összekapcsolódásának a gyártási folyamatokra gyakorolt hatását tartja szem előtt a *German Trade and Invest* (GTAI 2018) Ipar 4.0 meghatározása, melyben

a korábbi „centralizált” gyártás „decentralizált” irányba történő erőteljes elmozdulását hangsúlyozza. A beágyazott rendszerektől a kiber-fizikai rendszerekig vezető, Ipar 4.0-ként értelmezett fejlődési folyamat a gyártási tevékenységre vonatkozó hagyományos gondolkodásmódot is gyökeresen megváltoztatja, de radikális változást idéz elő az üzleti modellekben, termelési értékláncokban és az ipar egészében is.

A *Boston Consulting Group* kilenc alapvető technológiai újítás (big data, autonom robotok, szimuláció, horizontális és vertikális integráció, ipari IoT, kiberbiztonság, felhőszolgáltatások, additív gyártás, virtuális valóság) által elindított transzformációs (átalakulási) folyamatként értelmezi az Ipar 4.0-t (BCG 2015), amelyben kiemeli az adatgyűjtés-és elemzés, valamint a gépek, berendezések, rendszerek önkonfigurálásra, s ezáltal a változásokhoz történő alkalmazkodásra való képességét. Mindez a gyorsabb, hatékonyabb, rugalmasabb gyártási folyamatokon túl az gazdaság egészében, így a vállalkozások, régiók versenyképességében is jelentős (várhatóan pozitív) változásokat eredményez.

A Világgazdasági Fórum (WEF 2015a, 2015b; Schwab 2016a) megközelítése szerint az Ipar 4.0 kapcsán megjelenő új technológiák egyesítik a fizikai, digitális és biológiai világokat, így hatásukat éreztetik minden tudományág, iparág, a teljes gazdaság egészében, sőt, az emberi lét vonatkozásában is jelentős kihívásokat rejtenek magukban. Olyan jövő kialakításának szükségességét vázolja a dokumentum, amely az egyént helyezi előtérbe, tekintettel arra, hogy az új technológiák valójában az ember első és legfontosabb eszközei maga az ember számára.

A különböző szervezetek, fórumok Ipar 4.0 definícióit áttekintve leszögezhetjük, mindegyik megközelítés fókusza a kiber-fizikai rendszerek megjelenése, a fizikai és valós világ dinamikus kölcsönhatása és összeolvadása, az adatokból nyerhető, értelmezhető információk, amelyek lehetővé teszik eszközök, gépek, rendszerek önszabályozó, önkonfiguráló képességét és emberi beavatkozás nélküli hatékony működését. A hálózatba szerveződés, a hálózati működés szintén a termelékenység, hatékonyság jelentős növekedését eredményezi – és a definíciók többsége a gyártási folyamatból kiindulva egyértelműen elismeri az új folyamatok megkérdőjelezhetetlen hatását az egész gazdaság, a társadalom és az élet minden területén és szegmensében. Az Ipar 4.0 víziójának a következő *négy cél* teljesülését kell magával hoznia (Monostori et al. 2016; Bauernhansl et al. 2014)

Horizontális integráció: Az okos gyár minden időben alkalmazkodik környezetének új körülményeihez (pl. a megrendelés állományhoz és az anyagszükséglet rendelkezésre

állásához) és önmaga optimalizálja a termelési folyamatait. Ez az értékláncban a beszállítókkal és az ügyfelekkel való integráción keresztül valósul meg.

Vertikális integráció: Az okos gyárban az emberek, gépek és egyéb erőforrások digitális modellben képződnek le és egymással a kiber-fizikai rendszereken keresztül kommunikálnak.

Az okos termékek: információval rendelkeznek a saját gyártási folyamatukról, valamint életciklusuk gyártási és használati fázisairól képesek adatokat gyűjteni és továbbítani. Ezáltal lehetővé válik az okos gyár digitális modellezése és a termék-adatokon alapuló szolgáltatási kínálat kialakítása.

Az ember maga az értékteremtés vezérlője, ő áll a középpontban.

4. táblázat Gyártás és logisztika célok és eszközök

Cél	*Eszköz*
• a termelékenység növelése • az átfutási idők csökkentése • a minőség növelése • az ár-költségek csökkentése • a növekvő követelményeknek való megfelelés • a rugalmasság növelése •a fenntarthatóság biztosítása	• a dolgok és szolgáltatások internete • digitalizáció • intelligens gyárak • kiber-fizikai rendszerek • nagy adathalmazok kezelése • megfelelő logisztika alkalmazása •termelési folyamatok intelligens automatizálása •intelligens IT megoldások

Forrás: Schuh et al. (2017) alapján saját szerkesztés

A fenti definiciókat elemezve a célokhoz eszközöket rendelhetünk (4. táblázat) (Schuh et al. 2017). A célok megvalósulása számos egymásnak ellentmondó kérdést, komoly dilemmát vett fel. (Váncza et al. 2011). Hogyan lehet összeegyeztetni a lokális viselkedés a globális autonómiával, a kooperációt a folyamatos versennyel. Az információt jó lenne mind szélesebb körben megosztani, de akkor hogyan védjük meg adatainkat, hogy azok ne kerüljenek illetéktelen kezekbe. Hogyan tudunk olyan adaptív rendszert építeni, melyben egyben stabil is, mely az iparban elvárás és hogyan a tudunk személyreszabott terméket hatékonyan gyártani (v.ö. 3.2.2 fejezet)

3.4 Az Ipar 4.0 hatásai

3.4.1 Az Ipar 4.0 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 mindenhonnan jön: 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 bárhonnani és bármikori 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) kiemelendően kritikus dimenziónak 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 felszabadúló 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 munakerőhiányt 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 (Digitaleurope 2016; 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 tőkésítő hatással is párosul, ahol az új termékek, szolgáltatások iránti kereslet növekedése új foglalkozások, vállalkozások, iparágak kialakulásához vezet. Az automatizálás nem szüntet meg teljes szakmákat, csupán egyes standardizálható rutintevékenységeket vált ki. Az Ipar 4.0 újradefiniála 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 vezetőknek 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.

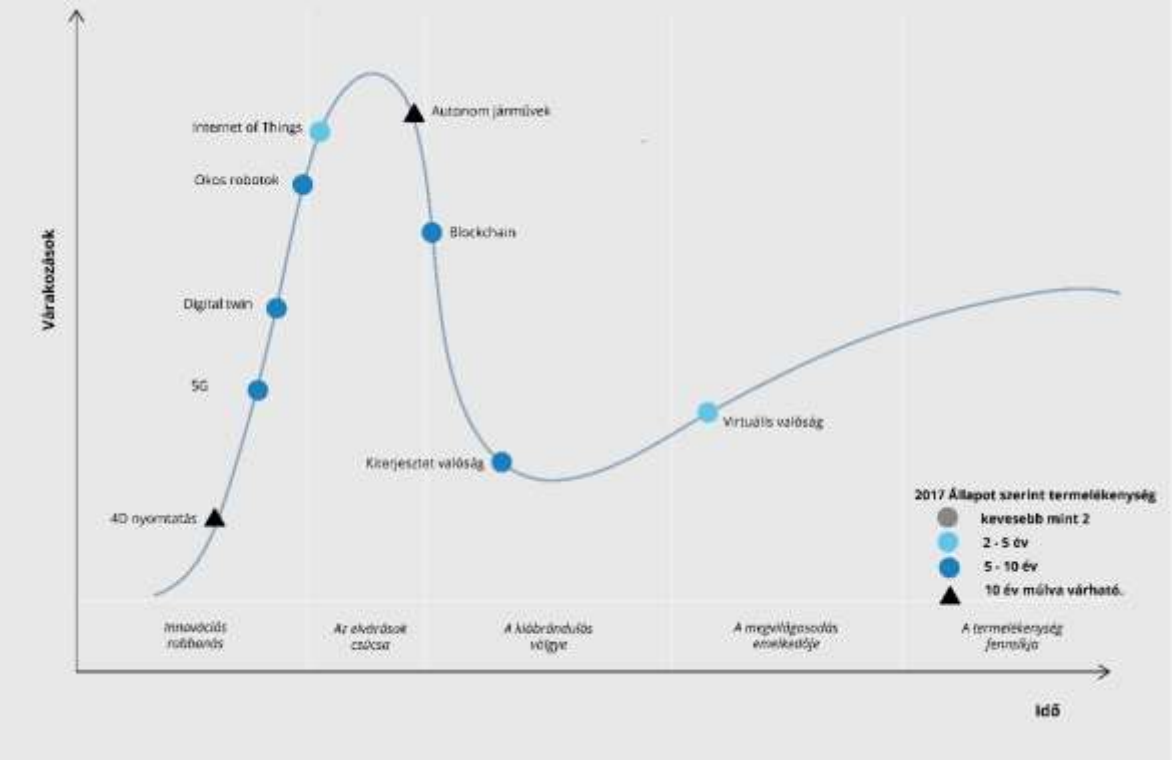
Egy komplex értékhálózat felépítése, amely alkalmas termékek rugalmas módon való előállítására és terjesztésére, azt is jelenti, hogy számos esetben adaptációra lesz szükség, azaz a vállalatoknak adott esetekben partnert kell váltaniuk – nemcsak beszállítót vagy disztribútort, hanem technológiai céget 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. Közösen 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.

A szakértők egy része nincs teljesen meggyőződve az Ipar 4.0 nyújtotta értékekről, az előnyök mellett néhány velejáró 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 feltörő 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 egyedüliként a virtuális valóságot szerepelteti a következő 2-5 évre vonatkozólag a görbe megvilágosodási szakaszában (9. ábra), azaz még jó néhány évnek kell eltelnie ahhoz, hogy ennek alkalmazásának megtérülése nyilvánvalóvá váljék a piac legszélesebb körei számára. Érdekes tovább, hogy a big data le is került az aktuális grafikonról.

9. ábra A feltörekvő technológiák hype-ciklusa



Forrás: Gartner (2017) alapján saját szerkesztés

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 emlékeztett, 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.

3.4.2 Térbeli következmények

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.

3.5 Kiber-fizikai rendszerek a termelésben

Monostori et al. (2016) tanulmányában megvizsgálta, hogy a 2010 és 2015 közötti időszakot tekintve hogyan alakult a CPS, mint kutatási témakör és a vele átfedésben (gyártás, okos gyár; multi-ágens rendszerek; következő generáció ipari rendszerek) vagy szoros kapcsolatban (szenzorok, IoT, embedded system) esetleg határterületi viszonyban levő fogalmak (okos város, felhő technológiák, IT biztonság) tudományos irodalma az Elsevier adatbázis alapján. Az eredmény szerint az vonatkozó irodalom óriási sebességgel növekszik,

a vizsgált időszak vonatkozásában közel nyolcszoros növekedés volt kimutatható, amely alátámasztja a téma időszerűségét, aktualitását.

Legfontosabb mérföldkövek a CPS kapcsán (Monostori 2017) az NSF Workshops on Cyber-Physical Systems volt 2006-ban, melyet 2007-ben követett az USA elnökének készített jelentés[23], amelyben elsődleges prioritásként jelölték meg a CPS kérdésköré. Európában elsőként a német akadémia foglalkozott a kérdéssel acatech (2011) és Geisberger – Broy (2012). 2013-ban további két jelentős mű látott napvilágot: Amerikában Energetics Incorporated Columbia (2013), illetve Németországban az acatech tanulmánya (Kagermann et al. 2013), mely egyben az Ipar 4.0 alap dokumentumának is tekinthető.

3.5.1 A valós és a virtuális világ konvergenciája

A számítástudomány és gyártástudomány fejlődése ugyan párhuzamosan, de egymástól nem függetlenül zajlott az elmúlt években. A számítógép megjelenése magával hozta a numerikus vezérlés megjelenését (Computer Numerical Control, CNC). Amint lehetőség nyílt számítógépen grafikai feladatokat végrehajtani a mérnökök Computer Aided Design (CAD) rendszerek segítségével végezték tervezési feladataikat. A lokális adathálózatok (Local Area Networ, LAN) fejlődése és irodai környezeten belüli terjedése megalapozta a gyártórendszerek hálózatos működését. A mesterséges intelligencia a robotika tudomány által jelenik meg a gyártósorokon. Végeredményben a miniatürizálás és a kommunikációs technológiák fejlődésének is köszönhetően egyfajta konvergencia fedezhető fel a virtuális világot jelentő számítástechnika és a fizikai világot jelentő gyártástudomány között, melyet kiber-fizikai rendszernek nevezünk (Lanza et al. 2013; Monostori et al. 2016; Lee- Seshia et al. 2011; Weyer – Fischer 2015; Luecke – Katz 2003).

A kiber-fizikai rendszereket definiálhatjuk, mint speciális feladatok ellátásra kifejlesztett, szenzorokkal felszerelt célszámítógépek informatikai hálózatokon keresztüli rendszerét, melyek, hasznosítják és egyben táplálják is a körülöttök levő fizikai világot, ideértve annak adatait és folyamatait. A hagyományos mechatronikai rendszerektől való eltérés kulcsa, hogy a CPS az interneten létező és elérhető erőforrásokat szolgáltatásokat, - melyeket IoT néven definiáltunk - vesz, vehet igénybe. A kiber-fizikai rendszerek egyre szaporodó számban vesznek körül bennünket. Jó példa erre a városok aktuális közlekedési információit megjelenítő felületei, a hozzájuk kapcsolódó mobil telefonra letölthető alkalmazások.

[23] August 2007 Report of the President's Council of Advisors on Science and Technology (CAST): the domain of CPS be treated as a trop priority for federal research investments

Energetikai CPS példa a közvilágítás a fényviszonyoknak megfelelően ki-be kapcsoló rendszer is. Az okos város koncepciók műszaki megvalósítása elképzelhetetlen CPS rendszerek nélkül, hatással vannak tehát a tér, az egyén és a társadalom alkulásra így már *kiber-fizikai társadalomról* is beszélhetünk (Zhuge 2016a, 2016b).

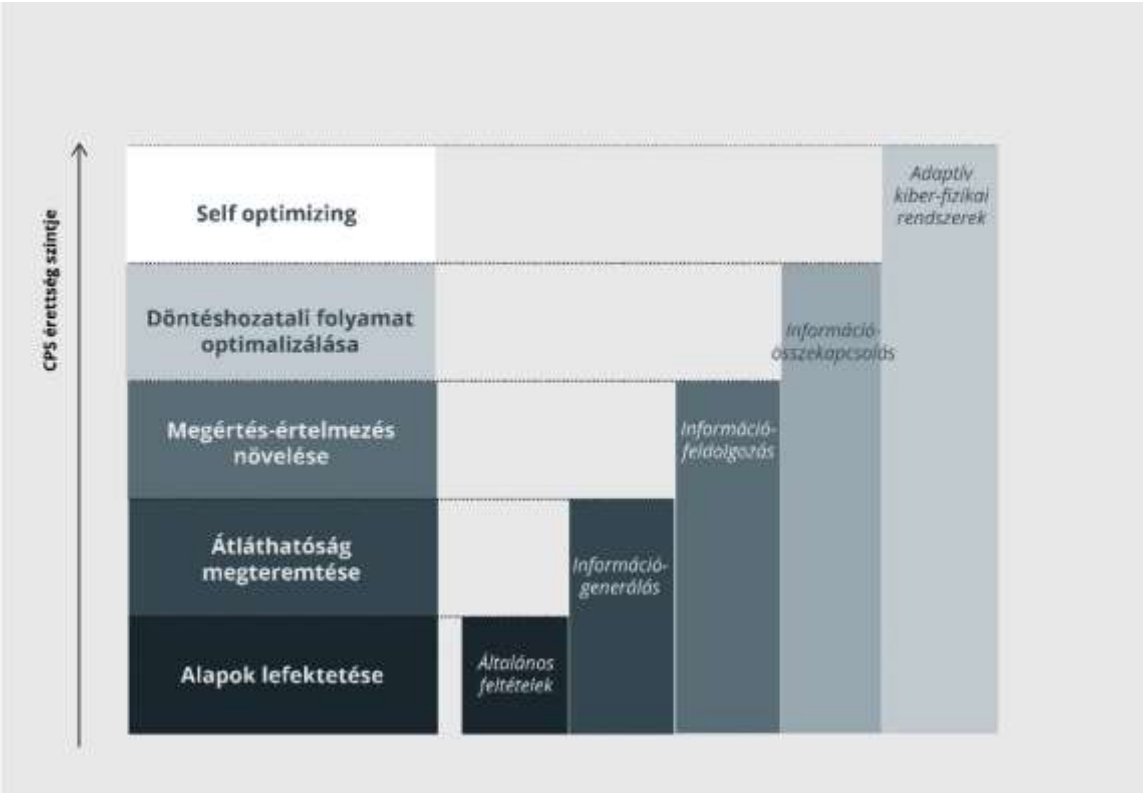
*Kiber-fizikai termelési rendszerek*en (Cyber-physical Productions Systems – *CPPS*), amelyekre, mint a negyedik ipari forradalom bázis innovációja tekintünk, olyan gyártáshoz szükséges informatikai hardver és szoftver komponenseket, gyártást megvalósító és felügyelő berendezéseket, komplex adathalmazokat értünk, melyek internet segítségével távoli erőforrásokat is képesek integrálni az adott termék előállításához szükséges környezetbe. További elvárás, hogy a CPPS valamennyi eleme képes legyen önálló döntések meghozatalára és a CPPS több elemével való együttműködésre (Monostori et al. 2016; Váncza et al. 2011).

A CPPS olyan önálló elemekből áll, amelyek összességben alkotják a gyár teljes termelési folyamatát. Ide gondoljuk a gépeket, gyártórendszereket, termelési és logisztikai hálózatokat. Jellegzetességük a fentiekből következő komplexitás, de ideértjük az *intelligenciát* (smartness) ami azt jelenti, hogy a CPPS elemei képessek a környezetükből információt szerezni és önállóan működni. Lényeges jellemzőjük az *Összekapcsoltság* (connectedness). Ez azt takarja, hogy kapcsolatba tudnak lépni a rendszer valamennyi elemével és az emberrel, ezzel létrehozható a horizontális (vállalaton kívüli) és vertikális (vállalaton belüli) integráció (Gupta et al. 2013)

A *német megközelítés* (Monostori et al. 2016) CPS érettségi szinteket definiál úgy mint: alapok lefektetése, átláthatóság megteremtése, megértés-értelmezés növelése, döntéshozatali folyamat javítása, továbbá önoptimalizálás (10. ábra). Az első a szervezeti és szerkezeti feltételeikre vonatkozik, a további pedig az információs és tudásfolyamatok, az együttműködés-kooperáció szempontjából értelmezi az érettséget.

Az „információ-generálás” a valós idejű adatok rendelkezésre állásának szükségességét jelöli az összes kapcsolódó CPS-tevékenység vonatkozásában. Az „információ-feldolgozás” az összes rendelkezésre álló eszközt jelöli, amelyekből az új ismeretek kinyerhetők. A két magasabb szinten az „információ-összekapcsolás” a CPS-folyamatok együttműködésen alapuló adaptálására vonatkozik, míg az „adaptív kiber-fizikai rendszerek” megjelölés azon legmagasabb fejlettségi fokra utal, amely az együttműködő kiber-fizikai rendszerek független probléma-megoldó képessége által érhető el csupán.

10. ábra A német CPS érettségi modell



Forrás: Monostori et al. (2016) alapján saját szerkesztés

Az *amerikai definició* (Lee et al. 2015) szintén 5 szintet definiál CPS megvalósítás referencia architektúrájaként (11. ábra).

Csatlakozási szint a gépek és alkatrészeik adatainak pontos és megbízható összegyűjtését, meghatározását biztosítja. Adatforrásként szolgálhatnak IoT-alapú gépvezérlők, érzékelők, és vállalati menedzsment rendszerek (ERP, MES, CMM). Az *Átalakítási szint*en az adatok feldolgozása és értelmes információkká történő átalakítása zajlik. Jellemző folyamatok a jelfeldolgozás, állapot-menedzsment algoritmusok, előrejelző elemzések. A szint kimeneteit többek között a gép állapotának jellemzői, értékei és üzemeltetési rendszere alkotják. Itt a cél az alkatrészek, illetve a gépek szintjén az önazonosítás lehetővé tétele.

Kiber, vagy számítógépes szint, ahová minden információ beáramlik és feldolgozásra kerül. Itt folyik az információmegosztás valamint itt készülnek (valós idejű) elemzések a gépek használatáról és állapotáról. Ezek az elemzések önellenőrző képeséggel rendelkező gépeket biztosítanak, ahol az egyes gépek teljesítménye összehasonlítható a többivel, másrészt a gépek teljesítménye és a korábbi eszközök között jelentkező hasonlóságok mérhetők, így a gép jövőbeli viselkedése előre jelezhető. *Kogníciós vagy megismerési szint,* amely a megfigyelt rendszer alapos ismeretét biztosítja, és érvelési információkat szolgáltat a

rendszeren belüli különböző összetevők közötti kölcsönhatásról. A megszerzett ismeretek szervezése és bemutatása a szakértői felhasználók számára támogatja a döntéshozatalt. *Konfigurációs szint*, amely a kibertérből a fizikai tér felé nyújt visszacsatolást. Itt vagy emberi interakciót vagy felügyeleti vezérlést igénylő folyamatok történnek, annak érdekében, hogy a gépek önkonfigurálásra és önkarbantartásra legyenek képesek. Ez a szint rugalmas képesség-ellenőrző rendszerként működik.

11. ábra Az amerikai CPS érettségi modell

Forrás: Monostori et al. (2016) és Lee et al. (2015) alapján saját szerkesztés

3.5.2 Az okos gyár

A piacok ingadozása és a vevői elvárások átalakulása egyre gyorsabban, egyre nagyobb mértékben és magasabb minőségben igényelik a testreszabott termékek szállítását. A termékek életciklusa csökken, világszerte kiemelt jelentőségű a folyamatos rendelkezésre állás, az azonnali reagálás fizikai jelenlét nélkül is. Ez egy természetes fejlődés, amely folyamatosan gyorsul. Azok a vállalatok érvényesülnek a piacon, amelyek ezt a folyamatot időben felismerik és felkészülnek rá. A jövő gyáraiban a korábban ismertetett kiber-fizikai termelési rendszereken okos termékek készülnek majd.

A gyártás és logisztika teljesen átalakul, az izolált termelési egységek teljesen integrált, automatizált és optimalizált, nagy hatékonyságú termelési folyamattá olvadnak össze, - úgy az egyes gyárakon belül, mint azokon kívül - amelynek következtében megváltozik a

viszony a terméket előállító vállalkozások, a logisztikai feladatokat ellátó (be)szállítók és az ügyfelek között. A vállalatok globális értékláncot alkothatnak és ezek az értékláncok versenyeznek egymással, nem pedig az értéklánc egyes szereplői. Az értéklánc elemei térben egymástól távol helyezkednek el, de integráltságuk horizontálisan és vertikálisan is adott. A gyárak – országhatárok nélküli piaci igényeket kiszolgálva – vélhetően termékre, szolgáltatásra specializálódnak. Konszernek esetében már mai is felismerhető a globális szolgáltatási hálózat elképzelésének megvalósulása. Az okos gyár minden időben alkalmazkodik környezetének új körülményeihez, (mint pl. a megrendelés-állományhoz és az anyagszükséglet rendelkezésre állásához) és önmaga optimalizálja a termelési folyamatait. Ez a teljes ellátási és értékláncban a beszállítókkal és az ügyfelekkel való integráción keresztül valósul meg, amely tehát a szereplők közötti összekapcsolást jelenti, melyet *horizontális integrációnak* hívunk.

Technikailag horizontális integráció nem valósítható meg a vertikális integráció bizonyos szintjének eléréséig, az ottani feltételeknek való megfelelésig. Az okos gyáron, vállalaton belül az emberek, gépek és egyéb erőforrások digitális modellben képződnek le és egymással a kiber-fizikai rendszereken keresztül kommunikálnak. Ezt *vertikális integrációnak* nevezzük. Egy ilyen hálózatban valós időben lekérdezhető, aktuális információk válnak elérhetővé a gépek állapotáról és környezetükről. Nagy térbeli távolságokból magas komplexitású technikai folyamatokat lehet vezérelni, sőt a kiber-fizikai rendszerek segítségével ellenőrizhetővé válik az értékteremtés az összes termék-életciklus esetén. (Kagermann et al. 2013; Bauernhansl et al. 2014). Leegyszerűsítve az egész ipari termelés integrálhatóvá válik egy intelligens környezetbe, (Ostertag 2014), amely által a termelésben nem csak a rugalmasság növelhető, de lehetővé válik egy elosztott szabályozási és irányítási folyamat kialakítása. Ez nem csak a meglévő informatikailag támogatott folyamatok optimalizálását, fejlesztését jelenti, hanem azon potenciálok, lehetőségek kiaknázását, amelyek biztosítják a teljes termelési ciklus olyan részletességű követését és irányíthatóságát, amelyre korábban nem volt példa.

Intelligens folyamatok jellemzik a jövő gyárát. A paradigmaváltás eredményeképpen a termék és a gyártás válik intelligensé, a termékek, a rendszerek, a gépek, a gyártó berendezések, a logisztikai rendszerek közvetlenül egymással kommunikálnak. A kommunikáció eredményeképpen pedig döntéseket hoznak meg helyettünk. Nincs többé szükség tehát hierarchikus információs utakra, ahol a ma megszokott szervezeti, felelősségi

döntéseket meghozzák. A termelési folyamatok átalakulnak, a gyárak hatékonyabban és flexibilisebb módon lesznek képesek előállítani (tömeg)termékeiket, amely ügyfél-elégedettséget eredményez, előbbi a termékek árában, utóbbi a „személyre szabottságban" jelenhet meg. A gyártás nem központosítva, hanem decentralizáltan történik. A termék mondja meg, mi történjen vele az adott gyártói soron. (Ostertag 2014). Végeredményben létrejön az összeköttetés az erőforrások, objektumok, információk és emberek között, és megépülhet a valós és virtuális világot is magába integráló *okos gyár*.

Az Ipar 4.0 integrált értékláncba szervezi a beszállítókat a gyártókat és a vevőket, ezért bármely vállalat működésének vertikálisan és horizontálisan integrált, virtuális értékláncba való szervezésével párhuzamosan a beszállítóiknak is be kell majd vezetniük a megfelelő technológiákat ahhoz, hogy ne veszítsék el pozíciójukat, és ők is az elvárt mértékben integrálhatók lehessenek a megrendelő hálózatába. Különben a versenytársak kerülnek kedvezőbb helyzetbe, ami akár az adott ország versenyképességének csökkenésével is járhat. Az iparban a tárgyak digitális összekapcsolásával lehetővé válik az optimális alapanyag-beszerzés, termelés, raktározás, szállítás stb.

4 Ipar 4.0 a makrogazdaság szintjén

Az Ipar 4.0 radikális, egyelőre bizonyos fokig elképzelhetetlennek tűnő változásokat idéz elő nem csupán a gyártás és gyártástechnológia terén, de a gazdaság, a társadalmi és a magánélet egészében. A várható hatások jelentősen befolyásolják a gazdasági növekedést, a termelékenységet, a foglalkoztatást, a vállalkozások és vállalatok üzleti modelljét, a vevői igényeket, a termelés térbeli elosztását, valamint a gazdasági szereplők felelősségvállalása terén is alapvető változások szükségesek ebben a folyamatban. Ebben a jelen fejezetben áttekintem a globális gazdaság élvonalát képviselő, kiválasztott országok/gazdasági egységek (Európai Unió, Németország, Svájc, Ausztria, USA, Japán,), valamint Magyarország jelenlegi helyzetét (beleértve versenyképességi, Ipar 4.0 felkészültségi és egyéb mutatók alapján történő értékelését) és a negyedik ipari forradalommal kapcsolatos reakcióit, akcióterveit. Másrészt bemutatom az Ipar 4.0 kapcsán alakult nemzeti platformokat, mint a korábban bemutatott a triple helix modell gyakorlati megvalósulását.

4.1 Ipar 4.0 releváns makrogazdasági mutatók

4.1.1 Globális Versenyképességi Index

Makroszintű, országok közötti versenyképességi sorrendiség tekintetében kiemelten kezelendő a WEF évente megjelenő témába vágó publikációja a The Global Competitiveness Report (WEF 2017). A dokumentum részletesen tárgyalja a Globális Versenyképességi Index (Global Competitiveness Index, GCI) mutató felépítését, számítási módját, bemutatja az input adatokat és az ezekből származó rangsort közel 150 ország esetében. A versenyképességi index úgynevezett pilléreket definiál szám szerint tizenkettőt, amelyek több mint 100 változóból és 300 kvalitatív kvantitatív indikátorból származtatva eredményezik a termelékenység szintje és a növekedés üteme alapján a végleges sorrendiséget.

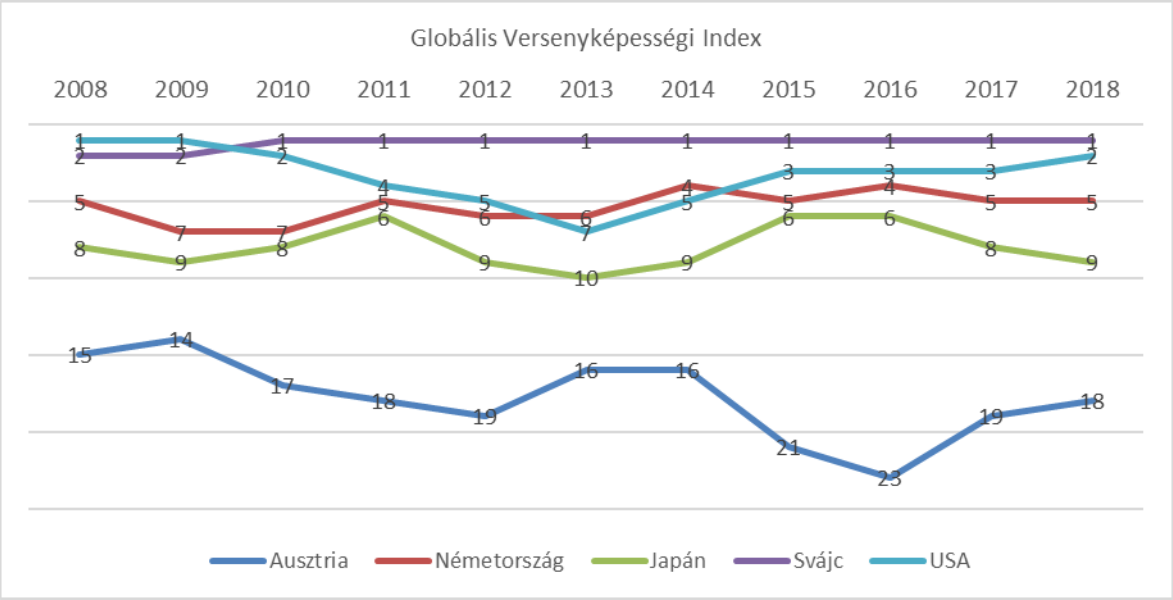
A pillérekből először három alindex készül, amelyek emlékeztetnek Porter kompetitív fejlődés elméletének szakaszaira. Dőlt betűkkel jelölöm az empirikus kutatásom kérdőíve szempontjából legfontosabb pilléreket:

- Index I – Alapkövetelmények: *intézményi rendszer; infrastruktúra; makrogazdasági környezet;* egészségügy és alapoktatás;
- Index II – Hatékonyságnövelők: *felsőfokú képzés és tréning;* árupiaci hatékonyáság; a munkaerőpiac hatékonysága; pénzpiaci fejlettség; technológiai készültség; piacméret;

- Index III – Innovációs és szofisztikáltsági faktorok: Az üzleti élet fejlettségének kifinomultsága; *Innováció*.

A versenyképességi rangsor egy kumulált érték, amelyről tudjuk, hogy több alindexből, végeredményben pillérből kerül levezetésre. A 4.3 fejezetben elemzésre kerülő országok közül a GCI aktuális rangsorát Svájc (1) vezeti, majd őt követi az USA (2), Németország (5), Japán (9), Ausztria (18) és végül Magyarország (60). Az elenjáró országok rangsorának alakulását a 12. ábra szemlélteti[24].

12. ábra Az elemezésre kerülő országok versenyképességi rangsora



Forrás: WEF (2017) alapján saját szerkesztés

Az évek óta kiemelkedő teljesítményt nyújtó *Svájc* továbbra is megőrizte első helyét a rangsorban, folyamatosan javítva korábbi értékeit. Ez magyarázható a stabil makrogazdasági környezet meglétével, a közegészségügy, az alapfokú oktatás magas színvonalával, és az ország munkaerőpiaci rugalmasságával. Az új technológiák befogadási és alkalmazási képessége (abszorpciós kapacitása) rendkívül magas, ugyanígy a vállalkozások és a lakosság technológiai felkészültsége is kiemelkedő (e pillér esetén 2. helyezés). Az üzleti szféra további finomításával és az innovációs környezet fejlesztésével sikerült előkelő rangsorolását megőriznie.

Az *Amerikai Egyesült Államok* az előző évi harmadikról előre lépett a második helyre, 2010 óta folyamatosan javítva teljesítményét. A jó helyezéstől függetlenül több területen

[24] Magyarország a 2017-2018 időszakot tekintve a 60.-dik helyet foglalja el, így az ábrázolás technikai megfontolásból nem szerepeltetem

jelentkeznek problémák, így a makrogazdasági környezet az egyik legkritikusabb pont (83. hely). Az USA egészségügy és alapfokú oktatás terén a vezető helyen álló országokhoz képest szintén alulteljesít, erőssége viszont a hatékonyság-növelő tényezők, termelés, termelési piacok, innovációs ökoszisztéma és üzleti komplexitás terén jelentkezik, ahol 1-2. helyezést ér el.

Németország – folyamatos teljesítmény javulással – továbbra is az ötödik helyen áll, különösen figyelemre méltó az ország az üzleti és innovációs ökoszisztéma vonatkozásában. Innovációs kapacitás és üzleti szofisztikáció tekintetében a világrangsor 5. helyét foglalja el, amelyet a magas technológiai felkészültség (8. hely) és a kiváló minőségű infrastruktúra (10. hely) is alátámaszt.

Japán – bár értékeit javította – visszacsúszott a kilencedik helyre. Általánosan jó teljesítményét az ország a magas színvonalú fizikai és digitális infrastruktúrájának, egészséges és kvalifikált munkaerő-állományának, termékeny innovációs ökoszisztémájának köszönheti. Makrogazdasági rosszabb teljesítménye a 2016-os év deflációs időszakával, illetve az államháztartási, költségvetési problémákkal magyarázható. IKT-alkalmazási, felhasználási szintjét erőteljesen növelve a technológiai felkészültség szempontjából négy helyet lépett előre, e mutató vonatkozásában a 15. helyen áll, összeségében a 9.-dik helyet foglalja el.

Európa egésze – beleértve az EU-tagállamokat, a Balkánt, Izlandot, Norvégiát, Svájcot és Törökországot is – a WEF megállapítása szerint a 2008. évi válság után viszonylag erőre kapott és aktuális összteljesítménye az előző évihez képest (2016-2017) relatíve stabilitást mutat. Ennek ellenére ez a stabilitás és növekedés egyelőre törékenynek tűnik, amely magyarázható a munkaerőpiacra nehezedő nyomással (fiatalok tartós munkanélkülisége, csökkenő igény a közepes képzettségűek iránt), illetve a befektetések visszaesésével. Több ország javította mutatóit az innovációs ökoszisztéma fejlesztése, a tudományos tevékenység, a K+F ráfordítások, valamint a vállalkozói innovációs hajlandóság terén, ugyanígy a makrogazdasági mutatók és a kockázati tőkéhez való hozzáférés vonatkozásában is előrelépés mutatkozik.

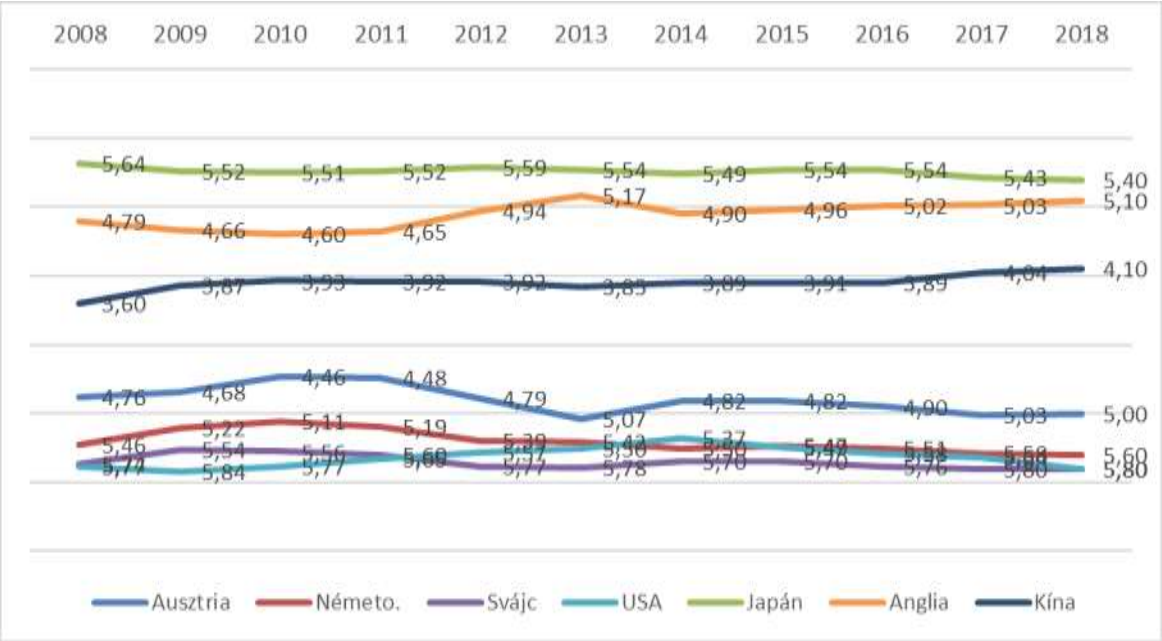
Az Európai Uniós országok közül – Németország mellett – a globális rangsor 10 vezető nemzetgazdasága között szerepel még Hollandia, Svédország, az Egyesült Királyság és Finnország. A tagállamok többnyire a középmezőnyben helyezkednek el.

Magyarország – bár az előző időszak 69. helyezéséhez képest javított a rangsorban – a nem túl előkelő 60. helyen szerepel, az EU tagállamai közül csupán Ciprust, Romániát, Horvátországot és Szerbiát megelőzve. (WEF 2017).

Ipari digitalizációval kapcsolatban a technológiai készültség és innováció pillér értékeinek értelmezése kiemelten a fontos. Az elmúlt évek időhorizontján a két pillér alakulását a 13. ábra és a 14. ábra tárja elénk (A WEF 0-7-ig terjedő értékelést alkalmaz).

Az innovációs környezet tekintetében az USA, Németország valamint Japán közel 10 éve a skála 5-6,5 értéke között teljesít, viszont megfigyelhető, hogy amíg Németország viszonylag egyenletesen fejlődött, az USA-ban az évtized közepén jelentős visszaesés volt tapasztalható. Japán óvatos emelkedés után mind az USA, mind Németország alatt teljesít. Vizsgálatunk szempontjából fontos még Kína (3,5-4 közötti skálamozgással), ahol némi stagnálás és kisebb visszaesés után most innovációs környezet szempontjából pozitív előrelépés tapasztalható.

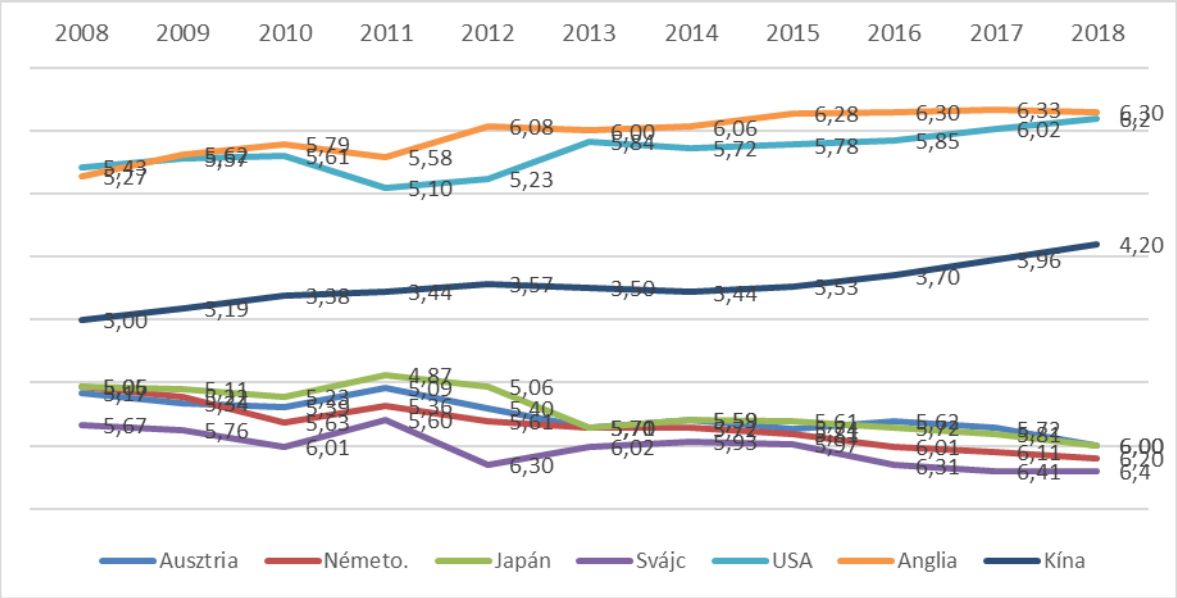
13. ábra WEF Innovációs környezet értékeinek alakulása



Forrás: WEF (2017) alapján saját szerkesztés

Technológiai felkészültség vonatkozásában az Egyesült Királyság, az USA és Németország vezeti az aktuális rangsort 6-6,5 között mozgó értékkel. Kisebb ingadozásoktól eltekintve az elmúlt évtizedben mindhárom ország jelentős előrelépést mutat. Japán ebben a sorrendben a negyedik, és bár a 2011-2012. években a korábbihoz képest visszaesett a rangsorban, az utóbbi pár évben egyenletes, folyamatos fejlődést mutat. Kína ebből a szempontból jóval a vezető országok alatti szintről indult, viszont a fejlődés mértéke itt a legszembetűnőbb.

14. ábra WEF Technológia készültség alakulása



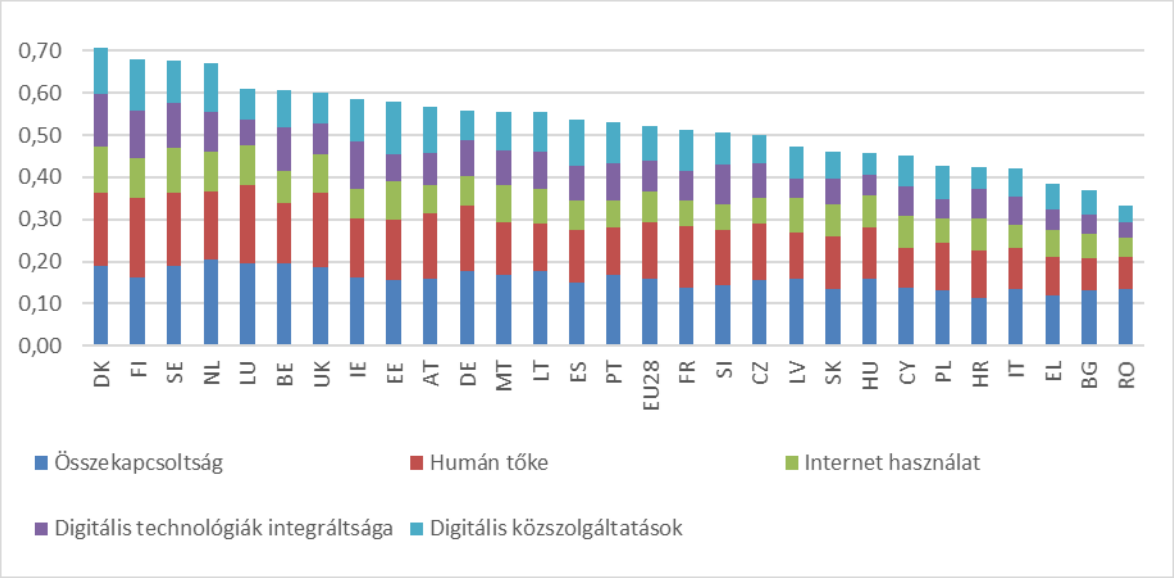
Forrás: WEF (2017) alapján saját szerkesztés

A WEF 2013-éves jelentését tanulmányozva (WEF 2013; Nick 2016b) megfigyeltem, hogy az *innovációs sorrend* és a végleges *versenyképességi sorrend* egymással kapcsolatban van. Magas innovációs helyezéshez magas versenyképességi sorrend társul. Az innováció modellben beöltött befolyásoló szerepét vizsgálandó, megnéztem, hogy az egyes országok többi pillérben elért helyezése milyen korrelációban áll a végleges sorrendben elért helyükkel. A legdominánsabb rész az *intézményi háttér* (0,930), azaz a WEF végső sorrendje és ezen indikátor között mutatható ki a legnagyobb korreláció, míg a másik oldalon a *makroökonómiai környezet* (0,381) és a *piacméret* (0,441) gyenge kapcsolatban áll az egyes országok végleges sorrendben elért helyezésével. Az általam vizsgálni kívánt és korábban már bemutatott *Innováció* esetében 0,894 a korreláció értéke, mely erős kapcsolatot jelent (tekintve értéke 0,7 és 1,0 közé esik), tehát ez a modell is erősíti, hogy az innovációk jelentősen befolyásolják egy ország versenyképességét

4.1.2 Digitális Gazdaság és Társadalom Fejlettség Index

Az Európai Unió Digitális Gazdaság és Társadalom Fejlettség Index azaz a DESI célja nevének értelmezéséből fakadóan az egyes tagállamok digitális gazdaságának és annak fejlettségi szintjének bemutatása. (European Union 2016, 2017)). Metodológiáját tekintve az összekapcsoltság 25%, az internethasználat 15%, a digitális technológiák integráltsága 20%, a digitális közszolgáltatások 15%, valamint humán tőke 25% súllyal alkotta pillér-együttesből tevődik össze a kompozit indikátor. A hangsúly tehát a digitalizált gazdaságot megalapozó IKT technológia elterjedtségén és fejlettségén van.

15. ábra DESI rangsor



Forrás: DESI (2017,1) alapján saját szerkesztés

Az aktuális 2017. évi elemzés alapján az EU összességében mintegy 3%-kal növelte digitális teljesítményét, de maga a folyamat gyorsabb és egységesebb is lehetne. Elég jelentős különbség mutatkozik ugyanis a teljesítményben élenjáró országok (az első három helyezett a globális élmezőnyben is szerepel), valamint a sereghajtók között. Az indexnek létezik 15 unión kívüli ország teljesítményét figyelembe vevő alternatívája is: I-DESI, amelyben a legjobb EU országok (Svédország és Finnország, valamint Dánia) megelőzik, Japánt, Kínát és az Egyesült Államokat, noha ezek az EU átlag felett teljesítenek.

Magyarország a komplex 2016-os DESI index alapján a 28 ország között csak a 20., míg a 2017-es indexben a még kedvezőtlenebb, a 2015-ben elért szintre visszalépve a 21. helyet foglalja el. Az érték mind két utolsó évben alacsonyabb volt, mint az EU átlag, a növekedés üteme is mögötte marad az átlagnak. Ezzel a legalacsonyabb minősítési, a lemaradó kategóriájába kerül Bulgáriával, Ciprussal, a Cseh Köztársasággal, Görögországgal, Franciaországgal, Lengyelországgal és Szlovákiával együtt.

A részleteket tekintve hazánk az unió átlagához képest a technológiák integráltsága és digitális közszolgáltatások terén mutat jelentős, míg humán tőke esetén csekély elmaradást. Kormányzati szinten a Nemzeti Infokommunikációs Stratégia, egyetemi duális képzési programok, valamint a részben a Gazdaságfejlesztési és Innovatív Operatív Program hivatott a gyengén teljesítő pillérek javítására. Ugyanakkor Magyarország összekapcsoltság tekintetében az európai átlagot teljesíti, az internethasználat esetében azt jóval meghaladó értéket produkál.

Az alábbiakban röviden jellemzem ezt a külső tényképet az egyes dimenziók mentén. *összekapcsoltság* a vezetékes és mobil szélessávú internet lefedettségét, sebességét és a szolgáltatás árát írja le. A szélessávú internet elérhetőségét illetően Magyarország mutatója javult (0,64), már csak kicsivel tér el az EU átlagtól (0,63), köszönhetően az utóbbi évek látványos fejlődésének, elsősorban a vezetékes internetszolgáltatásban (a háztartások 2/3 része immár 30 Mbps sebességgel rendelkezik, a mobil szolgáltatók piaci helyzete stabil, a 4G lefedettség eléri a 95%-ot, bár még messze nincs kihasználva). A jelentés elismeréssel szól az EU-célokkal összhangban lévő Nemzeti Infokommunikációs Stratégiáról (2014-2020), de a szolgáltatókat sújtó különadót negatív tényezőként mutatja be. Pozitívumként jelenik meg az 5G platform létrejötte, az ismét előtérbe kerülő negyedik mobilhálózat-szolgáltató kérdése, továbbá a felhasználók oldalán megjelenő adókedvezmények megléte.

Ami a szintén javuló tendenciájú az a *humán tőke* a szükséges emberi erőforrások digitális képzettségének, készségeinek indikátorait definiálja. Ami tehát az emberi erőforrásokat illeti, az EU átlag 0,55, hazánk eredménye pedig 0,49, ami a 18. helyezést jelenti. Sajnos a lakosságnak mindössze csak 51%-a rendelkezik digitális alapismeretekkel. A munkavállalók körében az IKT specialisták aránya viszont 3,6%, ami jobb, mint az EU-s 3,5%-ös átlag! Nagy az elmaradás a természettudományos-műszaki-informatikai-matematika képzettségű (STEM) diplomásokat tekintve. A Digitális Jólét Program fő célkitűzéseihez kapcsolódó intézkedések vélhetően javítják majd ezeket mutatókat is.

Az *internet használata* indikátorai az elterjedtségről, a felhasználási szokásokról (kapcsolattartás videóhívások által, multimédiás szolgáltatások igénybe vétele, banki szolgáltatások használata, vásárlás) adnak információt. Az internethasználat mértéke magas (0,52) az EU átlaghoz (0,48) képest, ugyanakkor inkább a hírek, zene, játékok, közösségi média, szórakozási tartalmak dominálnak 80%-feletti értékkel. Az e-kereskedelem (48%) és az interneten keresztüli banki műveletek aránya (44%) alacsonyabb. Az előzőnél a kínálati oldalon is múlik a helyzet: az online piacon értékesítő KKV-k száma alacsony (csak 10% körül van).

A *digitális technológiák integráltsága* az üzleti életben, elsősorban új értékesítési csatornák, e-kereskedelem használata révén. Ennek a pillérnek a tekintetében Magyarország a rangsor végén a 24. helyet foglalja el. A fejlődés nagyon lassú: az elektronikus információmegosztás 16%-os, a felhőszolgáltatások 8%-os, a közösségi média üzleti életbe történő bekapcsolódásának 13%-os értéke a legrosszabbak közé tartozik az Unióban. A jelentés

kiemeli ezen a helyen is hazánk Modern Vállalkozások Programját[25], mely elsősorban a mikro- és kisvállalatok esetében ösztönzi az IKT szoftverek és hardverek használatát.

A *digitális közszolgáltatások*, úgymint az e-kormányzati szolgáltatásokat igénybe vevő felhasználók mértéke, közigazgatási információk online elérhetősége indikátorai. Noha ebből a tekintetből az ország az Unió egyik legrosszabb eredményét (27. helyezés) produkálja, mégis tagadhatatlan az utóbbi időszak látványos fejlődése. A továbblépéshez a közalkalmazotti szférában dolgozók digitális kultúrájának további növelésére van égetően szükség. Az IKT stratégia Digitális Állam pillérjében megfogalmazott cél az, hogy 2016-ban a lakosság 60%-a éljen akár korlátozott formában is ezekkel a lehetőségekkel, 2018-ra pedig a teljes szolgáltatási spektrum váljék elérhetővé. A jelentés a 2016-ban bevezetett digitális személyi igazolványt (eIDCard) hozza fel pozitív példának, melyet immár 1,3 millióan igényeltek.

Összeségében elmondható, hogy 2017-re EU 3% ponttal növelte digitális teljesítményét az előző évhez képes, úgy, hogy a területi egyenlőtlenségek növekedtek. Míg 2014-ben a legrosszabb és a legjobb index között 36% pont volt a különbség, ez az érték a tárgyidőszakban 37% pontra emelkedett, bár ez az elmozdulás jelentéktelennek mondható. Az index-nek létezik 15 Unión kívüli ország teljesítményét figyelembe vevő alternatívája is: I-DESI. A legjobb EU országok (Svéd és Finnország, valamint Dánia) megelőzik Dél-Koreát, Japánt, Kínát és az Egyesült Államokat, noha ezek az EU átlag felett teljesítenek. Bár a DESI indexhez fűzött hazánkat érintő jelentésben talán a negatív tények dominálnak, nem hallgatja el a pozitív előremutató jelenségeket sem és alapvetően bizalommal viseltetik a kormányzati erőfeszítésekkel és stratégiákkal szemben. A Kérdőívprojekt több helyen is kapcsolódik a DESI-hez, amelyek könnyű összehasonlítás ígéretét adják. (29. kérdés és 82. kérdés)

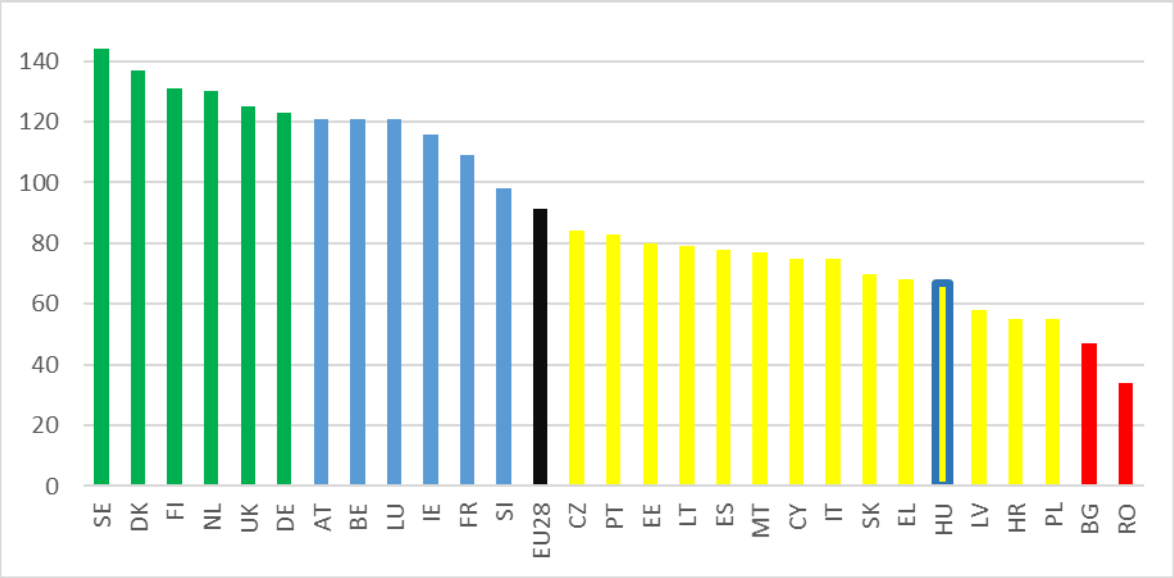
4.1.3 European Innovation Scoreboard

Az Európai Unió legfontosabb innovációs mérőszám-rendszere és indexe a European Innovation Scoreboard (EIS). Az Európai Bizottság 2001 óta évente adja ki az indexet, azaz az EU tagállamainak innovációs rangsorát és elemzését, amely 2010 és 2015 között Innovation Union Scoreboard néven jelent meg. A mérőszám-rendszer és az index módszertani háttere rendkívül alapos és átfogó, ráadásul folyamatosan fejlesztik, szinte évente kerülnek be új, vizsgálandó szempontok és tényezők, de a fő pontok stabilak.

[25] www.vallalkozzdigitalisan.hu

A *keretfeltételeken* belül a humán erőforrás kategóriába a felsőfokú, valamint doktori végzettséggel rendelkezők aránya és az élethosszig tartó tanulás tartozik, a vonzó kutatási rendszerek esetén a nemzetközi közös tudományos publikációkat, a „top 10" legtöbbet keresett-idézett publikációt, valamint a külföldi doktoranduszok tevékenységét mérik. Az innováció-barát környezet alkategóriái a szélessávú lefedettség, illetve a lehetőség-vezérelte vállalkozások. A *befektetések* esetén természetesen a közszféra K+F és kockázati tőke ráfiordításait, a vállalkozói és a non-profit szektorok K+F kiadásait, illetve a vállalkozások által a munkaerő-állomány képzésére fordított költségeit vizsgálja a mutatószám-rendszer. Az *innovációs tevékenységek* alkategóriáiba a termék-és szolgáltatás, marketing és szervezési /szervezeti innovátor, illetve in-house innovátor KKV-k tartoznak, vizsgálják továbbá a vállalkozások közötti együttműködéseket és a PPP közös publikációkat, a köz-és a magánszféra között megvalósuló K+F társfinanszírozási kapcsolatokat. Ebbe a körbe tartoznak még a szabadalmak, trademark és design igénylések és jóváhagyások. A *hatások* esetén vizsgálják a tudásintenzív tevékenységekben, valamint az innovatív ágazatok gyorsan növekvő vállalkozásaiban az alkalmazottak arányát, az értékesítésben kiemelt szempont a közepes és high-tech termékek és a tudásintenzív szolgáltatások exportja, az új piacokon töarténő eladások (EIS 2016).

16. ábra EIS rangsor



Forrás: EIS (2016) alapján saját szerkesztés

Az EIS megfelelő alapot ad az egyes országok, így Magyarország kutatás-fejlesztési és innovációs aktivitásának nyomonkövetésére, nemzetközi összehasonlításra és a trendek felállítására (16. ábra). Az USA-val összevetve az Unió csökkentette innovációs hátrányát. A jelenlegi trendek alapján 2 éven belül utol is éri, ugyanakkor a lemaradását növelte

Japánnal szemben, melynek teljesítménye négyszer nagyobb mértékben fejlődik. A fejlődés teljesítménye Kínában hétszeres, várhatóan hamarosan utoléri, majd meg is előzi az EU-t.
Az elmúlt tíz évben a leggyorsabban Spanyolország, Lengyelország, Észtország, valamint Szlovénia fejlődött. Szlovénia jelenleg az egyetlen ország, amely a 2004 után csatlakozó országok közül a mérsékelt innovációs kategóriából képes volt átkerülni az erős innovációs kategóriába.
Hazánk a négy kategória közül (innovációs vezetők, erős innovátorok, mérsékelt innovációs képességű országok és alacsony innovációs képességekkel rendelkező országok) az elmúlt tíz évben stabil helyet foglal el a mérsékelt innovációs képességekkel rendelkező országok között. Ebbe a kategóriába tartozik Lengyelország, Csehország, Szlovákia, Horvátország, Spanyolország, Portugália, Észtország. Magyarország jól – vagyis EU-s átlag körül, vagy afelett – teljesít: a.) nemzetközi publikációk számában, b.) innovatív iparágakban levő gyorsan növekvő cégek számában, c.) tudás-intenzív szektorokban foglalkoztatottak száma vonatkozásában (jobb a helyzet, mint Németországban!!), d.) közepes hozzáadott értékű és high-tech export területén (megközelítjük Németország teljesítményét). A legfontosabb kiemelkedő teljesítmény a hazai licencek és szabadalmak külföldi értékesítése – ebben a tekintetben elvileg még Németországot is megelőzzük, bár ennek az a magyarázata, hogy a szabadalmak hazai értékesítése háttérbe szorul. Magyarország gyengén teljesít: a.) új doktori végzettséget megszerző hallgatók számában (alacsonyabb szinten vagyunk, mint pl. Görögország), b.) K+F állami támogatások mennyisége terén (itt is megelőz a komoly gazdasági válság által sújtott Görögország), c.) a KKV-k saját innovációs tevékenységében, d.) szabadalmak számában, e.) KKV-k folyamat- és termékinnovációs képessége területén.
Az adatokból az alábbi következtetéseket vonom le:

- Magyarországon rendelkezésre áll egy kiváló kutatás-fejlesztési infrastruktúra és teljesítmény (megmutatkozik publikációkban), viszont a kutatási eredmények hasznosítása csak az alapkutatások területére vonatkozik (ebben kiemelkedő Magyarország, viszont az utánpótlás nem biztosított, mivel kevés a doktori és egyéb kutatói fokozat);
- a KKV-k innovációs aktivitása nagyon alacsony, ráadásul a végfelhasználók elérésében nagyon gyengék a hazai cégek (B2C modell szinte teljesen hiányzik), belső innovációs képességük alacsony. Azon KKV-k, amelyek viszont innovatív területen tevékenykednek, kiemelkedő nemzetközi versenyképességet képesek elérni (sajnos, itt néhány kivételes esetről van szó, leginkább az IKT-szektorban). Az innovációs ökoszisztéma szereplőinek együttműködése alacsony szintű;

- a doktori végzettség és a kutatási pálya vonzereje csökkent – ez látható a szabadalmak számának csökkenésében. Mindez hosszú távon veszélyezteti a most kiemelkedő licencekből és szabadalmakból származó exportbevételeket.

A fentiek jelenséget az EU az „Európai paradoxon" kifejezéssel fogalmazta meg (EU, 2016), amely szerint, bár Európa rendkívül fejlett felsőoktatási rendszerrel, kutatási infrastruktúrával és mindazok által elért komoly eredményekkel rendelkezik, mindezt mégsem tudja piacképes innovációvá alakítani. Míg az európai magánjellegű K+F+I tevékenységekre fordított kiadások tekintetében a legtöbbet költő vállalatok 30%-a európai eredetű, addig világviszonylatban a 10 leginnovatívabb vállalat között egyetlen európai sem szerepel. Ezt a jelenséget hívjuk „kiterjesztett Európai paradoxonnak", vagyis, hogy az ipari szektorban sem hatékony a K+F tevékenységből vagy az innovációból üzleti terméket, sikert produkáló teljesítmény.

Az Ipar 4.0 területre vonatkoztatva a fentiek alapján figyelembe kell venni, hogy az innovációs képesség néhány multinacionális cég magyarországi kutatólaboratóriumára korlátozódik, a hazai KKV-k a beszállítói láncban jellemzően alacsonyabb hozzáadott értékű összeszerelési munkát végeznek, innovációs képességük, lehetőségeik limitáltak. Az Ipar 4.0 robotizáció éppen az ilyen jellegű tevékenységeket fogja kiváltani, ami nagyon komoly veszély, de egyben óriási lehetőség is a hazai ipari beszállítókra nézve. Erre a változásra fel kell készülni, erősíteni kell a KKV-szektor innovációs képességét. Ahol viszont a kutatói infrastruktúra és kapacitás rendelkezésre áll, ott a hiányzó utánpótlás vagy annak „minősége" jelent problémát.

4.1.4 Roland Berger Ipar 4.0 Készültségi Index

Az Ipar 4.0 kapcsán a legtöbbet hivatkozott országsorrend a német Roland Berger Ipar 4.0 Készültségi Index (Roland Berger Industry 4.0 Readiness Index, RB Index). A Nemzetgazdasági Minisztérium (NGM) is ezt az indexet veszi alapul Magyarország újraiparosítási stratégiájának, az Irinyi Terv megvalósulásának értékelésére.

Az index belső felépítése ipari kiválóság (Industrial excellence) és kapcsolati értékek (Value network) alapkategóriákból tevődik össze. Előbbiben a termelési *folyamatok kifinomultsága* (production process sophistication), *az automatizáció foka* (degree of automation), *a humán erőforrás felkészültsége* (workforce readiness), *az innovációs intenzitás* (innovation intensity), az utóbbiban a magas *hozzáadott érték* (high value added), *az ipari nyitottság* (industry openness), *az innovációs hálózat* (innovation network) *és az internet fejlettség* (internet sophistication) alkategóriák kerülnek értékelésre egy egytől ötig terjedő skálán. A

két kategóriában kapott pontszámok kombinációja adja ki annak mértékét, milyen felkészültségi szintet képvisel egy adott ország az Ipar 4.0 tekintetében. Ezt ábrázolják egy grafikon függőleges tengelyén, míg a vízszintes tengelyre egy hagyományos mérőszám, a gyártóipar GDP-n belüli aránya kerül. Ezen értékelés szerint 3 évre visszamenőlegesen áll a rendelkezésünkre az értékelésbe bevont európai államok minősítése. A grafikonokon (17. ábra) elhelyezett országok négy nagyobb csoportot alkotnak.

Az *éllovasok* jellemzője a széles ipari bázis, a modernizált, fejlődésorientált üzleti feltételek és technológiák alkalmazása (Svédország, Ausztria, Németország és Svájc). Írország speciális eset, mert a néhány gyógyszeripari gyártó-óriás járul hozzá jelentős mértékben az ország viszonylag alacsony GDP értékéhez, az IT-szektor pedig kifejezetten erős, így ez tény a meghatározó a készültségi index értékében.

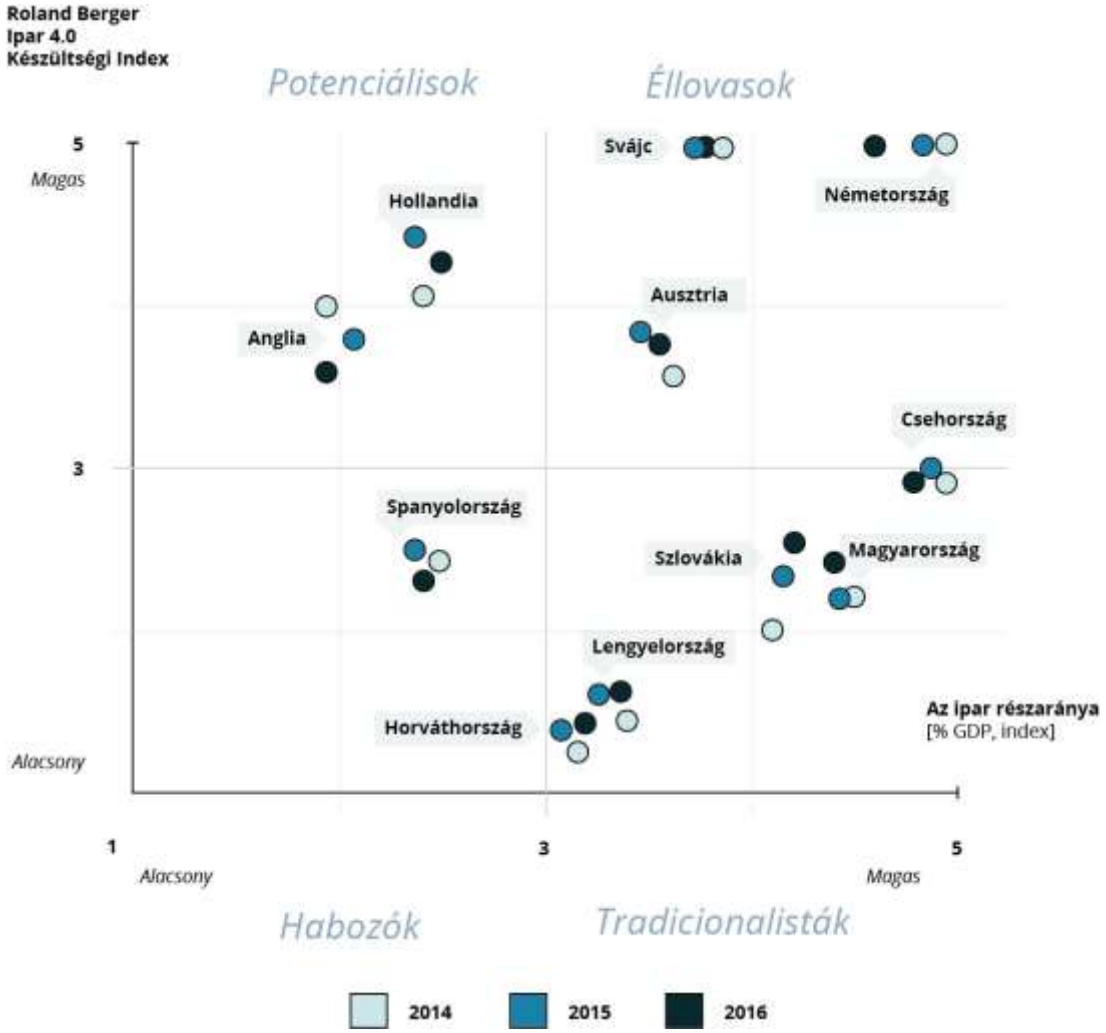
A *tradicionalisták* elsősorban Kelet-Európa országai közül kerülnek ki. Még mindig az egykor, de még ma is bizonyos fokig egészséges szerkezetű ipari bázisuk felhajtóerejéből élnek, és még kevés kezdeményezést tettek arra, hogy iparukat az új korszakba átvezessék.

A *habozók* – dél- és kelet-európai államok többsége – csoportjánál hiányzik a megbízható ipari bázis. Sokuk komoly államháztartási problémákkal küzd, így nem tudja gazdaságát a jövőt megalapozó biztonsággal átalakítani.

A *potenciálisok* érdekes csoportjánál a valamikor erős ipari bázis meggyengült az utóbbi években. Franciaország és Nagy-Britannia összképe meglehetősen kiábrándító, ha teljes történetiségben nézzük őket, a vállalati szektorban mégis fellelhetjük a modern és innovatív gondolkodásmód sok jelét. Ezen országoknak meg kell találniuk a módot meglévő lehetőségeik kiaknázására.

A felölelt 3 éves időhorizont nem túl hosszú, így komoly tendenciák és azokból levonható markáns megállapításokra kevésbe alkalmas, még megengedi, hogy az Ipar 4.0 fejlődés terén az egyes országok éves elmozdulását kimutassák. Melyek a különbségek? 2014-2015-ben az egyes csoportokon belül csomópontok alakultak ki, míg más csoportoknál távolabbra kerültek egymástól az országok. Még elgondolkodtatóbb a kép, ha melléjük tesszük a 2016-os évet. A skála -sajnos- eltérő, így az összehasonlítás nehezebb, de szembetűnő, hogy egy év alatt Belgium, Szlovákia, Horvátország és Szlovénia mennyit javított pozícióján, míg Finnország, Svédország megőrizte korábbi kedvező helyzetét. Franciaország nem tudott javítani, Nagy-Britannia pedig rontott pozícióján. Az éllovasok: Németország, Ausztria maradtak. Érdekes, hogy a versenyképességi sorrendekben favorizált, és a 2015-ös éveben abszolút győztes Svájc nem szerepel sem a 2014-es, sem pedig a 2016-os kimutatásban. Ennek okát nem sikerült kiderítnem.

17. ábra A Roland Berger Ipar 4.0 Készültségi Index 2014 - 2016



Forrás: Roland Berger (2014, 2015, 2016a) alapján saját szerkesztés

Az elmúlt évek rangsorolásai alapján hazánk ebben a koordinátarendszerben a tradicionalisták táborát erősíti. Jól látszik, hogy Magyarország gazdasági teljesítménye jelentősmértékben függ az ipartól, miközben a vizsgált indikátorok alapján a digitális transzformáció kihívásaival szemben kevésbé felkészült akár csak a Visegrádi országokhoz képest is. Az idősort tekintve Magyarország is a korábbi helyén maradt, s ez különösen aláhúzza az Irinyi Terv és az Ipar 4.0 stratégia időszerűségét és jelentőségét, és kiemeli a sikeres végrehajtás szükségszerűségét az ország versenyképességének megőrzése, sőt, főképpen fokozása érdekében.

A 2014 és 2015 évek esetében vizsgáltam a WEF és az Roland Berger sorrendiséget 23 európai ország esetében. Az találtam, hogy a *RB Index sorrend* és a WEF *Versenyképességi sorrend* egymással kapcsolatban van, magas Ipar 4.0 helyezéshez magas versenyképességi sorrend társul. A két sorrend értékeit statisztikailag vizsgálva megállapítottam, hogy Pearson

korrelációjuk átlagossan 0,839 – ami szorosnak nevezhető, a kapcsolat iránya pozitív előjelű. Ez is igazolja, hogy az Ipar 4.0 törekvések az adott ország versenyképeségi pozíciójának erősítésére szolgálnak.

4.2 ROCE: Az Ipar 4.0 „gazdaságtana”

Az Ipar 4.0 megvalósulása kapcsán már vázoltam várható hatásokat (3.3 fejezet). Az Ipar 4.0 gazdasági megközelítése tekintetében előtérbe a *lekötött tőke megtérülési mutató* (Return on Capital Employed, ROCE)[26]. A lekötött tőke megtérülése a profittermelő képesség és a tőkeintenzitás szorzatával számolható ki. A profitabilitást meghatározó tényezők többek között a termékek testre szabása, a magas hozzáadott érték, a jobb elérhetőség és az alacsonyabb munkaerő-költség és használati költségek. A tőkeintenzitáshoz a kevesebb lekötött tőke, rugalmas eszközök, letisztult folyamatok, magas minőség, alacsony selejtarány tartoznak. Ez a hosszú távú tervezéshez használt mutató abban segíti a befektetőket, beruházókat, vállalkozókat, hogy általa előre jelezhető, mennyi profitot képes kitermelni egy lekötött tőkeegység. Jóllehet, az indikátort többnyire vállalati szinten használják, kiterjeszthető és értelmezhető nemzetgazdasági szinten is.

Roland Berger (2014, 2016b) tanulmánya a világ több vezető gazdasági hatalmának bevonásával vizsgálta a ROCE-szemléletű elemzést. Az Ipar 4.0-ra történő átállás jelentős változásokat idéz elő mind mikro-, mind makrogazdasági szinten, a transzformáció azonban elsődlegesen az egyedi vállalatok szintjén jelentkezik. Mivel a nagy iparosodott országok előtt álló legerősebb makrogazdasági kihívás éppen ebben az átállásban rejlik, felmerül a kérdés, hogy milyen utak léteznek, melyiket érdemes követni. A válasz az egyes vállalatok és az egész nemzetgazdaság szempontjából releváns ROCE mutató segítségével magyarázható, mivel ezt képes a nemzeti iparpolitika is befolyásolni (18. ábra). Az első út az automatizáció (nem tévesztendő össze az Ipar 4.0 stratégiai úttal), amely a lekötött tőkét (lásd az 1-gyel jelölt irányt az ábrában[27]), s annak eredményeként a vállalati tőkeintenzitást növeli. A manuális folyamatok automatizált tevékenységekkel történő kiváltása a

---

[26] Érdemes itt megemlíteni ennek a rokon mérőszámát is, a befektetés arányos megtérülést (*Return on Investment* - RoI), aminek számítása elsősorban az egyedi vállalatok vagy akár egyedi termékek szintjén történik. A RoI a nettó nyereséget viszonyítja a teljes ráfordításhoz (befektetéshez). Újabban különösen az innovációban leginkább érintett szektorokban beszélnek a *Return on Engineering* és a *Return on Production* komplex mérőszámokról is.

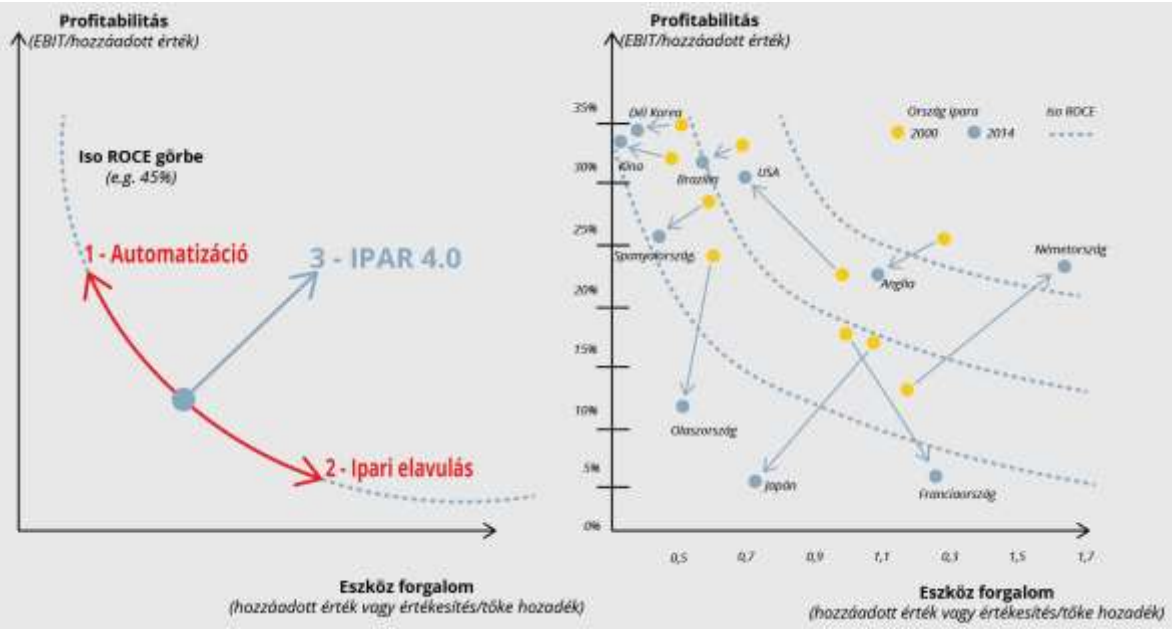
[27] EBIT: *Earnings Before Interest and Taxes* = kamat és nyereségadó-ráfordítások levonása előtti eredmény

Asset Turnover: az eszközök hasznosulási / forgási sebessége = nettó eladások bevétele / teljes eszközérték

profitabilitás növekedéséhez vezet. E két hatás kiegyenlíti egymást, a ROCE értéke változatlan marad (izo-ROCE elmozdulás).

Amennyiben egy ország makroszinten az ipari elavulás felé halad (lásd a 2-es számú elmozdulási irányt a görbén), az a profitabilitás visszaesését, ezáltal a beruházási érték amortizáció mértéke alá csökkenését, az össztőke zsugorodását vonja maga után, miközben a vállalat eszközeinek hasznosulási sebessége mesterségesen növekszik. A két hatás ismét kiegyenlíti egymást, az elmozdulás ezúttal is izo-ROCE lesz.

18. ábra Iparfejlesztési opciók



Forrás: Roland Berger (2014, 2016b) alapján saját szerkesztés

Ezen két változási irány közül egyik sem az Ipar 4.0 iparfejlesztés útja, amelynek jellemzője mind a profitabilitás, mind az eszközök forgási sebességének növekedése. A helyes út tehát eltér az izo-ROCE görbétől és a 3-mal jelölt irányban mozdul el. A gazdaságpolitikai célok általában azonosak az egész világon: a versenyképesség növelése és a gazdasági tevékenységek szintjének megőrzése vagy áthelyezése (relokációja). Az alkalmazott eszközök és ezek kockázata azonban országonként különböző a gazdaság és azon belül az ipar erőssége, az automatizáltság foka, a belső piac nagysága és egyéb faktorok függvényében.

Az Ipar 4.0 kihívásainak való megfelelés érdekében minden országnak befektetéseket kell megvalósítania (18. ábra) adott időszakra vonatkozó elmozdulásait az izo-ROCE görbék között). Mint majd a későbbiekben látni fogjuk, Németország, Kína és az USA gazdaságpolitikájának középpontjában a versenyképesség fokozásán keresztül az ipari többletérték növelése áll, Japán viszont az ipari termelés relokációjára összpontosít a magas

munkaerőköltségek ellensúlyozására. Az ipari megoldások szállítójaként globális vezetői szerep megőrzése Németországban a legerősebb, de bizonyos mértékig Kínára is jellemző. Japán elsősorban a munkavállalói elégedettségre, az Ipar 4.0 lehetőségek kiaknázásával az ipar imázsának javításra, a gyártás fenntarthatóságára helyezi a hangsúlyt. Ezzel magyarázhatók a grafikonon észlelt különböző elmozdulási irányok és mértékek.

4.3 Nemzetközi kitekintés: iparpolitikák, nemzeti platformok

4.3.1 Európai Unió iparpolitikai elképzelései

Az Európai Unió keretrendszert 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) indokoltnak tartja a közép- és keleteurópai országokra személyre szabott iparpolitikai eszközök alkalmazását.

Gazdasági háttér

A 2008. évi globális pénzügyi és gazdasági következtében az Európai Unió eddigi történetének leghosszabban elhúzódó recesszióját élte meg. A gyártás uniós szintű GDP-hez való hozzájárulása 2013-ban alig volt több mint 15% (napjainkban 17% körüli), ez jelentős lépéshátrányt jelent az USA és a délkelet-ázsiai ipari régióival szemben, és igen messze van még a 2012-ben elfogadott fejlesztési stratégia 2020-ra tervezett 20%-os célkitűzésétől.

A lassú kilábalás egyértelműsítette, hogy a gazdaság alkalmazkodóképessége erős ipari bázis nélkül elképzelhetetlen. Az ipar szerepe Európában a gyártáson jóval túlmutat, hatása, befolyása a gazdaságra annál is sokrétűbb, mint amit a GDP-mutatókból láthatunk. Az Unió exportjának, a magánfinanszírozású K+F valamint innovációs tevékenység mintegy 80%-ának alapja az ipar, amely a nyersanyagokat és energiát az üzleti szolgáltatásokra, de a fogyasztói szolgáltatásokra és a turizmusra is biztosítja. A többségében kvalifikált munkahelyek mintegy 25%-át az ipar nyújtja, s minden gyártásban létrejövő új munkahely nyomán további 0,5-2 munkahely létesül más ágazatokban.

A Roland Berger (2014, 2015) tanácsadócég Európa ma már tényként kezelt dezindusztrializációs jelenségéből indul ki és megállapítja azt az ismertsége ellenére is meglepő tényt, hogy „az EU gazdaságában az ipari termelés központi szerepet játszik, mégis 2011-ben csak 15%-át teszi a GDP-nek a megtermelt ipari többletérték (amely az USA-ban csak 12%) (Roland Berger 2015). Az ipar a kutatás, az innováció, termelékenység, munkaerő-teremtés és export fő hajtóereje. Az ipar hozza létre az európai innováció 80%-át és az export 75%-át. A szolgáltatási szektorral való kapcsolata révén az ipar tekinthető

Európa szociális és gazdasági motorjának. Mégis, az európai ipar az utolsó évtizedben nagyszámú munkahelyet vesztett, miközben a feltörő gazdaság részéről egyre keményebb versenynek van kitéve Az európai ipar helyzete ma alapvetően megosztott: miközben a német és a közép-európai ipari szektor nagy ütemben piaci részesedést hódít magának és növeli a termelékenységét, némely EU ország a dezindusztrializáció útjára tévedt. Különösen a francia és a brit ipar szenvedett nagy veszteségeket 2000 óta piaci részesedésben, őket követik a déli országok, mint Spanyolország is. Svájcban, mint kiemelkedően fejlett országban ez a jelenség a svájci frank felértékeléséig ismeretlen volt. Svájc és Németország kivételével valamennyi európai országban csökkent az ipari többletérték aránya, amelyet az iparban foglalkoztatottak visszaesése követett. Az átalakulásnak kontinensünkön így számos vesztese és kevés nyertese van.

Ipari reneszánsz – újraiparosítási stratégia

2014. januárjában Antonio Tajani, az Európai Bizottság ipar-és vállalkozáspolitikáért felelős alelnöke az uniós tagállamokat az ipari reneszánsz folyamatában való aktív részvételre szólította fel. A jövőbeli új munkahelyek teremtése elképzelhetetlen az EU gazdaságának sürgős újraiparosítása és modernizációja nélkül, így a rendelkezésre álló eszközök összehangolása és a fontossági sorrend felállítása érdekében az EU-nak és tagállamainak egyaránt el kell kötelezniük magukat e célkitűzés mellett. Mivel az egyre jobban összefonódó gazdasági ágazatok az ipar sikerességét jelentősen befolyásolják, az ipari stratégiát a gazdaság más területeire is ki kell terjeszteni. Az EU Bizottság az európai ipar versenyképességének hatékony előmozdítása érdekében több prioritást határozott meg stratégiai célkitűzésként, így kiemelten az ipar versenyképességének előtérbe helyezését minden szakpolitika terén. Prioritást élvez a piaci lehetőségek kiaknázását segítő modern infrastruktúra kialakítása, a vállalkozások és az innováció számára kedvező stabil, egyszerűsített, átlátható szabályozási keret biztosítása, a tőkepiacok integrálása, a képzési lehetőségek és a mobilitás javítása, valamint a szolgáltatási szektor belső piacának kiteljesítése. További cél az energiához és a nyersanyagokhoz való hozzáférés nemzetközi feltételeket tükröző, elérhető árakon történő biztosítása. Az EU a már meglévő finanszírozási források (COSME, Horizont 2020, Strukturális Alapok) kombinációjával, tagállami finanszírozás felhasználásával, a megszokott hitelnyújtási gyakorlat visszaállításával, alternatív finanszírozási források kialakításával, valamint az Európai Beruházási Bank által nyújtott célzott hitelekkel kívánja megteremteni az innováció, a beruházás és az újraiparosítás pénzügyi hátterét. Kiemelt szempont a KKV-szektor globális értékláncokba

történő integrálásának elősegítése a globális piacokhoz való, kedvezőbb versenyfeltételek melletti hozzáférése érdekében. Egészében véve pedig 2020-ra stratégiai cél, hogy az unió szintjén a GDP legalább 20%-a az iparból (ipari termelésből, gyártásból) származzon.

Az újraiparosítás a fentiek értelmében tehát a modernebb – a kor kihívásainak megfelelő – termelési szerkezetet és a magasabb hozzáadott értékű termelés irányába történő elmozdulást jelenti. Az e célok eléréséhez vezető eszközök magukban foglalják a versenyképes termékek előállítását és a termékekhez kapcsolódó szolgáltatások fejlesztését, a közigazgatás és az adminisztráció hatékonyságának javítását, a vállalkozások mobilitásának ösztönzését, a duális képzési rendszer és a K+F+I támogatását, az energia-és anyaghatékony felhasználást. Az ipari reneszánsz annál is inkább indokolt, mivel a modern infokommunikációs technológiák, a gyártó - és kapcsolódó logisztikai rendszerek egyre gyorsuló integrációs folyamatai radikális változásokat indítottak el az iparban, de egyúttal a gazdasági élet minden területén, beleértve a munkaerő-piac szerkezetének átstrukturálódását is.

Az EU újraiparosítási stratégiája szervesen összefügg a negyedik ipari forradalom jelenségével, amelyhez a folyamatos alkalmazkodás, valamint a kihívásoknak való megfelelés igénye az Unió 2017-ben megújított iparpolitikai stratégiájában is egyre erőteljesebben tükröződik.

A 2017 őszén, illetve 2018 első negyedévében bevezetésre tervezett kezdeményezéseket és cselekvési területeket az új stratégia hét fő témakörbe sorolja. A vállalkozások globális értékláncokba integrálódásának ösztönzése és a lakosság szükséges készségeinek, képzettségének fejlesztése a belső piac mélyítését, igazságosabbá tételét szolgálja. A digitális átmenet támogatása, az intelligens technológiák használatának terjesztése, az ipar kiberbiztonságának erősítése, a közös európai adattér létrehozása, az 5G akcióterv az ipar digitális kornak való megfeleltetését segíti elő. A körforgásos gazdaság területén a biogazdaság stratégia, a műanyagokra vonatkozó stratégia került bevezetésre, illetve több intézkedés a megújuló biológiai erőforrások előállításának javítására. Szigorítják a gépjárművek széndioxid-kibocsátására vonatkozó szabályozást, új cselekvési terv született az alternatív üzemanyagok felhasználására és az EU célzottan támogatja a vezető nélküli gépjárművek fejlesztésére irányuló kezdeményezéseket, valamint a kritikus fontosságú nyersanyagok listája is felülvizsgálatra kerül. Kiemelt szempont az innovációba és egyéb immateriális javakba való befektetéseket ösztönző, a jövő iparába történő beruházás, illetve a fenntartható finanszírozás új stratégiája szerint a magántőke hatékonyabb eljuttatása a fenntartható beruházásokhoz. Az ipari innováció helyben való támogatásához a start-up/scale-up, valamint adópolitikai és versenypolitikai kezdeményezések is tartoznak. A

kiegyensúlyozott és progresszív kereskedelempolitika erősítése érdekében kereskedelempolitikai megállapodások megkötését, a kereskedelemvédelmi eszközök modernizálását, a közvetlen külföldi befektetések átvilágítását helyezi fókuszba az EU. A megfelelő fejlődés érdekében kiemelt szerep jut a tagállamokkal, régiókkal, városokkal és a magánszektorral való partnerségeknek is. Ehhez a Bizottság a strukturális reform-programokhoz nyújtott támogatás és az intelligens szakosodási stratégia mellett az ún. beruházási követek rendszerét tervezi kialakítani és egy magas szintű ipari kerekasztal (High Level Industrial Roundtable) létrehozására is törekszik.

Ipar 4.0 és digitális gazdaság - kezdeményezések

Az újraiparosítási stratégiához szervesen kapcsolódik az EU 2016-os kezdeményezése, amely az európai digitális belső piac kialakítását tűzte ki célul. A program célja, hogy a KKV-k, a kutatás-fejlesztés, a hatóságok és a gazdaság egésze részére az új technológiák minél szélesebb körű elterjedését, használatát és alkalmazását elősegítse. Kulcsterületeken – 5G-kommunikációs hálózatok, felhőalapú szolgáltatások, adat-technológia, IoT, kiberbiztonság terén – a közös szabványosítás gyorsítását szorgalmazza, a nyilvános (hatósági) szolgáltatások modernizációját kiemelten kezeli. A tagállamok és a vállalkozások részvételével az EU a gazdaság digitalizálását támogató nemzeti és regionális kezdeményezések számára megfelelő irányítási struktúrát kíván kialakítani, az uniós Public-Private-Partnership-befektetések a középpontba kerülnek, egy uniós szintű technológiai kiválósági központ-hálózat (Digital Innovation Hubs) létrehozására pedig 500 millió EUR-t irányoz elő. Az IoT és a modern gyártástechnológia elterjedését nagyszabású pilot-projektekkel segíti elő az uniós stratégia (okos otthon, okos város, hálózatba kapcsolt gépjárművek, mobil egészségügyi szolgáltatások), amelynek része a szabad adatáramlást, a tiszta (adat-) tulajdonviszonyokat, autonóm rendszerek biztonsági és felelősségi viszonyait szabályozó előírások meghozatala, valamint a digitális kor által megkívánt képességek, készségek és szaktudás elsajátítását célzó szakmai képzések támogatása is. Kiemelten előtérbe került (2017-ig húsz intézkedés célozta) a digitális nyilvános szolgáltatások kérdésköre – többek között információk lehívását, segítségnyújtást, problémamegoldást biztosító központi digitális felület, cégregisztert, gazdálkodási kimutatásokat tartalmazó e-jogi portál, határokon átnyúló elektronikus egészségügyi szolgálat létrehozását tervezi az unió, emellett az elektronikus aláírásra és az e-(köz)beszerzésre történő átállást is szorgalmazza.

Ipar 4.0 – EU ROCE-szemléletű áttekintése

Az Ipar 4.0 közgazdasági oldalról történő megközelítésében elengedhetetlen megvizsgálni, milyen mértékű Ipar 4.0 célú beruházásokat szükséges Európának megtennie a következő időszakban.

Európa magas hozzáadott értékű termék- és szolgáltatáspalettával, automatizált termelőegységekkel, a gyártás kiválósági gyakorlatainak bevezetésével egyelőre a jelenlegi ipari szerkezetben is képes megőrizni versenyelőnyét az olcsó munkaerővel rendelkező országokkal szemben. Ugyanakkor az ipar gazdasági szabályainak megváltoztatására, ezáltal a dezindusztrializáció folyamatának megfordítására is lehetőség kínálkozik az Ipar 4.0 megvalósításával, mivel a magas minőségű szolgáltatások iránti kereslet növekedése az egyre komplexebb, ipart támogató tevékenységek megújulásával is együtt jár (Roland Berger 2014).

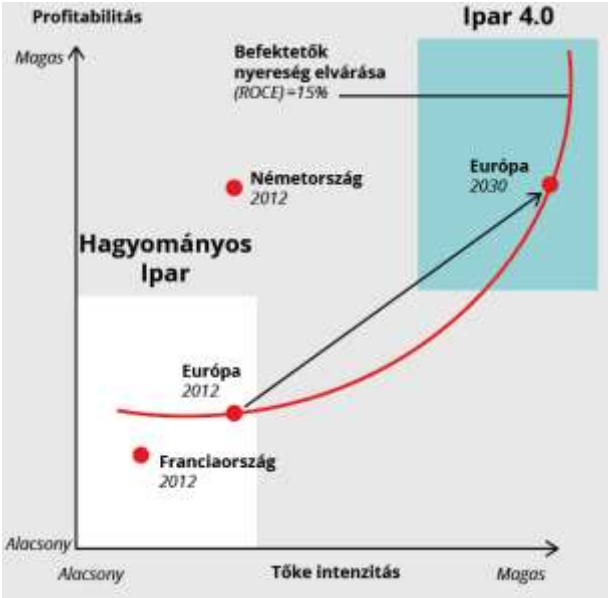
A világgazdaság vezető országai kapcsán már említettük a ROCE-szemléletű elemezést, ugyanezt Roland Berger tanulmánya (2014) Európára vonatkozóan is levezeti, feltételezve, hogy itt a beruházók befektetett tőke utáni elvárása évi 15%-os hozam (ROCE). A hagyományos iparszerkezetű országok mezőnyében (vízszintes tengely), ahová Franciaország, Spanyolország és Nagy-Britannia is tartozik, ezt a megtérülést alacsony tőkeintenzitású és csekély hozzáadott értékű termékek előállításával biztosítják. Így azonban – a beruházások elmaradása miatt – az iparági befektetett eszközök értéke csökken, a magas élőmunka-költség következtében pedig mind a profitabilitás, mind a versenyképesség is visszaesik.

Az Ipar 4.0 mezőben találhatók 2030-ra vetítve az élenjáró, nemzetközi gyakorlatot követő, versenyképes országok. Sikerességük abban rejlik, hogy – a mennyiségi termelés hatásait is kiaknázva – a legkorszerűbb automatizálási módokat alkalmazzák, ezáltal nagyobb marzsot érnek el, valamint tőkeigényük is megtérül.

A 19. ábra – összehasonlításként – Németország és Franciaország 2012. évi pozícióit vizsgálva megállapíthatjuk, a német ipar magasan a 15%-os ROCE görbe felett teljesített, ezáltal a kitermelt profitot a jövő tőkeigényes ipari technológiáiba fektethette. Franciaország ipara a jóval alacsonyabb marzs miatt kevésbé képes beruházások megvalósítására és a befektetett tőke sem térül meg az elvárt módon. Az ábrán 2012-ben Európa (mint gazdasági egység) is helyet kapott, a jelenből a kívánt jövőbe (2030) vezető elmozdulással. Ennek megvalósulása azonban csak akkor lehetséges, amennyiben Európa az elkövetkező 15 évben képes megvalósítani a becsült 1,3 milliárd EUR Ipar 4.0 célú befektetést. Mindez az említett kedvező technológiai hatásokkal párosulva, a tőkeáttétel optimális változásával a

profitabilitás növekedését is magával hozza. Európa azonban azonnali lépésre kényszerül, mivel az EU Bizottság már 2012-ben célul tűzte ki a jelenlegi európai átlagos 15%-os gyártóipari GDP részesedés 2020-ig 20%-ra történő növekedését.

19. ábra Ipar 4.0 és a profitabilitás



Forrás: Roland Berger (2016b) alapján saját szerkesztés

4.3.2 Németország a fejlődés élvonalában

Gazdasági háttér

Németország globálisan az egyetlen ország, amelynek sikerült az elmúlt 15 évben jelentősen javítania az ipar ROCE mutatóját, mely elsősorban a tudatos iparfejlesztési programjának köszönhető. A foglalkoztatottságban bekövetkezett kismértékű csökkenés (9%) ellenére, az ipari többletérték növekedése elérte a 80%-ot, az ipar által termelt profité pedig a 158%-ot. A beruházások és az értékcsökkenés mértéke megközelítőleg változatlan maradt az időszakban, miközben az eszközök hasznosulási sebessége javult és a berendezések kihasználtsága az 1998-as 85%-ról a 2014-ben 95%-ra nőtt. Ez a szervezettség, a tudatos viselkedés és működés jelentőségét mutatja. A befektetett tőke, miközben nagyjából állandó maradt, sokkal többet termel, mint 15 évvel ezelőtt. Ez a német ipari csoda.

Egy évtizeddel ezelőtt Németországot még több kihívás érintette hátrányosan: növekvő munkabérek és energiaköltségek, az infrastruktúra megújításának szükségessége, a szakképzett munkaerő hiánya.

A gépgyártás, autóipar és gépészet terén Németország régóta a világ élvonalában szerepelt, ipari megoldások nyújtása tekintetében is vezető pozícióban van. Ugyanakkor az országnak szembesülnie kellett azzal is, hogy a nemzetközi verseny egyre éleződik, egyre nagyobb

igény jelentkezik olyan gyártási technológiák iránt, amelyek a rugalmasabb és egyedi előállítást lehetővé teszik. A német gyártókra amiatt is nagy nyomás nehezedett, milyen mértékben tehetik értékláncaikat nemzetközivé, hogy a hazai termelés és innováció ne kerüljön veszélybe. A digitális gazdaság terén fennálló bizonyos gyenge pontok és hiányosságok azt is szükségessé tették, hogy a versenyképesség megtartása, további versenyelőnyökhöz jutás érdekében az ország olyan stratégiát dolgozzon ki, amely a digitális forradalom élmezőnyébe emeli (Huawei – HRI 2016).

A szövetségi kormány már 2006-ban meghirdette a High-Tech Stratégiát, – melyet 2014-ben illetve 2016-ban Új High-Tech Stratégia néven aktualizált – , melynek célja, hogy Németország a világ legfontosabb célpiacain vezető szerephez jusson és a legfontosabb jövőbeli területeken (digitalizáció) is vezetővé váljon.

Ipar 4.0 értelmezése

Az IoT jelenségben annak lehetőségét ismerték fel, amely segíti a termelés országon belül tartását, a munkahelyek megőrzését, illetve a CPPS-rendszerek hatékonyabbá teszik és erősítik a gyártási folyamatokat, az anyagmozgatást, a szállítói lánc menedzselését, amely az ipari műveletek egy új formáját jelenti.

A megoldást éppen ezért az Ipar 4.0 lehetőségeinek felismerése hozta meg, mely fogalmat és a hozzá kapcsolódó koncepciót a 2011. évi hannoveri vásáron ismertették először. Az ország most az Ipar 4.0 megoldások ipari szállítójává vált, köszönhetően olyan óriáscégeknek, mint a Siemens vagy a Bosch. Németország vonatkozó (High-Tech Stratégia 2006, 2014; Új High-Tech Stratégia 2016) stratégiájában az Ipar 4.0 megoldások adják annak eszközét, hogy fenntartsa a globális piacokon elért dominanciáját és ipari termelését állandó szinten tarthassa. Következésképpen Ipar 4.0 stratégiája egyszerre defenzív – a hazai termelés fenntartása, a nemzetközi piacokon fellépő válságok rugalmasabb kezelése érdekében és offenzív, annak biztosítására, hogy a szakértelem és know-how Németországban maradjon az exportmodell működése érdekében (Huawei – HRI 2016).

Platformok, kezdeményezések

A szövetségi kormány által és az általa irányított Plattform Industrie 4.0 közreműködésével kidolgozott hosszú távú stratégia a következő 5 alappillérre épül (European Commission 2017):

1) Definiálták és rangsorolták a kutatási és innovációs témákat, amelyeket tudatosan úgy választottak ki, hogy a gazdaság teljesítőképességét, az életminőség fenntartását és a jólét forrásait biztosítani tudják. Ezek a kiemelt kutatási témacsoportok: digitális

gazdaság és társadalom; hosszú távú gazdálkodás és energia; az innovatív munka világa; egészséges életmód; intelligens mobilitás; a civil biztonság.

A témákból most csak az elsőt emeljük ki. Azok az új termékeket és szolgáltatásokat létrehozó kulcstechnológiák állnak a középpontban, amelyeknek a bevezetésétől és piacra vitelétől a gazdaság versenyképessége függ. Nem meglepő módon ebben a digitalizációnak van a legjelentősebb szerepe, mert ez képes megteremteni a „jövő intelligens termelésében a hálózatosodás lehetőségét". E téren a KKV-k kiemelt segítségre szorulnak, hogy kifejlődjék náluk a bizalom az új technológiák iránt és képessé váljanak azok hasznosítására. Erre speciális kormányzati támogatási programok állnak rendelkezésre.

2) A gazdaság tudásképző szereplőinek (stakeholder-eknek), azaz az egyetemeknek, kutatóhelyeknek és a K+F tevékenységet folytató vállalatoknak jobb kapcsolódása egymáshoz mind nemzeti, mind nemzetközi téren az intézmények innovációs potenciáljának erősítése érdekében történik.
3) Németország innovációs dinamikájának fokozása azáltal, hogy a kutatás magas költségeit viselő nagyvállalatok mellett a KKV-k is egyre jobban kapcsolódjanak be ebbe a tevékenységbe. E célból a kormány mind anyagi, mind tanácsadói segítséget nyújtó programokat hirdet meg, illetve ezeket támogató hálózatokat hoz létre.
4) A szövetségi kormány innováció-barát keretfeltételeket kíván teremteni: a kockázati tőke kínálatának bővítésével, a hozzájutás előnyös feltételeinek kidolgozásával, kvalifikált munkatársak rendelkezésre állításával, a szabványok és normatívák nemzetköziesítésével.
5) Az utolsó pillér a szociális-kulturális dimenziót érinti. A tudományos programok és műszaki fejlesztések transzparenciája révén kívánja elősegíteni a társadalmi részvételt, mert az innovatív gazdaság alapja csak egy olyan társadalom lehet, amely pártolja az innovációt, elfogadja az új technológiákat és alkalmazza azokat.

A kormány úgy látja, hogy a megvalósítási „roadmap" sikerének kulcsa nemcsak konkrét kutatási témák keretkatalógusának meglétében, a triple helix szellemben kidolgozott implementációs stratégiákban, hanem a referenciaarchitektúrák kifejlesztésében, valamint a gazdasági szereplők közötti hálózatok és szövetségek kialakulásában játszott közvetítői szerep felvállalásában rejlik.

Egy, a német vállalatvezetők körében 2014-ben végzett felmérés (May-Strobl et al. 2015; Schröder et al. 2015) rávilágított azokra a területekre, ahol politikai támogatásra számítanak az Ipar 4.0 kezdeményezés érdekében. Kiemelt helyen szerepelt a kvalifikált munkaerő

oktatása és folyamatos továbbképzése, kompetitív adatvédelmi törvények alkotása, adókedvezmények megadása a vállalati beruházásokra, a nemzetközi szabványosítás elősegítése.

Ez utóbbi, nevezetesen a szabványosítás kérdésköre kifejezetten aktuális, mivel igen sok vállalkozás ebben az integrált Ipar 4.0-megoldások és alkalmazások előfeltételét látja. A szabványosítási feladatokat és folyamatokat (amelyek szorosan a kutatással is összekapcsolódnak) Németországban a Plattform Industrie 4.0 koordinálja, ugyanakkor a nehézkesebben születő döntések és a feladat komplexitása több vállalkozásra elijesztően hatnak, mások várakozó állásponton vannak. Az Ipar 4.0 további sikerének a kulcsa, hogy egységes szabványrendszer kerüljön bevezetésre, mivel más országok e téren már több eredményt is felmutathatnak. Olyan vállalatok, mint a Siemens, a Bosch vagy a Kuka, amelyek mind német, mind amerikai vagy japán kezdeményezésekben is képviseltetik magukat, valamint az Industrial Internet Consortium (IIC - USA) tagjai is felismerték, hogy a szabványokat nem izoláltan, hanem közös erővel – azaz nemzetközi szinten – érdemes (és szükséges) kidolgozni (Kagermann et al. 2016).

A Plattform Industrie 4.0 mellett a kormány több, jelentős, az ipar digitális átalakulását előmozdító intézkedést is hozott a közelmúltban. Ezek közé tartozik a KKV-kör felkészítése, a technológia transzfer biztosítása a kis-és középvállalkozások számára az Ipar 4.0 kapcsán, amelyet többek között teszt-laboratóriumok, kompetencia-központok létrehozásával erősítenek. Érvényesül a „best practices" elv, a technológia transzfert a BMWi (gazdasági minisztérium) is támogatja mobil üzleti alkalmazásokra fókuszáló kezdeményezésével.

Kiemelendő a nemzeti IUNO-projekt[28], amely az Ipar 4.0 folyamatban az információ-technológiai biztonságra koncentrál. A projekt célja, hogy ipari alkalmazási területen az IT-biztonsági kihívásokra megoldást találjanak, ezáltal feloldják többek közt a KKV-k félelmeit is a digitális átalakulásban rejlő gazdasági kockázatoktól.

Nemzetközi összehasonlítás szempontjából meg kell jegyezni, hogy Németország az Ipar 4.0 kapcsán elsődlegesen erőteljes technológia-orientáltságával tűnik ki, azaz a technológiák fejlesztése és technológiai víziók állnak a fókuszban. Ugyanakkor a közelmúlt kezdeményezései fejlesztési koncepciójukat a műszaki és üzleti területeken túl kiterjesztették társadalmi, jogi és etikai területekre is. A Munkaügyi Minisztérium meghirdette a „Foglalkoztatás-biztonsági és Egészségügyi Stratégia 4.0"-t, valamint

[28] https://iuno-projekt.de/

szabályozást vezetett be a munkavállalói adatok védelme érdekében. Az Oktatásügyi és Kutatási Minisztérium létrehozta az „Internet Institute for the Networked Society" alapítványt, melynek küldetése, hogy a digitalizáció folyamatában és a társadalomban bekövetkező változásokat folyamatosan elemezze és értékelje (Huawei – HRI 2016).
A központi kormányzati kezdeményezések és intézkedések mellett az egyes szövetségi tartományok is aktív részt vállalnak az Ipar 4.0 célkitűzéseinek és feladatainak végrehajtásában.

4.3.3 Svájc az abszolút élmezőnyben

Gazdasági háttér

Évek óta egyöntetűen Svájc vezeti valamennyi monitoring-elemző és tanácsadó cég világ- és európai rangsorát, akár a versenyképességről, akár az innovációs képességről van szó (v.ö. 4.1 Ipar 4.0 releváns makrogazdasági mutatók). Minden a vállalkozásokon, s azon a képességükön múlik, hogy felismerjék és tudatosítsák, hogy az erős gazdasági pozíciójuk fenntartása a nemzetközi trendek elfogadásán és a nekik való megfelelésen múlik. A tények azt mutatják, hogy ezt meg is teszik. Ennek ellenére a Deloitte (2014) felmérése kimutatta, hogy az Ipar 4.0 szempontjából még jelentős tere van a digitális transzformációhoz való alkalmazkodásnak és a továbblépésnek. Ennek legfontosabb pontjaira mutatok rá a következőkben, melyek ugyan elsősorban Svájra vonatkoznak, de úgyvélem általános érvényűek.

- A versenyképesség további növelése. Általános az a nézet, hogy a digitalizáció segíti a versenyképesség erősítését. Sőt, még ott is megkerülhetetlen követelményként fogják fel az új technológiák bevezetését, ahol erre még nem vagy csak kisebb mértékben került sor. Ez vonatkozik az alacsony bérszínvonalú országokba telepített vállalatokra is. Svájc esetében az *offshoring* elsődleges indoka a feltörekvő piacok közelében való termelés és kevésbé az alacsonyabb bérezésből fakadó megtakarítások voltak. A digitalizáció révén mindezek a termelési egységek *globális értéklánci hálózatba* köthetők.
- A lehetőségek kiaknázása és a kockázatok csökkentése. A lehetőségek *az új típusú adatgyűjtésen és -elemzésen, valamint a gép-gép közti adatcserén* alapulva az ügyféligények rugalmas kiszolgálásában rejlenek, mind a tervezés, mind a gyártáás során. A svájci vállalkozók különösen érzékenyek az új technológiák kiber-kockázataira, s aktívan foglalkoznak ezek csökkentésével.
- Az emberi és az informatikai erőforrások harmonizálása. Az itt is jelentkező szakemberhiány sok vállalatnál nehezíti az átállást az Ipar 4.0-ra. Még *a KKV-k vannak*

az előnyösebb helyzetben nagyvállalatokhoz képest a szükséges új infrastruktúra akár az alapokról való felépítését illetően.

- Az új lehetőségek kihasználása valamennyi vállalati egységnél. A K+F, a beszerzés, a gyártás, a készletezés, logisztika, a belső szolgáltató egységek az elsődleges célterületek, hogy a hagyományosan jó hírű svájci *ügyfél-orientáltság* még jobban érvényesüljön. A felismerés adott, hogy a „push-to-market" szemlélet helyett az „pull-from-client" irány a mérvadó a jövőre nézve.
- Az ún. exponenciális technológiák katalizátor szerepének kihasználása. Általános vélekedés szerint itt az *„additive manufacturing"(additív gyártás) és a „3D printing"* (3D nyomtatás) játsszák a kulcsszerepet. Jelentős a szándék ezen a téren komoly beruházások végrehajtására.

Ipar 4.0 értelmezése

Svájc 2012-ben indította el saját Ipar 4.0 kezdeményezését. A svájci modell sok téren hasonlít a németországira, így az értéklánc mentén a digitalizálás és hálózatosodás kiemelt szerephez jut a folyamatok szervezésének és irányításának optimalizálása céljából. Nem csupán az IKT-technológiák gyártási rendszerekben történő alkalmazásáról szól, hanem a jelen és jövőbeli technológiák generálta ipari változások koncepciója is egyben, az értékláncon belüli intelligens gyár víziója. Az Ipar 4.0 fogalma kiterjed az okos termékek előállításán kívül az új szolgáltatások piacra vitelére és új üzleti modellek bevezetésére.

Platformok és kezdeményezések

Szakmai-ágazati szövetségek (eredetileg négy: Electrosuisse, asut, Swissmem, SwissT.net, jelenleg három: asut, Swissmem, SwissT.net) – felismerve az Ipar 4.0 jelentőségét – egy központosított és gazdaságvezérelt kezdeményezést indított „Industrie 2025" néven, amely a svájci ipar hosszú távú átalakulását, fejlődését kívánja elősegíteni. Kiemelt célkitűzés a vállalkozások versenyképességének megőrzése, fejlesztése valamint a munkahelyek biztosítása. Információs fórum, online-platform működtetése, piac-és trendfigyelés, tudásépítés, különböző tevékenységek koordinálása képezi az Industrie 2025 fő feladatkörét. A platform több munkacsoportot is működtet (digitális üzleti modellek, smart data, CPS alapú automatizálás, belépés az Ipar 4.0-ba, fogalmak és szabványok terén) és partnerei között számos svájci és nemzetközi vállalkozást, szövetséget találhatunk.

Az Ipar 4.0 felkészülési folyamatban azonban nem csak a vállalkozói-ipari oldal, de az állam is szerepet vállal. Már 2012-ben meghirdetésre került az információs társadalom fejlesztésére vonatkozó kormányzati stratégia, amelyet 2015-2019 közötti választási

ciklushoz kapcsolódóan a 2016-ban kiadott Digitális Svájc stratégiai program (Strategie Digitale Schweiz[29]) váltott fel. A stratégia főbb akcióterületei a digitális gazdaság, a tudástársadalom fejlesztése, az innováció ösztönzése, adatok és elektronikus tartalmak megfelelő kezelése, e-kormányzat és e-egészségügy, valamint a politikai részvétel új formáinak kialakítása (média, digitális alkalmazások segítségével).

4.3.4 Ausztria a szárnyaló gazdaság

Gazdasági háttér

Ausztria centrum ország, ipari termelése dominánsan fejlődik továbbá a RB Index alapján az Éllovasok táborába tartozik. Térbeli közelsége mellett Stehrer és Stöllinger (2015) a közép-európai feldolgozóipar magterületéhez sorolja, így vizsgálata hasznos tapasztalatokat eredményez. Komoly ipari hagyományokkal rendelkezik, melynek alapját a bányászat és a vasgyártás, valamint az erre alapozott további iparágak adják. A 20. századi feldolgozóipari problémákat a csúcstechnológiák intenzív alkalmazásával hárították el, az ezredfordulóra a feldolgozóipar és az ipari-szolgáltatási ágazat teljesítménye is jelentősen megnövekedett (AWS 2006). Napjainkra az ipari profil is átalakult; az anyagmentes termelési érték növelése érdekében egyes iparágak bizonyos szolgáltatásokat (pl. K+F) is beépítettek tevékenységi körükbe, a globális verseny és a termék-életciklus rövidülése pedig az ipari és a szolgáltatási szektor közötti munkamegosztás erősödését igényelte (Schneider, 2015).

A 2012-2014-es évek gazdasági növekedésének megtorpanását követően, 2015-től egyre nagyobb ütemben nő az osztrák gazdaság (2017-ben 2,9%-os volt a növekedés) és ez a tendencia a következő években is folytatódni látszik. Ausztria gazdaságának fejlődése a nemzetközi összehasonlításokban is kimagasló: 2017-ben a GDP reálértékének 2,9%-os növekedésével sikerült maga mögé utasítania többek között az USA-t (2,3%), Japánt (1,6%) és Németországot (2,2%) is. Az ágazati megosztásban az ipar évek óta 28% körüli értékben járul hozzá a GDP-hez, míg a szolgáltatások dominanciája egyre fokozódik (2014 óta folyamatosan 70% fölötti az aránya), a mezőgazdaság pedig fokozatosan visszaszorul (2017-ben 1,2%). Az osztrák gazdaságban a kis- és középvállalatok dominálnak, hiszen 2017-ben a nagyvállalatok (a legalább 250 főt foglalkoztatók) csupán 0,2%-át tették ki a vállalati szektornak.

Ausztria lenyűgöző gazdasági fejlődésének hátterében az egyre fokozódó ipari termelés áll: 2017. júniusában az ipari termelés közel 5%-kal haladta meg az egy évvel korábbi szintet.

[29] www.digitaleschweiz.ch

Az ipari növekedés egyik motorja az erős exporttevékenység (2017-ben 141,9 milliárd euró, ami 8,2%-os növekedés volt az előző évhez viszonyítva). Így érthető, hogy a világkereskedelem – azon belül is elsősorban Nyugat-Európa kereskedelmének – fellendülése pozitív hatással van az osztrák gazdaságra. Az ipari termelés növekedésének másik kulcsa az osztrák termékek versenyképessége. Az osztrák ipar által előállított termékek világviszonylatban versenyképesek és keresettek, melynek magyarázata, hogy Ausztria hagyományosan sokat költ beruházásokra (2016-ban Ausztria a GDP 23%-át, míg Németországban csak 20%-át). Egy 2015-ben végzett felmérés szerint az osztrák vállalatok átlagosan éves forgalmuknak 3,8%-át tervezik Ipar 4.0 megoldásokba fektetni 2020-ig, amitől éves szinten átlagosan 3,7%-os hatékonyságnövekedést és 2,6%-os gyártási költségcsökkenést várnak. Mindezek alapján éves szinten átlagosan 3 milliárd EUR becsülhető az a többletforgalom, amit a digitalizáció nyújtotta megoldásokra lehet visszavezetni. Ausztriában a kutatás-fejlesztési (K+F) kiadások magasak, 2014 óta meghaladják az Európai Unió 2020-ra kitűzött 3%-os GDP-hez viszonyított szintjét. 2017-ben 11,4 milliárd EUR-t költöttöttek K+F-re, ami a GDP 3,16%-át tette ki. (ORF, 2017)

Ipar 4.0 értelmezése

Az osztrák Ipar 4.0 definíció lényegében egybeesik a némettel. Vagyis a legmodernebb információs és kommunikációs technológiáknak a fizikai termékkel és folyamatokkal való integrációja áll a középpontban, azzal a megközelítésbeli különbséggel, hogy Ausztriában nagy hangsúlyt helyeznek az ipari digitalizáció társadalmi és szociális hatásaira is. Így az osztrák Ipar 4.0 értelmezéshéhez gyakran kapcsolódnak olyan témák, mint új vevői értékek létrehozása, új üzleti modellek kialakítása, új piacok megnyitása, valamint a foglalkoztatottság szerkezetének (át)alakulása. Ausztria az ipar digitalizációjára úgy tekint, mint a tudásintenzív gyártás Európába való visszahozásának egyik legfontosabb eszközére, lehetőségére. Ennek megfelelően a digitalizáció kihívására egy olyan stratégiát dolgozott ki, amelynek középpontjában a társadalom áll, és amelyben a társadalom széles körének biztosítani kívánja, hogy a digitalizáció adta előnyöket kihasználhassa. Az Ipar 4.0 Ausztria részére a termelékenység további növekedésének potenciálját is jelenti. 2025-ig mintegy 86 milliárd EUR-t kitevő termelésnövekedéssel számol az ország, amelyhez alapfeltétel a K+F+I tevékenységbe történő jövőorientált befektetések megléte. A kormány hosszú távú célja, a jövőben az összekötő kapocs (hídfő) szerepének betöltése Ázsia, Közép- és Kelet-Európa számára. (Probst et al. 2018)

Platformok, kezdeményezések

Az osztrák digitalizációs program aktív kezdeményezője volt a Közlekedési, Innovációs és Technológiai Minisztérium (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, BMVIT), hiszen felismerve az internet fontosságát, 2014-ben meghirdette a Szélessávú stratégia 2020 (Breitbandstrategie 2020) programot. A program célja, hogy a gyors internet széleskörű (99%-os lakossági lefedettség), lépcsőzetes kiépítésével Ausztria a vezető IKT országok között legyen. Az osztrák vállalatok által előállított termékek hosszútávú versenyképességének és az osztrák munkahelyek biztosítása érdekében a kormány olyan célzott programokat indított, mint például a „Jövő gyártása" (Produktion der Zukunft) kezdeményezés, amely az elmúlt 7 évben 27. alkalommal került idén kírásra. A programnak olyan stratégiai céljai vannak, mint a termékinnováció elősegítése (például demonstrációs termelési és logisztikai rendszerek létesítésének támogatása), a kutatóintézetek kutatási szakértelmének kiépítése (például doktori és professzori ösztöndíjak), valamint az európai és nemzetközi együttműködések és hálózatok támogatása. Az Ausztriai Kutatástámogatási Hivatal (Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft) ilyen és ehhez hasonló programok keretében évente 120 milliárd EUR-al támogatja az Ipar 4.0 témához kacsolódó kezdeményezéseket.

A nemzeti Ipar 4.0 platform, „Ipar 4.0 Ausztria – Platform az intelligens gyártásért" néven (Industrie 4.0 Österreich – die Plattform für intelligente Produktion) a BMVIT 2014-es kezdeményésre 2015-ben indulhatott el és kezdhette meg az operatív működését. A fontos társadalmi, gazdasági, politikai és tudományos szereplőket magába tömörítő szövetség a következő tevékenységekre helyezi a hangsúlyt:

- az osztrák termelési szektor dinamikus fejlődésének biztosítása;
- a kutatás, innováció és képzések előmozdítása;
- magasan szakképzett munkaerő kialakítása;
- a foglalkoztatottság magas szintjének elérése.

A tanácsadói testületként működő egyesülés feladati közé tartozik a szakmai munkacsoportok kialakításán, a stratégiai célok és fókuszterületek meghatározásán, továbbá a témához kapcsolódó tanulmányok készítésén túl a nemzeti, regionális és nemzetközi K+F együttműködések előmozdítása is. A platform amellett, hogy segíti a digitalizáció megvalósítását és egyesíti az osztrák Ipar 4.0 közösséget, Auszria hosszútávú versenyképességét kívánja előmozdítani az innovatív ipari termelés és a magasan képzett munkaerő biztosításával.

4.3.5 USA az ipari relokáció stratégája

Gazdasági háttér és digitalizációs felkészültség

A világgazdaság éves jövedelmének mintegy 20%-át az USA adja, ezáltal a világ legjelentősebb gazdasága. Ágazati megosztás szerint az Egyesült Államokban a szolgáltatási szektor kiemelkedő dominanciája mellett (a GDP 78%-át biztosítja), az ipar 20%-ban, a mezőgazdasági termelés 1%-ban járul hozzá a GDP-hez (Kagermann et al. 2016).

Az iparosodási index viszonylag alacsony értéke (17% volt 2014-ben) az ipari termelés korábbi nagyarányú Kínába és Mexikóba való kihelyezésével magyarázható. Abszolút értékben az ipari termelés 2,16 milliárd EUR-os értéke közel háromszorosa a német ipar hasonló adatának és csak Kína szárnyalta túl a maga 2,75 milliárd EUR-os, a gyártóipar többletértékére vonatkozó adatával. A helyzet árnyoldala az, hogy szemben Kína 160 milliós létszámú ipari foglalkoztatottjával, az USA-ban csak 13,4 millió ember dolgozik az iparban. A foglalkoztatási ráta közel 30%-kal csökkent 2000 és 2014 között, több mint 5 millió munkahely szűnt meg. Például a Ford, a GM és a Chrysler együtt több mint 100.000 munkahelyet számolt fel, ami a beszállítókkal együtt közel félmilliós csökkenést hozott. Közben azonban a beruházási kedv erős maradt az ipari szektorban, a befektetett tőke megduplázódott 2000 és 2014 között. A modernizáció, az automatizálás, a robotok térhódítása és a magas munkatermelékenység (40% körüli érték) a profitot 54%-kal emelték meg (Roland Berger 2016b).

Az USA bizonyos mértékig az automatizálás útját követte, a termelékenység növelésére és a modernizációra fókuszálva, viszont a beruházások szintje túl magas a generált többletértékhez képest, ennek eredményeképpen a ROCE nem javult. A feladat tehát az iparral kapcsolatban a következő: a többletérték növelése és a modernizált tárgyi eszközök jobb kihasználása. Ez volt Obama elnök már 2011-ben meghirdetett politikája („*Advanced Manufacturing Partnership*”), amelynek célja a hazai gyártók helyzetbe hozása, a többletérték növelése, az ipari termelés relokációja és országosan minőségi, jól képzett munkaerőt kívánó munkahelyek létrehozása volt (Huawei – HRI 2016).

„Készen állnak-e az amerikai gyártó vállalatok a digitális átállásra?” tette fel a kérdést *Capgemini Consulting* egy tanulmánya (Capgemini 2012), amelyet a gyártóipar előtt álló digitális transzformáció előrehaladásáról készített. 2012-ben azt állapították meg, hogy a gyártó vállalatok többsége még figyelmen kívül hagyta, vagy egyenesen tagadta a digitális fordulat jelentőségét. Két évvel később viszont – amikor a *Capgemini és az MIT Center for Digital Business* közösen egy kutatási programot végeztek el a digitális transzformáció

különböző iparágakban tapasztalható állapotáról – a helyzet már alapvetően megváltozott[30]. A vállalatok túlnyomó többsége már elismerte a digitalizáció szükségességét (Capgemini 2014). Felismerték, hogy a digitális transzformáció szükséges a fenntartható versenyképesség biztosításához és ez lesz a nyereséges növekedés fő hajtóereje közép- és hosszú távon. Elsőként a legjobban teljesítő gyártó vállalatok kezdték el a digitális transzformációban rejlő üzleti potenciál kihasználását. Ez alapvetően változtatta meg a szektorra jellemző „játékszabályokat". Később csatlakoztak hozzájuk az innovációra fókuszáló vállalatok. Megjelent és terjedni kezdetek a kiber-fizikai termelő rendszerek.

Mégis, a Capgemini szerint, ebben az időben – még a felismert igények ellenére is – az átlagos gyártó vállalat digitálisan csak „kezdő" vagy „tanuló". A digitális érettség szintje még nagyon alacsony az üzleti modell, a digitális gyakorlat, a menedzsment gyakorlat és a digitális képességek dimenzióiban (20. ábra). Csak egyes speciális faktoroknál, mint például a működési kiválóság (*operational excellence*) találkozhatunk azzal, hogy a többség valóban elindult a digitális világ irányába.

20. ábra A digitális érettség dashboard-ja a gyártóiparban

Forrás: Capgemini (2014, 31) alapján saját szerkesztés

[30] A bemutatott felmérési eredmények a különböző iparágakban a digitális érettség színvonalára vonatkozóan végzett szakértői becslés adatait összegzik. Összesen 30 ország (> 1 milliárd USD árbevétellel rendelkező) 391 nagyvállalatának felsővezetői körében végrehajtott 459 interjú volt az információgyűjtés alapja, amelyek közül mintegy 50 számítható a gyártóiparba, ami a jelen tanulmányban a légi járművek gyártását, az autóipart és az ipari termékek gyártását fedi el.

A vizsgált vállalatok egy kis részére azonban már igaz, hogy valamennyi dimenzióban jelentős haladást értek el. Ezek az úttörők azok, akik a versenyelőnyt megszerzik, míg a többiekre nehezedő nyomás a felzárkózásra várhatóan egyre nagyobb lesz. Ehhez a felzárkózáshoz a digitalizáció víziójára, specifikus irányítási modelljére (*governance*) és hozzáillő irányításra (*leadership*) van szükség.

Az Ipar 4.0 értelmezése

Az Ipar 4.0 fogalma az USA-ban kevésbé elterjedt[31], helyette az „Internet of Industrial Things" (IoIT) vagy „Industrial Internet" esetleg „Smart Production" kifejezések használatosak, amely azt jelzi, hogy az új ipari forradalmat egyik fontos technológiai vetületével, az IoT-vel azonosítják. Az ipari-vállalkozói kezdeményezésre indult platform, az Industrial Internet Consortium (IIC) azzal érvel, hogy az „ipari internet" kifejezés – azaz internetes megoldások keresése ipari rendszerekre – sokkal pontosabb és egyértelműbb. Az értelmezés fókuszában is jelentős különbségek mutatkoznak, a valóban az iparra összpontosító német kifejezéssel ellentétben az USA-ban az ipari internet tárgykörét jóval szélesebb palettán értelmezik, így ide sorolják az energia-szektort, az egészségügyet, a gyártást, a közszférát valamint a közlekedést-szállítmányozást, és az interoperabilitás jelentőségét hangsúlyozzák. Valamelyest szűkítve a kört, termelő vállalkozások esetében különösen a termelési lánc optimalizálását és a műszaki innováció fejlesztését hozzák a fogalommal összefüggésbe. Az amerikai vállalkozások ezen kívül új üzleti modellek és úgynevezett okos szolgáltatások (Smart Services) létrehozásában érdekeltek. Az Ipar 4.0 kapcsán jelentkező értelmezésbeli eltérésekben a német technológia-orientált gondolkodásmód és az alapvetően piacorientált amerikai gondolkodás különbsége is megmutatkozik. Úgy vélem ez a legholisztikusabb és így a leginkább ökoszisztéma alapú szemlélet.

A témával az USA-ban jobbára csak szakmai és politikai körökben foglalkoznak, a közvélemény kevésbé tájékozott benne, s beleértenek minden innovatív ágazatot, mint a nanotechnológiát, biológiát és kémiát is (Huawei – HRI 2016).

Platformok és kezdeményezések

Míg Németországban az Ipar 4.0 kérdéskörét 2011 óta különböző fórumokon vitatják, és a német gazdaság jövőbeli versenyképességét közvetlenül összekapcsolják vele, az USA-ban

[31] Az Amerikai Egyesült Államokban az általunk emlegetett első két ipari forradalmat együttesen tekintik az elsőnek, így az Ipar 4.0 jelenséget a harmadik ipari forradalomként értelmezik (Huawei – HRI 2016).

hasonló nagyságrendű kezdeményezés csak 2014-ben, az Industrial Internet Consortium létrejöttével és ipari kezdeményezésre történt, az amerikai kormány számára ez az irányvonal nem tartozik a kulcsterületek körébe. Németországgal, Kínával és Japánnal ellentétben kormánypolitikai szempontból az ipari internet kérdésköre kevésbé szervezett, jóllehet – a japán helyzethez hasonlóan –, az IIC mellett létezik állami kezdeményezés is. Az elnöki tanácsadói szerepben működő *National Science and Technology Council* hívta fel először a figyelmet a kialakult hátrányos helyzetre és sürgette az új termelési technológiák bevezetését, az üzleti paradigmaváltás a szükségességét. A termékek ciklusidejének rövidítése, az olaj- és gázimportól való függőségnek csökkentése, a K+F tevékenység erősítése a fenti célokon kívül már kiemelt prioritást képeztek az Advanced Manufacturing Partnership (Manufacturing USA 2014) elnöki program keretében.

A K+F aktivitás vonatkozásában a programon belül 2013 óta működik – immár a magánszektor részvételével is – a „National Network for Manufacturing Innovation" (NNMI) kutatási program. Ennek országosan 7 NNMI központja van, amelyek össze vannak kötve egymással, de mindegyik saját specializált kutatási programmal rendelkezik *a technológiák, a gyártási folyamatok, a termékek és a képzés* területén. A célkitűzés azonban itt is általánosabb és kevésbé az Ipar 4.0 stratégiáját követi, inkább elsősorban az USA gyártóüzemei versenyképességének növelése élvez prioritást. Az NNMI keretében létrejött innovációs központok közül jelenleg egyetlen, a Digital Manufacturing and Design Innovation Institute (DMDII) mutat fel egyértelmű, konkrét és közvetlen kapcsolódást az Ipar 4.0 témához és támogatja az együttműködő vállalkozásokat az Ipar 4.0 célkitűzések és feladatok végrehajtásában, adaptálásában (Kagermann et al. 2016).

Az ipar oldaláról Industrial Internet Consortium (IIC) néven indult kezdeményezés 200 nagyvállalat (köztük GE, AT&T, Cisco, IBM), egyetem, kutatóhely és 26 szövetségi állam részvételével 2014-ben. Platformszerű működésével az IKT fejlesztése és széleskörű bevezetése mellett, a legjobb ipari gyakorlatok („best practice") kikísérletezése és új üzleti modellek kutatása az elsődleges cél. Hangsúlyt fektet emellett az interoperabilitásra fókuszáló referenciaarchitektúrák létrehozására is. Tapasztalatcsere érdekében fórumként és ötletkatalizátorként is funkcionál. Az IIC célkitűzésében azonban megkülönbözteti magát a német, japán vagy kínai – elsősorban nemzeti – Ipar 4.0 kezdeményezésektől: nemzetközi, globális szervezetként, az ipari internet-megoldások terjesztésében az egyes nemzeti platformokat és koncepciókat támogató, kiegészítő együttműködő partnerként kíván működni.

A különböző konzorciumok nem versenyeznek egymással, inkább egymás tevékenységét támogatják egyrészt tapasztalatcsere céljából, másrészt abból a megfontolásból, hogy az Ipar 4.0 fejlesztési folyamatban a stratégia megvalósítására egyetlen kezdeményezés nem elegendő. Így az Ipar 4.0-t közösen, együttesen megoldandó feladatként értelmezik.

4.3.6 Japán: az ipari növekedést újraindító stratégia

Gazdasági háttér

Jóllehet, sokszínű gazdaságával Japán az USA és Kína mögött a világ harmadik legnagyobb nemzetgazdasága, és (Németországhoz hasonlóan) nagy múltú, erős ipari bázissal rendelkezik, az ipari többletérték több mint 40%-kal csökkent tíz év alatt, az ország kétmillió ipari munkahelyet vesztett több mint 80%-os profitcsökkenés mellett. Ugyanebben az időszakban a beruházási „hiány" elérte a 160 milliárd EUR-t. Az elkerülhetetlen dezindusztrializáció Kína közelségének a következménye, ahová számos ipari gyártó helyezte át a termelést; az erős yen visszafogta az exportot, a versenyképesség csökkenését a demográfiai visszaesés súlyosbította, mely végül a ROCE éles zuhanásához vezetett. A dezindusztrializáció megállítására Japán 2015-ös év közepén indítva el Ipar 4.0 programját. Figyelembe véve az automatizáltság szintjét, az Ipar 4.0-nak oda kell vezetnie, hogy Japán visszanyerje versenyképességét és rugalmasságát. Az Ipar 4.0 különösen alkalmas arra, hogy megfordítsa a fiatalok érdektelenségét az ipar iránt, és ellentételezze a demográfiai hiányt a gyári munka minőségébe való beruházások élénkítése révén. Végsősorban, az erős nemzetközi reputációval bíró japán cégek számára elemi fontosságú, hogy országuk ismét versenyképes ipari bázissal rendelkezzék, például a termelés hazatelepítésével (Roland Berger 2016b).

Az Ipar 4.0 értelmezése

Az Ipar 4.0 fogalom megközelítését illetően Japánban egyelőre nem egységes az értelmezés. Természetesen a gyártás automatizálását kulcsfontosságú tényezőnek tekintik a hálózati technológiák és az intelligens gyártás mellett. Ugyanakkor a megkérdezett szakemberek jelentős része új üzleti modellek kialakítására is értelmezi az Ipar 4.0-t, ezen kívül a biztonság, adat-analízis, autonóm rendszerek, gépek közti kommunikáció vagy vizualizálás vonatkozásában is fontosnak tartják. Mindez azt jelenti, hogy Japánban a németekkel (és Kínával) ellentétben az Ipar 4.0 nem kizárólag az ipari folyamatokra fókuszál.

Platformok és kezdeményezések

Japánban az Ipar 4.0 *központi témája „a dolgok internete" (IoT),* nem titkolt módon versenyre kelve a kínai Internet Plus programmal. Érdekes módon a hajtóerőt kezdetben nem elsősorban az állam, hanem a magánszektor jelentette. Az élen a Hitachi és a Fujitsu járnak. 2015-ben Japán vállalatok és szakmai szervezetek egy konzorciumot is alapítottak „Industrial Value Chain Initiative" néven. Cél a nagyvállalatok mellett *a KKV-ket is egyre inkább bevonni* a termelési együttműködési hálózatokba. Az értéklánc ilyen módon lehetővé váló optimalizálásának feltétele *a szabványosításban és informatikai biztonság terén való fejlődés*, amelynek Japán az egyik élharcosa.

Kormánypolitika szintjén is megjelent az Ipar 4.0 az IKT stratégiaként szolgáló „Smart Japan" kezdeményezésben. A fő területei az *e-kormányzat, az okos városok és az okos mezőgazdaság, de magában foglalja a gyártóipar hálózatosodásának* elősegítését is.

Japánban nagyon erős a K+F tevékenység: az anyagtudományi eredmények és a félvezetők kutatása, a robotika, a járműipari fejlesztések a legjelentősebbek. Nagyon erős a nemzeti kötődés ezen a téren: előnyben részesítik a házon belüli kutatásokat akár a nemzetközi konzorciális együttműködésnél is (ez az ún. „not invented here" szindróma). Nemcsak ezen a téren, hanem a teljes vállalati kultúra és működési modell viszonylatában is megújulásra, modernizációra van szükség.

A gyártóipar társadalmi imázsa igen nagy Japánban. Az ország a robotikában látja a legfőbb versenyelőnyét, ahol valóban szuperhatalomnak[32] tekinthető. Nem véletlen, hogy külön *robotstratégiával* (RRI) is rendelkezik. Ez a robottechnika következő 3 fő fejlődési trendjét veszi alapul: a robotok működése a rutintevékenységek végzésétől az *autonóm működés* irányába mutat, amelynek alapja a tanulási képességük, nem egyetlen adatforrás irányítja őket, hanem maguk is *információs terminállá alakulnak át* (számítógépet vagy okostelefont is helyettesítve), *hálózatokba is kapcsolhatók*, így rendszer-szinten is alkalmassá válnak feladatvégzésre.

A robotstratégia alappilérei szerint Japánnak világviszonylatban meg kell őriznie a robottechnika innovációs központjaként betöltött szerepét, olyan társadalmi környezetet és hozzáállást kell kialakítani, amely robotok alkalmazására a mindennapi élet minden területén alkalmas, valamint fontos, hogy a robotok hálózatba integrálása, a robotbarát világ IoT korszakba átvezetése japán irányítással történjen (Huawei – HRI 2016).

---

[32] A világ ipari robotgyártásának 50%-át Japán adja és a működő robotok 23%-át itt alkalmazzák.

Az Ipar 4.0 kapcsán – a németekhez hasonlóan – a fejlesztési folyamatban kulcskérdés a szabványosítás. A nemzetközi szabványokat Japán fontos eszköznek tekinti a globális piacon való jelenléthez. Az Ipar 4.0 szempontjából releváns technológiai területek a nemzetközi szabványosítás tárgyát képezik, így például az alkalmazásprogramozási felületek (API), referencia(minta)-modellek szabványosítását kifejezetten szorgalmazzák, de a relatíve egységes terminológiát is fontosnak tartják. A nem nyílt szabványokban ugyanakkor a versenytársakkal szemben versenyelőnyt is látnak. Az Ipar 4.0 folyamatában Japán egy megoldásokat kínáló, nyílt ökoszisztémát kíván kialakítani az ipari szférában, ahol a legtöbb terméket nem kizárólag egyetlen vállalat gyárthatja, a szabványok hiánya viszont egyelőre a vállalkozások befektetési hajlandóságát csökkenti.

A releváns műszaki területek jó lehetőséget kínálnak a különböző együttműködési formákra, bár néhányan ezt kevésbé szorgalmazzák, mivel tudásvesztés, termékkalózkodás, a kontroll elveszítésének kockázatától tartanak. Ugyanakkor az új üzleti modellek, a K+F és a képzés területén kiemelt szerep jut az együttműködésnek, illetve a nemzetközi kooperációkat is fontosnak ítélik meg, többek között a szabványosítás előmozdítása valamint a nagyobb innovációs erő érdekében.

Mind hazai, mind nemzetközi színtéren nagy jelentőséget tulajdonítanak azonban a japán vállalkozások a képzési-oktatási intézményekkel, minisztériumokkal, államilag támogatott szervezetekkel való együttműködésnek, de akár vevőkkel, szállítókkal vagy versenytársakkal is (szabványosítás ebben is fontos szerepet játszik).

2016-ban a japán kormány egy lépéssel tovább is ment az Ipar 4.0 kérdéskörén, amikor meghirdette a Society 5.0 programot, melynek ismertetése a 2017. évi hannoveri vásáron történt. A Society 5.0 olyan emberközpontú társadalom, amely a gazdasági fejlődés és a társadalmi problémák megoldásának egyensúlyát egy, a kibertereket és fizikai tereket magas szinten integráló rendszer segítségével biztosítja

4.4 Magyarország a digitalizáció útján

Gazdasági háttér

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 a 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 OEM[33] 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 központot[34], valamint alapitott saját tanszéket pl. Győrben[35], illetve támogat duális képzést Kecskeméten[36].

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 Magyarországon[37], 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 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

---

[33] Suzuki, Audi, Opel, Daimler

[34] Audi, Bosch, Knorr-Bremse, Thyssen-Krupp, Denso, Continental, Visteon, Edag, Temic Telefunken, ZF

[35] http://uni.sze.hu/audi-tanszek-a-szechenyi-egyetemen

[36] https://gamf.uni-neumann.hu/dualis-partnerek

[37] Jabil, Flextronics, Foxconn, Sanmina, Zollner, Videoton

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 RB 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 eszközrendszert 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, hulladékipar 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, orvostechnikai 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 szemléletváltozást, paradigmaváltást feltételez (5. táblázat), amelynek középpontjában a hatékonyság, termelékenység és rugalmasság áll, ehhez tudatosabb vállalkozási szemlélet, megfelelő szabványosítás, átlátható szabályozások, kiszámítható, szabályozott támogató rendszerek kialakítása alapfeltétel.

5. táblázat Az Irinyi Terv paradigmaváltásai

Múlt	*Jövő*
Mennyiségi fejlesztés	Minőségi, innovatív iparpolitika
Vállalatok egyedi fejlesztése	Teljes értéklánc-szemlélet
Foglalkoztatáspolitika	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.

A magyar Ipar 4.0 stratégia és platform

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 sajátságokhoz mért gyors adaptációját teszi lehetővé, biztosítva a KKV szektor nemzetgazdasági beágyazódását a különböző ipari innovációs értékláncok mentén.

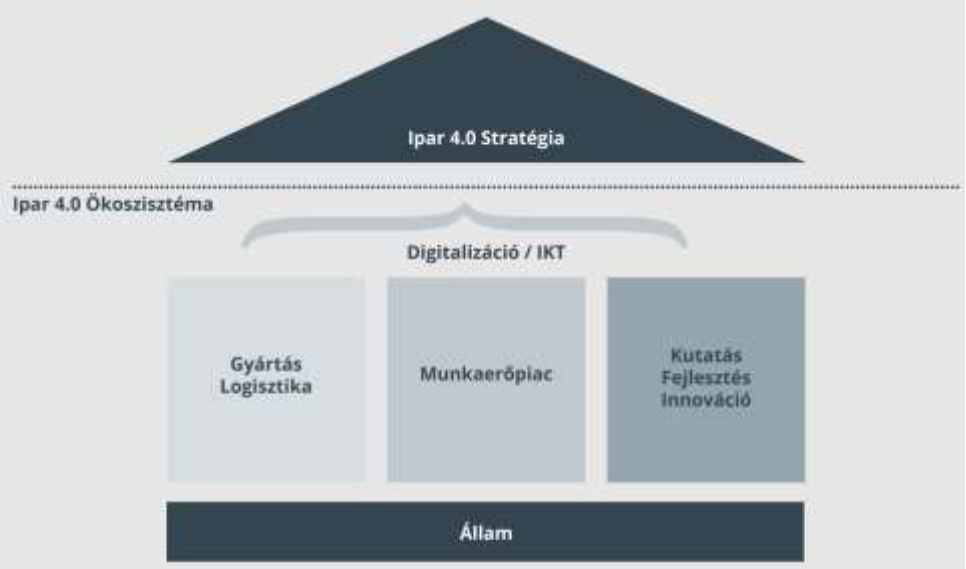
Az Ipar 4.0 pillérstruktúrája igazodik az ipar digitális átalakulásával járó technológiai, társadalmi és az üzleti magatartást meghatározó változásokhoz és ezekben a dimenziókban az intézkedések végrehajtását szolgáló intézményrendszerhez. Az egyes pillérek önmagukban és a többivel kialakuló kölcsönhatásaikban 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 tekinjük pillérnek ebben a szemléletmódban (21. ábra).

Az NTP 2016-ban alakult, az MTA SZTAKI, az 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. Sajnos, a magyar innovációs rendszer fejlettsége és az együttműködés kultúrája még nem teljesen felkészült az ilyen típusú partnerségi modellek eredményes alkalmazására. Komoly problémát jelent a kulcsszereplők közötti

minőségi kapcsolattartáshoz és kommunikációhoz szükséges bizalmi tőke hiánya, az egy-egy időszakban felkarolt hasonló programok rosszul előkészített és kampányszerű bevezetési kísérletéből fakadó rossz tapasztalatok.

21. ábra A magyar Ipar 4.0 stratégia pillérstruktúrája



Forrás: saját szerkesztés

Legalább ilyen erős akadályozó tényező, hogy a magyar innovációs rendszer piacgazdasági modellje sokváltozós függőségi kapcsolatrendszert generál[38], amelyben az egyenlőtlen partneri oldalak között szükségképpen eltérő stratégiai célok mentén és az egyoldalú előnyök rövid távú kiaknázására épülő strukturális kötöttségek szerint valósulnak meg az innovációs és versenyképességi együttműködési programok. 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; Infokommunikációs technológiák; Ipar 4.0 kísérleti mintarendszerek; Gyártás és logisztika valamint Innováció és üzleti modell.

[38] A KKE régióban, így hazánkban is a rendszerváltástól kialakult gazdasági modellt a közgazdasági szakirodalom – Andreas Nölke nyomán – Dependent Market Economy (DME)-ként aposztrofálja. A DME kategória komplex sokoldalú függő viszonyt jelent, amely egyaránt felöleli a beruházási forrástól (pl. FDI) való függést, a legnagyobb beruházók működési modelljéhez történő igazodást. De jelentős hatással van a társadalmi-gazdasági partnerség rendszerére (vállalati szintű s kevésbé ágazati, vagy nemzeti keretbe foglalt versenyképességi egyezmények), a duális társadalmi-gazdasági szerkezet elmélyülésére és természetesen a tudásgazdasági tényezőkre.

5 Mikroszintű Ipar 4.0 felmérések, érettségi modell

Az országok, gazdasági térségek Ipar 4.0 felkészültségi szintjét mérő – tulajdonképpen makrogazdasági – mutatószám-rendszerek és elemzések után szükséges közelebbről megvizsgálni azokat a gazdálkodó szervezeteket is, amelyek a gyakorlati megvalósítás aktív szereplői és a hatékony fejlődés letéteményesei is egyben. Az utóbbi években több intézmény, szövetség, nemzetközi szervezet is indított átfogó felmérést az egyes országok vállalkozásainak digitális felkészültsége, az Ipar 4.0 stratégiájuk kialakítása kérdéskörében – az eddig megtett lépések és a jövőre vonatkozó elvárások feltérképezése, elemzése és értékelése céljából. Jelen fejezetben a vállalkozások felkészültségi szintjét vizsgáló kutatásokat és egy vállalati érettség modell koncepcióját mutatom be.

5.1 PwC: Globális Ipar 4.0 felmérés

A kutatás

A közelmúlt egyik legnagyobb, világméretű, Ipar 4.0 felkészültségre vonatkozó felmérését a PricewaterhouseCoopers (Geissbauer et al. 2016) készítette el 2015 novembere és 2016 januárja között, amely összesen 26 országban végzett nagyszabású kutatásán alapul. Kilenc jelentős ipari szektorból – köztük védelem és biztonság (2%), gépjárműipar (9%), vegyipar (11%), fémipar (8%), elektronika (10%), ipari gyártás (21%), szállítmányozás és logisztika (9%), mérnöki tervezés és kivitelezés (19%), valamint csomagolás- és papíripar területén (4%) – több mint 2000 szervezeti vezető vett részt a felmérésben, elsősorban termékgyártók köréből. Olyan nagy cégeket vizsgáltak, melyek éves árbevétele minden esetben meghaladta a 100 millió EUR-t, sőt a legnagyobbak (éves árbevétel több mint 5000 millió EUR) csoportjából is nagyságrendileg 360 szervezet szerepelt. A válaszadók valamennyien felsőszintű felelősei voltak cégük Ipar 4.0 stratégiájának úgy a kidolgozás, mint a megvalósítás szempontjából. A válaszokat súlyozták az adott ország GDP értékével.

A PwC értelmezésében az Ipar 4.0-t három fő szempont, tényező vezérli és határozza meg: a vertikális és horizontális értékláncok digitalizációja és integrációja, a kínált termékek és szolgáltatások digitalizáltsági foka, valamint a digitális üzleti modellek és az ügyfél-hozzáférés.

Eredmények

A kutatási eredményeket a tanulmány (Geissbauer et al. 2016) témakörcsoportokba sorolva adja meg.

Már nem csak beszélünk róla, hanem cselekszünk is. Míg pár évvel ezelőtt az Ipar 4.0 felkészülés többnyire hipotetikusnak tűnt, napjainkban már jelentős befektetésekről és tényleges eredményekről is beszélhetünk. A megkérdezettek digitális termék- és szolgáltatás-portfóliójuk lényeges bővülésére, fejlődésére számítanak, 2020-ra pedig a maihoz képest jóval magasabb szintű (több mint kétszeres) teljesítményt (és felkészültséget) terveznek. A felmérés időszakában a vállalkozások digitális felkészültségük szintjét 33% körülire becsülték, míg öt éven belül várhatóan ez már a 72%-ot is elérheti. A felkészülés fókuszában a megrendelési folyamatok digitalizálása, a testre szabott termékfejlesztés, a termékadatoknak a kapcsolódó tervezési és gyártási rendszerekbe történő automatikus bevitele, valamint az integrált ügyfélszolgálat állnak. A válaszadók majdnem háromnegyede 5 éven belül vertikális és horizontális értékláncaik magas digitalizáltsági fokával is számol, bár a szállítókkal, vevőkkel és egyéb partnerekkel való digitális kapcsolat kialakítását nagyobb kihívásnak és hosszadalmasabb folyamatnak gondolják. A vállalatok befektetési tervei kifejezetten ambíciózusak: az elsőnek mozduló cégek (first movers, 71 cég, a megkérdezettek mintegy 4%-a) már jelentős Ipar 4.0 befektetéseket, beruházásokat hajtottak végre, melynek eredményeképpen a működési költségek csökkenésével egyidejűleg lényeges bevételnövekedést is realizálhattak, és a jövőben mind a bevételnövekedés, mind a költségcsökkentés terén több mint 30%-ot várnak el. Erre alapozva a következő öt évre az új típusú, digitális üzleti modellek teljes körű kialakítását, megvalósítását is célul tűzték ki.

A digitalizálás jelentős mennyiségi változásokat (ugrásokat) eredményez. A megkérdezett vállalkozások az elkövetkező öt év folyamán éves szinten bevételeik átlagosan 2,9%-os növekedésére, költségeik 3,6%-os csökkenésére és 4,1%-os hatékonyságnövekedésre számítanak, amely összesítve és számszerűsítve 493 milliárd USD éves bevétel-növekedést és 421 milliárd USD költségcsökkentést jelent a tervezett időszakban. Minden vizsgált szektor jelentős költségcsökkenést vár el az okos gyártási folyamatok kialakításától, például integrált tervezési és ütemezési rendszerek bevezetésétől, amelyek a vállalaton belüli adatokat a horizontális értékláncon belüli partnerektől származó információkkal képes összevetni és kombinálni. A kulcsfontosságú eszközök megelőző karbantartása előrejelző algoritmusok használatával optimalizálja a javítási és karbantartási időt, javítva ezzel az eszközkihasználást. A felhő-alapú tervezési platformok segítségével a rendszer-szintű, valós idejű tervezés, a horizontális együttműködés is jobban megvalósítható, amely a hatékonyságot jelentősen növeli és a költségeket is csökkenti. Az elkövetkező öt évben a cégek 47%-a a jelenlegi termék-portfólió digitalizálásától vár el több mint 10%-os bevétel-növekedést, 44% ugyanezt új digitális termékek és szolgáltatások piacra vitelétől reméli,

42% egyéb digitális szolgáltatások nyújtásával kívánja bevételeit növelni, míg 38% ügyfelek részére big data elemzési szolgáltatásokkal szándékozik ezt elérni.

Az egyre nagyobb jogosultsággal rendelkező vevőkkel szükséges a digitális kapcsolat erősítése. A jövőben az ügyfelek állnak a középpontban, azaz egyre inkább a vevői igényeknek megfelelő, egyedileg testreszabott termékeket, szolgáltatásokat, rendszereket szükséges biztosítani, az értékláncok működését is ezen elvárások szerint kell majd kialakítani. A felmérés résztvevőinek többsége az adatelemzés fokozottabb használatát tervezi az ügyféligények kielégítése érdekében. A „first mover"-vállalkozások már képesek ipari platformok létrehozására és működtetésére, amivel versenyelőnyt szerezhetnek. Ennek mintájára az ipari vállalatoknak is szükséges egyedi, platform-rendszerű, szoros kapcsolatot kialakítani a végfelhasználókkal, akik a keresletet jelentős mértékben vezérlik és befolyásolják. Az új technológiai lehetőségek (pl. 3D nyomtatás) elősegítik az egyedi igényeknek megfelelő, testreszabott termékgyártást, így a megkérdezett vállalkozások többsége vagy a már meglévő termék- és szolgáltatáspaletta digitalizálásával, vagy új digitális portfólió kialakításával kívánja az ügyfelek igényeit kielégíteni. Nem csupán a rugalmas és gyors reagáláson van a hangsúly, hanem a vevők várható igényeit előrejelző megoldásokon is. A válaszadók 72%-a az adatelemzést tartja az ügyfelekkel való kapcsolat elmélyítését alapvetően elősegítő tényezőnek, 38%-a big data szolgáltatásokat kíván biztosítani más vállalkozások és további ügyfelek részére. Vevőorientált szállítási láncok, ügyfélcentrikus marketing tevékenység, a megfelelő csatornákhoz való hozzáférés biztosítása szintén szerepel a vállalkozások tervei között. Kiemelten fontos tényező platformok (pl. PLM: termék-életciklus menedzsment, illetve MES: gyártás kivitelezési rendszer) létrehozása és működtetése, amely a vállalkozók és az ügyfelek folyamatos és hatékony interakcióját teszi lehetővé. A megfelelően működő platformok közelebb hozzák a vevőket a vállalkozáshoz, jobb hozzáférést biztosítanak az ügyfél adataihoz, melynek segítségével a várható vevőigények is jobban prognosztizálhatók. A „first mover"-cégek (GE, Siemens) már működtetnek felhőalapú rendszereket gépek, eszközök összekapcsolására, amelyek megkönnyítik az adatgyűjtést és -elemzést, a különböző tranzakciókat, a logisztikai folyamatokat. Más vállalkozások termékeiket kívánják ellátni digitális tulajdonságokkal a minél megfelelőbb digitális kínálat kialakítása érdekében.

Az átalakulás és átállás folyamatában az emberi tényező és a (vállalati) kultúra központi kérdés. Az Ipar 4.0-ra történő felkészülési folyamatban a felmérésben részt vevő cégek (legalább 50%-uk) nem az új technológiák és eljárások adaptálásában látják a legnagyobb kihívást, hanem a munkatársak digitális felkészültségének alacsony szintjében és a

megfelelő szervezettség hiányában.[39] Éppen ezért az iparvállalatoknak erőteljes digitális kultúrát kell kialakítaniuk és egyértelművé tenniük, hogy a felsővezetői kör ezt a változást kézben tartja, irányítja, s elsődleges szempontnak tekinti a munkavállalók képzését, megtartását vagy újak toborzását egy vonzó dinamikus digitális ökoszisztéma működtetésével. A megkérdezettek 69%-a úgy véli, a szervezeten belül szükséges az adatelemzési technológiák és képességek szintjének fejlesztése a minőségi adatanalízis biztosításához, más vállalkozások külső partnerekkel együttműködve kívánják ezt elérni, míg a szervezetek 18%-a külső cégekkel való összeolvadásban vagy felvásárlásban gondolkodik.

Adatelemzés és digitális bizalom – az Ipar 4.0 alapvető feltételei. Az adatáramlás kezelése és ehhez kapcsolódóan az adatelemzés megfelelő volta minden sikeres digitális alkalmazás előfeltétele. Szükséges megérteni az elérhető adatokat, az abból nyerhető, a döntéshozatal és a cselekvés szempontjából fontos információkat, amelyeket a „first mover"-cégek már alkalmaznak. A digitális ökoszisztéma bővülésével a digitális bizalom erősítése, az átláthatóság biztosítása szükséges, de elsődleges szempont a saját adatok integritásának és eredetének megőrzése is. Jóllehet a megkérdezettek 83%-a szerint öt éven belül a döntéshozatali folyamat elengedhetetlen része lesz az adatelemzés, jelenleg csupán a felmérésben részt vevő cégek fele alkalmazza ezt. Napjainkban az adatelemzést alkalmazó cégek ezt elsősorban az általános üzleti folyamatok tervezésére, gyártásirányításra és ellenőrzésre használják (56-59%), további vállalkozások az ügyfelekkel való szorosabb kapcsolat érdekében is alkalmazzák. Jóval kevesebben választják az adatelemzést jelenleg az eszközök és ügyfél részére értékesített termékek karbantartására vagy a partnercégekkel való szorosabb együttműködésre és a döntéshozatalra. Az adatelemzés azonban a jövőbeli sikerhez úgy járulhat hozzá, ha azt előrejelzés céljából trendek prognosztizálására is használják. A kiberbiztonság kérdésköre sarkalatos pont – a vállalkozások 54%-a tart attól, hogy az illetéktelen adathozzáférés a működésüket is szinte lehetetlenné teheti. További félelmek között szerepel az adatvesztés által okozott felelősségvállalási kockázat vagy az illetéktelen hozzáférés miatt a hírnév elvesztése. A digitális bizalom bonyolult kérdésköre három pilléren, az átláthatóságon, a legitimitáson és a hatékonyságon alapul. A biztonságnak

[39] Ezt a tényt igazolja a PwC kutatása is. A siker vagy kudarc nem a technológiáktól, szenzoroktól, algoritmusoktól vagy analitikai programoktól függ, hanem elsősorban az emberi tényezőtől, a folyamatban résztvevő vezetők, munkatársak digitális felkészülési szintjétől. https://www.pwc.com/us/en/advisory-services/digital-iq/assets/pwc-digital-iq-report.pdf

a rendszer és a folyamatok szerves részévé kell válnia a támadások megakadályozása és a gyors reakció érdekében, a megfelelő biztosítékok nyújtása a többi ökoszisztéma-partner bizalmát hivatott erősíteni.

A nagyszabású, vállalati szintű adatelemzési képességek alapvető változtatást igényelnek. Az ipari vállalatoknak a vállalati szintű adatelemzési képességeket messzemenőkig támogató, megbízható szervezeti struktúrát kell kialakítaniuk. A vizsgált gazdasági társaságok csupán 18%-a tartja magát e téren fejlettnek, a cégek több mint fele azonban az egyik legnagyobb kihívásnak az adatelemzésre való felkészülést, továbbá a képességek hiányának megfelelő pótlását látja. A megkérdezettek 14%-a már vállalati vagy üzleti egység szinten kialakította azon meghatározott feladatköröket, amelyek a megfelelő adatelemzést biztosítják, a cégek 38%-a viszont ezt a tevékenységet ad-hoc módon jelenleg még egy-egy munkavállalóra bízza. A válaszadók 9%-a azonban egyelőre semmilyen adatelemző funkcióval, képességgel nem rendelkezik. Ezzel szemben a vizsgált cégek 35%-a az adatelemzést valamely speciális funkcióba beágyazva működteti, amely kellő rugalmasságot nyújt és segít kihasználni az adatok elemzéséből származó előnyöket. A „first-mover" vállalatok 24%-a külön adatelemző részleget működtet, további 43%-uk pedig egyéb, speciális funkciókhoz kapcsoltan foglalkozik adatelemzéssel.

Az Ipar 4.0 felgyorsítja a globalizációt, de a regionális sajátosságok mégis egyértelműen érzékelhetőek. Az Ipar 4.0 kapcsán az egész világra kiterjedő digitális hálózatok és ökoszisztémák jönnek létre, de a regionális sajátosságok minden esetben rányomják bélyegüket e folyamatra. A fejlett és a fejlődő piacok egyaránt drámai növekedésnek indulnak. A japán és a német vállalatok kiemelten élen járnak a belső működési folyamatok és a horizontális értékláncon belüli –, a vállalati egységek közötti – partnerség digitalizálásában, jelentős arányban fektettek be mind a technológiába, mind a munkavállalók képzésébe, így a digitális átalakulástól a működési hatékonyság növekedését, a költségek csökkenését és a magas minőség biztosítását várják. Az USA vállalkozásai elsősorban az új típusú üzleti modellek fejlesztésébe kívánnak nagyobb mértékben befektetni, mivel a termék-és szolgáltatáspaletta digitalizáltsági foka gyorsan növekszik

Nagy befektetések – jelentős hatás: eljött az elköteleződés ideje. Az Ipar 4.0 befektetések nagy jelentőséggel bírnak, a kutatási eredmények alapján az ipari gyártó vállalatok évente mintegy 907 milliárd USD értékben szándékoznak befektetni 2020-ig, elsősorban digitális technológiákba (pl. MES-rendszerek). A munkavállalók képzése és a szervezeti struktúra megfelelő átalakítása is fontos befektetési szempont.

5.2 *VDMA: Felkészültségi felmérés*

A kutatás

Az Ipar 4.0 vállalati minősítés rész tekintetében a saját kérdőívem legfőbb forrása a Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA, Német Gép- és Berendezésgyártók) egyesületének IMPULS Alapítványa által kidolgozott Industrie 4.0 Readiness kérdőív és a hozzátartozó tanulmány (VDMA 2015). A modell számba veszi a vállalkozások felkészültségét és képességeit az Ipar 4.0 koncepció megvalósítása terén.

22. ábra A VDMA kérdőív vállalati jellemzőket vizsgáló struktúrája

Forrás: VDMA (2015, 22) alapján saját szerkesztés

A kérdőívük 46 db kérdése 6 dimenzióba rendeződik, melyek közül az első és az utolsó általánosságban is értelmezhető dimenzió, míg a középző négy, szorosan az Ipar 4.0.-hoz köthető dimenzió:

- Stratégia és szervezet (19 db);
- Okos gyár (smart factory) (8 db);
- Intelligens folyamatok (smart operations) (8 db);
- Okos termékek (smart products) (4 db);
- Termékadatokon alapuló szolgáltatások (data-driven services) (8 db);
- Munkavállalók (3 db).

Minden dimenziót további részterületekre bontottak (22. ábra). A felmérésük célja az elképzelt jövő jelen-vetületének feltárása, a tervek kézzelfoghatóvá, üzleti valósággá tétele volt. Ennek érdekében olyan modellt alkottak, amely számba veszi a vállalkozások felkészültségét és képességeit az Ipar 4.0 koncepció megvalósítása terén. Az empirikus felmérés eredményei alapján kategóriákat állítottak fel, amely lehetővé teszi, hogy az egyes vállalkozásokat a készültségi versenyben elért pozícióiknak megfelelő kategóriákba sorolják. A minősítés is hatfokozatú:

- 0. szint: Outsider: a Kívülállók;
- 1. szint. Beginner: a Kezdők;
- 2. szint: Intermediate: a Haladók;
- 3. szint: Experienced: a Tapasztaltak;
- 4. szint: Expert: a Szakértők;
- 5. szint: Top performer: a Csúcsteljesítők kategóriája.

Eredmények

A német felmérésben több mint 20 ipari szegmensből közel 215 vállalat vett rész, reprezentálva a KKV-kat, a nagyvállalatokat. Úgy találták, hogy az Ipar 4.0 Németországban a gépgyártó iparág területére már megérkezett és az ide tartozó vállalkozások 17,9%-a elérte a Haladók szintjét, míg 4,6%-uk már a Tapasztaltak körébe sorolható, és 1%-uk tartozik jelenleg a Szakértők kategóriába. Egyelőre Csúcsteljesítők szintű besorolást egyetlen részvevő vállalkozás sem ért el, de – mivel ez az Ipar 4.0 végcéljának víziója –, az eredmény kevésbé meglepő. A cégek mintegy 37,6%-a jelenleg a Kezdők szintjén áll és egyelőre csak nagyon alacsony mértékben vesznek részt az Ipar 4.0 felkészülési folyamatban. A vállalkozások 38,9%-a azonban szinte semmilyen Ipar 4.0 kezdeményezést nem tett (ismeretlen vagy nem is fontos számukra), őket a Kívülállók kategóriájába sorolták.

A felmérés eredményei alapján megállapítást nyert, hogy a gépgyártó ipar terület vállalkozásai Ipar 4.0 szempontjából minden dimenziót összegezve fejlettebb szinten állnak, mint a feldolgozóipar egésze, azaz ágazati dualitás mutatható ki. Egy 0-5-ig terjedő skálán jelölve, a gépgyártás Ipar 4.0 felkészültsége 0,9, míg a feldolgozóipar egészét tekintve ez csupán 0,6.

A vállalati méretből fakadó dualitás is megjelenik. Három kategóriát állítottak fel a munkavállalói létszám alapján: kisvállalat 20-99 fő, közepes vállalat 100-499 fő és nagyvállalat 500 fő felett. A felmérés tapasztalatai azt mutatták, hogy a nagyobb vállalatok

minden dimenzió vonatkozásában a kisebbek felett állnak. Statisztikailag a vállalati méret a hat vizsgált dimenzió közül öt esetén meghatározó, egyedül a termékadatokon alapuló szolgáltatásoknál nem volt tapasztalható különösebb eltérés a vállalat méretétől függően.

Általánosságban az egész sokaságot vizsgálva a Tapasztaltak kategóriába sorolt vállalkozások stratégia és szervezet, okos termékek és adatvezérelt szolgáltatások tekintetében messze megelőzik a Haladók, a Kezdők és a Kívülállók közé tartozó cégeket. Ugyanakkor az adat-alapú szolgáltatások terén itt is jelentős fejlesztések szükségesek, mivel az összes dimenzió közül itt érték el a legrosszabb eredményt. A Tapasztaltak az okos gyár és okos működés szempontjából is fejlesztésre, tevékenységük optimalizálására szorulnak.

Stratégia és szervezet vonatkozásában a VDMA négy szempontot vizsgált: az Ipar 4.0 stratégia megvalósítása, operacionalizálás és a stratégia felülvizsgálata mutatószám-rendszer alapján, Ipar 4.0 befektetési-beruházási aktivitás, technológia- és innováció-menedzsment alkalmazása. A 0-5-ig terjedő skálán a Tapasztaltak 3,3 pontot értek el, az átlagos felkészültség 0,8. Ennek többek között az a magyarázata, hogy a cégek mintegy fele az Ipar 4.0 felkészülést nem építette bele a vállalati stratégiába. A válaszadók egyötöde a korai, pilot szintű kezdeményezések állapotában található, első befektetéseiket csupán egy-egy adott területen tették meg. 15% már elkezdte a stratégia és a mutatószámrendszer kialakítását. 4,6% e téren Tapasztaltak szinten áll, bár a stratégia megvalósítása nem megfelelő, a Szakértők már előrehaladtak a megvalósításban, de a felülvizsgálat még nem rendszeres. A cégek csupán 0,3%-a érte el ebben a dimenzióban a Csúcsteljesítők szintet. A vállalkozások mintegy 40%-a nem rendelkezik megfelelő Ipar 4.0 stratégiával, háromnegyedük nem alkalmaz indikátor rendszert, és csupán egyharmaduk működtet az egész vállalkozásra kiterjesztett technológia- és innovációmenedzsment rendszert. 2013-14 folyamán a cégek átlagosan éves árbevételük 1,7%-át fektették Ipar 4.0 projektekbe, viszont egyötödük egyelőre nem is érezte szükségét befektetéseknek. A nagyvállalatok viszont jelentős befektetéseket terveznek a szolgáltatási és logisztikai tevékenységekbe.

Okos gyár dimenzió vizsgálata is négy kritérium köré épült: digitális modellezés, berendezés-infrastruktúra, adathasználat, IT rendszerek. 0-5-ig terjedő skálán az átlagos készültség 0,7, a Tapasztaltaké 2,2. A vállalkozások több mint fele ezen a téren a Kívülállók kategóriájába került, egyötödük Kezdők szintű, akik már tettek kezdeményezést berendezésparkjuk jövőbeni fejlesztésére. A Haladók szintet 18,3% érte el. 3,1% áll a 3. fokon, az ő esetükben már az eszközpark megfelel az elvárásoknak, rendelkeznek IT rendszerrel és adatgyűjtést is végeznek. Igen kevés vállalkozás gyűjti rendszeresen a

releváns adatokat 10,9%, egyötödük viszont egyáltalán nem foglalkozik adatgyűjtéssel. Az adatokat a cégek többnyire a gyártási folyamat átláthatóságára és a minőségellenőrzésre használják, néhányan a logisztikai folyamatok optimalizálására is. A vállalkozások közel fele erőforrás-optimalizálás és előzetes karbantartás céljából (is) alkalmazza. Tíz cég közül három használ valós idejű adatokat az automatikus gyártásirányításra és -ellenőrzésre. Míg a válaszadók 70,0%-a berendezéseiket és rendszereiket egészében vagy részben IT rendszeren keresztül irányítják, tíz cég közül csupán négynél valósult meg az M2M kommunikáció.

Az *Intelligens folyamatok* dimenziót szintén négy szempont alapján vizsgálta a felmérés: információ-megosztás, felhőhasználat, IT biztonság és autonóm folyamatok kritériumok szerint. Átlagos megfelelési érték itt 1,4, a Tapasztaltaké 2,9. Mintegy 45,0% Haladók szintre került, a legnagyobb akadály a külső információmegosztás rendszerbe történő integrálásának hiánya, jóllehet a belső információmegosztás esetében ezt már többen sikeresen megoldották és IT biztonság tekintetében is tettek már kezdeményezést. 38,2% Kívülállók közé sorolható, néhányan a Kezdők közül pedig már az információmegosztás és IT biztonság terén is tett lépéseket. A Haladók szintet a vállalkozások 13,9%-a érte el, amelyek már részben megvalósították mind belső, mind külső partnereikkel az integrált információmegosztást és IT biztonsági megoldásokat is bevezettek, sőt, felhő-megoldásokon is dolgoznak. Náluk azonban egyelőre az önvezérlésű munkadarabok és az önállóan (automatikusan) reagáló folyamatok hiánya okoz problémát, ezt a szintet csak kevesen (0,3% - 4. szint, 0,9%- 5. szint) tudták átlépni. Jóllehet a cégek az információ-áramlás belső folyamatait viszonylag erőteljesen integrálttá tették, de a külső integráció terén még fejlesztés szükséges. Emellett a felmérés azt is kimutatta, hogy a vizsgált vállalkozások kb. 85,3%-a esetében nincs autonóm, önműködő ellenőrzési rendszer. A nagyvállalatok többnyire ezt már alkalmazzák, és meglepő módon a kisvállalkozások is elkötelezettebbnek tűnnek (12%), mint a közepes méretűek (6,8%). Az adatvédelem kérdése fontos a vállakozások számára, bár IT biztonság és adatvédelem terén egyelőre inkább csak a belső adatok védelme érdekében tettek intézkedéseket. A nagyvállalatok ebből a szempontból lépéselőnyben vannak, felismerve a felhőalkalmazások előnyeit is. A felhőmegoldások tekintetében többen élnek ezzel a lehetőséggel a tárolási kapacitások, szoftverlicenszek kiszervezése esetében, de egészében a felhő alapú szolgáltatások elterjedése és igénybe vétele ezen iparágban igen alacsony szinten áll. A nagyvállalatok e téren is sokkal aktívabbak, és magasabb fejlettségi szinten is állnak, mint a KKV-k.

Az *okos termékek* képezik az okos gyár és az intelligens folyamatok alapját. Az okos termékek terén a felkészültségi szintet a kiegészítő IKT funkciók megléte és a használati fázisból szerzett adatok elemzése jelöli. A vállalkozások fele nem rendelkezik termékbe beépített IKT funkciókkal, így ők Kívülállóknak számítanak. A Kezdők (13,4%) termékei már képesek helymegjelölésre, automatikus azonosításra, monitoringra, de az adatok gyűjtésével csak a fejlettebb, a Haladók szintjén álló (14,6%) cégek foglalkoznak. A vállalkozások 4,9%-a (Tapasztaltak) már többszörösen összekapcsolt termékekkel rendelkeznek és a használati fázisból származó adatokat fel is használják. A Szakértők (5,5%) és a Csúcsteljesítők (6,4%) csoportjába a vállalkozások esetében az adathasználat, a kiegészítő funkciók különböző területeken átfogó csomagokban vannak jelen.

Termékadatokon alapuló szolgáltatások dimenzió vizsgálati szempontjai: az adat-alapú szolgáltatások elérhetősége, az adatvezérelt szolgáltatásokból származó bevételekből való részesedés és a felhasznált adatok megosztása voltak. Ebben a dimenzióban tapasztalható a legnagyobb lemaradás, azaz a legalacsonyabb készültségi szint: átlagosan 0,3, a Tapasztaltak kategóriában 2,1 értékkel. A felmérés eredménye szerint a cégek 84,1%-a egyáltalán nem foglalkozott még az Ipar 4.0-nak megfelelő adatvezérelt szolgáltatásokkal (Kívülállók), 5,5% érte el a Kezdők szintet. A gátló tényezőket a hagyományos termékekre való koncentrálás, az adatkezelés hiányos volta, a nem megfelelő integráltsági fok jelentik többek között. A vállalkozások közel kétharmada valójában még fel sem ismerte a termékadatokon alapuló szolgáltatásokban rejlő előnyöket, a további egyharmad már kínál ilyen szolgáltatást, de ezek 50%-a még nem integrálta a vevőkkel való kapcsolattartásba. A nagyvállalatok jelentősen előnyösebb helyzetben vannak, azonban a kisvállalkozások (19,3%) és a közepes méretűek (10,7%) egy része is már alakított ki integrált adatvezérelt szolgáltatásokat.

A változási és felkészülési folyamatban kulcsszerep jut a *munkavállalói* állománynak: különösen fontos az egész életen át tartó tanulás iránti hajlandóság, az interdiszciplináris jellegű gondolkodásmód, valamint a magas szintű informatikai képességek-készségek. A munkavállalói képességek dimenziójában az átlagérték 1,5, ez a viszonylag jó eredmény azzal magyarázható, hogy a vállalkozásoknak a munkaerőfejlesztés terén több tapasztalatuk van, mint az Ipar 4.0 kapcsán vizsgált többi területen. A cégek egyharmada (Kezdők) rendelkezik legalább egy-egy fókuszterületen meglévő munkavállalói képességekkel, bár még nem teljesen megfelelő szinten. Ugyanakkor a megkérdezettek egyharmada (Kívülállók) nem tud felmutatni egyetlen megfelelő képességet sem. A Szakértők szint (5,3%) viszont több fontos területen bizonyította a szükséges képességek meglétét. Az

újonnan Kezdőknél a problémát az okozza, hogy vagy hiányoznak a kellő ismeretek, vagy még nem tartották fontosnak megszerzésüket, a Haladók esetén több területen nem teljesen megfelelőek a képességek, a Tapasztaltaknál viszont még nem teljes körű az elsajátításuk minden egyes releváns területen.

5.3 Fraunhofer: A termelés jövője felmérés

A kutatás

A gyártás, a termelési tevékenység Németország számára a gazdaság tartós versenyképességének záloga. Az Ipar 4.0 új lehetőségeket, új kihívásokat, új utak keresését kínálja. A Fraunhofer IAO (Institut für Arbeitwirtschaft und Organisation, Stuttgart) széles körű felmérést végzett (Spath et al. 2013) annak érdekében, hogy egyrészt meghatározza a termelési és gyártási tevékenység jövőbeli útját és irányát, másrészt pedig a vállalkozásokat segítse az Ipar 4.0 adaptálásában. A gyártókra, illetve a technológiaorientált gazdasági ágazatokra fókuszáló kutatás többek között vizsgálta a termelő vállalatoknak a termelési-gyártási tevékenység fejlődésével kapcsolatos elvárásait, az új technológiák, digitális eszközök bevezetésén, alkalmazásán alapuló várható sikertényezőket és megoldásokat, valamint a rugalmasság kihatását a gyártási folyamatokra. A felmérésbe felsővezetőket, menedzsereket, szakembereket és szaktanácsadókat is bevontak, összesen 661 jelentős üzleti tapasztalattal rendelkező személy megkérdezésével. 75,5% közülük jelenleg is vezető beosztást tölt be a kitöltésben résztvevő vállalkozásnál. A megkérdezettek 49%-a gép- és berendezésgyártó vagy az azt kiszolgáló iparhoz tartozott, 11,5%-uk az autóiparban érdekelt. A fennmaradó válaszadók egyéb területekről (pl. élelmiszeripar) érkeztek. 21 vezető nevesített és általánosan elismert szakértő, akik közül 10 a gazdaságban, 5 szövetségeknél, kamaráknál, 6 pedig az akadémiai szektorból került kiválasztásra. A konkrét kérdések az alábbi területekre terjedtek ki:

- kérdések a vállalkozásra vonatkozólag (4db);
- az ipari termelés jövőjét érintő kérdések (8db);
- termelésirányítás (10db);
- a termelésben dolgozó munkavállalók (21db);
- előírások, szabályzatok (5db);
- a termelés és termékfejlesztés együttmükődése (3db).

Eredmények

A tanulmány (Spath et al. 2013) a termelési tevékenységgel kapcsolatos elvárásokra, várakozásokra vonatkozóan több megállapítást is tett:

- az automatizálás egyre kisebb szériák gyártását teszi lehetővé, ennek ellenére az emberi munka a termelési folyamatnak a megkérdezettek 36,6%-a szerint fontos, 60,2% szerint nagyon fontos tényezője marad. Érdemes meglátni, hogy a válaszok olyan országból érkeztek, ahol az automatizáltság foka magas;
- a rugalmasság a gyártási tevékenység kulcstényezője, a jövőben azonban ennek még rövidebb távon kell érvényesülnie, mint jelenleg. Éppen ezért a rugalmasságot a jövőben kiterjesztett formában – akár a dinamikusan allokálható emberi erőforrásokat is ideértve – , célirányosan és szisztematikusan kell szervezni, biztosítani, az „átalány-rugalmasság" nem lesz elegendő. Újdonság, hogy immár a teljes értéklánc kilengéseinek kezelésére kell felkészülni;
- az Ipar 4.0 többet jelent, mint egyszerűen CPS hálózatok kialakítása. Objektumok (tárgyak) és emberek segítségével történő intelligens adatfelvétel, adattárolás és adattovábbítás jellemzi majd a jövőbeli termelési folyamatokat, növekszik a decentralizált vezérlőgépek és eszközök aránya. Ugyanakkor belátható időn belül még nem várható az önmagukat irányítani és szabályozni képes decentralizált eszközök teljes körű autonómiája, következésképpen a kontroll továbbra is az ember kezében marad;
- a biztonsági tényezőket (Safety – Security) már az intelligens gyártóberendezések tervezési folyamatában is messzemenőkig figyelembe kell venni;
- a gyártásban résztvevő dolgozók és a tudományos munkát végző szakemberek feladatai egyre inkább összeolvadnak, a gyártó munkások fokozottan vesznek át termékfejlesztési feladatokat is. Rövid távú, kevésbé tervezhető tevékenység esetén a munkatársak munkahelyen történő, azonnali képzését is biztosítani kell.

5.4 acatech: Érettségi Modell

A 2017-ben publikált acatech-tanulmány (Schuh et al. 2017) leszögezi, hogy az Ipar 4.0 jelenségét és fogalmát nem csupán a technológia fejlesztésével vagy a teljes automatizációval szükséges azonosítani vagy összefüggésbe hozni, hanem a fejlődés-fejlesztés komplexebb megközelítést igényel, amelyben a vállalkozás egészének – beleértve a tudást, a megfelelő képességeket, az emberi tényezőt is –, kiemelt szerep jut. Az acatech Ipar 4.0 Érettségi Index ennek megfelelően olyan kulcsterületekre koncentrál, mint a különböző digitális képességek megszerzése, az adatokból történő valós tudásszerzés, illetve

a vállalkozás átalakítása tevékeny, tanuló szervezetté. A vállalati siker az Ipar 4.0 felkészülés folyamatában jelentős mértékben függ a gazdálkodó szervezet agilitásától (aktivitásától, tevékeny együttműködésétől), amely elsősorban a változások szükségességének felismerésében, azok gyors és rugalmas végrehajtásában rejlik. Az azonnali reagálás és a megfelelő döntéshozatal elengedhetetlen, az Ipar 4.0 képességek megléte segít áthidalni egy esemény bekövetkezése és az arra való megfelelő reakció megtétele közötti – korábban megszokott – időbeli eltolódást.

Az acatech-tanulmány célterülete a vállalkozások felmérése az Ipar 4.0 felkészültség vonatkozásában és egy olyan módszertan kialakítása, amely a fejlődést hatékonyan elősegíti. Az acatech a 2016. április – 2017. április közötti időszakban mérte fel a németországi vállalkozásokat workshop-ok és esettanulmányok segítségével, amelyekhez input-ként a vállalati stratégiák és a már alkalmazott technológiák és rendszerek álltak rendelkezésére. A módszertani elemzés és értékelés magában foglalta az Ipar 4.0 megvalósításától elvárt előnyöket, a meglévő és hiányzó képességeket, valamint a hiányosságok elemzését, s mindezek értékelése alapján output-ként körvonalazódhatott a cégekre lebontott digitális „útiterv", azaz a megvalósítási stratégia. Tekintettel arra, hogy az Ipar 4.0 felkészülés több évet is igénybe vevő, hosszabb folyamat, az *érték alapú fejlődést* az acatech-tanulmány 6, egymástól elkülöníthető, de szervesen összefüggő, egymásra épülő szakaszra bontotta.

- *Komputerizálás* a legelső szakasz, amelyben különböző informatikai képességekkel rendelkező eszközöket és alkalmazásokat használnak a vállalkozáson belül, jóllehet, egymástól izoláltan, nem összekapcsolt rendszerben.
- Az *összekapcsoltság* már a második lépcsőfok a fejlődési folyamatban, amelyben a működési technológia egyes részei kapcsolódnak és interoperábilisak az információ-technológiai rendszerrel, de a teljes integráció még nem történt meg.
- A *láthatóság* szintjén szenzorok alkalmazásával az egész gyártási folyamat valós időben megfigyelhető (digitális árnyék), így a szükséges intézkedések valós idejű adatok alapján meghozhatók. Itt azonban többnyire gondot okoz, hogy egyrészt kevés adat kerül rögzítésre, másrészt ezek csupán egy korlátozott kör részére hozzáférhetők.
- A következő, az *átláthatóság* „lépcsőfoka" már nem csupán az esemény megfigyelését, de annak tényleges megértését is szolgálja. Ehhez a rögzített adatokat elemezni is szükséges; adatok összesítésével és szemantikai kapcsolatok felállításával az adatokból a döntéshozatalhoz szükséges információ is kinyerhető. Az új technológiák (pl. big data elemzés) rendkívül hasznosak ebben a folyamatban.

- Az ötödik szakaszban a *kapacitások előrejelzése* kerül a fókuszba, amely azt jelenti, hogy a vállalkozás képes különböző jövőbeli eseményeket szimulálni és prognosztizálni, s közülük kiválasztani a legvalószínűbbet. Ennek segítségével a cég számításba veheti a várható fejlődési irányokat és lehetőségeket, s jó időben hozhatja meg a szükséges intézkedéseket. E szakasz megléte elengedhetetlen az intézkedések és döntések meghozatalának automatizálásához, mely során a vállalkozás bizonyos döntéseket magára az IT rendszerre ruház át.
- Az *adaptálási képesség* szervesen az előző szakaszra épül, s fejlettségi foka a döntésektől és a költség-haszon aránytól is függ. Amennyiben a vállalkozás képes a lehető legrövidebb idő alatt a digitális árnyékból származó adatokat felhasználni a döntések meghozatalához a legjobb eredmények elérése céljából és automatikusan (azaz emberi közreműködés nélkül) intézkedni, akkor az adaptálási képesség megvalósultnak tekinthető.

Az acatech Érettségi Indexe megalkotásánál a Boos-féle termelési és irányítási keretrendszer (Boos et al. 2011) útmutatását vette alapul, amely a vállalkozás belső rendszerét a vállalati struktúra (a termeléshez és a szolgáltatáshoz szükséges feltételek), a vállalati folyamatok és folyamatláncok (a vállalati működés minden területén), valamint a vállalati fejlődés (stratégiai és operatív fejlesztés-fejlődés) tényezőkre bontja. Az Érettségi Index a vállalati struktúrát további olyan négy tényezőre osztja, mint források, információs rendszer, kultúra és szervezeti felépítés. Az Index a vállalati folyamatokat öt funkcionális területen vizsgálja: fejlesztés, gyártás, logisztika, szolgáltatások, marketing és értékesítés.

Az üzleti tevékenység szempontjából fontos Ipar 4.0 képességek:

Források: az Érettségi Index a források alatt kézzelfogható, fizikai forrásokat értelmez (6. táblázat), amelybe az emberi erőforrás, gépek, berendezések, eszközök, anyagok és a végtermék tartoznak. Adatok generálása és elemzése érdekében a meglévő erőforrásoknak bizonyos kompetenciákkal, illetve korszerű releváns műszaki elemekkel kell rendelkezniük. Ezeket az információn alapuló munkavégzéshez és tanuláshoz szükséges feltételeket nevezzük digitális képességeknek. Az egyre bonyolultabbá váló rendszerek központosított irányítása nehézkessé vált, így a decentralizált ellenőrzés és irányítás nem csupán a technikai, de az üzleti folyamatok vonatkozásában is optimális megoldás lehet. A vállalat minden érdekeltjének együttműködése szükséges azonban a célok eléréséhez, a strukturált kommunikáció kialakítása a megfelelő kommunikációs technológiák alkalmazásával mind a munkavállalók között, mind ember és gép, valamint a gépek között alapvető követelmény.

6. táblázat Források

Digitális képességek (elv)	*Strukturált kommunikáció (elv)*
• digitális kompetenciák biztosítása • a szenzoradatoknak decentralizált előzetes feldolgozása	• feladat alapú interfész kialakítás • hatékony kommunikáció

Forrás: Schuh et al. (2017) alapján saját szerkesztés

Információs rendszerek: társadalmi-technikai rendszerek, amelyekben a gazdasági kritériumokon alapuló információt mind az emberek, mind az IKT szolgáltatják, azaz előkészítik, feldolgozzák, tárolják, továbbítják az adatokat. A döntéshozatali mechanizmus szempontjából elengedhetetlen a megfelelő, digitalizált információs rendszer működtetése. Amennyiben egy gyártó vállalat eléri az 5. érettségi szintet, akkor az információs rendszernek a 7. táblázat szerinti tényezőkből kell állnia. A magas minőségű adatok tárolása központilag, feldolgozása és elemzése automatikusan, „öntanító" módon történik, azaz a rendszer folyamatosan alkalmazkodik a változó körülményekhez. Az adatokból és információkból kinyert tudás már megfelelően kontextusba helyezve kerül a munkavállalókhoz. A szabványosított adatinterfészek alkalmazása a horizontális és vertikális integráció megvalósításában igen rugalmas információs rendszer kialakítását és működtetését biztosítja.

7. táblázat Információs rendszerek

Információ feldolgozás (elv)	*Integráció (elv)*
• adatelemzés • kontextusba helyezett adatszolgáltatás • alkalmazás-specifikus felhasználói interface • rugalmas IT-infrastruktúra	• horizontális és vertikális integráció • adatkezelés • standard (szabványosított) adat interface • IT-biztonság

Forrás: Schuh et al. (2017) alapján saját szerkesztés

Szervezeti struktúra fogalma kettős: a vállalkozás belső felépítése és az értékláncon belül elfoglalt hely is ide tartozik (8. táblázat). A 6. érettségi fokot elérő vállalkozások szervezeti struktúráját egyrészt rugalmas szervezeti egységek, agilis vállalati menedzsment, decentralizált döntési jogkörök, az értékláncon belül a partnerekkel való aktív dinamikus együttműködés jellemzik a vevők igényeinek minél magasabb szintű kielégítése érdekében.

8. táblázat Szervezeti struktúra

Organikus belső szervezet (elv)	*Dinamikus együttműködés az értékláncon belül (elv)*
• agilis, tevékeny menedzsment • rugalmas közösségek • motivációs célrendszerek	• összpontosítás az ügyfélelőnyökre • hálózaton belüli együttműködés

Forrás: Schuh et al. (2017) alapján saját szerkesztés

Kultúra: A vállalkozás agilitása jelentős mértékben függ az alkalmazottak magatartásától, hozzáállásától, sikertényezőnek számít a megfelelő gondolkodásmód kialakítása (9.

táblázat). A társadalmi együttműködés mind a munkavállalók egymás közötti, mind a partnerekkel és ügyfelekkel való megfelelő kapcsolatot jelöli. A rendszer és a folyamatok iránti bizalom a folyamatok magas szintű stabilitását eredményezi, míg a demokratikus vezetési stílus értékeli a munkavállalók erőfeszítéseit és biztosítja a nyílt kommunikációs rendszert. Mindez elősegíti, hogy a dolgozói állomány minden tagja befogadja a változásokat, rugalmas és nyitott legyen azokra, tanuljon az adatokból, kész legyen az újszerű megközelítésekre, folyamatosan fejlessze képességeiket és az elkövetett hibákat tanulási folyamatnak, a fejlődés szükséges velejárójának fogja fel.

9. táblázat Kultúra

Szociális (társadalmi) együttműködés (elv)	*Hajlandóság a változtatásra (elv)*
• a rendszerbe és a folyamatokba vetett bizalom • demokratikus vezetési stílus • nyílt kommunikáció • együttműködés	• nyitottság az innovációra • változások formálása, kialakítása • hibák értékének felismerése • folyamatos szakmai fejlődés

Forrás: Schuh et al. (2017) alapján saját szerkesztés

A vállalkozás Ipar 4.0 releváns funkcionális területei

A *Fejlesztési* folyamat eredménye az Ipar 4.0-ban nem egy merev késztermék lesz a jövőben, sokkal inkább egy, a mindenkori változásokhoz, igényekhez továbbfejleszthető, automatikusan is változtatható termék koncepciója. A fejlesztés forrása ebből a szempontból lehet maga a termék, amelyet a végfelhasználóhoz történő kiszállítás után sem veszíthet szem elől a cég – a gyártmánynak képesnek kell lennie adatok fogadására és küldésére, bizonyos funkcióinak automatikus frissítését és változtatását szoftveres úton kell megoldani. A fejlesztést virtuális platformokon keresztül interdiszciplináris csapatok végzik, amely az együttműködést hatékonnyá teszi. Teljes digitális modell alkalmazása szükséges a fejlesztési folyamathoz (pl. PLM), amely átlátható képet nyújt a tesztelésekről, komponensekről, változásokról vagy a termékkel kapcsolatos követelményekről az egész életciklus alatt. A jól kialakított információs rendszeren keresztül a fejlesztési folyamat adatai a gyártás számára is elérhetőek, így bármilyen változás azonnal nyomon követhető. A termékfejlesztés megközelítésének gyakorlatiassá kell válnia, azaz a termékkel kapcsolatos alapvető hipotéziseket a lehető leggyorsabban tesztelni szükséges (részletes elméleti leírások helyett). Az „első típusok” (primotypes) azt a célt szolgálják, hogy konkrét visszajelzést biztosítsanak a használatról és a vevői tapasztalatokról. Fontos szempont a „minimum életképes termék”-koncepció, amely lehetővé teszi, hogy a vevői visszajelzéseket, tapasztalatokat, további igényeket be lehessen építeni a fejlesztési folyamatba.

A *Gyártás* a jövőben is a cégek működési motorja lesz, de a gyártási módot és folyamatot az ügyfelek termékkel kapcsolatos követelményeivel is összhangba kell hozni. A vállalkozásoknak elsősorban kulcskompetenciáikra szükséges fókuszálni, és amennyiben egy valódi értékteremtő hálózat aktív részesei lesznek, akkor a vertikális integráció mértéke lecsökkenhet. Ez viszont nagyobb rugalmasságot jelent a termékjellemzők vagy a portfólió szempontjából a vevő igényeinek való megfelelés érdekében. Az ökoszisztéma rendszerű együttműködés lényegesen magasabb szintű, teljesebb körű ügyfélfókuszt és egyedi igényeknek megfelelő költséghatékony előállítást is eredményez.

Bár a *Logisztika* fő feladata továbbra is a megfelelő termék, megfelelő minőségben, megfelelő áron, megfelelő helyen és megfelelő időben történő biztosítása marad (Chikán – Demeter 2003; Demeter 1999; Szegedi – Prezenszki 2003), az Ipar 4.0 itt is alapvető változásokat idéz elő, melynek eredményeképpen ez a tevékenység egyre szorosabban épül be az értékláncba és a „lehívásra" történő, szolgáltatásorientált logisztika irányába való elmozdulás lesz jellemző. A logisztikai berendezések, eszközök (targonca, csomagológép), gépjárművek egyre inkább rendelkeznek különböző beépített információ-technológiai funkciókkal is, pl. „valós idő és hely rendszer" (RTLS), a tehergépjárművek képesek automatikusan azonosítani helyzetüket, állapotuk adatait vagy a szállított árut, így teljes információs átláthatóság biztosított a tárolási idő, hely, mennyiség vonatkozásában is. Az igény szerinti, szolgáltatásorientált logisztika integrált információs rendszerekre támaszkodik, amely lehetővé teszi a feladó és címzett között a folyamatos, kölcsönös tájékoztatást. A szervezeti működésben biztosított decentralizált döntéshozatal rugalmasabbá teszi a logisztika tervezését, a platformok segítenek meghatározni, adott esetben ki tudja a legjobban végrehajtani a kért feladatot (helyszín, költség, időpont, biztonság vonatkozásában).

Szolgáltatások: Az Ipar 4.0 a vállalkozásokat a hagyományos termékértékesítéstől az új, megoldásorientált és szolgálatás központú üzleti modellek kialakítása irányába történő elmozdulásra vagy akár „a termék, mint szolgáltatás" modell megvalósítására ösztönzi. Ez utóbbi lehetővé teszi az ügyfelek számára a termékhozzáférést, de a termékhasználat vagy más mutató alapján fizetnek érte. A vevők konkrét és időben eltérő igényei nem közvetlenül a termékre, hanem egyedileg változtatható, adat alapú szolgáltatásokra irányulnak, amelyek például különböző gyártók termékeit egymással összekapcsolják, kombinálják. Az adat alapú szolgáltatások előfeltételei intelligens, összekapcsolhatóságot biztosító termékek, amelyek saját maguk érzékelik, dolgozzák fel a működésükre, környezetükre vonatkozó adatokat és azokat a szolgáltatónak továbbítják. A termékéletciklus menedzsment

információs rendszere kibővül a szolgáltatás dimenziójával, amelybe beletartozik az adott termék használatával vagy a hozzá tartozó egyéb szolgáltatásokkal kapcsolatos információ is. A jövőben az ügyfelek egyedi igényeknek megfelelő, speciális szolgáltatáscsomagokat igényelhetnek, amelyet az értéklánc meghatározott vállalatcsoportja kínál, s mely szolgáltatás nyújtása folyamán mind a vevővel való személyes kapcsolat, mind automatizált, adat alapú szolgáltatások is biztosítottak (például a gyártó műszaki szolgáltatása kombinálható egy másik partner nyújtotta adatelemzéssel). A vállalkozások előtt álló legnagyobb kihívás a saját szerepük konkrét meghatározása, mivel az iparági határok kevésbé lesznek egyértelműek, így minden cégnek arról is döntenie kell, milyen szolgáltatások irányába kíván elmozdulni, melyekkel bővíti tevékenységi körét.

A *Marketing és értékesítés* kulcsfontosságú a vevő vásárlási döntése, lojalitásának kialakítása szempontjából. Ajánlatot csak akkor tehetünk, ha az eszköz, berendezés ismert kapacitása alapján a pontos szállítást is garantálni tudjuk. Ugyanakkor az is fontos, hogy a termék használatáról visszajelzés érkezzen, amely betekintést nyújt az ügyfél elvárásaiba. Az agilis vállalkozás képes ellenőrizni a vevővel való kapcsolat egyes pontjait, ebben segítséget nyújtanak a CRM vagy ERP rendszerekből, illetve piackutatásból kinyert adatok. Az adatelemzési technikák is elősegítik az ügyfelekkel való kapcsolattartás értékelését, a döntési kritériumok, a korábbi megrendelések, a belső vállalati és külső környezeti adatok elemzése révén. A kinyert adatok tovább bonthatók a termék specifikumai, illetve a vevői magatartás szempontjai szerint, további szűrésekkel a várható vevői döntések is prognosztizálhatók. Előre jelezhető az értékesítés, az aktuális kapacitáskihasználtság, az ügyfélelőzmények, a piaci információk pedig összekapcsolódnak ezekkel, lehetővé téve, hogy dinamikus árképzési modell használatával a bevétel tervezhető legyen. A jövőben a marketing és értékesítés az ügyfél vásárlási szokásaihoz és folyamataihoz szorosan illeszkedő csatornákra fókuszál, melynek célja, hogy optimális időben a termék a vevő rendelkezésére álljon. Ezt egyrészt elektronikusan, saját értékesítési platformon keresztül lehet elérni, ahol online termékmegjelenítéssel és célzott információk összeállításával a vevő vásárlási döntését támogatják. Másrészről digitális együttműködő platformok a vevővel való kapcsolatfelvétel új lehetőségeit kínálják, például az ügyfél közzé teheti ezeken a platformokon egyedi igényeit, amely információk közvetlenül a fejlesztőhöz vagy a gyártóhoz érkeznek.

6 A saját empirikus kutatás modellje

6.1 Az empirikus kutatás fókusza

Az empirikus kutatás a magyar Ipar 4.0 ökoszisztémát hivatott feltérképezni. Azt vizsgálom, hogy az Ipar 4.0 irodalomkutatás során feltárt belső és külső Ipar 4.0 ismérvek mennyire jelennek meg a hazai vállalatok esetében. Milyen eltérések mutathatóak ki az egyes vállalatok nemzetgazdasági elvárásait illetően? A terület elhelyezkedés mennyire befolyásolja az egyes szereplők jellemzőit, iparpolitikai elvárásait? A jelenlegi helyzet és a tervezett jövő sikeres és mind szélesebb körű megismeréséhez szükséges felmérni:

- az ipari digitális ökoszisztémának a stratégiai gazdaságirányítással kapcsolatos igényeit és elvárásait;
- az Ipar 4.0 ismertségének, elfogadottságának és bevezetésének jelenlegi helyzetét mind az egyedi ökoszisztéma szereplő (vállalat, akadémia, társadalmi szervezet), mind a nemzetgazdaság szintjén;
- a K+F+I együttműködési potenciált;
- a versenyképességi potenciált és feltételeit;
- az oktatás, képzés helyzetét;
- az emberi erőforrást érintő releváns kihívásokat;
- az ipari digitalizáció térbeli elvárásait és hatásait;
- és legfőképpen a vállalatok egyedi Ipar 4.0 képességeit.

Általános közgazdasági szempontú változásokat és összefüggéseket is keresek, amelyek az alábbi, az Ipar 4.0-t jellemző megállapításokból fakadnak:

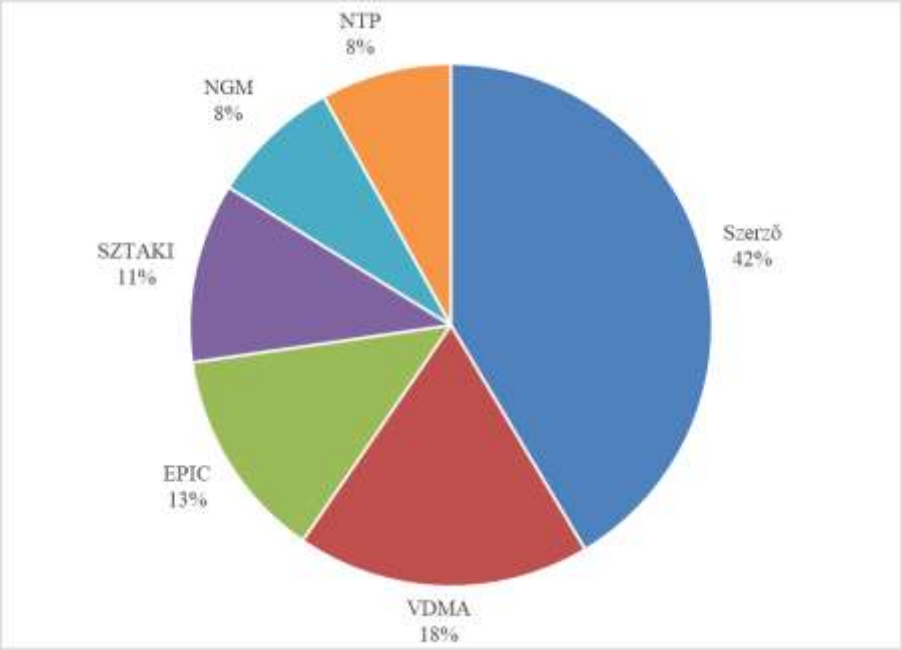
- a tömegtermelés helyett az egyedi vevői igények rugalmas és tömeges kielégítése a cél;
- a készletre termelést felváltja a rendelések dinamikus kiszolgálása;
- a paletta a fizikai termék előállításától a komplex szolgáltatások nyújtásáig szélesedik;
- a termelési tér átszervezése az egymással összekapcsolt üzemi terekre;
- a kontroll, illetve az irányítás átadása a terméknek;
- az adatgyűjtés és -értékelés a szolgáltatás javítása és termelés optimalizáció érdekében;
- az értékláncban betöltött hely változása hozzáadott érték tekintetében;
- az együttműködési hajlandóság növekedése az értéklánc szereplői között;
- a virtuális és a fizikai világ konvergenciája a termék teljes életciklusában.

Az online kérdőíves kutatás a magyar ökoszisztéma mind szélesebb felmérését célozta, így a résztvevőkre semmiféle korlátozást nem terveztem. A mélyinterjúk esetében önkényesen kiválasztott, de kizáró kritériumként tekintve az Ipar 4.0-ban aktív KKV-kat és nagyvállalatokat céloztam meg. Míg az online kérdőíves adatfelvétel sikerességénél az elemszámot 120-150 db-nál, addig a mélyinterjú és esettanulmány esetében 5-8 db-nál határoztam meg.

6.2 A kérdések forrásai

A kérdések megfogalmazásakor belső (MTA SZTAKI, EPIC[40]) és külső (VDMA, NTP, NGM) forrásokra egyaránt támaszkodtam melyek kiegészültek a kizárólag saját (Szerző) megfogalmazásúakkal (23. ábra). Az egyes források közvetlen módon, de különböző mértékben járultak hozzá a kérdőív végleges kérdéseihez, de elmondható, hogy csak a VDMA kérdések kerültek egy az egyben átemelésre (a már korábban megjelenő német összevetés okán). A többi külső és belső forrás esetén a kérdés és/vagy az előre definiált válasz valamilyen általam végzett transzformáción esett át, azaz tartalmazza előkészítő kutatásaim eredményeit.

23. ábra Kérdőív kérdések forrásai



Forrás: saját szerkesztés

[40] Az MTA SZTAKI és konzorciális partnerei által 2016-ban beadott és elnyert EU H2020 pályazata egy Termelésinformatikai és Termelésirányítási Kiválósági Központ (EPIC) kialakítására www.centre-epic.eu

- Az *MTA SZTAKI* munkatársai (közvetlen kollegáim) a korábbi felmérések kérdéseit kiegészítve, pontosítva, a személyes mélyinterjúk során elmondták saját szempontrendszerüket az ipar digitalizációját azonosítani hivatott ismérvek kapcsán.
- Az *EPIC* pályázat előkészítése során 2015-ben a MTA SZTAKI korlátozott körben végzett felmérést az Ipar 4.0-val kapcsolatos elvárásokról, a megvalósítás akkori helyzetéről.
- A *VDMA* által kidolgozott Industrie 4.0 Readiness kérdőív és tanulmány (VDMA 2015). Ez céljaiban és kérdéseinek struktúrájában a legjobb keretet adja a kérdőív II. főcsoportjához.
- Az *NGM* által elvárásként megfogalmazott szempontok, valamint az Irinyi Terv hangsúlyos elemeinek aktuális állapotára vonatkozó kérdések. A minisztérium képviselőinek egyértelmű elvárása volt, az alábbi általános szemlélet megjelenítése kérdőívben: Mit tegyen és hogyan tegyen az Állam maga? Milyen legjobb gyakorlatokat alkalmazzon ezen tevékenysége során a hatékonyságot és optimumot szem előtt tartva?
- Az *NTP* egyes munkacsoportjainak kijelölt személyei, illetve a munkacsoportok vezetői – megismerve a korábbi felmérések kérdéseit –, megnevezték a maguk szakterületének sajátos igényeit kifejező kérdéseket. Tipikusan az oktatásra, képzésre, foglalkoztatásra vonatkozó, illetve a pénzügyi források elérhetőségét vizsgáló szempontokat hoztak be.

Összeségében a VDMA lett a legfontosabb külső viszonyítási pont. Az alkalmazásra kerülő dimenziók jól lehatárolják a fizikai (okos gyár és termék) és virtuális (intelligens folyamatok, termék adat alapú szolgáltatások) világ területét, mely egybeesik a szakirodalomban szintetizálása alapján megfogalmazható következtetésekkel. A modell foglalkozik a vállalat stratégiai és emberi erőforrásra vonatkozó elemei, így reflektál az általam felállított ökoszisztéma modellre is. A több kutatóintézet[41] által tudományos igénnyel összeállított anyag a gyakorlati életben is kiállta az idők próbáját, vállalati és kormányzati körökben is hivatkozzák.

Meg kell említeni, hogy ugyan közvetett módon, de a 4.1. fejezet és az 5. fejezet által tárgyalt mutatókat, rangsorok témaköreit, kérdéscsoportjait is folyamatosan tekintetbe vettem. Ha

[41] Institut der deutschen Wirtschaft Köln Consult GmbH, Forschungsinstitut für Rationalisierung (FIR) e.V. an der RWTH Aachen, IMPULSE Stiftung für den Maschinenbau, den Anlagenbau und die Informationstechnik

csak egy részmondat, egy válaszalternatíva erejéig is, de ezzel erősítve a kapcsolatot a dolgozat egyes fejezetei között.

A kérdőív összeállítása során rendszeresen konzultáltam kollegámmal, az NTP titkárával[42], továbbá az MTA SZTAKI munkatársaival és az NTP tagjaival, valamint az NGM képviselőivel. A megvalósult kérdőív ennek értelmében tükrözi és képviseli az említett szereplők véleményét és szakmai állásfoglalását is.

A különböző források harmonizálása, a meglevő kérdések pontosítása és kiegészítése révén, valamint új kérdések alkotásával úgy vélem, sikerült a célkitűzésben szereplő átfogó felméréshez az alapot megteremteni. A kérdőívben szereplő kérdések tételes listáját forrásuk szerinti bontásban – azaz, hogy mely kérdés pontosan mely korábbi szervezet felméréséből került származtatásra – a 10. táblázat tartalmazza. A végleges kérdőívet és az annak bázisát adó EPIC és VDMA kérdőíveket mellékletben helyeztem el, további tanulmányozás esetére.

10. táblázat A kérdőívben szereplő kérdések tételes listája forrásukat tekintve

Kérdés forrása	*A kérdőívben a kérdés sorszáma*								
Szerző	1	2 19 31 59 76	3 20 32 64 84	4 21 33 65 85	5 23 40 66 89	8 24 55 67 90	10 25 56 68 91	11 29 57 69 92	12 30 58 70 99
MTA SZTAKI	6	13 82	37 95	42	53	54	77	80	81
EPIC	7	9 86	14 87	15 88	16 94	71	78	79	83
VDMA	17	18 43 61	22 44	26 45	27 48	35 49	38 50	39 51	41 52
NGM	63	72	73	74	75	93	96	97	
NTP	28	34	36	46	47	60	62	98	

Forrás: saját szerkesztés

A kérdések véglegesítésében kulcs szerepet játszó kvalitatív mélyinterjú résztvevők úgy az NTP, az NGM, mint pedig az MTA SZTAKI oldaláról anonimitást kértek, melyet nekem tiszteletben kell tartanom. Ennek alapja részben, hogy saját munkaidejükben álltak

[42] Várgedő Tamás, akinek ehelyütt külön köszönöm értékes gondolatait, melyek napi szinten járultak hozzá a disszertációm épüléséhez.

rendelkezésemre, részben pedig olyan kérdéseket fogalmaztak meg, amelyeket munkakörükre[43] való tekintettel nem feltétlen tehettek volna meg.

A kérdőív II. és III. fő része között átalános analógiák állapíthatók meg, melyeket a 11. táblázat szemléltet.

11. táblázat A kérdőív II. és III. főrész közötti analógiák

Párhuzamok	II. főrész (mikroszint)	III.főrész (makroszint)
A. Általános keretek, szabályok definiálása	* Stratégia és szervezet	* Területi egyenlőtlenségek oldása * Állami szerepvállalás
B. Belső folyamatok, működés	* Okos gyár * Intelligens folyamatok * Okos termékek * Termékadatokon alapuló szolgáltatások	* Energia- és anyag-hatékony eszközök és gyártási módok * Új, illetve digitális technológiák alkalmazása * Erőforrások, hatékonyabb felhasználása
C. Humán erőforrás	* Munkavállalók	* Foglalkoztatás bővítése, munkahelyteremtés

Forrás: saját szerkesztés

6.3 A kérdőív szerkezete

12. táblázat A kérdőív szerkezete

A kérdőív főrészei	Az adott rész célja	Kérdések sorszáma
I. A kitöltő szervezetet jellemző általános kérdések	A kitöltő vállalatot, szakmai szervezetet jellemző gazdálkodási és statisztikai adatok bevezető csoportja.	1-15. kérdések 15 db kérdés
II. Az Ipar 4.0 vállalati minősítés kérdései	Mikroszinten a kitöltő vállalatok egyedi Ipar 4.0 képességeinek felmérésére alkalmas kérdések csoportja	16-61. kérdések 46 db kérdés
III. Az Ipar 4.0 nemzetgazdasági kérdései	Makroszinten a magyarországi helyzet átfogó megismerését célzó kérdések csoportja	62-98. kérdések 37 db kérdés
IV. Visszajelzés	Befejező részben a kitöltő adataira kérdezünk rá, amennyiben a felmérés eredményéről visszajelzést kíván kapni.	99. kérdés 1 db kérdés

Forrás: saját szerkesztés

[43] Munkakörüket tekintve voltak a területre rálátó minisztériumi alkalmazottak, tudományos kutatók, valamint vállalati közép- és felsővezetők.

I. főrész: Általános kérdések

A kitöltő vállalatot, szakmai szervezetet jellemző gazdálkodási és statisztikai adatok bevezető csoportja. Ebben a felvezető részben a kitöltő azon ismérveire kérdezek rá, melyek mélyítik a majd a feldolgozásban a válaszok értelmezésének lehetőségeit, azok árnyalását. Noha ezek egy része (pl. árbevétel, foglalkoztatotti létszám) akár meglevő adatbázisokból, akár származtatás útján (pl. a cég besorolása kis- vagy nagyvállalatra) kinyerhető lenne, fontosnak tartottam megkérdezni. Rákérdezek, hogy tevékenységét az ország mely szegleteiben, hány telephelyen és saját besorolása szerint mely iparág(ak)ban folytatja az adott szervezet. Lényeges, a szervezeti filozófiát befolyásoló kérdésekre is itt keresek választ, mint például, hogy hol látja saját szerepét a beszállítóláncban és ott mennyire domináns az általa hozzáadott érték. Vizsgálom területi beágyazódottságát az innovációs rendszerben, vizsgálva klasztertagságát és K+F+I együttműködési hajlandóságát (13. táblázat).

13. táblázat Bevezető kérdések

Dimenziók	*Kérdések sorszáma; Számossága (db)*	*A kérdéscsoport lényege, célja*
1. Általános bevezető kérdések	1 – 15; 15 db	A vizsgált szereplő statisztikai és stratégiai ismérveinek számbavétele.

Forrás: saját szerkesztés

II. főrész: Vállalati minősítés

A II. főrész mikroszintű, a kitöltő vállalatok egyedi Ipar 4.0 képességeinek felmérésére hivatott kérdések csoportja (14. táblázat). Ezen kérdések nemcsak arra alkalmasak, hogy minősítsük a kitöltőket az Ipar 4.0 felkészültségük szempontjából, hanem szélesebb perspektívában arra is, hogy rávilágítsanak a mai helyzet erősségeire és gyengeségeire.

14. táblázat A vállalati minősítés dimenzió

Dimenziók	*Kérdések sorszáma; Számossága (db)*	*A kérdéscsoport lényege, célja*
1. Stratégia és szervezet	16 – 34; 19 db	Egy megvalósításra elfogadott stratégia meghatározza a vállalat fejlődési pályáját, kijelöli az értékláncon belüli helyét.
2. Okos gyár	35 – 42; 8 db	A kérdéscsoport a kiber-fizikai termelési rendszerek meglévő eszközparkját és jövőbeli fejlesztési irányait azonosítja.
3. Intelligens folyamatok	43 – 50; 4	A kérdések a belső, elsősorban a termelés és az IT szempontjából releváns folyamatokat és jellemzőiket veszik számba.
4. Okos termékek	51 – 54; 4 db	A termékekkel és előállításukkal kapcsolatos innovációs kérdéseket teszi a vizsgálat tárgyává.

5. Termékadatokon alapuló szolgáltatások	55 – 58; 4 db	A termék életciklusának használati fázisára és az abból kinyerhető információk felhasználására irányulnak a kérdések.
6. Munkavállalók	59 – 61; 3 db	A kérdések azt vizsgálják, milyen a rendelkezésre álló emberi erőforrás, hogyan tartjuk meg és milyen irányban képezzük tovább?

Forrás: saját szerkesztés

Amennyiben az Ipar 4.0 jelenséget közkeletű módon úgy fogjuk fel, mint az informatika, az IKT és a gyártási automatizálás fejlődése során a fizikai és a virtuális világ fokozatos közeledését és összeolvadását, akkor azt mondhatjuk, hogy az Okos gyár és az Okos termékek dimenzió *a fizikai világra* (összesen 12 kérdés), az Intelligens folyamatok és a Termékadatokon alapuló szolgáltatások pedig a fizikainak *virtuális leképezésére* (összesen 12 kérdés) vonatkozik. A Stratégia és szervezet és a Munkavállalók dimenzió pedig két általános szempontrendszert hoz be a vizsgálatba (összesen 22 kérdés), amely egyben támogatja az ökoszisztéma alapú megközelítés létjogosultságát is. Ez a szemléletmód egyben rávilágít a kérdőív tudatosan arányos voltára is a kérdések számosságát tekintve az egyes dimenziókban: 12+12, továbbá 22 került definiálásra.

Az Ipar 4.0 felkészültség előfeltétele a digitális képességek megléte, azok folyamatos fejlesztése, az igazi digitális vállalkozássá való fejlődéshez azonban világos jövőkép és megfelelő stratégia is szükséges. A *Stratégia és szervezet* témakörében elsődleges kérdés, hogy látja-e az összefüggést a vállalat a versenyképesség és az Ipar 4.0 között, azaz érti-e, hogy olyan témáról van szó, mely a saját érdekeit szolgálja.

A vállalkozásnak elemeznie és értékelnie kell jelenlegi digitális érettségét és egyértelmű célokat kell meghatároznia az előtte álló időszakra vonatkozóan. Elengedhetetlen azon kulcsterületek és intézkedések azonosítása, amelyek számára a jövőben a legnagyobb értéket termelik, és nem csupán a technikai-technológiai megoldásokra, hanem az emberi tényezőkre (mint a vállalatvezetés elkötelezettsége, a munkavállalók digitális képességeinek fejlesztése) is fókuszálnia szükséges. Alapvetés, hogy tudatos stratégia nélkül nincs siker, ha pedig létezik ilyen dokumentum, érdemes mérni mutatószámok segítségével a benne kijelöltek megvalósulását. A stratégia minősítésére szolgál annak felülvizsgálati periódusait, az általa érintett területeket vizsgáló kérdések sora.

Az Ipar 4.0 megvalósítása mindenképpen fejlesztéseket, beruházásokat igényel. Vannak vele erősebben és kevésbé szorosan összefüggő területek egyaránt, melyek között – tekintve, hogy a források, származzanak bármilyen forrásból is, végesek –, a menedzsment döntési

kényszerbe kerül, melynek kimenete jellemzi a vállalatot és így megkülönböztetésre teremt lehetőséget a számomra.

Lényeges szempont tudni, hogy milyen technológiai megoldások vannak már most bevezetve a vállalatnál, ezeket mennyire tudatosan és mennyire folyamatszemlélettől vezérelve fejlesztik. A szemléletmód kérdésében releváns, hogy mennyire támogatják a nyílt innovációt és egyáltalán folytatnak-e aktív innovációmenedzsmentet a digitalizáció érdekében a vállalat kiemelt területeire vonatkoztatva.

Az értékláncban betöltött szerepük a tudás, mint hozzáadott érték tekintetében választ ad arra, hogy hazánk hol pozícionálhatja magát a globális piacokon[44]. A partnerkapcsolatok számából, a vállalatszervezésre, a működési filozófiára vonatkozó kérdésekre adott válaszokból a horizontális és a vertikális integrációval kapcsolatban tehetek majd megállapításokat.

Az *Okos gyár* kérdéscsoport a 3.5.2 fejezetben ismertetett elvárások fizikai megvalósulását értékeli, melyek objektív képet adnak a gyár aktuális műszaki állapotáról, rendelkezésre álló eszközparkjáról. A robotsűrűség egzakt, és nemzetközi szinten is vizsgált mutatószám, mely megjelenik úgy egy vállalatra, mint egy országra vonatkoztatva is. A logisztika és a gyártás ma már szinte teljesen integrálódott egymásba, ennek okán magam is egyszerre vizsgálom e két terület rendelkezésre álló eszközeinek kvalitatív és kvantitatív ismérveit, továbbá a vállalat vonatkozó fejlesztési elképzeléseit. Korábban bemutattam, hogy egy okos gyárban folyamatosan gyártásspecifikus adatgyűjtés folyik, ezért érdekes, hogy mely területeken és milyen mértékben történik ez. A válaszok feldolgozása után véleményt alkothatunk a vállalat vertikális integráltságáról is. Igaz, ez átvezet a következő kérdéscsoportra, mely az *Intelligens folyamatokat* hivatott felmérni és alapvetően az IT működését és helyét, továbbá az IT releváns biztonsági és szabályozási kérdéseket boncolgatja. Itt kapott még helyet a CPS-nél megismert autonomitás vizsgálata: létezik-e olyan példa, amikor a termék önállóan vezéreli a gyártását vagy létezik-e olyan gyártási folyamat, mely valósidőben képes önállóan és automatikusan a gyártási feltételekre reagálni. Az *Okos termékek* vélhetően nagyszámban még nem kerülnek ki a hazai gyárakból, ezért lényes tudni, mennyire aktívak a válaszadók mind a termékek és a szolgáltatások, mind a folyamatok és a módszerek innovációja tekintetében. Az okos termékek ismérve, hogy a termékhasználati fázisukban is adatokat gyűjtenek és továbbítanak sajátmagukról. Kérdés, hogy ezeket hasznosítja-e a gyártó, és ha

[44] A II.főrész alapvetően mikroszinten vizsgálódik, de természetesen, megfelelő transzponálást követően alkalmasak makroszintű elemzésre is.

igen, akkor hol és pontosan milyen területeken, azaz a *Termékadatokon alapuló szolgáltatások* mennyire jellemzik a vállalatot.

A 3.3 fejezetben jeleztem, bármennyire technokrata is a jövőképünk, annak középpontjában is az embernek kell állnia. A *Munkavállalók* kérdéscsoportban azt vizsgálom, hogy milyen belső képzési programok, milyen humán erőforrás folyamatok léteznek az adott vállalatnál és egyáltalán hogyan értékelik saját munkavállalóiknak kompetenciáit az Ipar 4.0 kapcsán felmerülő jövőbeli elvárások terén.

III. főrész: Nemzetgazdasági kérdések

Makroszintű, a magyarországi helyzet átfogó megismerését és segítését célzó kérdések csoportja a III. főrész. A kérdések az Irinyi Terv hangsúlyos elemeinek feldolgozásával, az abban megfogalmazott szempontok bedolgozásával alakultak ki és jelentek meg a kérdőív végső formájában. A vizsgálati dimenziókat a 15. táblázat tartalmazza. Ebben a főrészben arra kerestem a választ, miként vélekednek az ipar közvetlen és közvetett szereplői a közeljövő fejlődési kilátásairól. Az állami beavatkozás lehetőségeit és hatásait is vizsgáltam. Továbbá szervezeti-szervezési kérdések, párhuzamos infrastrukturális fejlesztések, versenyképességi preferenciák, finanszírozási és szabályozási döntések is állnak a középpontban, de lényeges, hogy a válaszok nem vonatkoztathatók az adott kitöltő szervezetére, hanem mindig magasabb, általános szinten értelmezendők, amely minimum iparágat, de leginkább országos szintet jelent.

15. táblázat A nemzetgazdasági kérdések

Dimenziók	*Kérdések sorszáma; Számossága (db)*	*A kérdéscsoport lényege, célja*
1. Területi egyenlőtlenségek oldása	62 – 70; 9 db	A kérdések annak vizsgálatára irányulnak, milyen állami támogatásokat preferálnak és milyen területpolitikai döntéseket várnak helyzetük javítására a megkérdezettek.
2. Állami szerepvállalás	71 – 75; 5 db	Konkrét javaslatok az állam következő stratégiai döntéseit illetően: a finanszírozás módja, a támogatási célterület, a szabályozási igények tekintetében.
3. Energia- és anyag-hatékony eszközök és gyártási módok	76 – 80; 5 db	Fenntarthatóságot támogató eszközök és technológiák üzemesítésének jelentősége.
4. Új, illetve digitális technológiák alkalmazása	81 – 88; 8 db	Iparág szinten vizsgálom, mennyire domináns az Ipar 4.0 technológiák üzemszerű használata, milyen kihívásokat hoznak magukkal
5. Erőforrások, hatékonyabb felhasználása	89 – 92; 4	Vizsgálom, hogy az Ipar 4.0 megvalósítása mennyire jelent versenyelőnyt, illetve milyen akadályokat vett fel.
6. Foglalkoztatás bővítése, munkahelyteremtés	93 – 98; 6 db	Arra keresem a választ, milyen jelentősége van a robotoknak, változnak-e az Ipar 4.0 hatására a munkavállalókkal kapcsolatos elvárások, igények?

Forrás: saját szerkesztés

Területi egyenlőtlenségek oldása kapcsán elsődlegesen és közvetett módon azt kérdeztem, hogy mennyire elégedettek a hazai területfejlesztési politikával és annak eredményeivel. Provokatív lehet a kérdés, de szerintem helyénvaló. Érzik-e a vállalkozások a saját iparágukat tekintve a területfejlesztés eredményeit? Tovább menve, mit tegyen az állam: támogassa az elmaradott térségek felzárkózását vagy a már amúgy is fejlettek kedvezzen inkább? A konkrét támogatások milyen formában érkezzenek, alanyi jogon egységesen mindenkinek adócsökkentések formájában, vagy pedig meg kelljen értük dolgozni és inkább pályázatok kerüljenek kiírásra? Elméletek bizonyítják, hogy az együttműködés intézményesített megjelenései, mint pl. az ipari parkok, klaszterek szerveződése előnyt jelentenek tagjaiknak, de ezt tényleg így is élik meg mindennapjaikban az érintettek is?

Az *Állami szerepvállalás* dimenzió elsődlegesen értékelés az NGM eddigi tevékenységéről, másodsorban pedig segítségkérésként is értelmezhető: hova helyezzék prioritásaikat a minisztérium illetékesei a jövőben. Ismert-e a kormány S3[45] stratégiája, illetve az eddig megjelent iparkorszerűsítési folyamatok támogatják vagy inkább akadályozzák a célok elérését? A kitöltőknek lehetősége van véleményt alkotni, hogy jogi szabályozásban, infrastruktúrális fejlesztésben vagy éppen a munkaerő minőségi javításában látják az állam legégetőbb lépéskényszerét. A finanszírozási programok tekintetében pontosan milyen kiírások preferáltak mennyiség, minőség, intenzitás stb. szempontjából.

Energia- és anyaghatékony eszközök és gyártási módok a környezettudatosság és fenntartható fejlődés megvalósíthatóságának kérdését veti fel első helyen. Triviálisnak tűnik, hogy digitalizáljuk az üzleti és a termelési folyamatokat, valamint hogy robotokat alkalmazunk úgy gyártásban, mint a logisztikában. De tényleg ez a jövő útja, mennyire akarja mindenki ezt járni? Tudjuk, számtalan üzleti szolgáltatás érhető el felhő alapon, de merjük ezekre alapozni üzletmenetünket, vagy még túl kockázatos használatuk és csak bizonyos részterületeken, mint adattárolási eszközt alkalmazzuk őket?

Új, illetve digitális technológiák alkalmazása témakörben az Ipar 4.0 kapcsán leginkább fókuszban levő technológiák jelenét és a következő két évre vonatkozó jövőjét vizsgáltam. A megkérdezett iparágának mely területén és milyen mértékben lesz jellemző a big data alkalmazása vagy az IoT. Tovább menve, a különböző információs és kommunikációs

[45] S3: Intelligens szakosodási stratégia a K+F+I folyamatok hatékonyabb támogatását teszi lehetővé, ezáltal a térségek tudásalapú gazdasági fejlődését célozza meg. lásd: https://nkfih.gov.hu/szakpolitika-strategia/intelligens-szakosodasi-strategia-s3

technológiák, úgy mint az M2M kommunikáció, az RFID és a szenzorok, beágyazott rendszerek milyen szerepet játszanak majd a jövőben? A technológiák megvalósítása hol jelenti a legnagyobb kihívást: a kutatási, fejlesztési, sztenderizációs vagy a bevezetési fázisban? A virtuális környezet megvalósítása várható-e, és ha igen, már annak tervezési, vagy csak üzemeltetési fázisában? A technológiákat illeszteni kell meglevő rendszereinkhez és folyamatosan tovább kell fejleszteni, melynek egyik leghatékonyabban módja, ha nyílt innovációs folyamatot követve külső partner segítségét vesszük igénybe. Adódik a kérdés, milyen a hazai piacon elérhető szolgáltatások köre úgy mennyiség, mint minőség vagy éppen ár tekintetében.

Az *Erőforrások hatékonyabb felhasználása* témakörben a lokális piac sajátosságait vizsgálom és annak kapcsolatát az Ipar 4.0 megvalósítása által potenciálként megjelölt versenyképesség javulással. Hol vannak vonatkozó akadályok? Mi a helyzet a rendelkezésre álló K+F+I támogatásokkal, van-e megfelelő infrastruktúra, mennyire elavultak az általánosan használt termelési technológiák? A versenyképesség mellett hol várható még pozitív elmozdulás? Remélhető-e új piacokra való betörés, átláthatóbbak lesznek-e a termelési-logisztikai folyamatok? A horizontális integráció szempontjából mennyire lehetséges a hazai termelők beszállítói szerepkörben történő alkalmazása és a vállalati folyamatok vertikális integrációjának végrehajtása preferált feladat-e a versenyképesség növelése szempontjából?

Foglalkoztatás bővítése, munkahelyteremtés: Az Ipar 4.0 ellenzői táborából leginkább hangoztatott kérdés vagy inkább figyelmeztetés a robotok terjedése kapcsán jelentkezik. Milyen ágazatokban és milyen hatással lesz a munkaerőpiacra a robotok térnyerésének? Hogyan változnak az emberi munkakörülmények? Az Ipar 4.0 sikere jelentősen függ a tudástól, szakértelemtől és a képességektől, a humán erőforrás gazdálkodási stratégiát is tehát ennek megfelelően kell kialakítani – új, magas szintű digitális képességekkel rendelkező dolgozói állomány kialakításával és különböző szintű oktatásával, továbbképzésével.

IV. főrész: Visszajelzés

A kérdőív kitöltése garantálja az anonimitást, ugyanakkor felmerülhet az igény az egyedileg kiértékelt válaszok visszajelzésére, melyhez önkéntes alapon a 99. kérdés kitöltése teremti meg a lehetőségét. Amennyiben a kitöltő adatainak megadásával ehhez hozzájárul, a válaszok beazonosíthatóvá, az egyéni értékelések pedig visszajelezhetővé válnak.

6.4 Az empirikus modell kapcsolata a hipotézisekhez és az elméleti fejezetekhez

A kérdőív kérdéseinek készítése során szem előtt tartottam, hogy a szakirodalmi hivatkozások feldolgozását követően megszületett eredményeket a magyar helyzet tükrében tovább vizsgáljam. Tettem ezt részint a tudás gyakorlatban történő értelmezése, részben pedig a felállított hipotéziseim igazolása, esetleges elvetése céljából. A disszertáció hipotéziseinek, elméleti fejezeteinek, illetve a kiemelt tudományos hivatkozás(ok)nak a kérdőív végleges szerkezetéhez történt összerendelését a 16. táblázat tartalmazza.

16. táblázat Az empirikus modell kapcsolata az elméleti fejezetekhez

Főrész / Dimenziók	*A dimenzióhoz kapcsolódó hipotézis(ek)*	*A témára vonatkozó fejezetek a dolgozatból, illetve kiemelt tudományos hivatkozás(ok)*
I. A kitöltő szervezetet jellemző kérdések		
1. Általános bevezető kérdések	H1, H2, H4;	2.3; 2.4; 2.6; 4.4; Babbie (2008);
II. Az Ipar 4.0 vállalati minősítés kérdései		
1. Stratégia és szervezet	H2, H4, H5;	2.2; 2.6; 3.2; Lengyel – Rechnitzer (2004) Szegedi (2012)
2. Okos gyár	H3, H5;	3.3; 3.5; Monostori et al. (2016) Kagermann et al. (2013)
3. Intelligens folyamatok	H3, H4, H5;	3.2; 3.3; 3,5; Monostori et al. (2016) Kagermann et al. (2013)
4. Okos termékek	H3, H4;	3.2; 3.3; 3,5; Monostori et al. (2016) Kagermann et al. (2013
5. Termékadatokon alapuló szolgáltatások	H3;	3.2; 3.3; 3,5; Monostori et al. (2016) Kagermann et al. (2013
6. Munkavállalók	H6;	2.2; 3.4; 4.4; Irinyi Terv (2016)
III. Az Ipar 4.0 nemzetgazdasági kérdései		
1. Területi egyenlőtlenségek oldása	H2, H6;	2.4; 2.5; 2.6; 4.1; 4.3; Rechnitzer – Smahó (2011) Lengyel – Rechnitzer (2009): Lux (2017)
2. Állami szerepvállalás	H6;	2.3; 2.5; 2.6; 3.3; 4.1; 4.2; 4.3; Rechnitzer – Smahó (2011) Kagermann et al. (2016)
3. Energia- és anyaghatékony eszközök és gyártási módok	H2, H3;	3.5; 4.1; 4.3; Irinyi Terv (2016)

4. Új, illetve digitális technológiák alkalmazása	H3, H4, H5, H6;	3.3; 3.5; 4.1; 4.3; Kagermann et al. (2016)
5. Erőforrások, hatékonyabb felhasználása	H4, H6;	2.2; 3.3; 4.1; 4.3; Irinyi Terv (2016)
6. Foglalkoztatás bővítése, munkahelyteremtés	H6;	2.6; 4.1; 4.3; 4.4; Irinyi Terv (2016) Schwab (2016b)
IV. Visszajelzés		
1. A kitöltő személy adatai		

Forrás: saját szerkesztés

6.5 Az online kérdőív értékelési lehetőségei

A disszertáció szempontjából többféle út kínálkozik a kérdőíves válaszok kiértékelésére:

- A deduktív módszer: a válaszok függvényében sorban értékeljük a vállalati és a makrogazdasági rész minden kérdését, majd a leszűrhető megállapításokból vezetjük le hipotéziseim igazolását vagy cáfolatát;
- A megerősítő – analitikus módszer: a megfogalmazott hipotéziseim sorrendje szerint, minden kérdést egy hipotézishez rendelve értékeljük a válaszokat, azt vizsgálva, hogy azok mennyire támasztják alá állításaimat. Ebben az esetben természetesen nem kell már megkülönböztetést tenni a kérdőív két fő része között. A módszer hátránya, hogy elsősorban azokra a kérdésekre koncentrál, amelyek a hipotézisekhez köthetők.
- A megerősítő-szintetizáló módszer: alapvetően az irodalmi feldolgozás, a szakmai tapasztalatok és tudományos viták eredményeinek és a válaszadók által elénk tárt állapot összefüggőségeinek és ellentmondásainak feltárása. Ebben a szemléletben jó rálátást kaphatok, és egy egészként láthatom hazánk helyzetét ipar digitalizációja tekintetében. A munka erőforrásigényesebb, de az így nyert összefüggéseken alapuló kiértékelés bázisán megalapozottabban lehet a hipotéziseket értékelni, illetve téziseket felállítani.

Ez utóbbit követem, így az elemzést az Ipar 4.0 ökoszisztéma összefüggéseiben a szakirodalmat alapul véve végeztem el. Ebből több dolog következik:

- a hipotézisek vizsgálata közvetett módon történik;
- egy kérdés több aspektusból is kiértékelésre kerülhet, amely végeredményben oda vezethet, hogy egy kérdést több hipotézis vizsgálatához is számításba vehetünk;
- lehetőség nyílik egyazon téma makro- és mikroszintű, vagy ha úgy tetszik, a lokális versus globális hatásainak vizsgálatára;
- tekintve, hogy az elemzésben a felállított kérdőívmodell összefüggéseit elemezzük, a válaszokban egyben inkonzisztenciákat is feltárhatunk.

6.6 *Mélyinterjúk és esettanulmányok megalapozása*

A kutatási folyamat kérdőíves szakaszának kiegészítésére, hogy az ott megszerzett értékes forrásadatokat információs kontextusukban tudjuk értelmezni, további feltáró jellegű mélyinterjúkat terveztem az Ipar 4.0-ban élenjáró vállalati vezetőkkel, akiket egyben a terület szakértőinek tekintettem. Egy szakértői interjúra 60 és 90 perc közötti idővel számoltam, amely időtartam lehetőséget ad egyfajta személyes kapcsolat kialakítására, az alkalmazott fogalmak egyeztetésére és a szakmai kérdések zárásaként szubjektív gondolatok közlésére is (Babbie 2008). Az interjú során érintett témakörök struktúrájukban követik a kérdőívben használt dimenziókat, de csökkentett tartalommal bírnak (17. táblázat). Az egyes kérdésekre érkező válaszok objektív megítélését támogatandó értékelési pontszámokat is meghatároztam a beszélgetések megkezdése előtt.

17. táblázat A szakértői kérdőív témakörei, a mélyinterjú kérdései

Dimenzió	*Kérdés*	*Értékelési pontszámok*
Stratégia és szervezet	Az Ön vállalatánál az Ipar 4.0 stratégia implementálása jelenleg hol tart? Amennyiben létezik, kérem, adja meg a stratégia sarkalatos pontjait (pl. az I4.0 stratégiadokumentum tartalomjegyzéke alapján)	0 Nem 1 Még nincs, de lesz 3 Igen 5 Igen és van legalább 3 példa
	Használnak mutatószámokat az Ipar 4.0 vállalati stratégia megvalósulásának mérésére? Ha igen, kérem, röviden fejtse ki, miért jó a kidolgozott rendszer és mik a főbb jellemzői?	0 Nem 4 Igen, létezik, mely jó közelítéssel alkalmas a feladatra 5 Igen, létezik egy jó mutatószámrendszer a feladatra
Okos gyár	Milyen Ipar 4.0-hoz köthető technológiákat használnak a vállalatnál? (pl. Szenzorok, RFID, MES/ERP/PPS stb)	0 ha 0 technológiát nevez meg technológiánként 1 pont
	Tekintve, hogy az okos gyárak terjedése lehetővé teszi a gyár egészének digitalizált leképzését, gyűjtenek a vállalatnál gyártásspecifikus adatokat gyártóberendezésekről, gyártási folyamatokról? Ha igen, röviden ismertesse az adatgyűjtés, tárolás, feldolgozás és felhasználás folyamatát.	0 Nem gyűjtünk adatokat 3 Igen, részben 3 Igen az alapok léteznek 4 Igen, kiterjedt rendszerben 5 Igen, teljeskörűen
Intelligens folyamatok	Az Ipar 4.0 jövőképében az egyes munkadarabok önállóan vezérlik a gyártásukat. Létezik az Önök vállalatánál olyan példa, amikor a termék önállóan vezérli a gyártását? Ha igen, kérem, adja meg, hogy mely termék(ek)re vezették be a megoldást és miért éppen az adott termék(ek) bizonyultak erre alkalmasnak	0 Nem, nincs ilyen 1 Igen válasz, de csak a folyamat automatizáltsága állapítható meg 3 Igen, de még teszt fázisban van 4 Igen, de csak részterületeken 5 Igen, minden termékre igaz
	Létezik Önöknél olyan gyártási folyamat, mely valósidőben képes önállóan és automatikusan a gyártási feltételekre reagálni? Ha igen, kérem, adja meg, hogy mely területen vezették be a megoldást és miért éppen ott.	0 Nem, nincs ilyen 3 Igen, még teszt fázisban van. 4 Igen, de csak részterületeken 5 Igen, minden folyamatra igaz
Okos termékek	Van-e az Ön vállalatának olyan terméke, amely IKT alapuló többletszolgáltatást is kínál? Melyek ezek a technológiák?	0 ha 0 technológiát nevez meg technológiánként 1 pont

Termékadatokon alapuló szolgáltatások	A használat során keletkező / kinyerhető adatok mely területeken hasznosíthatóak a leginkább?	3 terület megjelenítése 5 port 2 terület megjelenítése 4 port 1 terület megjelenítése 3 port 0 Az adatokat nem hasznosítjuk
Munkavállalók	Milyen Ipar 4.0 releváns belső képzési programjaik vannak?	programonként 1 pont 0 ha nincs ilyen program

Forrás: saját szerkesztés

A vállalati esettanulmányok struktúráját két alapvető részre osztottam. A külső ismérvek mellett lényegesebbnek tartottam a belső képességek hangsúlyos megjelenítését, amely a vizsgált vállalat Ipar 4.0 szellemiségét volt hivatott feltárni a bevezetés alatt levő vagy már megvalósult megoldások alapján (18. táblázat).

18. táblázat Vállalati esettanulmányok szerkezete

Külső ismérvek
Mely város ad otthont a vállalkozásnak?
Munkavállalói létszám?
Éves (nettó) árbevétel?
Vállalat besorolása (Nagyvállalat, KKV)?
Többségi tulajdonos nemzeti hovatartozása (hazai, külföldi)?
Mely iparágban végzi főtevékenységét?
Milyen szerepet foglal el az értékláncban? (Mérnöki - tervezési, termelő -gyártó, szolgáltató, logisztikai)
Belső, Ipar 4.0 releváns információk
Az alkalmazott Ipar 4.0 megoldás rövid leírása.
Milyen létező kihívásra, létező problemákra ad megoldást és milyen konkrét előnyöket lehet általa realizálni?
Milyen készültségi fázisban van? (pl. fejlesztési, piaci - bevezetési, működő szolgáltatás)

Forrás: saját szerkesztés

Az esettanulmányok készítésekor elsődlegesen a vállalat által nyilvánosan közzétett információkra támaszkodtam, ideértve a vállalat éves jelentéseit, saját honlapját, szponzorált médiamegjelenéseit, szórólapjait, illetve az elérhető a hazai céginformációs adatbázist[46].

[46] https://www.e-cegjegyzek.hu/

7 Az empirikus kutatás eredményei

A *kérdőív fókusza* a korábban ismertetettek alapján kettős: *mikroszinten a vállalkozások egyedi képességeinek, készenléti szintjének felmérése, makroszinten a magyarországi helyzet átfogó megismerése*. Az empirikus kutatás disszertációmhoz tartozó mintavételi fázisa 2017. április 11-én indult és 2018. június 01-ig tartott. Az eredeti tervtől való eltérést azt tette szükségessé, hogy a kijelölt határidőig csak 133 db értékelhető válasz érkezett. Az időbeli kiterjesztésnek köszönhetően a minta mintegy 75%-kal, 232 db értékelhető kitöltött kérdőívre növekedett. A kitöltést bárki megtehette, minthogy a kérdőív nyilvános online felületen volt elérhető. Válaszadásra az NTP, az MTA SZTAKI és NGM egyaránt felkérte partnereit, tekintve, hogy közös cél volt az NTP által készített Nemzeti Ipar 4.0 stratégiának a kérdőív eredményeivel való alátámasztása. Napi munkám során már a kezdetektől aktív részese voltam a nevezett stratégia alkotási folyamatának, illetve annak társadalmi egyeztetésében a tudományos és szakértői oldalt képviseltem több fórumon is. Ezen bemutatók, viták során a kérdőív kritikai elemzése is napirenden volt, melyek konklúziói szintén részét képezik a jelen disszertációnak. A kérdőív kiértékelésének (rész)eredményei kapcsán számos tudományos előadást tartottam, illetve vettem részt kerekasztal beszélgetésekben az elért eredmények mind szélesebb disszeminációja okán.

A kérdőívet kitöltők között minden Ipar 4.0 szempontból érintett és releváns szereplő képviseltette magát. Az egyes részeknél az alábbi elemszámoknak megfelelő értékelhető választ tudtam figyelembe venni:

- Az I. általános részt kitöltötte: 232 válaszadó;
- A II. vállalkozás (mikroszint) részt kitöltötte: 174 válaszadó;
- A III. nemzetgazdasági (makroszint) részt kitöltötte: 169 válaszadó;
- A IV. visszajelzés kérésére szolgáló részt kitöltötte: 126 válaszadó.

Az egyes részek közötti eltérés elsősorban a kitöltők szervezeti jellemzőire vezethető vissza.

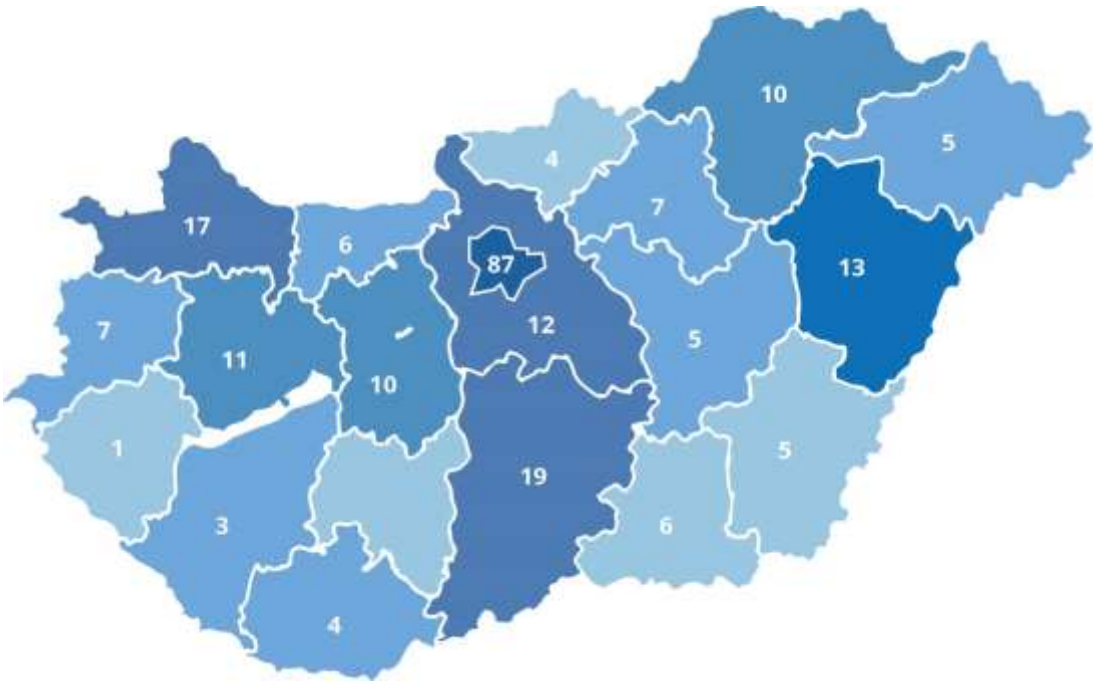
A vállalkozásokat jellemző II. résznél – természetszerűleg a kérdések iránya okán – a társadalmi szervezetek, illetve állami intézmények válaszai nem kerültek értékelésre. Sajnálatos módon és a várakozásommal ellentétben a III. nemzetgazdasági részt több válaszadó nem töltötte ki és még kevesebben vállalták nevüket, így lemondtak a közvetlen visszajelzés, vállalatukra vonatkozó kiértékelés megismerésének lehetőségéről.

A kérdőívek adatait az IBM SPSS 2.0[47] és az R ver 3.5.1[48] ingyenes adatelemző szoftver és statisztikai programozási környezetprogram segítségével tisztítottam és tettem alkalmassá végleges feldolgozásra. A teljes sokaságból 5 db választ kellett kizárnom: kettőnél hiányos kitöltés, további három esetében az a formai szempont indolkolta a döntést, hogy a megadott adatok outlierek voltak, azaz valótlan állítást tartalmaztak[49].

7.1 A hazai Ipar 4.0 ökoszisztéma általános jellemzése

A válaszadók területi megoszlása (9. kérdés) nem meglepő módon a hazánkra oly jellemző, fővárosi központúságot mutat (24. ábra). Budapest súlya mögött a 3. kérdés alapján 25,3%-ban nagyvállalatok, 60,9%-ban KKV-k, 13,8%-ban pedig oktatási, kutatóintézetek és szakmai szervezetek állnak. Tulajdonosi szerkezetüket tekintve (4. kérdés) 9,2% van állami, 86,2% vállalkozói, 4,6% pedig (pl. szövetség esetén) közösségi tulajdonban.

24. ábra A válaszolók földrajzi megoszlása



Forrás: saját szerkesztés

Ennek megfelelően az élen Budapest jár, amelyet követ Bács-Kiskun és Győr-Moson-Sopron megye, majd Hajdú-Bihar megye. A megyék tekintetében úgy tűnik, mintha az

[47] https://www.ibm.com/analytics/spss-statistics-software

[48] https://www.r-project.org/

[49] A konkrét esetekben a megadott robotszám nemhogy egy vállalatnál, de egész Magyarországon nem található meg.

ország az Ipar 4.0 felismert relevanciáját és gyakorlati művelését illetően két részre (észak és dél) lenne osztható. Különösen igaz ez, ha a kiterjedt Bács-Kis-Kun megyéből Kecskemétet és környékét kiemeljük. A kép nem meglepő, hiszen a történelmi iparosodottsági eltérést követi, amelyet már többen azonosítottak és elemeztek az elmúlt évek kutatásaiban (Laki 2015; Kiss É. 2002; Barta et al. 2008; Barta 2002). Az innovációk térbeli terjedése Észak-Nyugatról tart Dél-Kelet irányba.

A versenyképesség olyan ismérve egy régiónak, amely szoros kapcsolatban van a digitalizált ipart támogató kutatás-fejlesztési potenciállal, a tudásközpontok jelenlétével, a pozitív innovációs miliővel, a megfelelő infrastruktúra adottságokkal, amelyek – mint korábban bemutattam –, szükségesek az Ipar 4.0-hoz. Ezért nem meglepő, hogy ezen területeken jelennek meg először azok a vállalkozások, amelyek aktív részesei kívánnak lenni a negyedik ipari forradalomnak. Versenyképességet több szinten és több fajta metodológiával lehet mérni (lásd 4.1 fejezet). Az EU Regional Competitiveness Indexe (RCI) NUTS2 szinten értékeli az adott régió versenyképességét. Ez egy kompozit mutatószám, amely három alindexből súlyozott módon képződik, magába foglalva többek között az adott területre vonatkozó technológiai fejlettséget, innovációs ismérveket, piaci jellemzőket, makroökonómiai jellemzőket. A 19. táblázat bemutatja a kérdőívet megválaszolók arányait területi hovatartozás (10. kérdés) és az adott NUTS2 régió RCI sorrendjére tekintettel. Jól látható, hogy a jobb helyezést elért régióban több kitöltő található.

19. táblázat Területi versenyképesség – Ipar 4.0 szereplők számossága

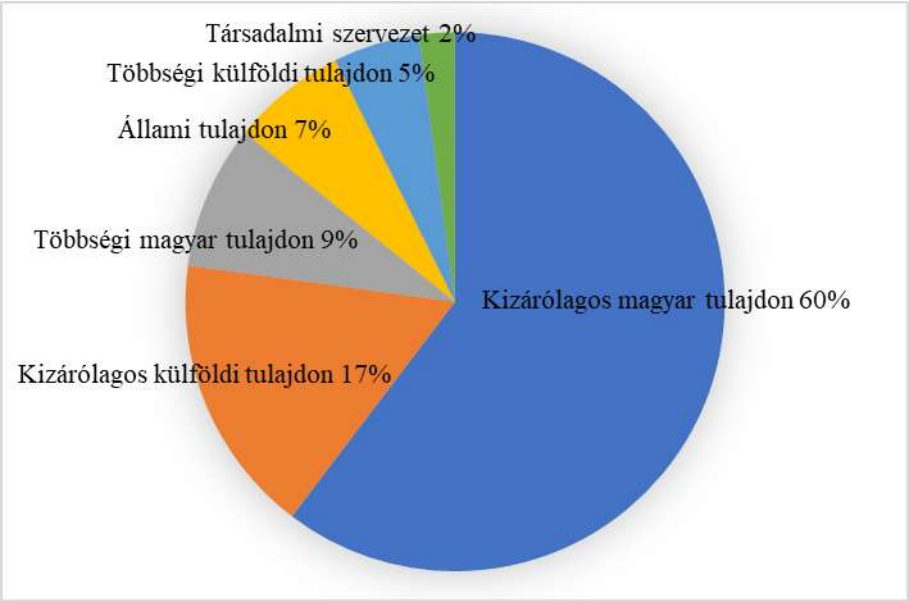
Nuts2 régió	*RCI helyezés 2016*	*Kitöltök megoszlása*
Közép-Magyarország (KM)	152	42,2%
Közép-Dunántúl (KD)	205	11,6%
Nyugat-Dunántúl (NYD)	207	10,8%
Dél-Alföld (DA)	224	12,9%
Dél-Dunántúl (DD)	227	3,1%
Észak-Magyarország (ÉM)	231	9,5%
Észak-Alföld (ÉA)	232	9,9%

Forrás: saját szerkesztés

Érdekes elemezni a kitöltök székhely szerinti (8. kérdés) megoszlását is. Az, hogy a sort autóiparnak, szolgáltató szektornak, egyetemnek otthont adó városaink (Győr, Debrecen, Kecskemét) vezetik, talán nem meglepő, de az igen, hogy három válaszadó is német várost jelölt meg (Hamburg, Hannover, Mannheim) mint vállalkozása székhelyének otthonát.

A válaszadók tulajdonosi szerkezetét a 4. kérdés (25. ábra), vizsgálta. Kiemelem, hogy a kérdőívet kitöltő szervezetek 16,8%-a kizárólagos, további 8,6%-a pedig többségi külföldi tulajdonban van. Értelmezésem szerint ez egyrészt erősíti a külföldi működő tőke (FDI) innovációban betöltött szerepére vonatkozó elméleteket, másrészt pedig – a kitöltés ténye ezt igazolja –, bizonyítja a külföldi befektetők aktív, felelős gondolkodását a magyar ipar digitalizációja kapcsán. Az Ipar 4.0 meghonosításában, az ökoszisztéma létrejöttében és működésében nagy szerep hárul a hazai privát (60,3%+8,6%), állami (6,9%) és civil szektorra (2,2%), így örvendetes a számomra, hogy ők is aktívak, így véleményük megjelenik a kiértékelésekben.

25. ábra A válaszolók tulajdonosi szerkezet szerinti megoszlása

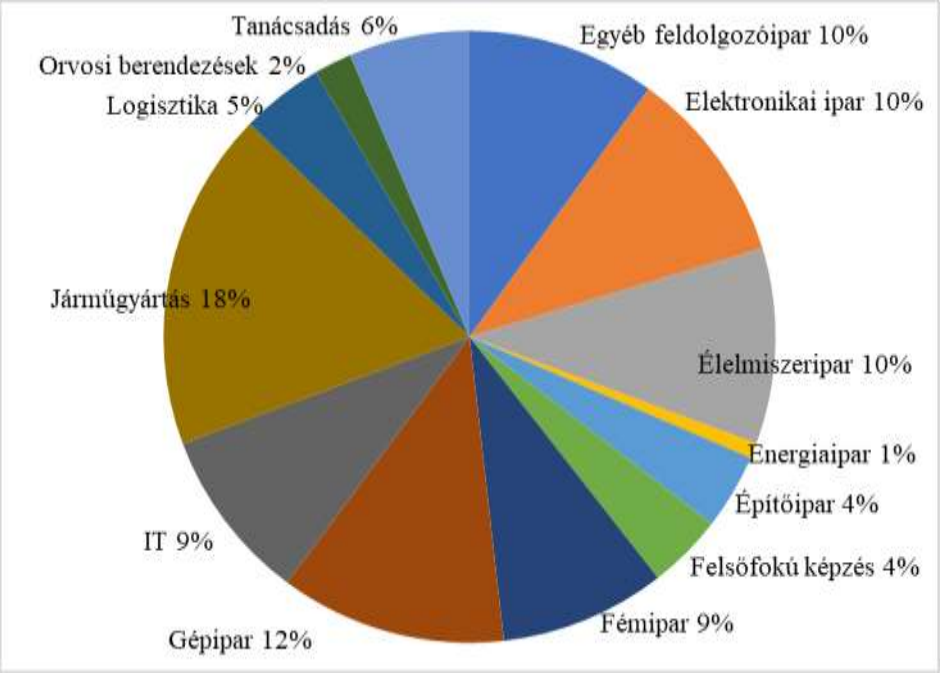


Forrás: saját szerkesztés

Iparág, tevékenység vonatkozásában (5. kérdés) a paletta széles (26. ábra), a legtöbb vélemény a járműiparból (17,9%) és a gépiparból (12,0%) érkezett. Látszik az is, hogy a vállalatok nem csak tiszta profillal rendelkeznek, néhányan közülük több iparágat is megjelöltek sajátjukként, illetve jellemző iparáguk mellett többen jelölték a tanácsadást, a képzést, az infokommunikációs technológiát is mint ágazati jellemzőt. Hagyományosan tipikus párosításnak mondható az IKT mellett megjelenő tanácsadás, amelyről úgy vélem, hogy az Ipar 4.0 következményeképpen jelent meg a gépipari és az elektronikai ipari vállalatok körében. 5, illetve 4 példát találtam erre a mintában. A háttérben az egyszerű termék beszállítástól az értéknövelt szolgáltatás nyújtása felé való elmozdulást látom. Kizárólag logisztikával csak a vállalkozások 4,5%-a foglalkozik, amely úgy vélem, nem

marad így hosszútávon, tekintve, hogy a horizontális integrációban ez az egyik kulcsfolyamat. Érkeztek válaszok az élelmiszeriparból (10,4%) és az építőiparból (4,0%) is. Bármelyiket is nézzük van lehetőség digitalizáció szempontjából, hiszen mindkettőben komoly munkaerőhiánnyal küzd a hazai munkáltatói kör. Otthonaink „okosítása" mellett fenntarthatósági, környezettudatossági szempontok szólnak. A sort két speciálisnak mondható ágazat, az orvosi berendezések (2,0%) és az energiaipar (0,8%) zárja. Az előbbi rendkívül innovációorientált, utóbbi pedig koncessziós jogosítványokat feltételez, így a részvételi arány nem meglepő.

26. ábra A válaszolók iparág, tevékenység szerinti megoszlása

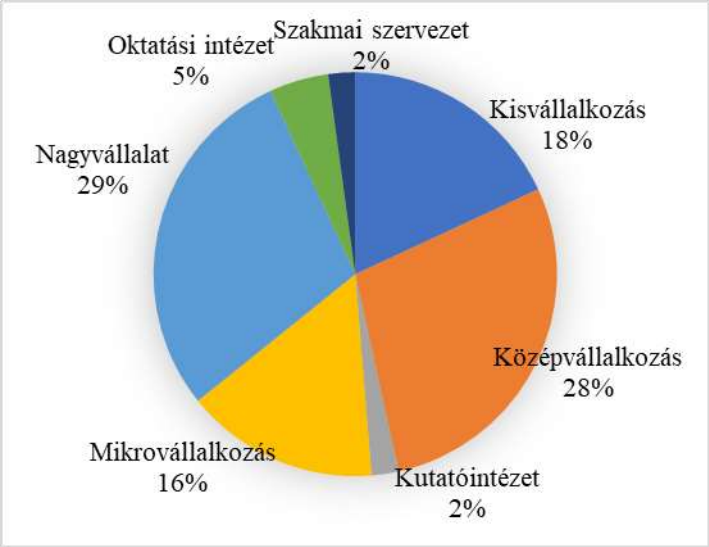


Forrás: saját szerkesztés

A válaszadók típus és nagyság szerinti megoszlását (3. kérdés) mutatja be a 27. ábra, amely már sokkal arányosabb képet ad, mint pl. a tulajdonosi szerkezetet taglaló. Ennek megfelelően megtaláljuk rajta valamennyi vállalkozástípus és az akadémiai szektor képviselőjét, továbbá a szakmai szervezeteket is. Ugyan a KSH 2016-os adataihoz[50] képest (177 ezer 2-9 fős mikrovállakozás, 30 ezer kisvállalkozás, 5 000 középvállalkozás és 950 nagyvállalat) a reprezentáció nem arányos, mégis úgy ítélem meg, hogy valamennyi vállalkozástípus megfelelő számban jelenik meg a kiértékelésben.

[50] A vállalkozások teljesítménymutatói kis- és középvállalkozási kategória szerint: http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_qta005.html

27. ábra A válaszadók típus és nagyság szerinti megoszlása

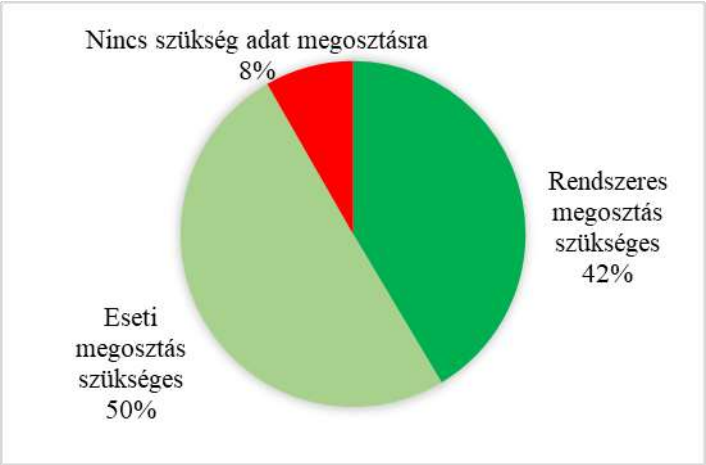


Forrás: saját szerkesztés

7.2 Az Ipar 4.0 hazai megjelenése, technológiai és szervezeti jellemzői

Az Ipar 4.0 kulcskérdése a vertikális és a horizontális integráció (lásd a 3.3 fejezetet). A megkérdezettek (69. kérdés) 70,1%-a gondolja úgy, hogy egy klaszter tagjának lenni előnyös a horizontális integráció szempontjából, ugyanakkor a megkérdezettek 55,5%-a nem tagja egy klaszternek sem, 34,3%-a egynek, és csak 10,5%-a tagja többnek is (12. kérdés). A 80. kérdés alapján jelentős mértékű az az általam is helyesnek tekintett vélekedés, hogy az információmegosztás szükséges a vállalatok külső kapcsolatrendszerének horizontális integrációja érdekében, ezzel járulva hozzá az értékteremtési lánc optimalizálásához. 41,4%-uk rendszeresen, további 50,3%-uk esetenként él is az adatok automatikus és szisztematikus megosztásával a megrendelőikkel és/vagy beszállítóikkal (28. ábra).

28. ábra Az adatok megosztásának szükségessége

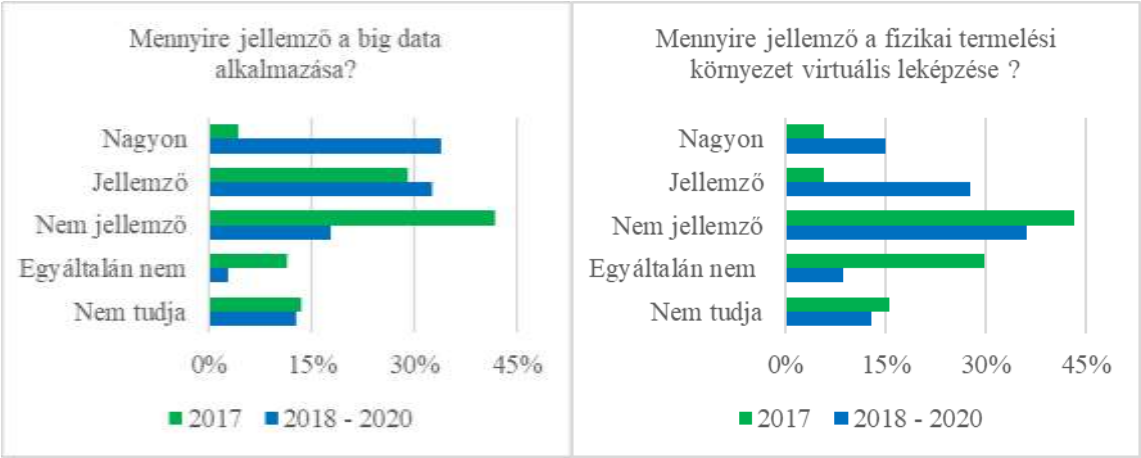


Forrás: saját szerkesztés

A 6. kérdés alapján magállapítható, hogy a megkérdezettek 40,1%-a részt vesz nemzetközi termelési együttműködésben. A 33. kérdésre adott válaszként 47,5%-uk nyilatkozik úgy, hogy vevői alapvetően a helyi piacon vannak, 52,5%-uk pedig inkább a nemzetközi piacot jelöli meg. A megkérdezettek 56,9%-a vélekedik úgy, hogy ipari park tagjának lenni előnyös a horizontális integráció szempontjából (68. kérdés). Válaszukat azzal indokolják, hogy így pl. könnyebb új partnereket találni. Következésképpen megértették a térbeli közelségnek legalább egy előnyös hozadékát, még ha nem is használják ki az abból fakadó valamennyi előnyt.

Az integráció mindkét dimenzió (horizontális, vertikális) mentén óriási adatmennyiség felhalmozásával és feldolgozásával jár. Ehhez elengedhetetlen, hogy az adatok strukturált formában, adatbázisokban kerüljenek letárolásra. Ezért is érdekes a 83. kérdés, amely a big data tényleges jövőbeni megvalósításának irányába mutat, szemben a még csak felfutásnak induló mai helyzettel. A big data előnyei akkor használhatók ki, ha a gyártás fizikai világának megfelelő virtuális modelljét (84. kérdés) folyamatosan lehet termelési adatokkal feltölteni, így kapcsolva össze a digitális ikerpárokat (29. ábra).

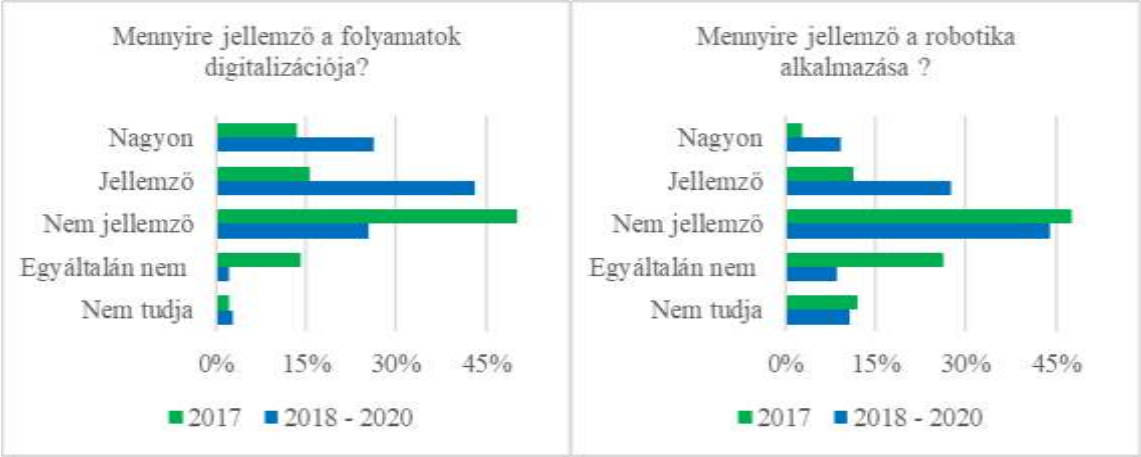
29. ábra Termelési adatok virtuális környezetben



Forrás: saját szerkesztés

A termelési környezet virtuális leképzése akkor nyer ténylegesen értelmet, ha a vállalat (77. kérdés) a teljes üzleti és termelési folyamatát leképezi digitális modellbe. Amennyiben a három kérdést nem önmagában, hanem egy rokonterülettel, a robotika elterjedésével egyetemben nézzük (79. kérdés), láthatóvá válik a jövő irányát kijelölő tendencia. A jelenben még nem vagy egyáltalán nem jellemző válaszok egyértelműen átmozdulnak az inkább jellemző vagy nagyon jellemző kategóriákba (30. ábra).

30. ábra Digitalizált folyamatok és a robotika dominanciája



Forrás: saját szerkesztés

A négy kérdésre adott válaszokból arra következtetek, hogy az információ disszeminációja sikeres volt, de az innovációk diffúziója még várat magára. A vállalatok ismerik, tudják az irányt, de a cselekvés még várat magára.

Az okos termékek adatokat gyűjtenek és továbbítanak életciklusuk gyártási és a használati fázisairól. A jövő egyik kulcskérdése a termelési folyamat egészéről, valamint a termék használatáról való adatgyűjtés, amely az információs tartalma alapján hasznosítható és hasznosítandó. A 39. kérdésben ezért azt kérdeztem – tekintve, hogy az okos gyárak terjedése lehetővé teszi a gyár egészének digitalizált leképezését –, gyűjtenek-e a vállalatnál gyártásspecifikus adatokat gyártóberendezésekről, gyártási folyamatokról. A felmérés szerint az iparvállalatok nagy része megértette ennek fontosságát: mintegy 59,4%-uknál folyik legalább részleges adatgyűjtés.

31. ábra Okos termék adatgyűjtés ismérvei

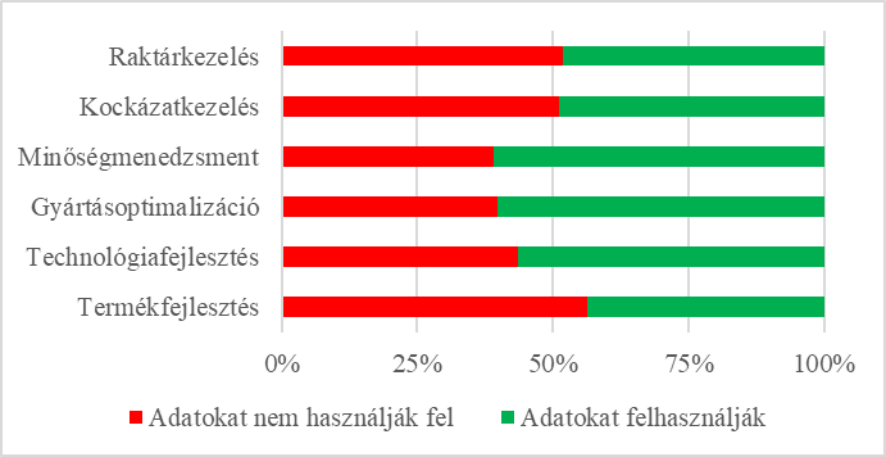
Forrás: saját szerkesztés

A termékhasználat fázisában már kevesebben élnek az adatgyűjtés lehetőségével (51. kérdés). Csak a megkérdezettek 35,1%-a él ezzel a hasznos lehetőséggel. Az igen válaszok

tendenciája (31. ábra) tovább csökken, ha a gyűjtött adatok alapján történő gyártásvezérlésre (48. kérdés) kérdezek rá, tekintve az igen válaszok aránya itt már csak 13,9%.

Az okos gyárban a gyártás során gyűjtött adatok felhasználása szempontjából a helyzet tehát nem pozitív. Ahol megteszik (40. kérdés), ott a minőségmenedzsment (60,9%), a gyártásoptimalizálás (60,2%) és a technológiafejlesztés (56,4%) a leggyakoribb felhasználási terület (32. ábra).

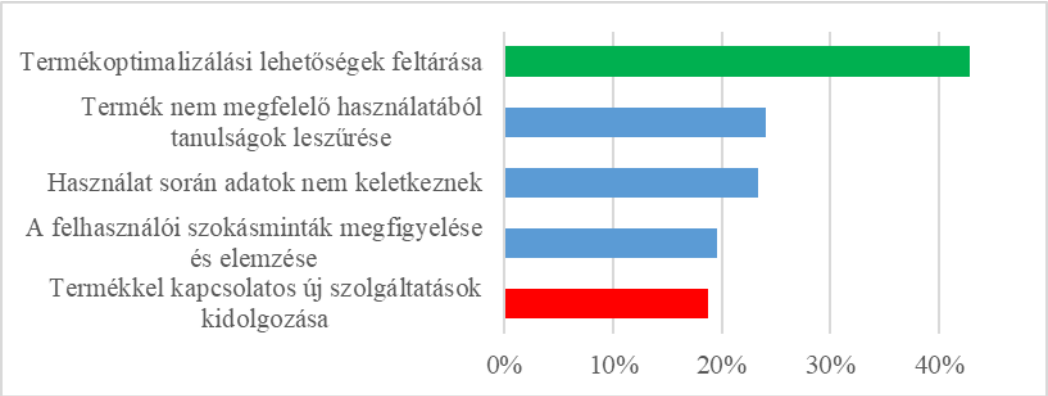
32. ábra Gyártás során gyűjtött adatok felhasználási területei



Forrás: saját szerkesztés

A termékhasználatra vonatkozó átfogó adatgyűjtés és -feldolgozás visszahat a vállalati üzleti működési modellre is, hiszen az értékes adatok felhasználásával az intelligenciával felruházott termékhez többletszolgáltatások alakíthatók ki. Az 55. kérdés ennek hazai elterjedtségére kérdez rá (33. ábra). A szolgáltatásfejlesztés utolsó helye arra világít rá, milyen kiaknázatlan lehetőségek rejlenek még ezen a területen.

33. ábra A használat során keletkező adatok hasznosítási területei

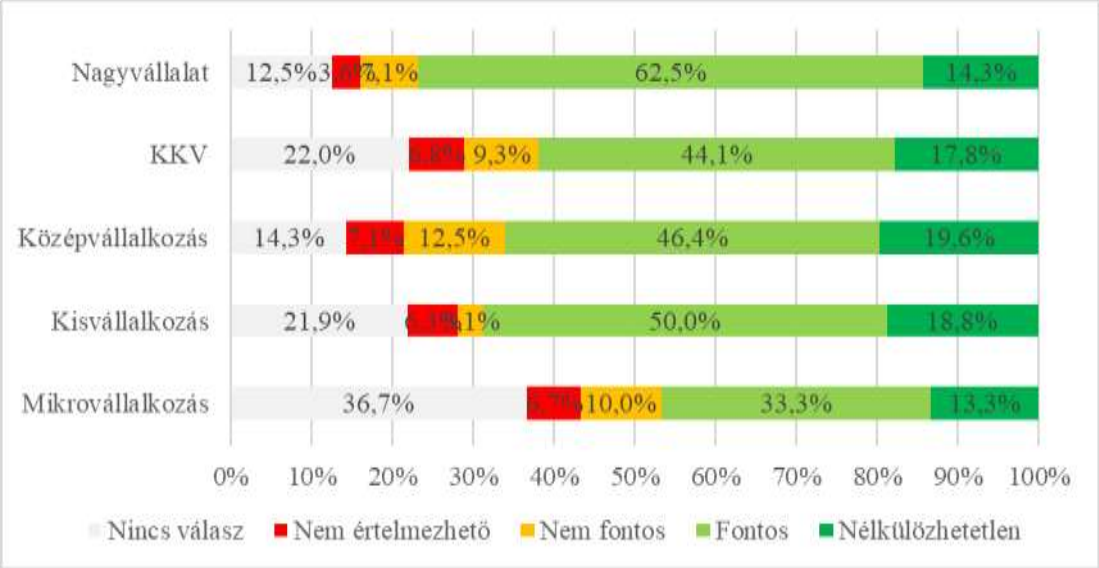


Forrás: saját szerkesztés

7.3 *Az Ipar 4.0 területi összefüggései*

Összességében tekintve a választadó iparvállalatok 82,3%-a szerint fontos (61,7%) vagy nélkülözhetetlen (20,6%) a versenyképesség szempontjából az Ipar 4.0 (16. kérdés). Ez az eredmény kedvező, még akkor is, ha az arány a hazai vállalatok esetében 79,2%, míg a nemzetközi tulajdonúaknál nagyobb, mint 91,4%. A számok azt jelzik, hogy ebben a kategóriában az Ipar 4.0 ismertsége és jelentőségének felismerése tekintetében az elmúlt 1-1,5 év folyamán bekövetkezett az áttörés. Továbbá kitűnik az is, hogy az új megoldásokat továbbra is importáljuk, elsősorban a multinacionális vállalatok által, s ezek nyernek teret fokozatosan a hazai KKV szektorban is. Ezt támasztja alá az a tény is, hogy a kérdést tovább elemezve láthatjuk, hogy a nagyvállalatok 76,8%-a, a KKV-k 61,9%-a gondolja fontos vagy nélkülözhetetlen kérdésnek az Ipar 4.0 adaptálását. Érdekes megfigyelni, hogy a vállalat méretétől függően változik az Ipar 4.0 versenyképességben betöltött szerepe, illetve a nincs válaszok aránya. Ez utóbbi talán azt jelzi, hogy egy fajta tudatlansággal állunk szemben.

34. ábra Versenyképesség szempontjából az Ipar 4.0 fontossága

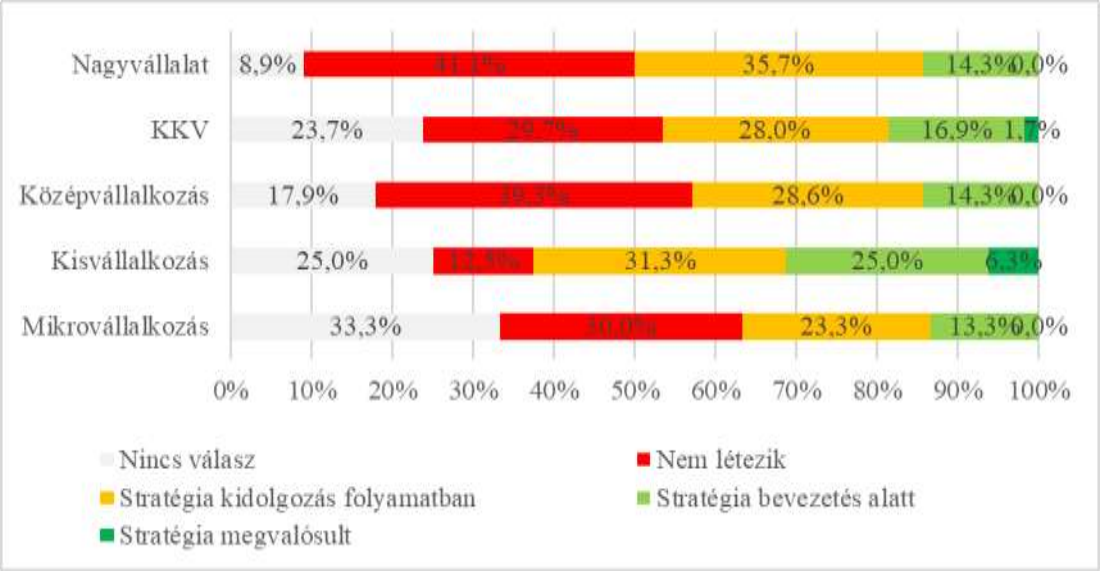


Forrás: saját szerkesztés

A mikrovállalkozásokat leszámítva kialakult pozitív tudatosságot jelző kép azonnal kedvezőtlenné válik, ha megnézzük a következő (17. kérdés) válaszait (35. ábra): hiába a fontos és a nélkülözhetetlen válaszok 82,3%-os aránya az előző 16. kérdésnél, a válaszolók között valamennyiüket számításba véve csak 18,6%-nak van vonatkozó bevezetés alatt levő, vagy megvalósult stratégiája. Stratégia hiányában nem csoda, hogy kapcsolódó mutatószámrendszerük sem létezik (18. kérdés). Mindösszesen két kisvállalkozás nyilatkozta, hogy a stratégia náluk már megvalósult. Nagyvállalat egy sem tett ilyen

kijelentést. Bevezetés tekintetében a KKV-k állnak előnyösebben. Kérdés, hogy mennyire megbízható ez az önértékelésen alapuló ítélet.

35. ábra Ipar 4.0 stratégia megléte és megvalósítási státusza



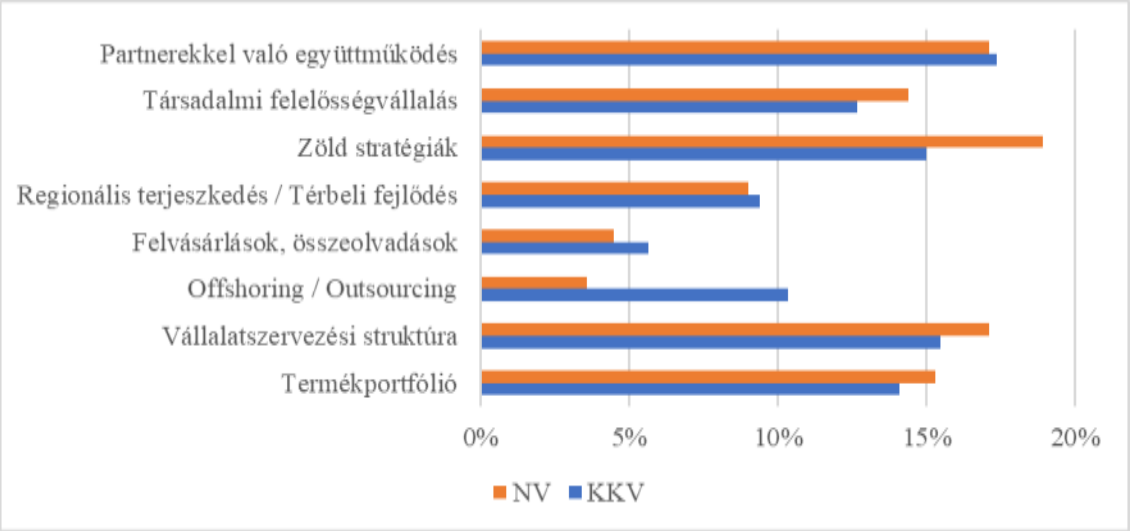
Forrás: saját szerkesztés

A hazai vállalatok esetében elszomorító, hogy csak 8,5% rendelkezik bevezetés alatt levő, vagy megvalósult stratégiával. 91,5%-nak ilyen nincs! Érdekes, hogy a többségi vagy kizárólagos külföldi tulajdonban lévő vállalatoknál jobb a van stratégia (25,7%) versus nincs stratégia (74,3%) aránya, de nem az elvárt mértékben kedvezőbb az eredmény. Ez mintha azt jelezné, hogy Magyarországon a külföldi anyacégek számára még nem kiemelt prioritású a hozzánk irányuló technológiai transzfer, holott a felelősség vállalásánál ennek pont az ellenkezőjét vélelmeztük. Az előzőek ismeretében megállapíthatjuk, hogy ez egyértelmű következetlenség a vállalatok részéről. A következtetésem, hogy az előző kérdésnél tett megállapítás ellenére nagyon sok még a tennivaló a felvilágosítás, az Ipar 4.0-t érintő szellemiség meghonosítása terén. Különös gondot kell fordítani a KKV szektor belső szerkezetében megjelenő, értsd közép-, kis- és mikrovállalkozások mint önálló célcsoportok differenciált kezelésére. A 34. ábra és a 35. ábra ezen felismerés alátámasztását szemlélteti, ráirányítva a figyelmet a KKV szektor inhomogén voltára.

Stratégia megléte szükséges, de önmagában még nem elégséges feltétel. A 20. kérdés a stratégia hatályát, területi kiterjedését vizsgálta, azaz mely területekre terjed ki. Érdekes megfigyelni, hogy a környezettudatos gondolkodásban mutatható ki a második legnagyobb különbség NV (18,9%) és KKV (15,0%) között (36. ábra), azaz a nagyvállalatok felelősebben gondolkodnak környezetükről és a grafikon tanúsága szerint szociális

környezetükről. Az offshoring / outsourcing eltérés (NV 3,6%; KKV 10,3%) azt üzeni, hogy a KKV-ket inkább foglalkoztatja ez a téma, piaci pozíciójuk függvényében lehetőséget vagy veszélyt látnak benne. Mindazonáltal a vállalatszerkezet dualitása nem igazán figyelhető meg. Ez vélhetően annak köszönhető, hogy a téma új, így bárki is foglalkozik vele, egyenlőre csak tankönyvszerű fejezetekkel íródik a stratégia, nem pedig személyre szabva.

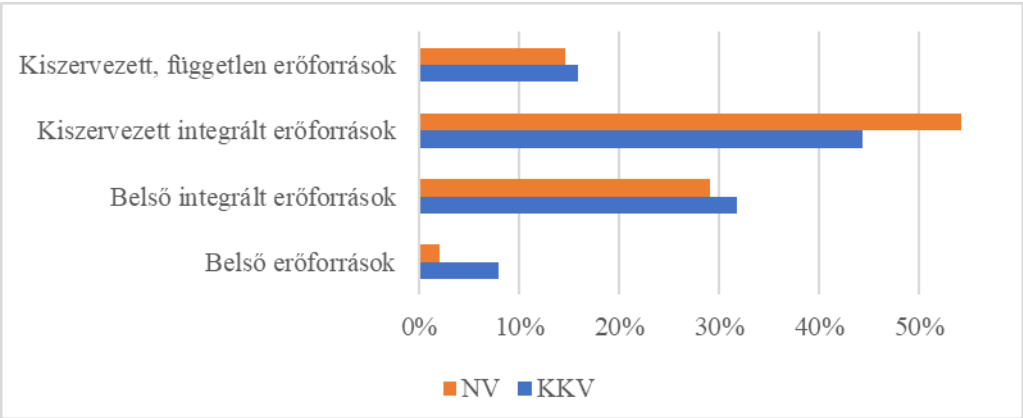
36. ábra Ipar 4.0 stratégiák hatályai



Forrás: saját szerkesztés

A vállalat stratégiai irányultságát, vállalatszervezési, működési filozófiáját két tényezővel jellemzem. Először azt vizsgálom (31. kérdés), hogy a vállalkozások milyen humán erőforrással látják el a feladataikat és hogy az egyes funkcionális szervezeti egységek között milyen kapcsolat létezik (37. ábra).

37. ábra Vállalatszervezés, működési filozófia



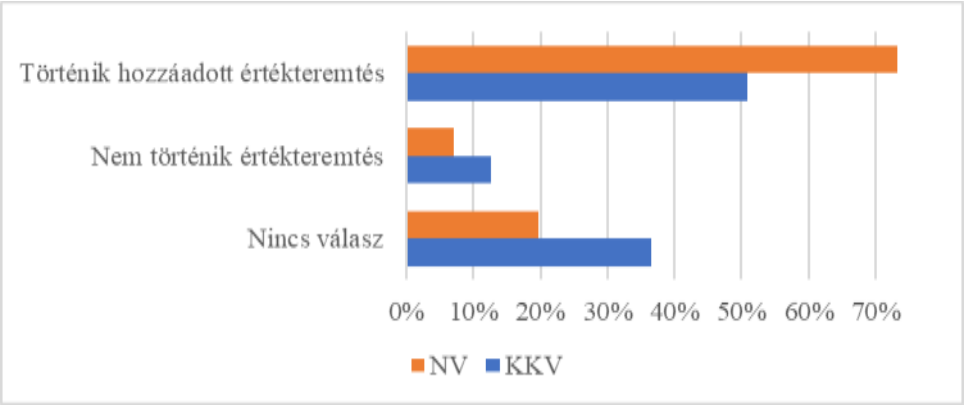
Forrás: saját szerkesztés

Örvendetes, hogy az Ipar 4.0 szemlélet ezen a területen eredményesnek mondható. Egyre nagyobb számban jelenik meg a kiszervezett erőforrásokkal történő gazdálkodás, mely

szolgáltatás alapú működésre utal, továbbá mind a külső, mind pedig belső erőforrások kapcsán dominánsabb az integrált megvalósítás, a szigetszerű megoldásokkal szemben.

Szorosan idetartozik az a sokat emlegetett változási igény, hogy hazánknak az értékteremtés irányába kell elmozdulnia, mintegy felhagyva a végrehajtó, összeszerelő múlttal. Az értékláncban elfoglalt hely ismérvei, a tudás mint hozzáadott érték tekintetében a nagyvállalatok 73,2%-a büszkén vallja (32. kérdés), hogy a termékfejlesztés, gyártástervezés, marketing, értékesítést követő szolgáltatás valamelyike mint önálló funkció megjelenik nála, így történik hozzáadott értékteremtés.

38. ábra Vállalati értékteremtés önértékelése



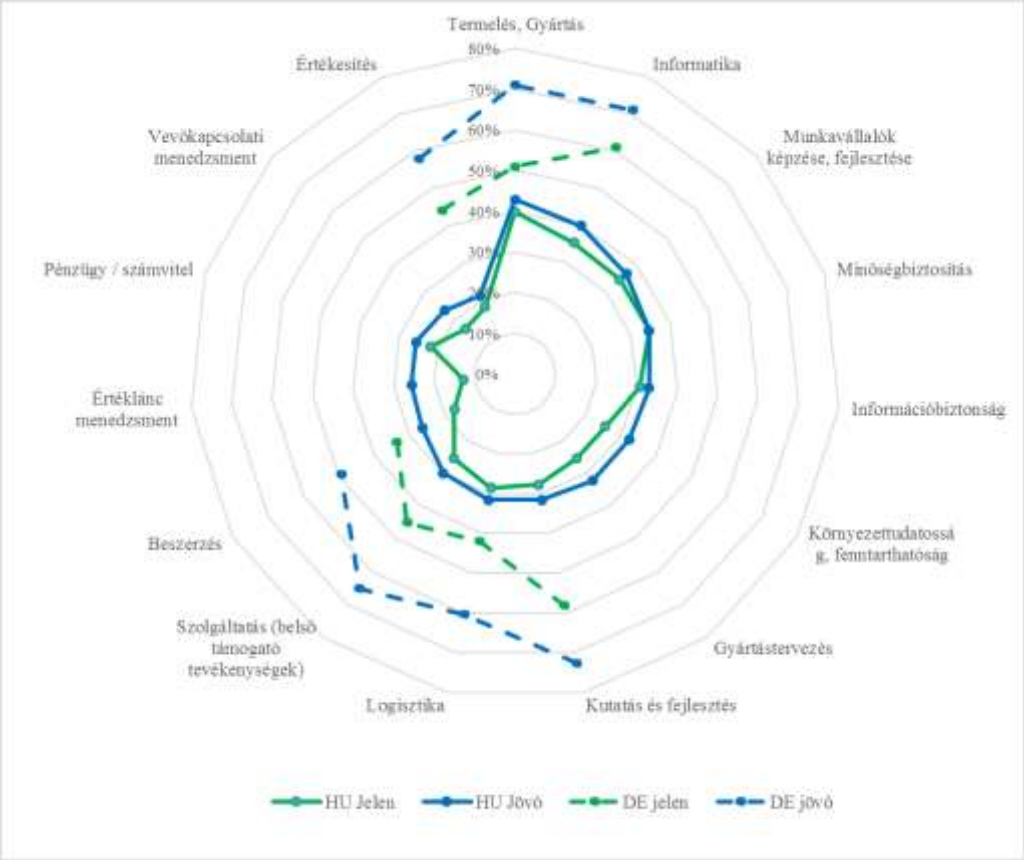
Forrás: saját szerkesztés

A KKV-k 12,7%-nál tiszteletre méltó, hogy vállalja összeszerelés, gyártás a fő profil, így hozzáadott értékteremtés nem történik. A kérdés egészét tekintve 15%-20%-os eltérések jelentkeznek NV és KKV között.

A hatékony Ipar 4.0 alapú gyártás és logisztika jelentős beruházást igényel. A döntés egyértelműen stratégiai és meghatározza a vállalat jövőbeli súlypontjait. Éppen ezért erre a kiemelt területre vonatkoztak a 22. és 23. kérdések, amelyekben aziránt érdeklődtem, hogy az elmúlt két évben Ipar 4.0 megvalósítást támogató fejlesztéseket (beruházásokat) végző vállalkozások mely területeken tették ezt. Továbbá, hol terveznek ilyen típusú beruházásokat a 2018-2020 periódusban? Magyarországon a vállalati beruházásokat, fejlesztéseket jelenleg a termelés, gyártás és az informatika, minőségbiztosítás dominálja, majd sorrendben következik a munkavállalók képzése, fejlesztése, a logisztika, valamint a kutatás és fejlesztés (39. ábra). Ezen területek a jövőre nézve is megőrzik domináns szerepüket, de súlyuk csökken a ma talán aránytalanul elhanyagolt, de a jövőben a válaszok alapján fókuszba kerülő területek, mint a beszerzés, értéklánc menedzsment és a pénzügy / számvitel

ellenében. Az ilyen irányú fejlesztések támogatják a horizontális integrációt és hozzájárulnak az ökoszisztéma üzleti vetületének megvalósulásához. Mivel a német VDMA kérdőívben nem mindegyik célterület volt megadva, mint lehetséges válasz, ezért teljeskörű összehasonlításra nincsen mód, de az élesen kitűnik, hogy a német vállalkozások lényegesen nagyobb százaléka hajt végre beruházásokat az Ipar 4.0 megvalósítása érdekében és ennek mértékét a jövő tekintetében még inkább fokozni kívánják. Döbbenetes, hogy míg hazánkban az informatikai beruházásokat végrehajtó vállalkozások számossága a vizsgált sokaság 35,3%-a, amely érték várhatóan a jövőben 39,8%-ra fog növekedni, addig ez az arány Németországban eleve 61,0%, mely 71,0% fölé emelkedik a jövőben. A kutatás és fejlesztésben a távolság még nagyobb a két ország között. Míg Magyarországon a megkérdezettek 27,8%-a, a jövőben 31,6%-a kíván invesztálni K+F-be, addig a németek eleve 58,1%-a fektetik pénzüket ebbe a területbe is és ez az érték a jövőben 72,5%-ra fog növekedni. Azt vélelmezem, hogy a két ország fejlettsége közötti távolság így nehezen lesz csökkenthető ezen a területen. Ugyanakkor levonható a további következtetés, hogy a jövőben várhatóan egészségesebb arány, az egyensúly irányába mutató eloszlás alakulhat ki a területek, mint beruházási célok között hazánk vállalatainál.

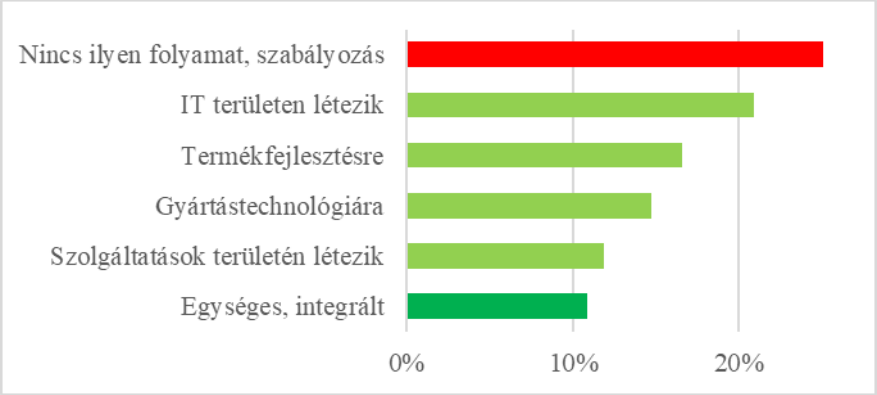
39. ábra Az Ipar 4.0 beruházások jelenlegi és jövőben cél területei



Forrás: saját szerkesztés

A pénz szükséges, de nem elégséges feltétel. Kutatás-fejlesztési beruházások az innováció fellendítésére akkor érik el céljukat, ha azok tudatos vállalati folyamatok által vannak szabályozva. Alapvető kérdés, van-e a vállalatnak technológia- és innovációmenedzsment folyamata a digitalizáció érdekében (26. kérdés), és ha van, milyen területekre terjed ki. A válaszadók 25,1%-a vállalja (40. ábra), talán a szükséglet felismerésének hiányából fakadóan, hogy nincs ilyen folyamata. Csak 10,9% rendelkezik a vállalatot teljeskörűen lefedő szabályozással. Általánosságban elmondható, hogy az IT terület tekinthető a szolgáltatások területe mellett a legfiatalabb és egyben leginnovatívabb szervezeti egységnek a vállalaton belül. Talán erre vezethető vissza, hogy ezen a területen a folyamatok szabályozottsága dominánsabb a hagyományos gyártástechnológiához képest. Ugyanakkor sajnálatos, hogy az Ipar 4.0-ban kiemelt jelentőséggel bíró szolgáltatási terület szabályozottsága alig haladja meg a 12,2%-ot.

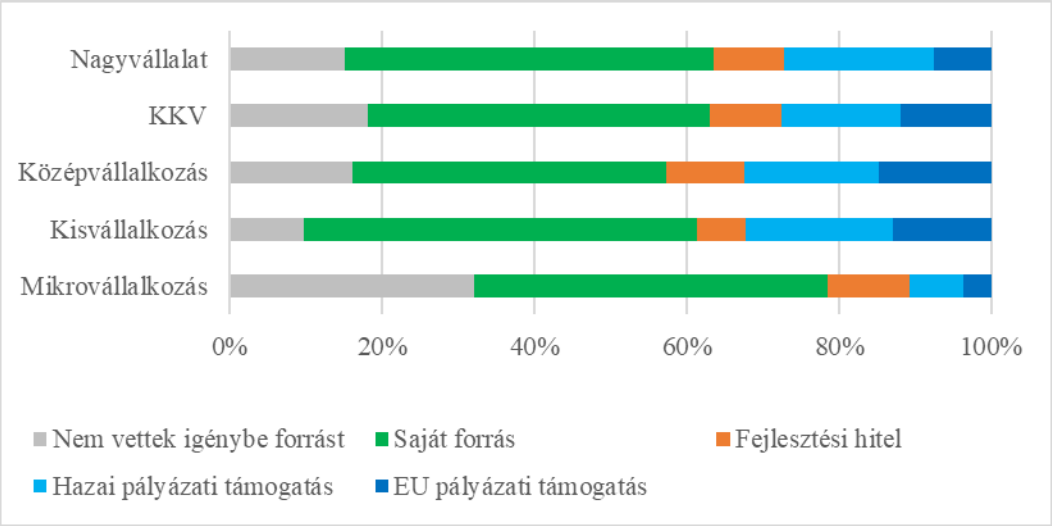
40. ábra Mely területeken létezik innovációmenedzsment folyamat



Forrás: saját szerkesztés

A kutatás-fejlesztés finanszírozása a megkérdezettek 46,1%-nál saját forrásból történik (24. kérdés). A válaszokból kiderül, hogy csak 9,3%-uk vesz igénybe hitelt, 17,1%-uk pályázik hazai, 10,4%-uk EU-s támogatásokra. Érdekes, hogy 17,1% nyilatkozott úgy, hogy nem vett igénybe forrást, vélhetően saját K+F csapattal rendelkeznek. Amennyiben megvizsgáljuk a KKV és nagyvállalat forrás allokációs szokásait, azt kell mondjuk, hogy nagy különbségeket nem találunk. Ha azonban ismét megbontjuk a KKV csoportot, a korábban megszokottakhoz hasonlatos kép tárul fel (41. ábra). A mikrovállalkozásokhoz gyakorlatilag sem a hazai sem pedig a külföldi források nem jutnak el, mindent önerőből oldanak meg. Nem gondolom, hogy ez tőkeerősségüket mutatná, sokkal inkább arra gyanakszom, hogy nem felelnek meg azon kitételeknek, vagy pedig nem akarnak olyan extra adminisztrációs terhet magukra venni, melyeket a pályázatok támasztanak irányukba.

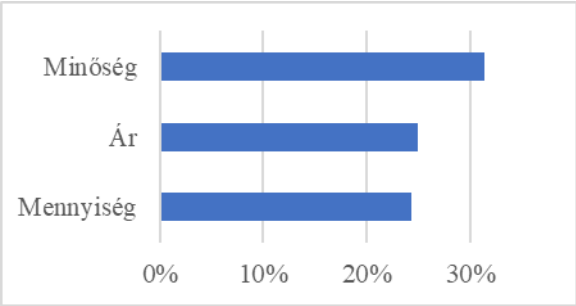
41. ábra Igénybe vett források a vállalati Ipar 4.0 K+F finanszírozására



Forrás: saját szerkesztés

A megkérdezettek véleménye a hazai szolgáltatókról nem egyértelműen pozitív (81. kérdés – 42. ábra). A válaszokból az derül ki, hogy az elérhető szolgáltatások csak az esetek kevesebb, mint 31,4%-ban kielégítőek minőség tekintetében. Ár (24,9%) és mennyiség (24,3%) tekintetében a vevők még elégedetlenebbek, ilyenformán van létjogosultsága az EU által finanszírozott és kívánatosnak tartott kiválósági központok működésének. Ezen központok szerepe az innováció disszeminációja kapcsán is kiemelt[51].

42. ábra Elégedettség a hazai K+F szolgáltatások színvonalával



Forrás: saját szerkesztés

Érdekes ellentmondásokat hordoz magában az ár-mennyiség-minőség hármas. A kínálat mennyiségi növelése csökkentheti az árakat, amennyiben az hazai erőforrásból történik, ha

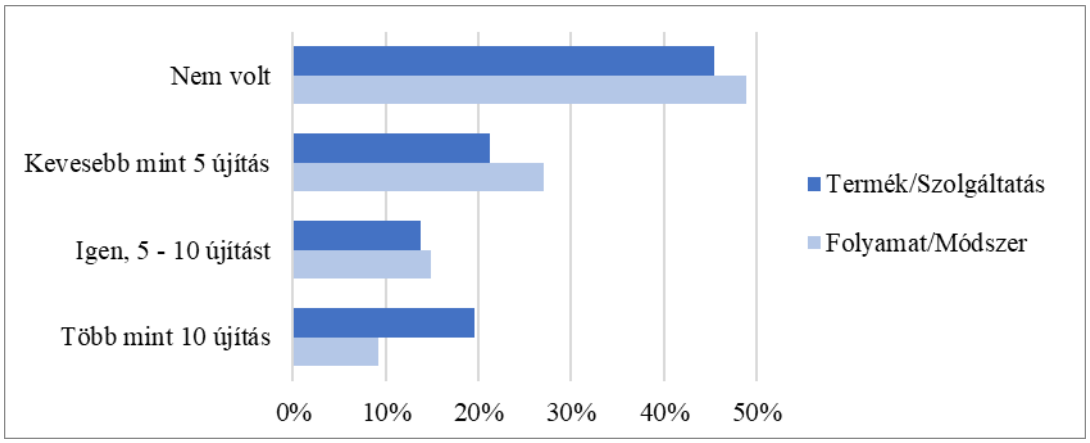
[51] Az EPIC küldetése – a kiber-fizikai termelési rendszerek kiemelkedő tudásközpontjaként – az innovációs folyamat felgyorsítása, ipari megoldások létrehozása, magasan kvalifikált szakértők új generációinak kinevelése, valamint egy fenntartható és versenyképes gyártási ökoszisztéma kialakításának elősegítése mind hazánkban, mind Európában.

azonban külföldről kell a tudást beszerezni, akkor annak költsége biztosan nagyobb lesz. Másik elgondolkodtató kérdés, hogy ha egyre több multi hozza K+F+I központját hazánkba, akkor mégis csak van minőségi és megfelelő költségen elérhető szakértelem, ha ezen a téren a köztudottan költségérzékeny globális cégek a telepítési tényezők vizsgálatait követően bennünket választanak.

Az Ipar 4.0 elterjedésében kiemelt szerep jut az akadémiai K+F+I együttműködésnek, mert ezen tevékenységek multiplikatív hatásuk révén a vállalatok egyéni lehetőségeit fokozzák. Kedvezőnek ítélem meg, hogy az iparvállalatok 42,7%-ának volt az utóbbi 5 évben kétoldalú K+F+I együttműködése hazai akadémiai vagy egyetemi partnerrel. Köztük 8,2% vett részt átlagosan évente több mint 2 db ilyen közös projektben (13. kérdés). A következtetés egyértelmű: erősíteni és támogatni kell ezt az együttműködést, hogy ez az érték növekedhessen.

A kutatás-fejlesztés-innováció feladata – bármely formában is legyen jelen (önálló vállalati K+F / akadémia-ipar együttműködés) –, hogy a megújult technológiákkal új termelési folyamatok, módszerek keletkezzenek, új versenyképes termékek (53. kérdés) és szolgáltatások (54. kérdés) jelenjenek meg a piacon. Megítélésem szerint e tekintetben negatív a kép (43. ábra): a vállalatok 45,4%-a az elmúlt 5 évben semmiféle termék- vagy szolgáltatásinnovációt nem vezetett be, 48,9%-nak pedig nem volt folyamatinnovációja.

43. ábra Innovációs eredmények: Termékek, folyamat tekintetében



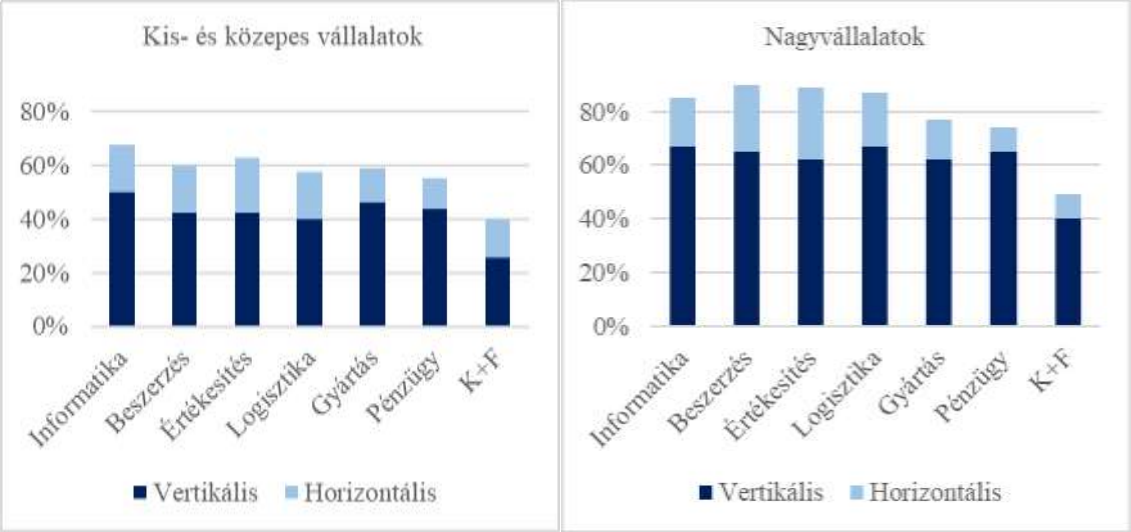
Forrás: saját szerkesztés

Léteznek persze jobban teljesítők is: 9,2%-uk vezetett be 10-nél több új folyamatot vagy módszert, 19,5%-uk pedig új terméket vagy szolgáltatást. Ez a szám azonban csalóka lehet, hiszen 5 éves intervallumra szólt a kérdés, azaz a felmérésben szereplő, ebben a kérdésben

jól teljesítő tipikus vállalkozás évente egy-két újítást vezet be csupán környezetében, ami, lássuk be, nem mondható progresszívnek.

A vállalaton belüli, azaz vertikális integráció (50. kérdés) tekintetében az informatika jár az élen (44. ábra). A beszerzés, a termelés és gyártás, a logisztika magas aránya nyilvánvalóan korrelációban van egymással. A vállalatoknak partnereikkel való integrációja vonatkozásában, amely valójában a horizontális integráció, már nagyobb a szórás, jóllehet, természetes módon itt is a beszerzés és a logisztika áll az élen. A pénzügyi folyamatok lebonyolításában már jelentősebb a lemaradás, bár ez tűnne a legkézenfekvőbb megoldásnak.

44. ábra A vertikális és horizontális integráció területei



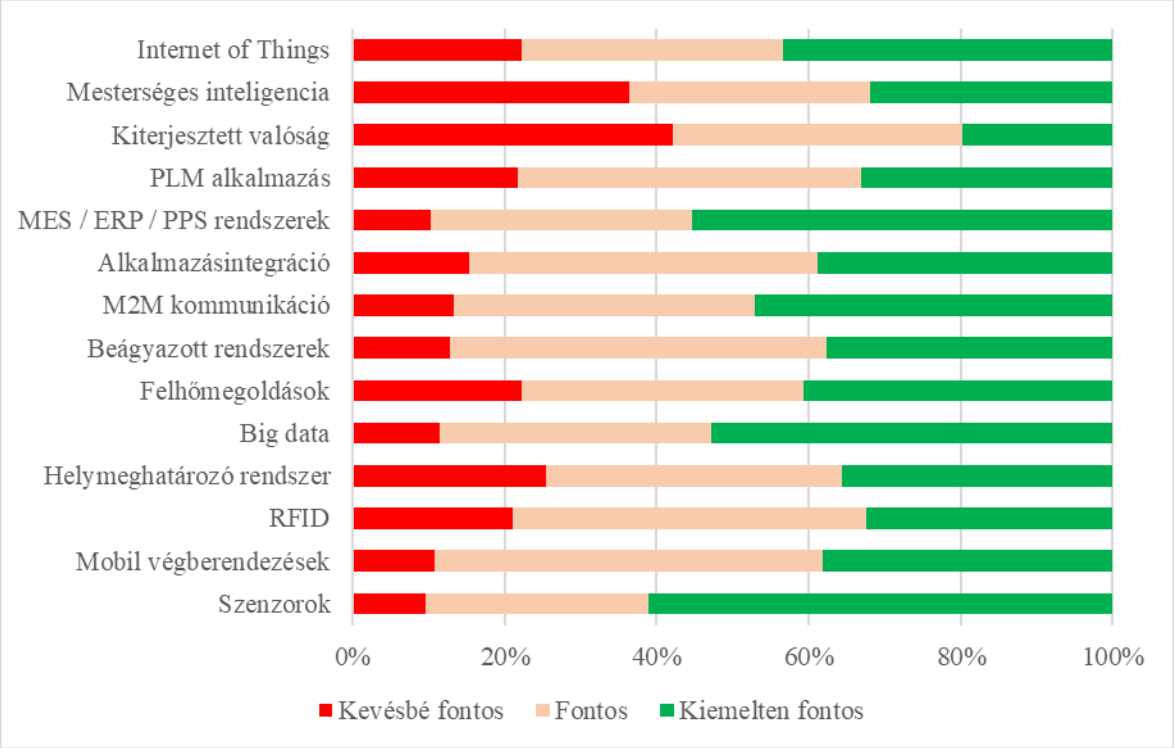
Forrás: saját szerkesztés

Érdekesség, hogy a KKV-k és a nagyvállalatok között most jelentősebb eltérés mutatkozik az utóbbiak javára az integráció megvalósításának mértékét illetően[52]. Összességében mindez mégis azt bizonyítja, hogy Magyarországon is alakulnak már az integrált beszállítói láncok. Ami a válaszadók általános véleményét illeti (92. kérdés), 62,1%-uk teljes mértékben elismeri ezen szerveződések jelentőségét a versenyképesség szempontjából, 34,3%-uk pedig csak korlátozásokkal. Az Ipar 4.0 szempontjából szerencsés eredmény, hogy csak 4,3%-uk nem látja ennek hozzáadott érték voltát.

[52] A választott ábrázolástechnikai megoldás ellenére igaz, hogy a két értéket nem lehet mechanikusan összeadni.

A digitalizáció egy sor új technológia megjelenését és aktív bevezetését jelenti (82. kérdés). Ezeknek fontosságát, hazai megítélését a 45. ábra mutatja be. Látható, hogy majdnem kiegyenlített a válaszolók felfogása, csak a mesterséges intelligencia és a kiterjesztett valóság jelentőségét ismerték fel kevésbé a válaszadók, mely számomra meglepő.
A mesterséges intelligencia adja a robotok vezérlésének és a big data feldolgozásoknak az alapjait, így fontosságuk számomra indokolt. A kiterjesztett valóság használata pl. a gyártási folyamatok modellezésében pedig jelentős költségmegtakarítási potenciált hordoz magában. A szenzorok és az integrált vállalatirányítási (ERP), a termeléstervező- és ütemező (PPS) és a valósidejű gyártás végrehajtó (MES) rendszerek kiemelt fontossággal bírnak. Így elmondhatjuk, hogy az okos gyár alapjait megteremtő CPPS jövőbeli dominanciája mindenki számára egyértelmű.

45. ábra Technológia megoldások jövőbeli Ipar 4.0 relevanciája

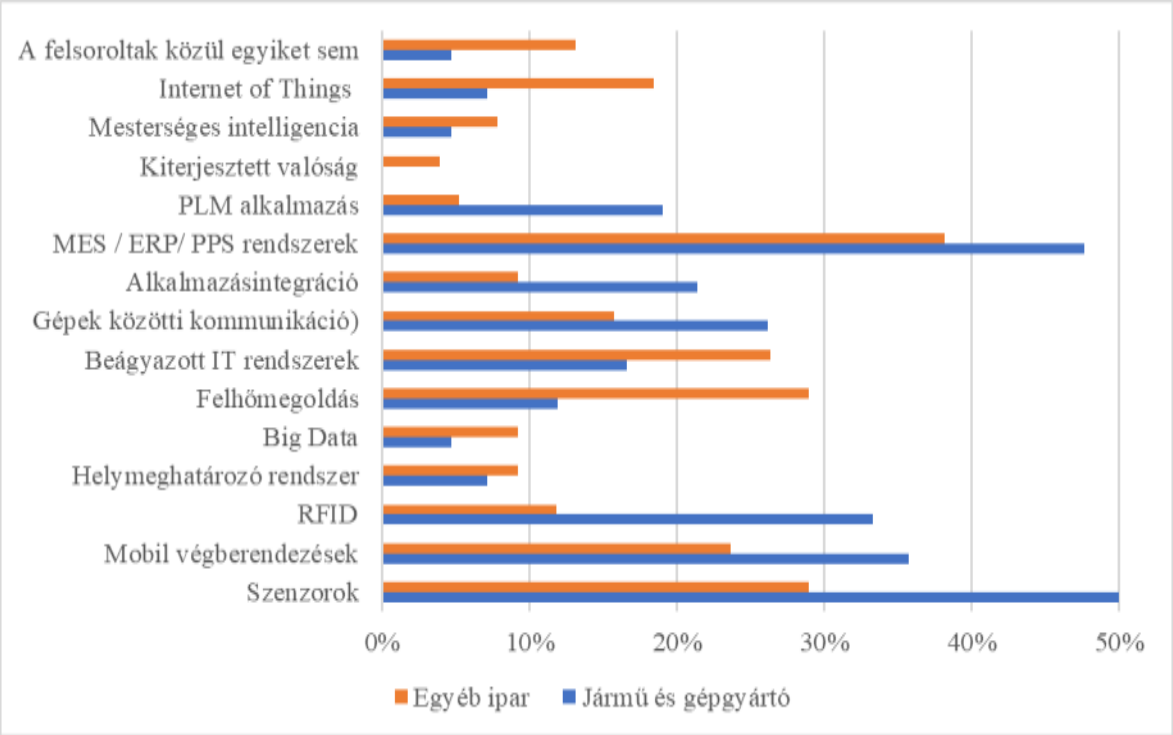


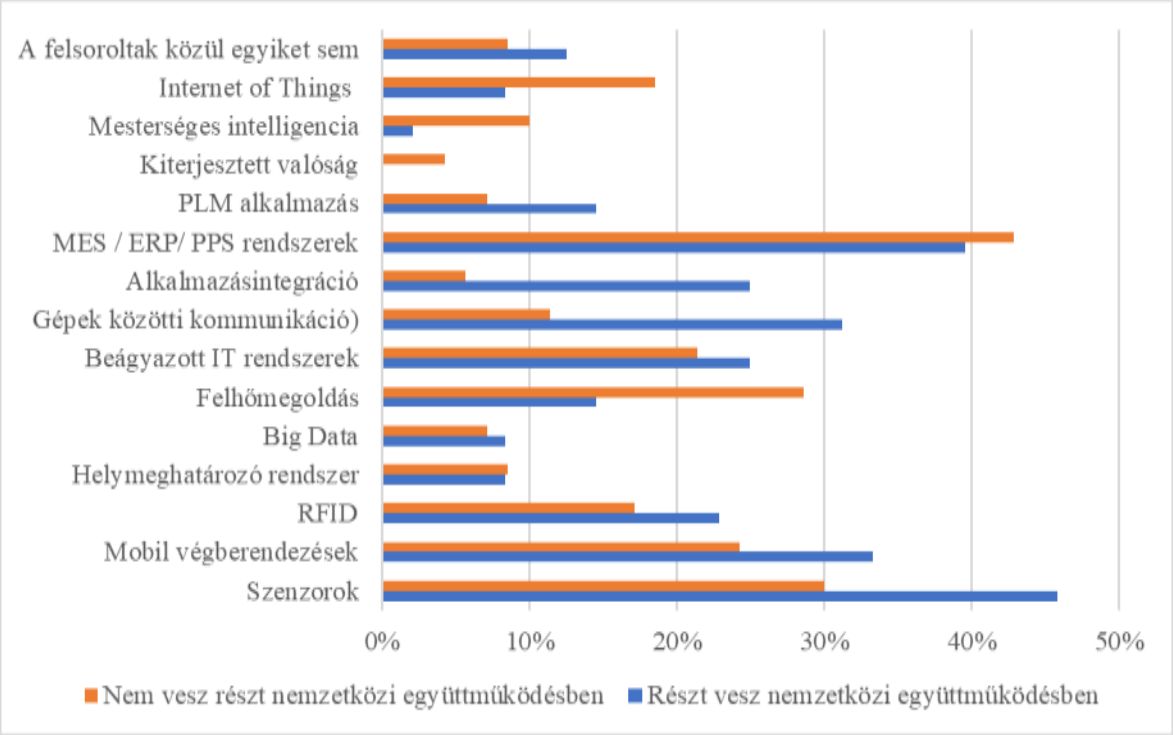
Forrás: saját szerkesztés

A technológiákat különböző mértékben használják a jármű- és gépgyártó iparághoz tartozó, illetve más csoportosításban a nemzetközi termelési együttműködésben résztvevő vállalkozások (27. kérdés). Ezt a dualítást a 46. ábra szemlélteti. A hagyományos ipari gyártáshoz, termeléshez kapcsolódó technológiák (szenzorok, MES, ERP rendszerek, M2M) egyértelműen billentik a mérleg nyelvét, de új technológiák esetében (big data, felhő

megoldások) esetében már az egyéb iparhoz tartozó KKV-k, mintha előrébb járnának. Ők termékük kapcsán vélhetően sokkal könnyebben vezetnek be új megoldásokat, vagy üzleti modelljük kizárólag ezekre épül.

46. ábra A KKV-k technológiai dualítása

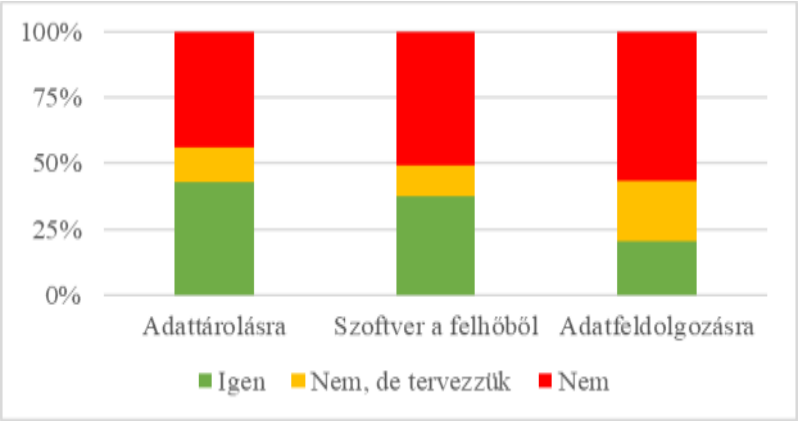




Forrás: saját szerkesztés

Sokat elárul a technológiai fogékonyságról az ide kapcsolódó 43. kérdés is. A felhő alapú szolgáltatások igénybevétele általánosan elterjedt a válaszadók kb. egyharmadánál, a többinél viszont nincs még jelen ez a technológia, noha kisebb részük már tervezi. A felhőhasználat evolúciója tetten érhető: IT-biztonsági és/vagy költségmegfontolások alapján elsősorban mentésekre, adatok tárolására, esetleg szoftverek futtatására használják. A tényleges áttörésre, azaz a felhőszolgáltatások gyártásban történő alkalmazására a kérdőív alapján azonban még várni kell, noha éppen ez lehetne az a terület, ahol a KKV-k esetében költségmegtakarítások jelentkezhetnének azáltal, hogy a drága egyszeri beruházást igénylő, pl. termeléstervezésre, ütemezésre, szimulációra használatos alkalmazásokat szolgáltatás formájában vehetnék igénybe, ezzel is a digitális átalakulás irányába mozdulva el. Az IKT feltételek ugyan már adottak, de a szabályozás és a jogi kérdések még nyitottak.

47. ábra A felhőtechnológia elterjedtsége



Forrás: saját szerkesztés

A szakirodalmi elemzésekben hangsúlyoztam, hogy hibás szemléletre utal az Ipar 4.0-t tisztán az új eszközök beszerzésére, meglévők fejlesztésére vagy egyszerűen csak az automatizálásra szűkíteni[53], mégsem hanyagolható el a kérdés: hogyan állnak az iparvállalatok a gyártási és logisztikai folyamatok automatizálása terén?

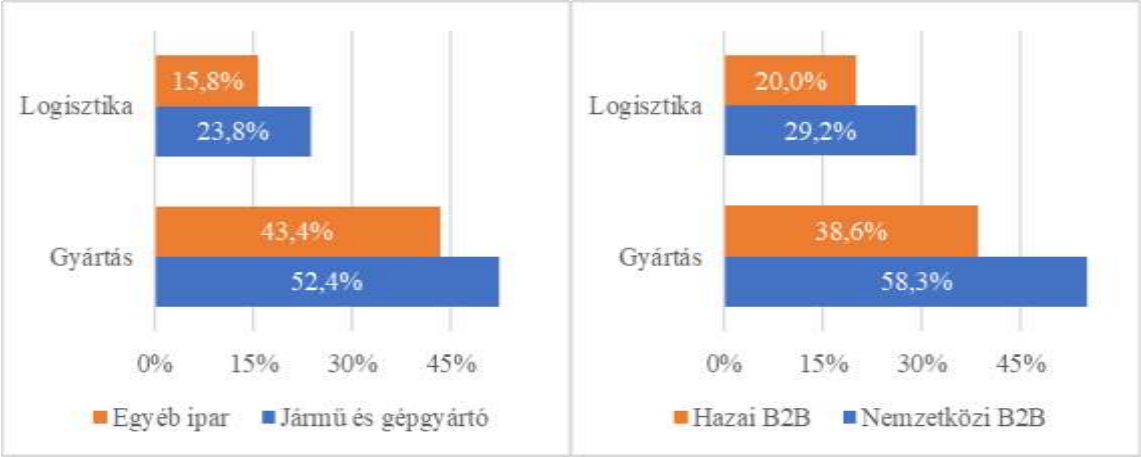
Automatizált eszközöket a gyártás és logisztika területén egyaránt alkalmaznak az iparvállalatok (36. kérdés). A KKV-k esetében, a jelenben is dominál a gyártás a logisztikával szemben. Nem meglepő módon a jármű- és gépgyártó (52,4%), valamint a nemzetközi együttműködésben részt vevő[54] (58,3%) vállalatok esetében nagyobb arányban

[53] Sőt, a Roland Berger tanulmány szerint ez közgazdaságilag helytelen, ún. izo-ROCE elmozdulást hozhat, ami tehát nem növeli a Return on Capital Employed mutató értékét. lásd még: 4.2 fejezet

[54] A nemzetközi együttműködésben részt vevő vállalatokat a grafikonokon Nemzetközi B2B, az ilyen együttműködésben nem résztvevő vállalatokat pedig Hazai B2B rövidítéssel jelzem.

igaz ez, mint azt az egyéb iparba (43,4%), valamint az elsősorban a hazai értékláncokba integrálódott vállatok (38,6) esetén tapasztalhatjuk (48. ábra).

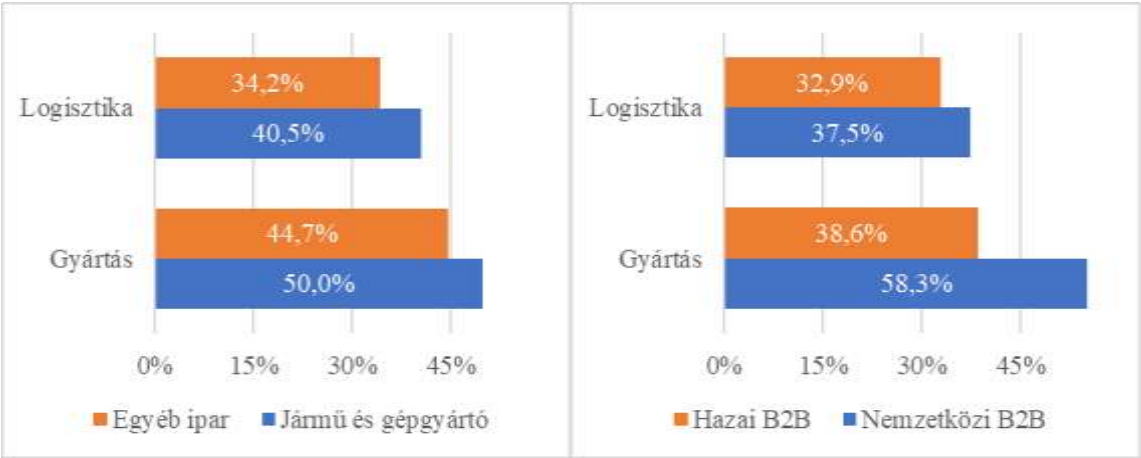
48. ábra Automatizálás a gyártásban és a logisztikában: a jelen



Forrás: saját szerkesztés

A jövőben a gyártás ugyan megtartja jelentőségét (37. kérdés) és az iparági és nemzetközi beágyazottságtól függő különbségek is megmaradnak, de a tekintve a vállalatok nagyobb arányban kívánják fejleszteni a logisztikai folyamataikat, így a logisztika felzárkózása várható (49. ábra), melyet szükséges és kedvező fordulatnak tekintek.

49. ábra Automatizálás a gyártásban és a logisztikában: a jövő



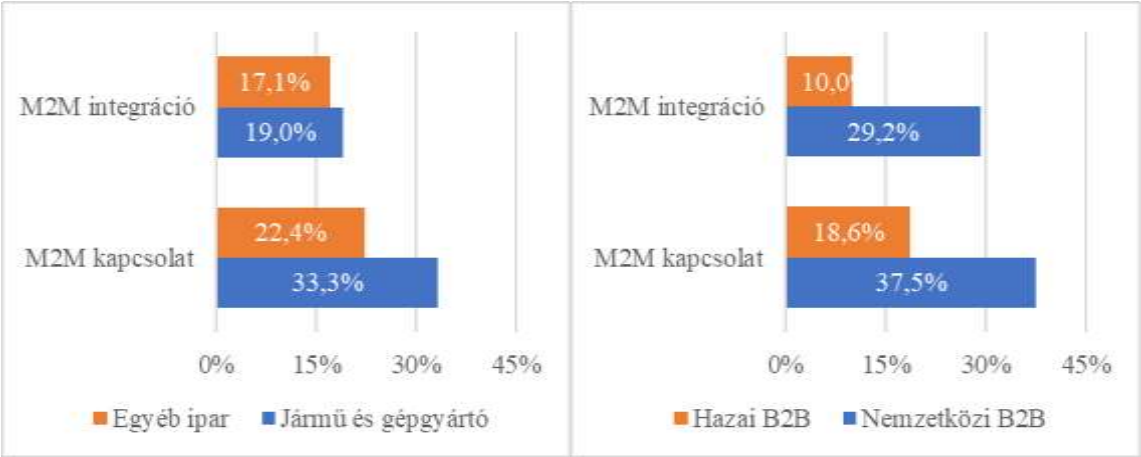
Forrás: saját szerkesztés

A fenti grafikonok által vázolt trendnek technikai előfeltételei vannak: a rendelkezésre álló eszközparknak optimális esetben rendelkeznie kell az evolutív továbbfejlesztés lehetőségével. Ennek jelenlegi realitását vizsgálja a következő grafikonpár (35. kérdés), ahol vizsgálati szempontként megkülönböztetem a M2M kapcsolatot a fejlettebb M2M integrációtól. Előző esetében csupán gépek közötti kommunikációról, utóbbi esetében már a gépek egymás közötti, kölcsönös integrációjának és együttműködésének lehetőségeiről

van szó. A kép összeségében igen kedvezőtlen a jelenből való építkezés szempontjából: alacsony már a releváns eszközpark létezése is (50. ábra).

M2M integrációra képes eszközpark a nemzetközi együttműködésben részt nem vevő vállalatok esetében a legalacsonyabb: 10,0%. Ugyan ezt az értéket a nemzetközi együttműködésben részt vevő vállalatok esetében vizsgálva jóval nagyobb értéket, 29,2%-t kapunk. A két vállalat típus közötti különbség a szerényebb előfeltételeket támasztó M2M kapcsolat esetén is megmarad, igaz a nagyságrendi arány ott 1:3 helyett csak 1:2. A jármű- és gépgyártó ipar KKV szereplőit összevetve az egyéb iparban tevékenykedőkkel a fenti vizsgálati szempont alapján ekkora eltérést nem mutat.

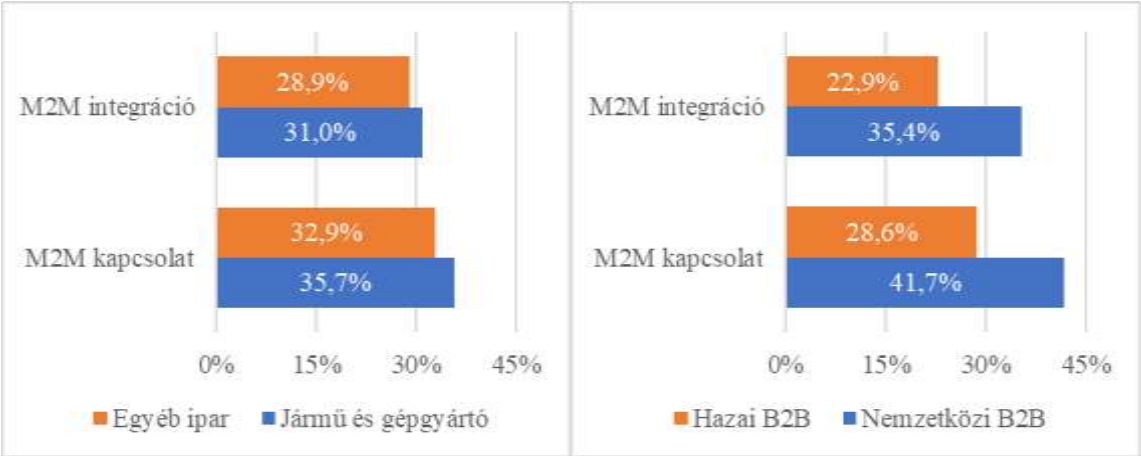
50. ábra A rendelkezésre álló eszközpark megléte M2M funkciók tekintetében



Forrás: saját szerkesztés

Igaz ugyan, hogy ez a kép pozitívabb lesz, ha a fejleszthetőségét vizsgálom (38. kérdés), de ekkor sem találunk olyan iparágat vagy olyan nemzetközi környezetbe integrálódott KKV-t, ahol az upgrade-elhető képesség nagyobb lenne, mint 41,7% (51. ábra).

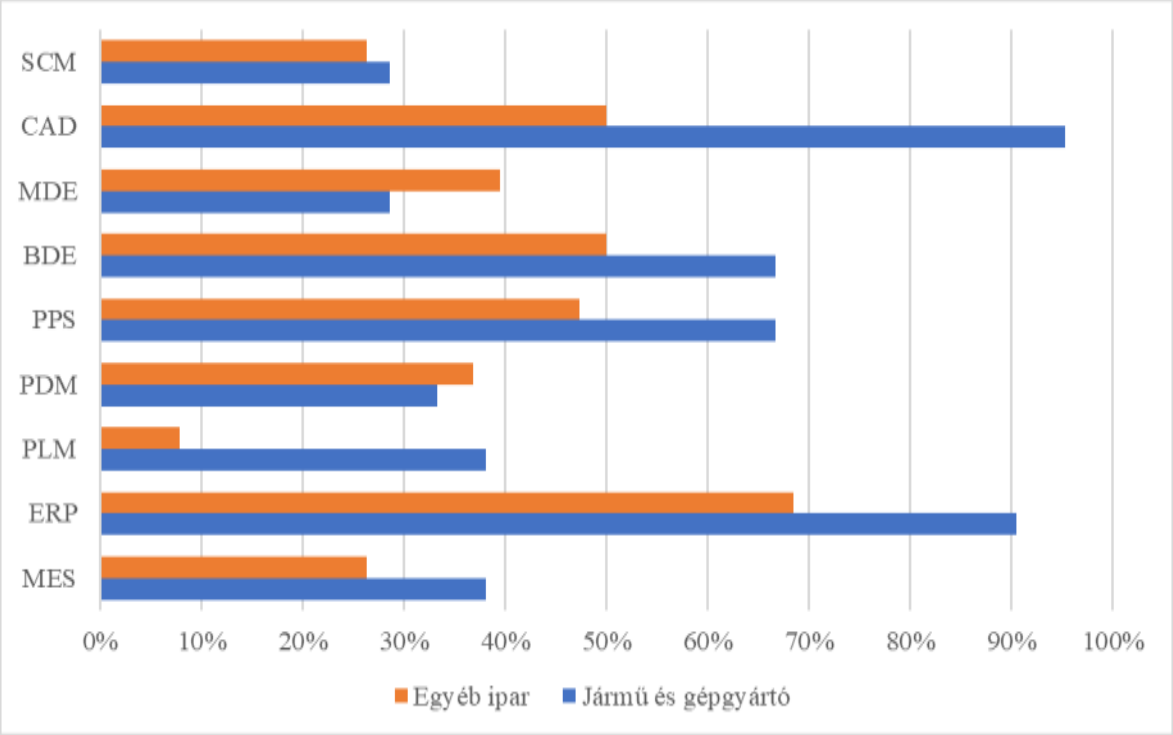
51. ábra Az eszközpark fejlesztési lehetőségeit M2M funkciók tekintetében

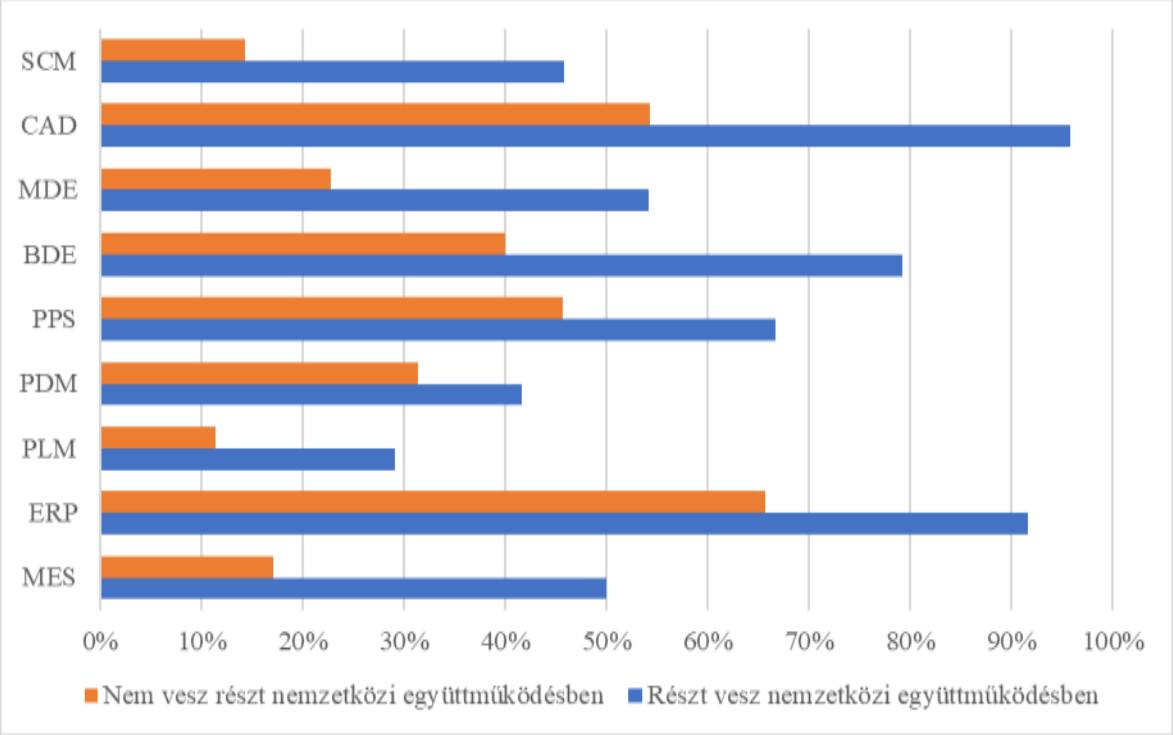


Forrás: saját szerkesztés

A 41. kérdésben azon rendszereket és funkciókat listázom (termelés-végrehajtás felügyelet, termékéletciklus-menedzsment, stb.), amelyek az okos gyár alapkövei lehetnek és amelyek nélkül, ma már egyetlen versenyképes KKV sem lehet meg. Az eredményeket úgy iparági, mint nemzetközi beágyazottság tekintetében megadom (52. ábra).

52. ábra Vállalati környezetben üzemelő rendszerek, funkciók





Forrás: saját szerkesztés

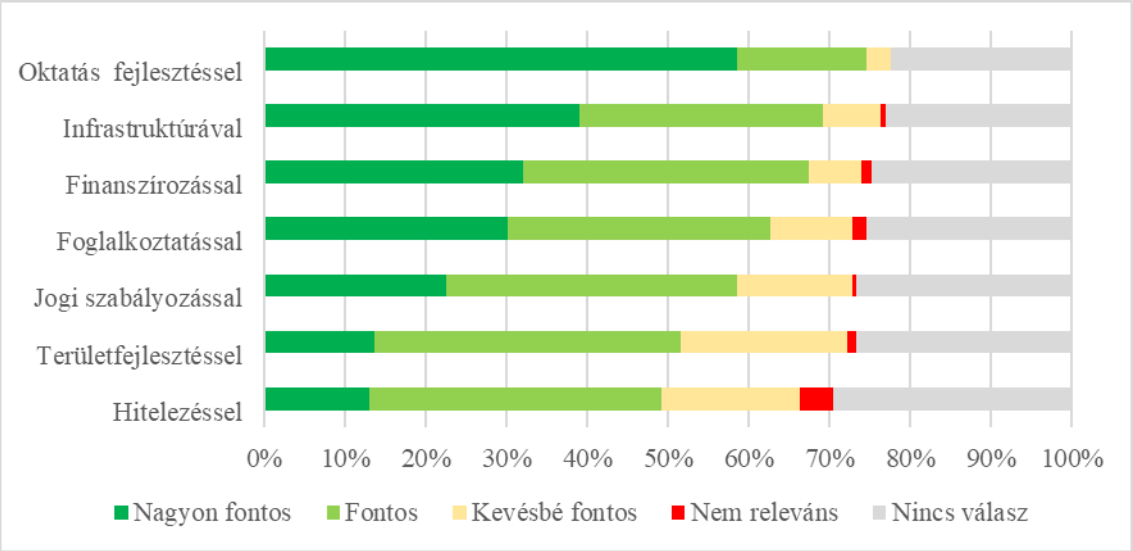
Az ismérvek közötti eltérések itt a legnagyobbak. Elsőre mondhatnánk, hogy ezen rendszerek a nemzetközi értékláncba integrálódott járműipar privilégiumai, de tapasztalatom szerint széleskörű elterjedésük más iparágakban is fokozná a termelékenységet és a versenyképességet. Az eszközpark állapotának vizsgálatát követően érthetőbb, hogy a termékek tervezési és gyártási életciklusában sem történik adatgyűjtés (v.ö. 31. ábra), tekintve a gépek, berendezések, rendszerek ezt nem teszik lehetővé.

Az eddigiek kapcsán a *következtetésem: a hazai vállalatok többségének a felzárkózáshoz meg kell újítania jelenlegi eszközállományát*, tekintve az intelligens gyártás csak gyökeresen új eszközparkkal képzelhető el és a jelenlegi a fejleszthetőséget nem támogatja kellő mértékben. Az *iparági hovatartozás és nemzetközi értékláncokban betöltött vagy éppen el nem foglalt pozíció* jelentősen *befolyásolja* a KKV-k csoportján belül *az Ipar 4.0 műszaki és folyamatbéli innovációinak meghonosítását*.

Megítélésem szerint az ipari digitális ökoszisztéma szereplőinek elvárásai jelentősen eltérnek egymástól annak függvényében, hogy hazánk mely területén végzik fő tevékenységüket, hol található a székhelyük és mely piacokat célozzák meg termékeik, szolgáltatásaik értékesítése, azaz vevőik, másrészről pedig beszállítóik, partnereik tekintetében. Ennek okán lényegesnek tartom feltenni a kérdést, hogy tipizálhatóak-e hazánk régiói iparpolitikai elvárásaik alapján, azaz van-e relevanciája annak, hogy a kérdőívet kitöltők területi elhelyezkedése hogyon alakul. Átformálva a kérdést, egyrészt mennyire elégedettek a saját lokális környezetük adottságaival, képességeivel, másrészt hogyan vélekednek az államnak az ipar digitalizációja irányába kifejtett tevékenységével.

Az állami szerepvállalást kétféleképpen tudjuk megközelíteni. Először a direkt beavatkozás szempontjából adott válaszokat (74. kérdés) vizsgáljuk. A válaszok 74,6%-ában az oktatás nagyon fontos vagy fontos hatékonysági beavatkozási feladatként szerepel (53. ábra). Igaz, hogy az infrastruktúra (69,2%), a finanszírozás (67,5%) és foglalkoztatás (62,7%) is magas értéket kapott. Sajnos a regionális szempontból lényeges területfejlesztés (51,5%) az utolsó előtti helyre került. A kialakult sorrend nagyon tanulságos, úgy vélem, jól leképezi a társadalom gondolkodásmódját a regionális politika jelentőségét, megítélését illetően.

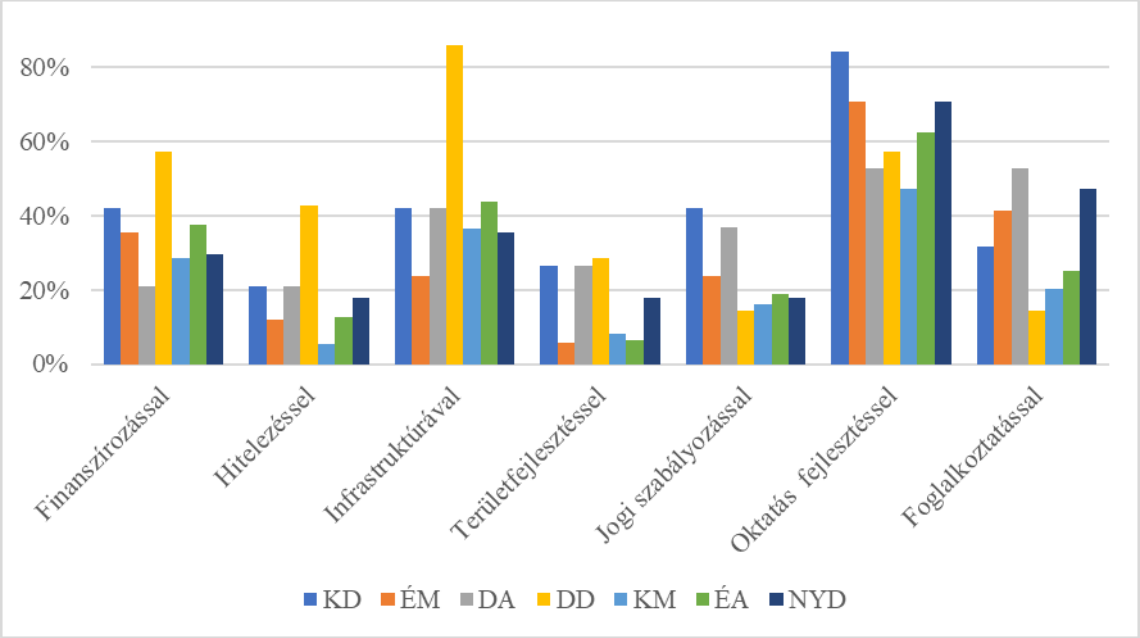
53. ábra Elvárások a direkt állami beavatkozás vonatkozásában - országos



Forrás: saját szerkesztés

A válaszokat úgy is értelmezhetjük, mint a válaszolók elvárásainak egyfajta megfogalmazását. Ha az elvárásokat megnézzük, a 74. kérdés nagyon fontos válaszait területi hovatartozás szempontjából is elemezve (54. ábra) előtűnnek a regionális különbségek.

54. ábra Elvárások a direkt állami beavatkozás vonatkozásában - régiós



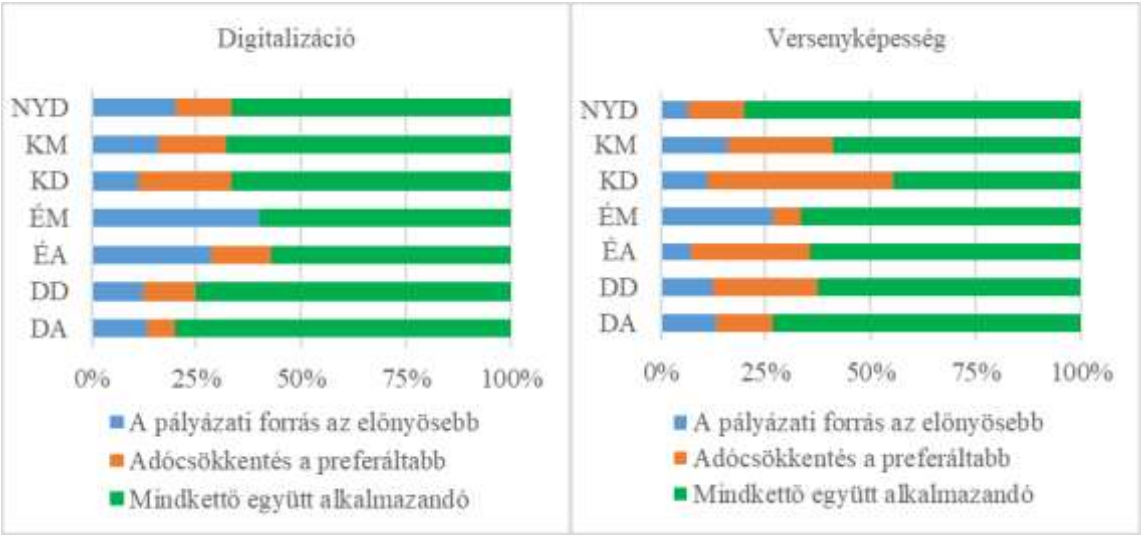
Forrás: saját szerkesztés

Közép-Magyarország (KM) mintha teljesen más dimenzióban mozogna: egységesen támaszt minden területen elvárásokat, de ezek egyike sem égető, hiszen a képzeletbeli dobogó legvégén vannak, fejlesztési igényeik tekintetében. Feltűnően kiugró érték, hogy Közép-

Dunántúl (KD) és Észak-Magyarország (ÉM) priorításként az oktatást, Dél-Dunántúl (DD) az infrastruktúrát jelöte meg, Észak-Alföld (ÉA) pedig mindkettőt egyszerre. Foglalkoztatás területén Dél-Alföld (DA) szeretne leginkább előrelépést.

Hogyan tud az állam ezeknek az elvárásoknak megfelelni? Milyen fejlesztési és szabályozási intézkedéseket kívánnak a piac szereplői? Milyen eszközök alkalmazása lenne célravezető? Az alkalmazható eszköztár megítélése a következő: finanszírozás tekintetében adócsökkentés, pályázati forrás vagy mindkettő (62. és 63. kérdések) legyen egyszerre? A második dominál mind a digitalizáció, mind a versenyképesség elősegítése szempontjából (55. ábra). Talán természetes, hogy mindenki mindkettőt kívánatosnak tartja. Ami még érdekes, az a válaszok arányainak homogenitása, illetve a területi elhelyezkedésből fakadó differenciák. Érdekes, hogy ÉM területén a Digitalizáció kapcsán senki nem szeretne tisztán az Adócsökkentés lehetőségével számolni.

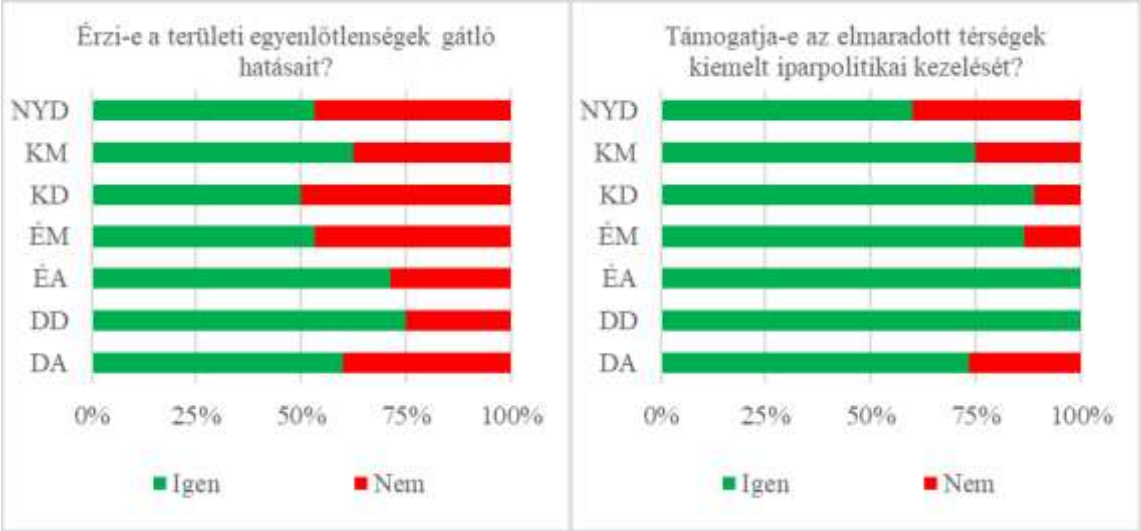
55. ábra Finanszírozási eszköztár preferenciák



Forrás: saját szerkesztés

Az elmaradott térségek kiemelt kezelését illetően (64. és 65. kérdések, 56. ábra**)** – a többség egyetért, bár elgondolkoztató az együttműködés tekintetében a nem válaszok magas, 40,2%-os, illetve 20,1%-os aránya a teljes sokaság tekintetében. A területi elhelyezkedés függvényében a preferenciák is eltérnek. Tanulságos továbbá, hogy akik nem érzik a területi különbségből származó gátló hatásokat, azok nem is támogatják a területfejlesztési folyamatokat.

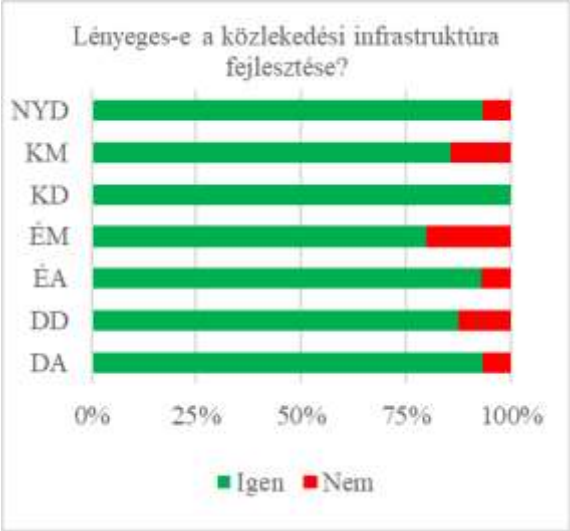
56. ábra A területi egyenlőtlenségek hatása és oldása



Forrás: saját szerkesztés

Infrastrukturális fejlesztés vonatkozásában a 66. kérdés alapján egyértelmű az igény a fejlesztésre (57. ábra): ez támogatná a logisztikai folyamatokat úgy a beszállítók, mint a célpiacok elérhetősége tekintetében, továbbá hozzájárulhatna a munkavállalók közlekedéséhez és a horizontális integráció erősítéséhez is.

57. ábra Lényeges-e a közlekedési infrastruktúra fejlesztése?



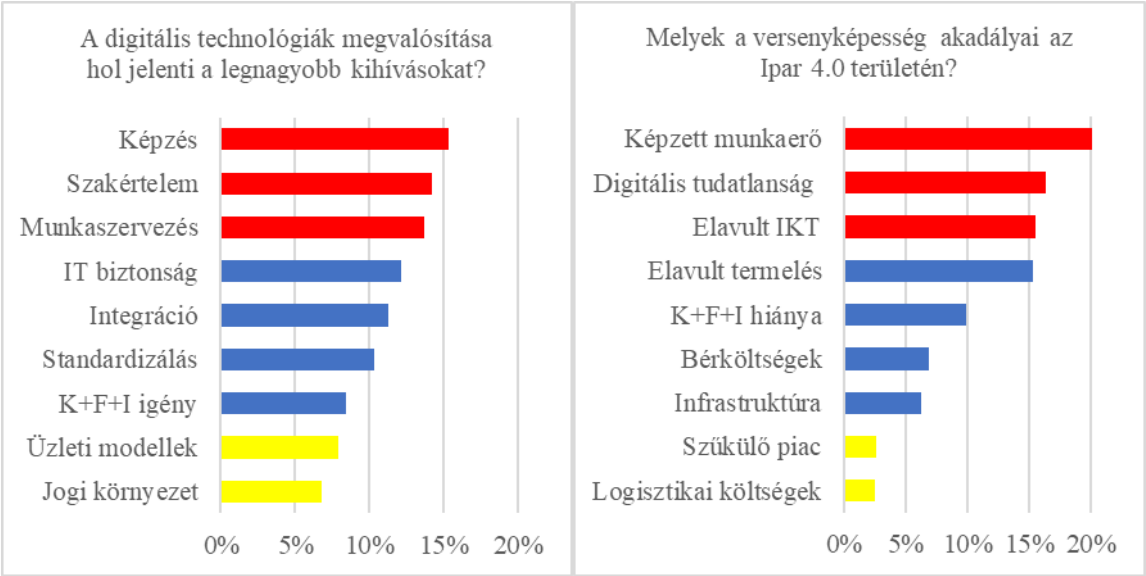
Forrás: saját szerkesztés

Az infrastruktúra kérdését a 74. kérdés kapcsán már érintettük, igaz, ott nem került leszűkítésre, hanem általánosságban vizsgáltuk. DD kiemelkedő elvárásként jelölte ezt a területet. Következtetésem, hogy a közlekedés mellett égető szükségét érzi a telekommunikációs, energia, stb. infrastruktúra elemek fejlesztésének. Ezt a logikát követve ÉM elsősorban a közlekedéssel küzd. KD válasza összhangban van a 74. kérdésnél magadott

válaszokkal, melyet talán erősít, hogy Budapesthez való közúti közelsége a területét átszelő autópályáknak és gyorsforgalmi utaknak köszönhetően kedvező.

Az állami szerepvállalás előtt álló feladatok felmérésének másik, indirekt megközelítési módja, ha meghallgatjuk az érintett szereplőket: hol látják a legnagyobb akadályát az Ipar 4.0 bevezetésének, s mely területeken várják az állam támogatását ezeknek a kihívásoknak a legyőzésében (87. kérdés). Mint lájuk (58. ábra), a válaszadóknak a képzés (15,4%), a szakértelem rendelkezésre állása (14,2%) és a munkaszervezés (13,7%) jelenti a legnagyobb gondot, melyek közös ismérve, hogy a munkavállókkal összefüggésben merülnek fel, és melyekre a nem kreatív munkavégzés kapcsán megoldást kínál az automatizáció fokozása és az ipari robotok számának növelése.

58. ábra Technológiai és versenyképességi Ipar 4.0 kihívások - országos

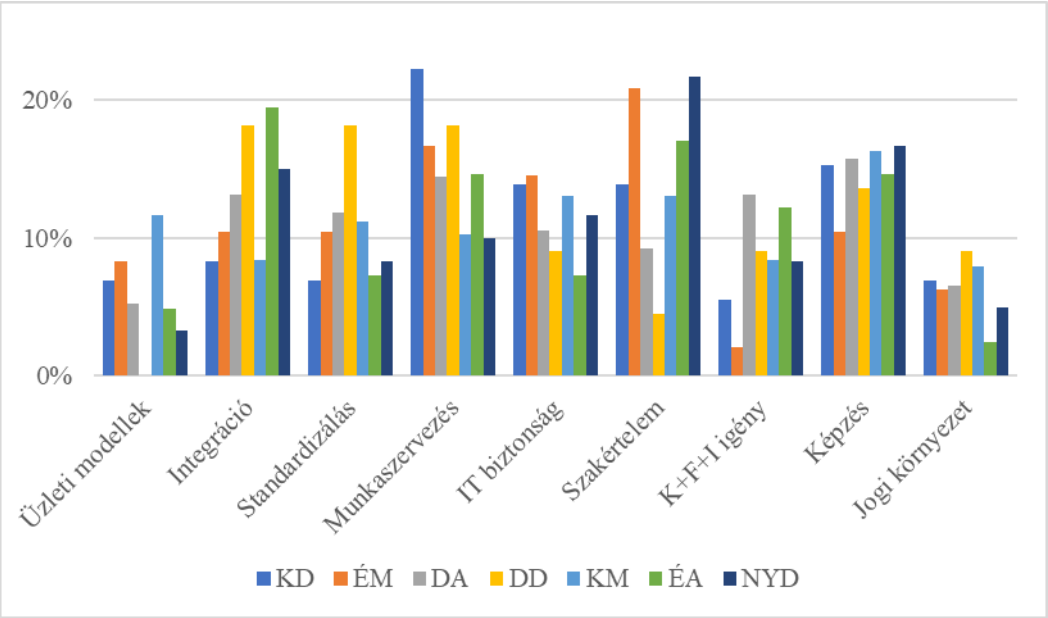


Forrás: saját szerkesztés

Joggal teszem fel a 90. kérdést: miben látják maguk az iparvállalatok a versenyképesség/versenyképességük akadályait? A válaszok az előzőek ismeretében nem meglepőek: a legsúlyosabb (legtöbbjük számára releváns) problémák között szerepel a szakképzett munkaerő hiánya (22,4%), az általános digitális írástudatlanság (16,4%), az elavult IKT (15,6%) és termelési technológiák (15,4%), valamint a K+F+I támogatás (15,4%) hiánya. A 87. kérdés adatainak régió szintű elemzése tovább erősíti a hazai ökoszisztéma tagoltságáról alkotott véleményemet. A 59. ábra látványosan mutatja be ezen eltéréseket. Míg a szakértelem hiányát a NYD régióban 21,7%-ban, ÉM-on 20,8%-ban, addig a DD-on csak 4,5%-ban érzik kihívásnak. A mukaszervezés kétszer akkora kihívást

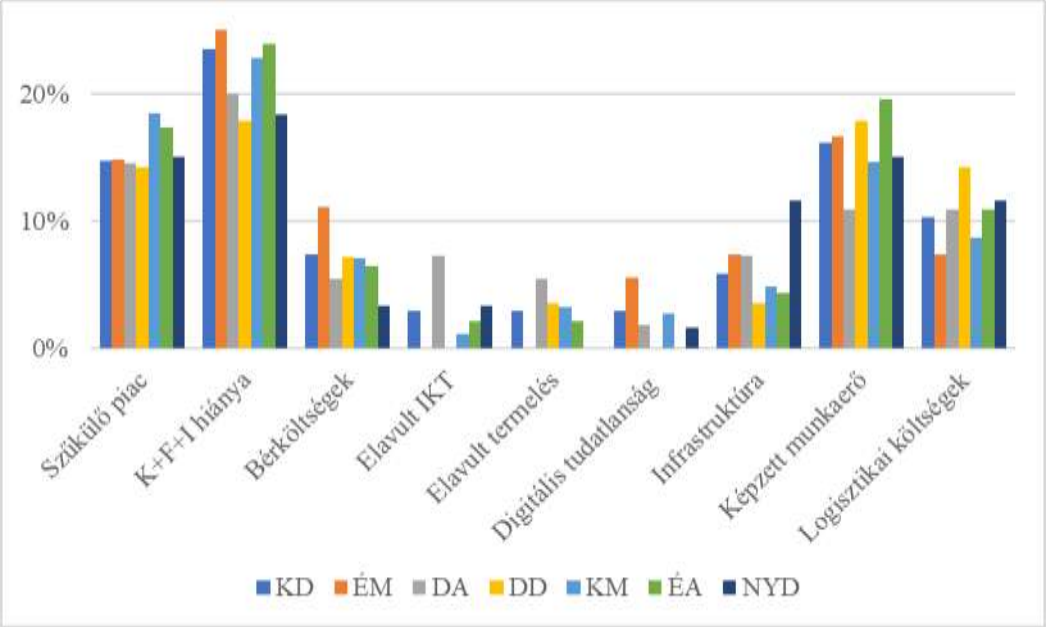
jelent KD (22,2%) területén, mint NYD-on (10,0%). Érdekes lenne megvizsgálni, mire vezethető vissza, hogy DD esetében az üzleti modellek meg sem jelennek kihívásként, holott ez még a fejlettnek vélelmezett KM esetében is 11,6%. Feloldást jelenthet, ha az innováció térbeli terjedésének irányára hivatkozva azt vélelmezzük, hogy ez a kérdés még nem jelent meg DD területén, vagy pedig itt elsősorban végrehajtó telephelyek, nem pedig vállalatszervezési kérdésekben döntési pozicióban levő vállalatközpontok léteznek.

59. ábra Technológiai kihívások – régiós összehasonlítás



Forrás: saját szerkesztés

60. ábra Versenyképességi kihívások – régiós összehasonlítás

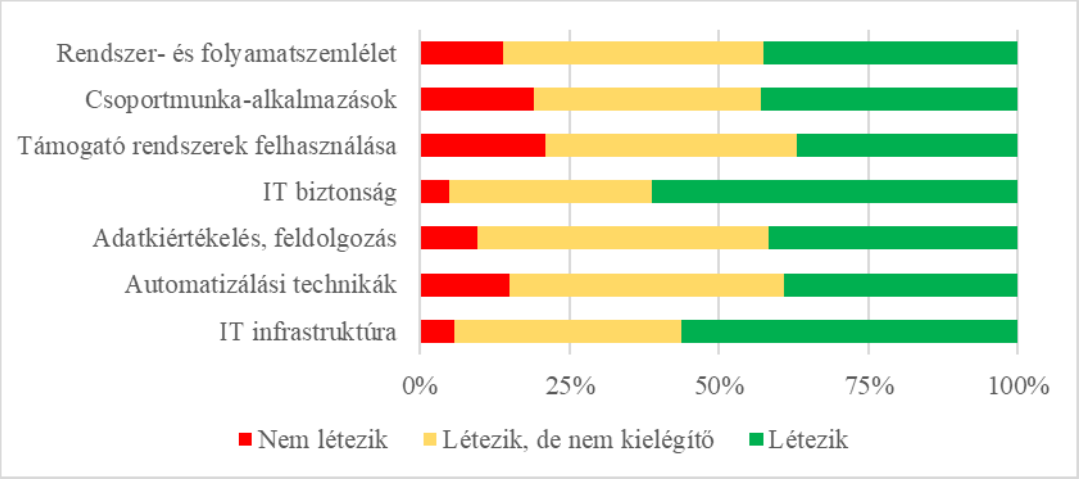


Forrás: saját szerkesztés

A versenyképességet vizsgáló 90. kérdésre vonatkozólag az alábbi megállapításokat teszem (60. ábra). Az IKT helyzet DA (7,3%) esetében önmagában nem kedvezőtlen érték, de ha hozzávesszük, hogy ÉM és DD nem is érzi ennek versenyképességbeli hátráltató következményét, azt hiszem, sürgős megoldásra, fejlesztésekre van ebben a régióban szükség, tekintve, hogy az Ipar 4.0 egyik alapjáról van szó. Érdekes lenne megvizsgálni a korábbi távközlési koncessziós szerződések hatásait, mennyire felelősek egy adott térség mai állapotáért. Úgy vélem, az nem probléma, ha egy állítás vizsgálata nem 100%-ban hoz igaz vagy hamis eredményt. Ennek okán üdvözöltem, hogy szűkülő piacokról, a bérköltségekről vagy a 87. kérdés képzés dimenziója kapcsán egymáshoz hasonló eredményeket hoztak a vizsgálat tárgyát képező régiók.

A teljes képet nézve a legnagyobb kihívások és az állam által megoldandó feladatok között első helyen a munkavállalókkal összefüggő nehézségek szerepelnek. A saját munkavállalók kompetenciáinak értékelésekor (61. kérdés) szembetűnő, hogy – az IT biztonság (38,8%) és az IT infrastruktúra (43,7%) kivételével – bármely területet is vizsgálunk, 50% felett vannak a nem létezik vagy létezik, de nem kielégítő válaszok (piros és sárga sávok). A létezik minősítések aránya átlagosan 45,8% (61. ábra). Legrosszabb a helyzet az automatizálási technikák (61,0%) és a támogató rendszerek felhasználása (63,0%) területén. Ezek az eredmények mindennél jobban aláhúzzák az Ipar 4.0 és a digitális kompetenciafejlesztő oktatás megújítását szorgalmazó álláspontot, melyet magam is képviselek.

61. ábra A munkavállalói kompetenciák a jövő elvárásai tükrében

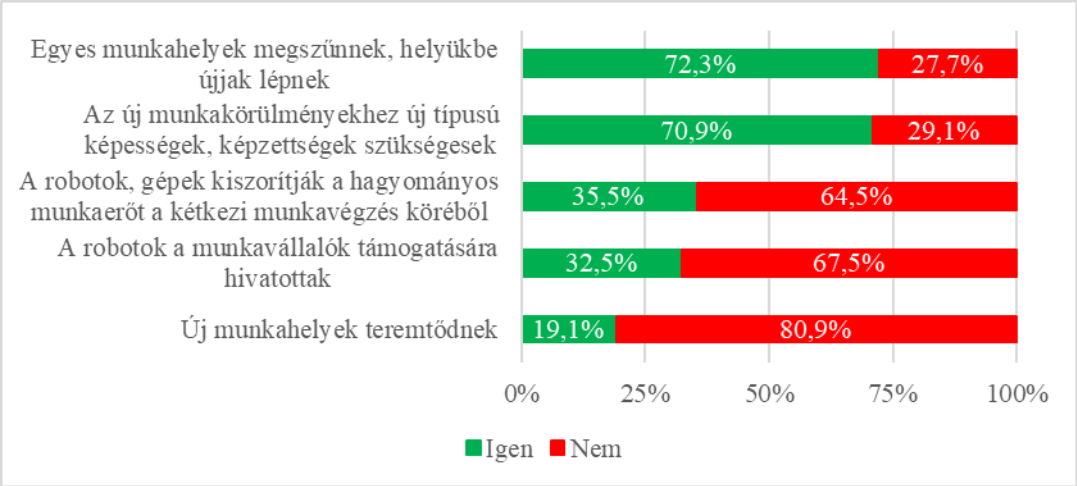


Forrás: saját szerkesztés

Mind a vállalatvezetők, mind a munkavállalók szempontjából kiemelt jelentőségű, milyen elképzelések élnek bennük az Ipar 4.0 munkakörülményekre gyakorolt hatásáról (94. kérdés,

62. ábra). Elveszik-e a robotok a munkahelyeket vagy sem? A válasz a kérdőív alapján egyértelmű: 64,5 % voksolt nemmel. Lesznek ugyan munkahelyek, melyek megszűnnek, de ezek helyébe majd újak lépnek, így bizakodhatunk.

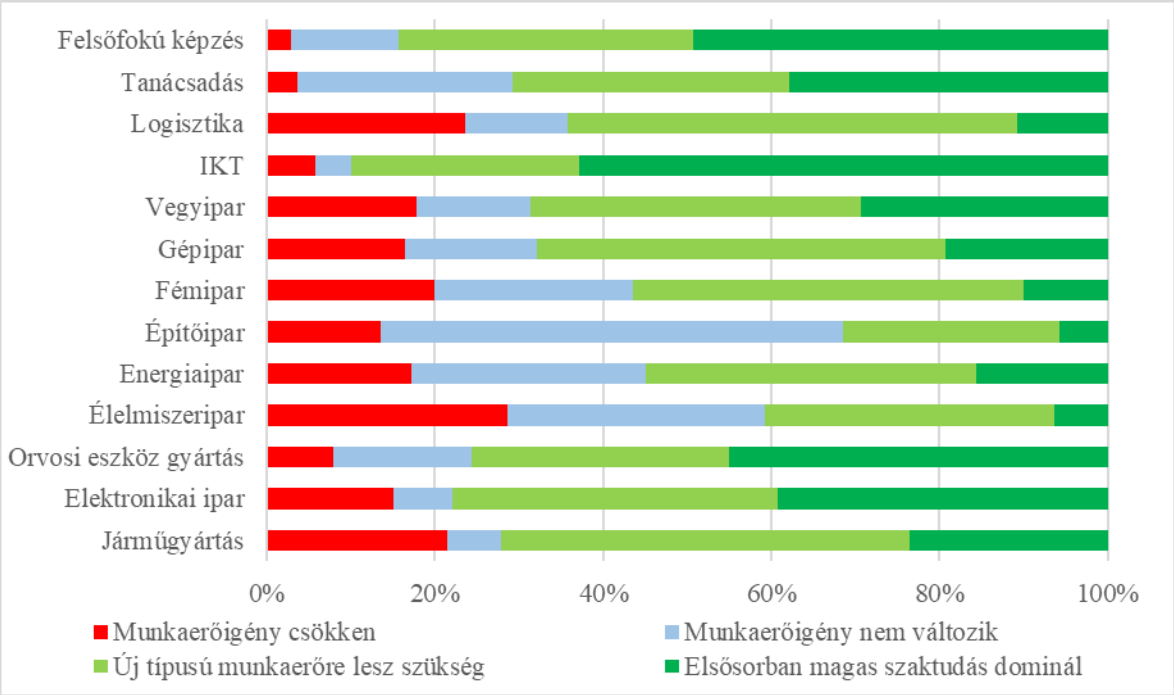
62. ábra Hogyan változnak a munkakörülmények Ipar 4.0 környezetben?



Forrás: saját szerkesztés

Az optimizmust támasztják alá a 93. kérdés válaszai (63. ábra), ahol is ágazati bontásban láthatjuk az Ipar 4.0 megvalósítása következtében fellépő munkaerőszükségletre vonatkozó preferenciákat. A logisztikát emelném ki, ahol 23,4% tartja úgy, hogy a munkaerőigény csökken, mely egybevág a 37. kérdés eredményével: a logisztika automatizálása fokozódik.

63. ábra A foglalkoztatás alakulása az Ipar 4.0 megvalósítása következtében

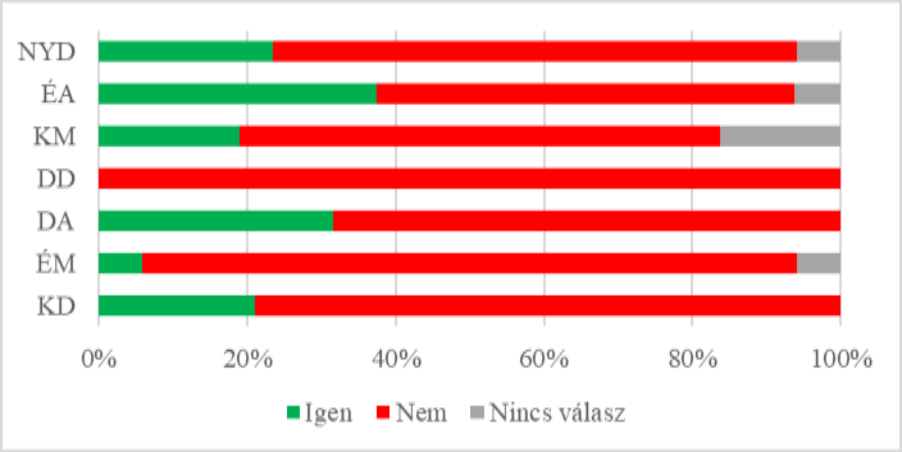


Forrás: saját szerkesztés

Az automatizáció kétségtelenül hat majd a munkaerőpiacra. Ennek mértékét, irányait területi vonatkozásban vizsgáló tanulmány (Nábelek 2017) megállapítja, hogy noha általánosságban az automatizálható szakmákban a 2012-2016 közötti időszakot tekintve növekedett a foglalkoztatottak száma, elsősorban a szolgáltatások és logisztika területén, addig az iparban csökkenő létszámadatok jelennek meg. Saját kutatásom ennek a megállapításnak ellentmondani látszik.

A területi elemzések rész zárásaként tekintsük át, mennyire gondolkodnak eltérően az egyes régiók a duális képzés (98. kérdés) hazai eredményeit illetően (64. ábra). A képzés minősége és mennyisége alapvetően befolyásolja egy terület emberi erőforrásállományát (most eltekintve az elvándorlás jelenségétől), így lényeges, mennyire elégedettek a folyamat outputját igénybevő vállalkozók és a folyamatot alapvetően végrehajtó képzési intézmények munkájával. A kép vegyes, DD határozott álláspontot képvisel: 100%-ban elégedetlen. Ez meglepő hiszem a Pécsi Tudomány Egyetem 1970 óta létezik a Műszaki és Informatikai Kar amely 2015-től duális képzési formát is kínál a hallgatóinak és a régió ipari cégeinek. ÉA (37,5%) és DA (31,6%) alapvetően elégedett. A többi terület pedig inkább elégedetlen.

64. ábra A duális képzés hazai eredményeinek megítélése



Forrás: saját szerkesztés

Összegzésként megállapíthatom, hogy az digitalizációs innovációk, paradigmaváltások az ipari szereplők tekintetében gyökeresen átalakítják és formálják gazdasági környezetükkel kapcsolatos elvárásaikat. Az iparpolitikai prioritások megítélése kapcsán jelentős eltérések mutatkoznak hazánk NUTS2 régióit vizsgálva. Tekintve a területfejlesztés a versenyképesség javítását segítő fontos eszköz is egyben, a regionális gazdaságtanra komoly kihívások várnak a területi egyenlőtlenségek oldása kapcsán.

7.4 *Mélyinterjúk és vállalati esettanulmányok*

Mélyinterjúk

Mélyinterjút csak három esetben sikerült megszerveznem, melyeket 2018. április hónapban bonyolítottam le. A többszöri megkereséseim ellenére is sokszor zárt ajtók fogadtak, a potenciális jelöltek néha nyíltan, néha csak ráutaló magatartással utasítottak el.

A mélyinterjúk során igyekeztem az általam felállított modellt követni. Így lehetőségem nyílt az egyes esetek objektív értékelésére is. Az eredményeket a 20. táblázat Mélyinterjú eredmények tartalmazza. Az interjúalanyok rövid jellemzését a táblázat után adom meg.

20. táblázat Mélyinterjú eredmények

Dimenzió	*Eredmények 1-5 skálán pontozva*		
	„A”	*„B”*	*„C”*
Stratégia és szervezet	3	5	5
	4	4	5
Okos gyár	5	1	5
	5	5	5
Intelligens folyamatok	4	4	4
	4	4	4
Okos termékek	0	2	5
Termékadatokon alapuló szolgáltatások	0	4	0
Munkavállalók	2	3	3

Forrás: saját szerkesztés

„A” – Műanyagfröccsöntő hazai KKV

Hazai KKV fő profilja jelenleg a szerszámkészítés és a műanyagfröccsöntés. Igen jól szervezett folyamatok jellemzik. A cég nem rendelkezik még Ipar 4.0 stratégiával, annak elkészítése még folyamatban van, ugyanakkor számos egyedi, digitalizációs megoldást és technológiát használ, illetve tervezi annak bevezetését. A gyártáshoz, tervezéshez köthetően tipikusan olyan szoftvereket használnak, amelyek a gyártógépek részét képezik. A gyártáshoz és a szerszámtervezéshez köthető adatokat gyűjtik, ám – főleg a gyártási adatok tekintetében – ezek „okos” felhasználása még nem valósult meg.

„B” – Kézi szerszámokat előállító nemzetközi nagyvállalat

A cég rendelkezik kidolgozott Ipar 4.0 stratégiával, ez mindenki számára elérhető (a dokumentumot a látogatásom során be is mutatták). A szervezeti struktúra jól támogatja az innovatív, új megoldások, technológiák integrálását a gyártási folyamatokba, köszönhetően

az értékáram alapú szerveződésnek. Mintagyárként rendszeresen fogadnak külső érdeklődőket.

A kisszériás professzionális termékek gyártását kifejezetten digitális gyártási technológiákra épülő szerelőrendszerben végzik. Kiemelendő Ipar 4.0-hoz köthető rendszereik, amelyeket működés közben is megtekinthettem:

- Production Management System (adatrögzítés, eszkaláció, ciklusidőmérés) bizonyos termékek előállítása kapcsán;
- szerelősorok digitális szemléletű kialakítása szenzorok és digitális ikermodell segítségével szimulációs, minőségbiztosítási céllal.

„C" – Alkatrészgyártó nemzetközi nagyvállalat

A nemzetközi nagyvállalat pneumatikai alkatrészek és rendszerek, valamint az egyedi alkalmazások kiemelkedő gyártója. Jellemzően kisszériás gyártás történik a gyárban. A gyár szellemisége teljes mértékben a változó vevői igények kiszolgálásához és a kis rendelési tételek gyártásához (egyedi, konfigurálható termékek is!) igazodik. Ezt tartják a legfőbb kihívásnak, illetve egyben az ennek történő megfelelést a legfontosabb versenyelőnyüknek. Az ipari digitalizációs technológiákat átfogó szemlélettel kezelik: ezeket horizontálisan és vertikálisan is kiterjesztik. Nyitottak az új technológiák befogadására, ezt szervezetten, stratégia mentén végzik. Kiemelendő Ipar 4.0-hoz köthető komponensek, amelyeket magam is megszemlélhettem: gyártásütemező, energiahatékonyság mérése, okos termék, kísérleti robotos szerelőcella, termelésszimuláció.

Megállapítások - mélyinterjúk

Két markáns megjegyzésem van a mélyinterjúk lezárását követően, melyet az interjúk alanyai kiegészítés nélkül el is fogadtak:

Az Ipar 4.0 értelmezése erősen szubjektív, így a megvalósítás fókusza is vállalatspecifikus, melyben nagy szerepet játszanak az alábbi – a jól ismert SWOT-analízis dimenziói szerint rendszerezett – tényezők:

- erősségek kiaknázása: Meglévő, elsősorban humánerőforrás tapasztalatra, agilitásra épül – pl. ha van egy jó adatbázis szakértő a csapatban, akkor big data megvalósítása élvez előnyt;

- lehetőségek kihasználása: Kész megoldások üzemesítése, pl. gyártóberendezések ma már alap integrált funkcióként tartalmaznak adatgyűjtő alkalmazásokat, melyeket képesek hálózaton keresztül egy központi kiszolgáló felé továbbítani ezeket az adatokat;
- gyengeségek kezelése: Igény, megoldandó probléma veti fel az Ipar 4.0 szemlélet honosítását. Pl. horizontális integráció megvalósítása a logisztikai partner beszállítóval, a raktárterület felszabadítása és a logisztikai veszteségek csökkentése érdekében;
- veszélyek kezelése: Piacvesztés – pl. a termelési kapacitást szükséges növelni, de a munkaerő már ma is korlátosan érhető el, ezért robotokat üzemesítenek a gyártósorok mentén.

A termék determinálja az Ipar 4.0 készültségi szintet. Egy kéziszerszámot és egy műanyagpoharat gyártó vállalat soha nem hasonlítható összes okos termék és gyártási folyamat tekintetében.

Vállalati esettanulmányok

Kábelgyártó

A főváros környezetében működő, a rendszerváltás után alapított fémfeldolgozó középvállalat, amely jelenleg 123 munkavállalót foglalkoztat, 2016-ban nettó árbevétele 10 millió EUR volt. Hazai tulajdonú, nagyrészt az autó- és gépipart szolgálja ki termékeivel. Az értéklánc szempontjából a mérnöki-tervezési, termelő-gyártó szerep jellemző rá.

A cég főként kábelek és fröccsöntött termékek gyártásával foglalkozik, termékei 95%-át Nyugat-Európába exportálja. Az évek során, ahogy a termelés egyre inkább Ázsia felé tolódott el, a kis és közepes nagyságrendű megrendelések ellátására szakosodott vállalatot gyors reagálási idő és nagyfokú rugalmasság jellemezte. A kulcsfontosságú ügyfelek megrendeléseit három napon belül szállítják. Az utóbbi években portfólióját kiterjesztette repülőgép-, katonai és vasúti ipari alkatrészek gyártására is. A vállalat gyártóberendezéseinek 80%-a számítógéppel vezérelt, beleértve a műanyag fröccsöntő berendezéseket is. Üzleti stratégiájukat a „nulla hiba” mentalitás jellemzi.

Az Ipar 4.0 minta megoldásuk egy MES rendszer, amely a nyersanyagok, termékek nyomon követésének támogatására szolgál. A termelésben 5000 féle nyersanyagot használnak fel nagyságrendileg 600 különböző termékcsoport gyártásához. A közel 12000 különböző terméktípus gyártásához szükség volt egy olyan rendszerre, amelynek segítségével valósidőben tervezhetők és felügyelhetők a termelési folyamatok. A rendszerhez tartozik a

szintén saját fejlesztésű számítógép vezérlésű automatizált raktár, ahol a nyersanyagok, a félkész- és a késztermékek tárolása valósul meg. Az összes tétel egy egyedi azonosítóval rendelkezik, amelyet egy vonalkódrendszer biztosít, így a termék a vállalat teljes területén nyomonkövethető. Az így megvalósult integrált hardver- és szoftverrendszer költséghatékony készletkezelést és termelést, minőségbiztosítást és legfőképpen naprakész információkat nyújt nemcsak a vállalatnak magának, hanem az ügyfeleknek és a beszállítóknak is. A megrendelések kezelése, a szállítmányozás, számlázás, belső ügyintézés, dokumentumkezelés, a belső és külső kommunikáció mind elektronikusan történik. A saját fejlesztésű, napi üzemben működő megoldás a már említett mintagyárak program keretében megismerhető.

Robotgyártó

A kelet-magyarországi vállalatot az 1990-es években alapították, de rendelkezik még további két, vidéken található telephellyel, ahol többek között a kutatás-fejlesztési részleg és az adminisztratív központ kapott helyet. A cég – 1500 munkavállalója segítségével – 147,7 millió EUR nettó árbevételt termelt 2016-ban. Ez a nagyvállalat német tulajdonban van és elsősorban az autóipar számára gyárt ipari robotokat és intelligens automatizálási rendszereket. Az értékláncban a termelő-gyártó szerepet tölti be. Az Ipar 4.0 megoldások közül az ember-robot kollaborációt, a mobilitással integrált navigációt és az ipari-informatikai rendszerek összekapcsolását tekintik elsődleges célterületeiknek. Megoldásaik ezen a területen fejlesztési, piaci bevezetési fázisban vannak.

A gyárak logisztikai területein napi kihívás az áruk mozgatását lebonyolító targoncák felügyelete, optimális erőforrás terhelésének megtervezése és az ütközések elkerülése. A targonca mozgásfigyelő rendszer folyamatosan adatokat gyűjt a járművekről és azok vezetőinek teljesítményéről. Monitoroz minden típusú erőforrást, anyagáramlást figyel, kritikus utakat azonosít, tesztfutásokat tesz lehetővé akárcsak egy gyártásütemező rendszer. Ezen adatok elemzésével a (félkész)áruszállítás hatékonysága növelhető. A cég saját fejlesztése továbbá egy festőüzem-felügyeleti rendszer, aminek keretein belül a festőüzem digitális ikerpárját hozták létre. A rendszer segítségével a nagy gyártási volumen tervezése sokkal könnyebbé vált. Egyszerűbben irányíthatóak a folyamatok, ezen kívül a hatékonyság is növekedett. A bemutatott megoldások nagy mennyiségű, analizálható adatot szolgáltatnak, melyek statisztikai módszerekkel és gépi tanuló algoritmusokkal elemezhetőek.

Autóalkatrész gyártó

Az autóalkatrészeket gyártó nagyvállalat Gödöllőn található, 2000-ben alapították, és 3234 dolgozónak biztosít munkahelyet. Az amerikai tulajdonú nagyvállalat nettó árbevétele 2016-ban 642,6 millió EUR volt. Alapvetően termelő-gyártó szerepet tölt be az értékláncban, de összeszerelési feladatokat is ellát. A Fortune 500-as listáján jegyzet cég.

A saját termelésük optimalizálása érdekében azonosított kihívásként felmerülő problémák, feladatok a következőek. Egyrészt, a kábelgyártás során alkalmazott hajlékony anyagok és a gyártás sajátosságai miatt kénytelenek nagyobb arányú humán munkaerővel végezni a termelést – ez az elérhető emberi erőforrás hiánya miatt nehézségeket okoz. Másrészt, a termékekkel szemben támasztott funkcionalitással, minőséggel, környezettel és költséggel kapcsolatos követelmények folyamatosan nőnek.

A belső Ipar 4.0 fejlesztés lényege, hogy a termelés során keletkező információkat optimálisan tárolják és dolgozzák fel, különböző mérő- és vezérlőberendezések használatával. Az emberi erőforrást helyettesítő robotok fejlesztése csak azután kezdődhet meg, amint az ahhoz elegendő input adatok már rendelkezésre állnak. Cél a keletkező hulladék és nem megfelelő minőségű termék mennyiségének minimalizálása kooperatív robotok üzembehelyezése által, végeredményben a termelés hatékonyságának növelése. A megoldás jelenleg a pilot fázisban tart, készen áll a bevezetésre.

Robotoptimalizáló vállalkozás

A robotok optikai rendszerekkel való támogatásával foglalkozó budapesti székhelyű KKV 2012 óta van a piacon. 2017-ben az árbevétele 1,2 millió EUR volt, amit 37 dolgozó foglalkoztatásával ért el. Több tulajdonossal is rendelkezik, akik többnyire pénzügyi és kockázatitőke-befektetők. Elsősorban a gépiparban végzi tevékenységét, az értékláncban mérnöki-tervezési és termelő-gyártó szereppel rendelkezik.

Az Ipar 4.0 fejlesztés keretein belül megoldandó feladatként azoknak a folyamatoknak az automatizálását tekintik, amelyek emberi kézügyességet igényeltek korábban. Ezek tipikusan összeszerelési és felületkezelési feladatok: pl. polírozás, csiszolás. Az ipari robotokhoz saját erő- és nyomatékérzékelőket, illetve robotvezérlő szoftvert fejlesztettek, amelyek az érzékelők által szolgáltatott értékek alapján képesek finomabb műveletek elvégzésére. Az érzékelőcsomag leginkább könnyű és kollaboratív robotokhoz alkalmazható. Jelenlegi megoldásuk két ismert robotgyártó platformjához rendelhető kiegészítőként, de továbbiakhoz is tervezik az illesztés lehetőségének kialakítását. A cég által fejlesztett szoftver- és hardverkörnyezet nagymértékben csökkenti a humánerőforrás

igényét elemei lépések végrehajtása során, továbbá platform szemléletű megoldás révén redukálja az új robotcellák telepítési idejét, ezáltal idő és pénz takarítható meg az integrációs folyamat során. A megoldás már bevezetésre került, világszerte elérhető a piacon.

Megállapítások - esettanulmányok

A vizsgált vállalatok célfüggvényében egyértelműen azonosítható a termeléshatékonyság igénye, amely vagy saját belső, vagy pedig külső partnereiknek kínált megoldásaik mozgatórugója. Ehhez olyan Ipar 4.0 releváns technológiai megoldásokat használnak, mint az ember-robot kollaboráció, a mesterséges intelligencia, a big data vagy a digitális iker modell. Szervezeti szinten megjelent a horizontális és vertikális integrációt támogató, valamint a platform jellegű megoldás.

Az áttekintett négy vállalat – a két nemzetközi nagyvállalat és két magyar tulajdonban lévő KKV – az Ipar 4.0 paradigmájának kiemelkedő képviselői, megvalósításában élenjáró szereplői. Sajnos ez nem nyújt reprezentatív képet, az átlag ettől eltér. A vezető szerep nyilvánvaló azokban az esetekben, amikor egy olyan multinacionális vállalatról van szó, amely világviszonylatban megalapozott pozícióval és jó hírnévvel rendelkezik a kiber-fizikai termelési rendszerek gyakorlati alkalmazásában. Ekkor a hazai leányvállalatokat, mint azt az esettanulmányokban láttuk is, az anyavállalataik legfrissebb K+F eredményeinek folyamatos és progresszív adaptációja jellemzi.

A magyar tulajdonban lévő kis- és középvállalkozások e tekintetben nehezebb helyzetben vannak: maguknak kell saját termék- és szolgáltatásportfóliót felépíteniük, és olyan üzleti modellt kell találniuk, amely biztosítja számukra a megfelelő pozíciót versenytársaik között. Különösen ez az egyedi üzleti modell teszi őket egyedülállóvá mind a magyar, mind a nemzetközi piacon (termékeik nagy részét exportálják), és ez a garancia a sikerre. Ha a jövőben képesek lesznek kezelni a piac kihívásait és megőrizni termékeik minőségét, megtarthatják és még erősíthetik is piaci részesedésüket.

8 Összegzés

A dolgozat felépítése a doktori iskola elvárásait követte. Logikai ívét tekintve az Ipar 4.0 kérdéskörére vonatkozó, azzal összefüggésbe hozható, általam kiválasztott elméleti alapok ismertetését, a releváns mutatók és iparpolitikák áttekintését, a kapcsolodó szakirodalom szintetizálását követően az empirikus kutatás modelljét és eredményeit mutattam be.

Értekezésem a bemutatott ökoszisztéma-szemléleti módból kiindulva kutatta az Ipar 4.0 hazai adaptációjának kihívásait a vállalati és területi összefüggések tükrében. Vizsgáltam a vállalatok jelenét, jövőjét, valamint műszaki, térbeli kontextusait az összeállított kérdőív bázisán. Az Ipar 4.0 ökoszisztéma számomra legfontosabb ismérveit (Kagermann et al. 2013; Bosch 2017), amelyek meghatározták kutatásom fő irányvonalát, az alábbi kérdés-csoportok fedik le:

Az Ipar 4.0 általános tartalmát és jelentőségét illetően:

- az Ipar 4.0 ökoszisztéma és domináns résztvevőinek jellemzői (tulajdonosi szerkezet, iparági besorolás, szféra és vállati méret, stb.).

Az Ipar 4.0 hazai megjelenését, technológiai és szervezeti jellemzőit érintően:

- területi beágyazódás;
- horizontális integráció (vállalaton kívüli, a vállalatok alkotta értéklánc) jellegzetességei;
- a virtuális és a valós világ kombinációja a gyártás és termelés teljes folyamatában;
- folyamatos adatgyűjtés, digitális életciklus menedzsment a termék gyártási és használati szakaszában.

Az Ipar 4.0 területi összefüggéseivel kapcsolatban:

- Ipar 4.0 stratégia megléte, irányultsága és megvalósítási státusza;
- stratégiai és szervezeti innovációik hatásai a magyar gazdaság duális szerkezetére;
- K+F+I együttműködési minták, folyamatok;
- vertikális (vállalaton belüli) integráció jellemzői és technológiai érettség (az eszközpark és az intelligens folyamatok ismérvei) iparági és nemzetközi beágyazottság függvényében;
- a területi elhelyezkedés jelentősége az ipari ökoszisztéma szereplők nemzetgazdasági elvárásait, ismérveit illetően;
- az ember, mint a tudás birtokosának helye és jelentősége a rendszerben.

A disszertáció hipotéziseinek és az alkalmazott empirikus modell kutatási kérdéseinek kapcsolatrendszerét a 21. táblázat szemlélteti. A kérdőív kérdéseinek szerkesztésekor mindvégig arra törekedtem, hogy az elméleti fejezetekben szintetizált tudásra és az ott megismert összefüggésekre keressem a mintákat a hazai helyzet felmérése során, hipotéziseim vizsgálata folyamán pedig arra, hogy az elmélet által felvetett kérdések igazolást nyerhessenek a gyakorlatban.

21. táblázat A hipotézisek és az empirikus modell kapcsolatrendszere

Vezérgondolatok és hipotézisek / Empirikus modell szerkezete és dimenziói	*Az Ipar 4.0 általános tartalmát és jelentőséget illetően*	*Az Ipar 4.0 hazai megjelenését, technológiai és szervezeti jellemzőit érintően*		*Az Ipar 4.0 területi összefüggéseivel kapcsolatban*		
	H1	H2	H3	H4	H5	H6
I. A kitöltő szervezetet jellemző kérdések						
1. Általános bevezető kérdések	x	x		x		
II. Az Ipar 4.0 vállalati minősítés kérdései – Mikroszint						
1. Stratégia és szervezet		x		x	x	
2. Okos gyár			x		x	
3. Intelligens folyamatok			x	x	x	
4. Okos termékek			x	x		
5. Termékadatokon alapuló szolgáltatások			x			
6. Munkavállalók						x
III. Az Ipar 4.0 nemzetgazdasági kérdései - Makroszint						
1. Területi egyenlőtlenségek oldása		x				x
2. Állami szerepvállalás						x
3. Energia- és anyag-hatékony eszközök és gyártási módok		x	x			
4. Új, illetve digitális technológiák alkalmazása			x	x	x	x
5. Erőforrások, hatékonyabb felhasználása				x		x
6. Foglalkoztatás bővítése, munkahelyteremtés						x
IV. Visszajelzés						

Forrás: saját szerkesztés

Megállapítom, hogy *a disszertációm elérte célját: teljesült a hazai Ipar 4.0 ökoszisztéma mikro- és makroszintű elemzésére alkalmas modell felállítása, majd ennek bázisán az empirikus kutatás sikeres végrehajtása.* A szakirodalom feldolgozása hozzájárult mind a modell megalkotásához, mind pedig a kutatási eredmények értelmezéséhez és értékeléséhez.

8.1 Következtetések, a kutatás tudományos eredményei

Az Ipar 4.0 általános tartalmát és jelentőségét illetően

H1: A kiber-fizikai rendszerek bázisinnovációján alapuló Ipar 4.0 az ipari gyártáson és új technológiák alkalmazásán túl ökoszisztéma alapú modellben valósul meg, amelyben kitüntetett helye van az innovációs szereplőknek és a környezet elemeinek. Ezek együttesen alkotják az ipar digitális ökoszisztéma piramisát.

Az iparfejlődés eddigi három szakaszát elemezve közös jellemzőként rögzíthetjük: jóllehet, számos egymást egyaránt erősítő innováció azonosítására van lehetőségünk, mindig létezik egy bázisinnováció (Schumpeter 1980), amely a közös gyökeret jelenti. Az innovációk következményeként a gazdaság fejlődik, jellemzően az iparból kiindulva, majd onnan további gazdasági területekre terjedve át. Megfigyelhető, hogy a vállalatok versenyképességük javítása érdekében mind jobban és olcsóbban szeretnék kielégíteni ügyfelek igényeit, amelyhez belső és külső működési jellemzőik megváltoztatása szükséges. Vállaton belül a középpontban a termelékenység fokozása, a termékhez kapcsolódó új gyártási megoldások, alapanyagok és a megmunkáláshoz szükséges erőforrások (gőz, elektromos áram stb.) állnak. Vállalaton kívül az értéklánc elemei közötti kommunikáció és munkamegosztás javítása, - egyes esetekben - kooperációkon alapuló K+F+I fejlesztések támogatása a cél. E folyamatban az ember két aspektusból is megjelenik: egyrészt a legvégén az egyén, mint vásárló igényeit kell kielégíteni, másrészt egyben az ember az, aki a tudása által innovál és így változást gyakorol a vállatok belső és külső működési folyamataira.

A triple helix modell alapformájában inkább közvetlenül az innovatív térgazdaság kialakításának, és kevésbé a kormányzati szak- és fejlesztéspolitikák intézménye, noha – mint az innovációs rendszerek egyik leghatékonyabb együttműködést generáló eszköze – érdemi hozzájárulást jelent azok teljesítményéhez is. Az együttműködés, a triple helix modellből ismert gazdasági, akadémiai és kormányzati szféra entitásainak térben koncentrált klaszteresedése támogatja az innovációk mind gyorsabb létrejöttét, majd diffúzióját, amely a versenyképesség növelésének alapja és ezáltal a fejlődés záloga is egyben. (Etzkowitz – Leydesdorff 1997; Porter 1998).

A folyamatosan fejlődő és bonyolódó technológiák, az információ-technológiai eszközökkel kiegészült termelési és logisztikai rendszerek, a több telephelyen történő gyártás egyre sokrétűbb feladatot jelent a gazdálkodó szervezetek számára. Az informatikai megoldások mind szélesebb körben történő bevezetésével jelentős mértékben változik a gyártási és

logisztikai folyamat, a munkaszervezés, az ügyfélkiszolgálás módja. Az elképzelések szerint nem csupán a termelési folyamatok, hanem maguk a termékek is intelligensek lesznek, és jóllehet, tömegtermelési áron kerülnek előállításra, a vásárlók számára a tényleges végfelhasználó egyedi igényeinek megfelelően, személyre szabva készülnek és válnak elérhetővé. A vásárlói csatornák, szokások diverzifikálódnak, és a jövőben kevésbé a termékek, mint inkább a szolgáltatások irányába fordulnak. Lehetővé válik a vevőigényekre történő gyorsabb reagálás, az egyéni elvárásoknak megfelelő termékek gazdaságos és hatékony tömegtermelése.

Az ipari termelés már intelligens környezetbe integrálható, amelyet a szakirodalom okos gyárnak hív (Kagermann et al. 2013). A jövőre való felkészülés folyamatában a gazdálkodó szervezetek mind működésük, mind szerepkörük vonatkozásában is szakítani kényszerülnek a hagyományokkal, ha piaci pozícióikat, versenyképességüket a jövőben is meg kívánják őrizni. A jövő pedig az Ipar 4.0 gondolat körül forog. *Az Ipar 4.0 kifejezés a negyedik ipari forradalomra utalva, az információs-kommunikációs technológiák és az automatizálás egyre szorosabb összefonódását, illetve ezen keresztül a termékek, szolgáltatások, gyártási módszerek és üzleti modellek alapvető megváltozását elhozó időszak összefoglaló neve, aminek bázisinnovációja a kiber-fizikai rendszerek fejlődése* (Monostori et al. 2016).

Noha a következő ipari forradalom háttérében az ipar digitális átalakulása áll, az azonban csak a körülötte lévő ökoszisztémával egyetemben értelmezhető és lehet sikeres. A tömegével megjelenő innovációk hatására indukálódó átfogó társadalmi, gazdasági és technológiai változások, paradigmaváltások sora vezet a fejlődés következő lépcsőfokára, hatást gyakorolva az adott ország versenyképességére, vállalkozásainak ismérveire.

Az Ipar 4.0 felkészülés szemléletváltozást követel az iparban, amely nélkül nem beszélhetünk az alapját képező, ún. ökoszisztéma alapú gazdaságfejlesztési eszközök bevezetéséről. A 3.4.2. fejezetben bemutatott nemzetközi gyakorlatok szerint az ipar digitális átalakításának intézményi alapját a platform alapú ipari ökoszisztéma modellje képezi, amely az Ipar 4.0 fejlesztéspolitikai paradigmájaként az ipari ökoszisztéma fejlesztés új indíttatású együttműködési kultúráját, partnerségi és irányítási rendszerét, valamint a strukturális felépítését is meghatározza. A platform alapú iparfejlesztési modellt, mint az innováció kiépülésének és terjedésének a domináns hajtóerejét világszerte az Ipar 4.0 feltartóztathatatlan és gyorsuló előrehaladási folyamata jelenti. A digitális innovációk és technológiák kritikus tömeget elérő megjelenése, a gazdaság és az ipar kivétel nélkül minden szektorát és ágazatát átfogó integrációja új, az eddiginél sokkal rugalmasabb és gyorsabb

válaszidejű reagáló képességet és alkalmazkodási formákat kényszerít ki. Ezek technológiai és fizikai infrastrukturális alapját a folyamat természetes közegét alkotó infokommunkációs technológiák, míg társadalmi oldalról a korábbi szervezési és üzleti paradigmákat felülíró hálózati alapú rendszerek tudományos[55] és gyakorlati fejlődése biztosítja.
A nemzetközi tapasztalatok azt mutatják, hogy az ipar digitális átalakulásának táptalaját adó, az innovációból adódó energiák optimális hasznosítására képes ökoszisztéma érzékeny és fejlett intézményközi együttműködési kultúrát feltételez. Ezen belül is különösen a magán- és közszféra kapcsolatrendszerét megújító, hatékony együttműködést biztosító interaktív intézményi modellek megvalósítása lehet átütő erejű.

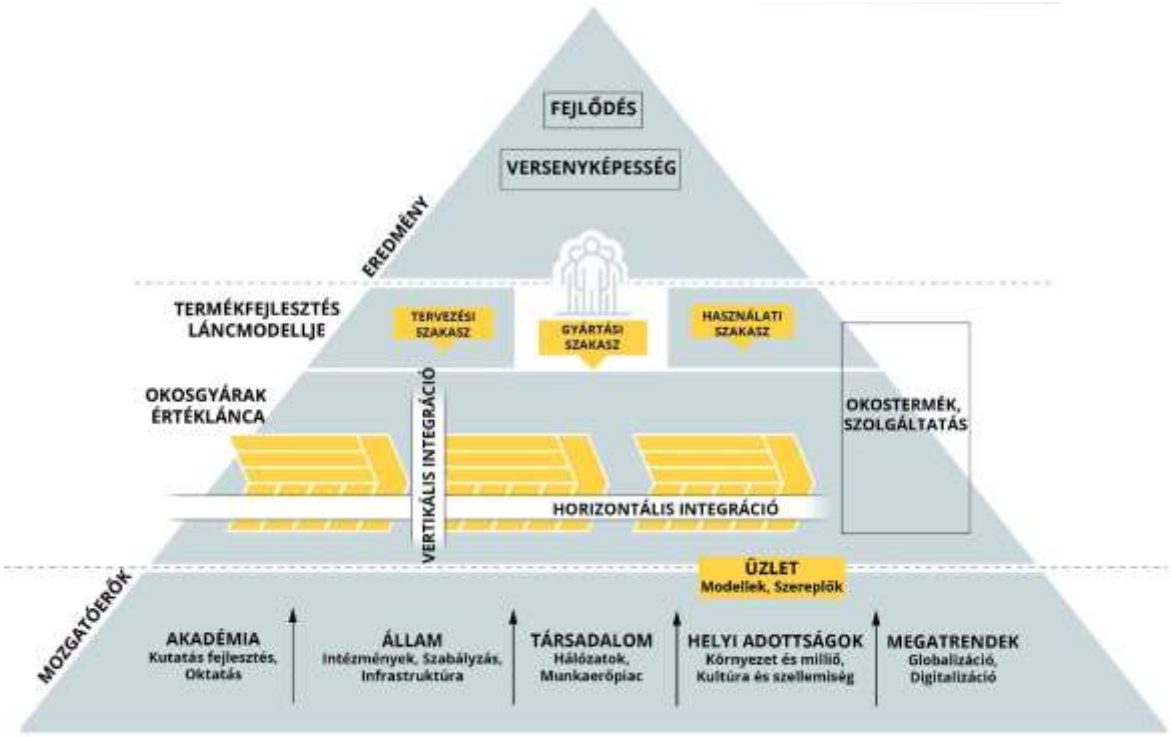
Az Ipar 4.0-hoz köthető megatrendeket és technológiákat elemeztem és mind közül kiemeltem a kiber-fizikai gyártórendszereket, amelyek olyan csúcstechnológiai területet céloznak meg, ahol – szinte páratlan módon – integrálódik a magas szintű alapkutatás szükségessége az égető gyakorlati igények kielégítésével. Lényegesek a termelési és logisztikai hálózatok, amelyek egyre növekvő mértékben támaszkodnak a nagymértékben elosztott funkciókészlettel rendelkező és a gyártási műveleteket önállóan, távfelügyelet alatt elvégezni képes autonóm erőforrásokra. Az önvezérlő rendszereknél is fontos szerep jut az emberi felügyeletnek, így az ember teljesen megújult tudás birtokában továbbra is a központban marad, és olyan műveletekre fókuszálhat, ahol valós kreativitásra és emberi közreműködésre van szükség. A nemzetközi és hazai munkaerőpiacon nagymértékű a munkaerőhiány, amely egyre gyorsuló mértékben nő. A hiány gátolja a növekedést, veszélyezteti a versenyképességet. A növekvő szakemberigényt a felsőoktatás kibocsátása nem követi, továbbá érezteti hatását az európai élenjáró országok elszívó hatása a jól képzett munkaerő tekintetében.
Az ipar digitális ökoszisztéma piramismodelljének elkészítését, melyben összefoglaltam a kutatásom során szintetizált tudást, elsősorban a Lengyel-féle piramismodell inspirálta (Lengyel 2010, 2016). A modellben megtalálható még az Etzkowitz és Leydesdorff (1997) féle triple helix modell, a Porter-féle értéklánc (1985, 1990), a Vasilash-féle (1987, idézi Chikán – Demeter 2003) termékfejlesztés láncmodellje, valamint az Ipar 4.0 vállalati integrációt definiáló (Kagermann et al. 2013) modellje. Az empíria kapcsolódó,

[55] A hálózattudomány a 21. század tudománya. A hálózattudomány Barabási (2003) által felrajzolt téziseivel jutott közelebb az emberiség olyan hálózatok megértéséhez, mint az emberi test sejthálózata, az Internet önszerveződő hálózatai.

alátámasztásául szolgáló kérdéseinek sorszáma: 3, 4, 5, 8, 9, 10. A bemutatott ismeretanyag alapján a H1 hipotézisemet elfogadom és az alábbi tézist definiálom:

T1: Az Ipar 4.0 a kiber-fizikai rendszerek bázisinnovációján alapul, az ipari gyártáson és új technológiák alkalmazásán túl ökoszisztéma alapú modellben valósul meg, amelyben kitüntetett helye van az akadémiai, az állami és a társadalmi szféra, valamint a környezet elemeinek. Ezen szereplők a globális társadalmi és technológiai megatrendekkel együttesen alkotják, formálják az ipar digitális ökoszisztéma piramisát (65. ábra).

65. ábra Az ipar digitális ökoszisztéma piramisa



Forrás: saját szerkesztés

Az Ipar 4.0 hazai megjelenését, technológiai és szervezeti jellemzőit érintően

H2: Az Ipar 4.0 vállalatok értékláncában a horizontális integráció erősödik, a fizikai és a virtuális távolság csökken. Közös jellemzőjük, hogy ipari hálózatok és klaszterek tagjai.

Az Ipar 4.0 ismertsége és jelentőségének felismerése tekintetében az elmúlt 1-1,5 év folyamán előrelépés történt. A fogalom bekerült a tudományos és az ipari köztudatba. *Értelmezése azonban még nem egységes*, de a folyamatosan elérhető Ipar 4.0 szemléletű központi fejlesztési programoknak, valamint a tudományos és üzleti konferenciáknak köszönhetően egyre letisztultabb. A mögöttes platform alapú megközelítés lényegét

megértve, a gazdasági, a tudományos és a politikai szféra képviselői összehangolják jövőre vonatkozó lépéseiket, erősítik együttműködésüket, építik horizontális kapcsolataikat.

Az Ipar 4.0 elterjedésében kiemelt szerep jut az akadémiai K+F+I együttműködésnek, mert ezen tevékenységek multiplikatív hatásuk révén a vállalatok egyéni lehetőségeit fokozzák. Sajnos, kutatásom alapján csak a vállalatok 42,7%-a élt ilyen lehetőséggel. Megállapítom, hogy az Ipar 4.0 iparfejlesztési stratégia egyik *kulcsfeladata a* K+F+I potenciál *erősítése*.

Országonként önálló nemzeti platformok, klaszterek, iparági együttműködések alakultak iparfejlesztési programok kidolgozására, a megvalósítási folyamat koordinációjára és az ipari szereplők együttműködésének elősegítésére. Ezen fejlesztési programok megvalósítása csak az IKT innovációinak ipari környezetbe történő bevezetését elvégző országban válik lehetővé. Végeredményben a Lengyel-féle versenyképességi piramisból ismert inputok változása az ország versenyképességi pozícióját erősíti.

Az okos gyár harmonizálja gyártási és logisztikai folyamatait a beszállítóival és vevőivel, ennek megfelelően nem vállalkozások, hanem értékláncok versenyeznek egymással. A lánc tagjai egymásnak nyújtott szolgáltatásokon keresztül kapcsolódnak össze, miközben saját portfóliójukat szűkítik, specializálják. A vállalatok 70,1%-a felismerte a hálózatosodás előnyeit, sőt már jelentős részük (44,5%) klaszterekbe rendeződött, ipari parkokba települt. Digitalizálják és integrálják a vállalaton belüli és kívüli folyamataikat. 91,7%-uk rendszeresen vagy esetenként él az adatok megosztásával értékláncbeli partereik felé. Törekednek termék és szolgáltatás portfóliójuk folyamatos újítására, kutatásaik összehangolására, így biztosítva saját jövőjüket. Ebbe a folyamatba, ha kis mértékben is (42,7%-nak volt az utóbbi 5 évben kétoldalú K+F+I együttműködése), de bevonják akadémiai vagy egyetemi partnereiket. Az empíria kapcsolódó, alátámasztásául szolgáló kérdéseinek sorszáma: 6, 12, 33, 68, 69, 80. Összességében a H2 hipotézisemet elfogadom és az alábbi tézist alkotom.

T2: Az Ipar 4.0 vállalatok értékláncában erősödik a horizontális integráció, ennek megfelelően szorosabb partneri együttműködések és egymáshoz kapcsolodó informatikai rendszerek figyelhetőek meg. A szereplők közelítenek egymáshoz úgy a fizikai (ipari parkok és klaszterek), mint a virtuális térben (integrált termelési rendszerek; platformok és szövetségek).

H3: Noha az Ipar 4.0 keretfeltételei között a gyártási és a termékadatok átfogó gyűjtése, rendszerezése, analízise és (valósidejű) visszacsatolása alapvető elvárás, ez jelenleg a hazai vállalati környezetben csak kis mértékben teljesül, a középtávú tervekben viszont már domináns.

Az Ipar 4.0-ra való felkészülés egy folyamat, mivel jelenleg a gazdálkodó szervezetek működésében párhuzamosan, egymás mellett él a digitális és az analóg világ, az innováció és a költségleszorítás kényszere, a mobilitás és az elérhetőség között fennálló feszültség. A digitalizáció terén elsőnek mozduló vállalkozások szinte behozhatatlan versenyelőnyre tesznek szert („*first mover advantage*"). A standard megoldások egyre szélesebb körben terjednek, miközben a gyárak, gyártósorok, a teljes infrastruktúra és az alkalmazottak egyre nagyobb mértékben állnak készen az Ipar 4.0-ra. Az átállás stratégiai folyamat, várhatóan mintegy 10-15 évig is eltart, amire az új technológiák egységesen elérik a piaci érettség szintjét.

Az Ipar 4.0 alapismérveinek egyike a vertikális integráció, amely erős technológiai alapokat követel meg. Az okos gyárban az emberek, gépek és egyéb erőforrások digitális modellben képződnek le és egymással a kiber-fizikai rendszereken keresztül kommunikálnak, ezért fontos és pozitív visszajelzés, hogy a válaszadók szempontjából a szenzorok, a big data megoldások és a MES/ERP/PPS rendszerek kiemelt fontossággal bírnak. A gyártósorok digitális ikermodellben történő leképzése is napirenden van, a vállalatok tehát tudják, mely technológiák alkalmazása szükséges az ipar digitalizációjához.

Az üzleti életben a tulajdonosok szempontjából az esetleges öncélú technológiai fejlesztésekkel szemben elsődleges a termelékenység és a profitabilitás fokozása a minőség és a fenntarthatóság szem előtt tartása mellett. Csak ott és csak úgy digitalizálnak, ha a kapcsolódó beruházás tőkemegtérülése pozitív. Az iparvállalatok 82,31%-a szerint fontos vagy nélkülözhetetlen a versenyképesség szempontjából az Ipar 4.0. A digitalizációnak a versenyképességben játszott szerepét tehát mindenki ismeri és elismeri, de *az operatív lépések*, mint például vonatkozó stratégia elkészítése, új technológiák bevezetése, termelési környezet virtuális leképzése, *még váratnak magukra*. A megállapítás általánosan, szervezeti mérettől és tulajdonosi szerkezettől függetlenül igaz, noha különbségek kimutathatóak.

A vevői igényeket kiszolgálni hivatott okos termékek ismerik saját előállításuk folyamatát, és képesek adatokat gyűjteni és továbbítani teljes életútjukról, működésükről, használatukról. A felmérés szerint az iparvállalatok nagy része megértette ennek fontosságát: mintegy 59,4%-uknál folyik legalább részleges adatgyűjtés, elsősorban minőségügyi, termelésstatisztikai célokból. Mégis, noha az adatokat gyűjtik, a legtöbb

helyen felhasználásuk még nem épült be a vállalatok gyártási és termelési folyamataiba. Végeredményben nem tudják megfelelő célok érdekében használni őket, így következtetésem: a vállalatok ugyan törekednek rá, de még nem használják ki kellően a termékadatokon alapuló többletszolgáltatások árbevételt generáló hatását. Az empíria kapcsolódó, alátámasztásául szolgáló kérdéseinek sorszáma: 39, 40, 48, 51, 55, 77, 79, 83, 84. Összességében a H3 hipotézisemet elfogadom és az alábbi tézist definiálom.

T3: Az Ipar 4.0 keretfeltételei között alapvető elvárás a gyártási és a termékadatok átfogó gyűjtése, rendszerezése, analízise és (valósidejű) visszacsatolása, mely a hazai vállalati környezetben még csak kis mértékben teljesül, csak fontos középtávú célként jelenik meg.

Az Ipar 4.0 területi összefüggéseivel kapcsolatban:

H4 Az Ipar 4.0 adaptációja erősíti a magyar gazdaság duális szerkezeti megosztottságát, stratégiai és szervezeti innovációit (így a vertikális és horizontális integrációt, K+F orientált szemléletmódot, új üzleti modellt) elsőként a nagyvállalatok vezetik be a mindennapi gyakorlatba.

H5: A KKV-k csoportján belül iparági és nemzetközi beágyazottságtól függő különbségek állapíthatók meg. Elsődlegesen a jármű- és gépgyártó iparághoz tartozó, valamint a nemzetközi termelési együttműködésben résztvevő vállalkozásokhoz köthetők az Ipar 4.0 releváns műszaki és folyamatbéli fejlesztései, innovációi (eszközpark, intelligens folyamatok).

A gyártásban résztvevő személyek, gépek, tárgyak és rendszerek beágyazott intelligenciával és hálózati kapcsolattal rendelkeznek. A szenzorok folyamatosan szolgáltatják a valósidejű információkat a gyártási folyamatról, a big data megoldások segítségével pedig késlekedés nélkül meghozható a döntés, amely alapján megtörténhet a gyártási folyamat finomhangolása, rendszeres megújítása anélkül, hogy le kellene állítani a gyártósort. Növekszik a gyártási folyamatok rugalmassága, termelékenysége, sebessége és minősége, beleértve az erőforrások optimális elosztását is. Lehetővé válik a nagysorozatú termelésbe ágyazott kissorozatú vagy egyedi termékek gazdaságos legyártása. Az autonóm járműveket és robotokat alkalmazó automatizált logisztika alkalmazkodik a gyártás igényeihez. A gyártósoron dolgozó robotok önállóan képesek kiszolgálni egymást a szükséges alkatrészekkel, esetleges hiba előfordulásakor akár az egész folyamatot, gyártósort meg tudják állítani. Az okos termékek ismerik saját gyártási folyamatukat, adatokat gyűjtenek és

szolgáltatnak az értéklánc valamennyi tagjának, melyek optimalizációra, innovációra adnak lehetőséget.
A piacon bárki számára elérhető technológiai megoldások (pl. kollaboratív robotok, 3D nyomtatók, okos szemüvegek, szenzorok, szoftverek, vállalatirányítási rendszerek), beszerzésével még nem tekinthető egy projekt megvalósult Ipar 4.0 fejlesztésnek. A meglévő rendszerbe, különböző területekre, egyedi megoldásokkal történő integrálásuk viszont már annak értelmezhető. Ehhez azonban elengedhetetlen, hogy az adott vállalat rendelkezzék mindazokkal a megfelelő alapokkal, feltételekkel, mint a vertikális struktúra, a gépek hálózatba kötése, az adatgyűjtés, adattárolás digitális módon, a megfelelő infrastruktúra és know-how.

Első körben a megfelelő technikai, technológiai és tudásháttérrel rendelkező nagyvállalatok, valamint a jármű- és gépgyártó iparághoz tartozó KKV képesek jelentős lépéseket tenni e téren. 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 beszállítóikhoz is. Az empirikus kutatásom is megerősítette a fenti állítások létjogosultságát.
Az empíria kapcsolódó, alátámasztásául szolgáló kérdéseinek sorszáma H4 esetében: 13, 16, 17, 18, 20, 22, 23, 24, 26, 31, 32, 50, 53, 54, 81, 92; illetve H5 esetében: 27, 35, 36, 37, 38, 41, 43, 82. A fentiek alapján ezen két hipotézisemet elfogadom.
T4 Az Ipar 4.0 adaptációja erősíti a magyar gazdaság duális szerkezeti megosztottságát, stratégiai és szervezeti innovációit (így a vertikális és horizontális integrációt, K+F orientált szemléletmódot, új üzleti modellt) elsőként a nagyvállalatok vezetik be a mindennapi gyakorlatban.
T5: A KKV-k csoportján belül iparági és nemzetközi beágyazottságtól függő különbségek állapíthatók meg. Elsődlegesen a jármű- és gépgyártó iparághoz tartozó, valamint a nemzetközi termelési együttműködésben résztvevő vállalkozásokhoz köthetők az Ipar 4.0 releváns műszaki és folyamatbéli fejlesztései, innovációi (eszközpark, intelligens folyamatok).

H6: Az Ipar 4.0 nem egységesíti az ipari digitális ökoszisztéma szereplőinek elvárásait a makroszintű iparpolitika prioritásait illetően, ennek okán jelentős eltérések mutathatók ki a szereplők követelményei és területi elhelyezkedésük függvényében.

A negyedik ipari forradalom kihívásainak való megfelelés megköveteli az egyes országok, régiók, térségek ipari ágazatainak, az ipar teljes egészének átvizsgálását és azon fókuszpontok megállapítását, amelyek pozitív elmozdulási irányba mutató, viszonylag gyors megtérülést biztosító, versenyképességet fokozó potenciált rejtenek magukban. Azon térségekben, ahol az utóbbi évtizedekben erőteljes dezindusztrializációs folyamat volt megfigyelhető, szükséges az ipar szerepének újbóli felismerése, megújítása, erősítése. Ez akár kormányzati, átfogó iparpolitika, akár vállalkozói oldalról indított stratégiai tervek, kezdeményezések formájában történhet meg.

A nemzetgazdasági szintű Ipar 4.0 megvalósulás eredményességére vonatkozólan, a siker összetevői: a célok helyes megválasztása, a kellő motivációt jelentő finanszírozási formák azonosítása, továbbá a képzés és oktatás adaptációja a digitalizációnak és általában az IKT-nak az egész ipari digitálisi ökoszisztémát átható új típusú követelményeihez. Mindezt természetesen úgy, hogy a szereplőket egyetemesen szükséges fejleszteni. A megvalósulás eredményességének megélése más és más módon zajlik az egyes érintettek esetében. Nehéz azonban a sok elvárásnak egyöntetűen megfelelni, főleg, ha a célcsoport más és más háttérrel rendelkezik. Noha a regionális politikáknak definiált célja a területi egyenlőtlenségek oldása, az elmaradt térségek fejlesztése, különbségek mindig maradnak. Ezen különbségekre, innovációs miliők közötti eltéresekre vezethető vissza, mint azt a kapcsolódó 7.1 fejezet részleteiben be is mutatta, hogy hazánk Ipar 4.0 vállalatai más és más elvárásokkal rendelkeznek az ország iparpolitikáját illetően.

Ámbár a *nemzetgazdasági elvárások tekintetében területi ismérvekkel magyarázható prioritásbeli eltérések kimutathatók*, a válaszolók egységesen a *foglalkoztatás- és oktatáspolitikát* jelölték meg, mint a *legkritikusabb* területet, ahol az állam hathatós beavatkozása szükségszerű.

A saját munkavállalók Ipar 4.0 kompetenciáinak értékelésekor szembetűnő, hogy bármelyik kompetenciaterületet is vizsgáljuk, túlsúlyban vannak a „Létezik, de nem kielégítő" válaszok. A vállalatok legnagyobb problémái a folyamat- és munkaszervezés, a szakértelem rendelkezésre állása és a képzés területén jelentkeznek. *Bár a robotok és az automatizáció térnyerése fokozatosan és monoton növekszik, de alkalmazásuk nem az emberi munka kiváltására, hanem sokkal inkább annak kiegészítésére, támogatására irányul.*

Az empíria kapcsolódó, alátámasztásául szolgáló kérdéseinek sorszáma: 61, 62, 63, 64, 65, 66, 74, 87, 90, 93, 94, 98;. A H6 hipotézisem tehát beigazolódott, azt elfogadom és a következő tézist definiálom.

T6: Az ipari digitális ökoszisztéma szereplőinek elvárásai a makroszintű Ipar 4.0 vonatkozású iparpolitikai prioritásokat illetően területi elhelyezkedésük függvényében jelentősen eltérnek egymástól.

Új és újszerű tudományos eredmények

Az értekezés *újszerű eredményének tekinthető az összeállított kérdőív*, amely a maga 99 kérdésével alkalmas:

- adott Ipar 4.0 ökoszisztéma átfogó felmérésére, továbbá országok összehasonlító elemzésére;
- nemzeti Ipar 4.0 stratégia prioritásainak meghatározására, majd a stratégia megvalósulásának visszamérésére;
- a III. főrész (Nemzetgazdasági kérdések) elhagyásával vállalati szintű digitális érettség modell felállítására, továbbá opcionálisan minősítési rendszer kiépítésére.

A válaszok tanulmányozása arra az új gondolatra enged következtetni, hogy *noha elméleti* szinten a vállalati menedzserek *már befogadták az Ipar 4.0 szellemiségét*, értik a digitalizáció szükségszerűségét, *ténylegesen lépéseket csak a jövőben kívánnak tenni*. Lásd az Ipar 4.0 stratégia hiányát; az eszközpark fejlesztések célterületeit; a gyűjtött adatokon alapuló innovációkat. Továbbmenve, azokon a területeken, ahol már létezik a piacon elérhető Ipar 4.0 termék, pl. felhőszolgáltatás, ott is csak minimális mértékben integrálják azt saját környezetükbe.

A disszertáció számomra legnagyobb értékkel bíró újdonsága az a felismerés, hogy *az ipar digitalizációs átalakulásának legnagyobb kihívása az emberhez köthető*, pontosabban az egyén maga az. A válaszok egyértelműen visszajelezték, hogy a munkavállalónak – mint a tudás birtokosának – kellő mennyiségben és minőségben való rendelkezésre állása – a kulcs az Ipar 4.0 megvalósítása során. Ha a dolgozó nem együttműködő, nem rendelkezik naprakész tudással, nem innovatív, a sok új műszaki megoldás ellenére a negyedik ipari forradalom elbukhat. Éppen ezért nagy hangsúlyt kell fordítani az emberi erőforrás menedzsmentjére, melybe számomra magától értetődően a képzés, az életpálya kijelölés, stb. prioritásokon túl az egyén napi privát környezete is beletartozik, amely nem mellesleg az Ipar 4.0 innovációs miliőjének is a része.

8.2 A kutatás lehetséges jövőbeni irányai

Az Ipar 4.0 megítélésem szerint számos radikális és nagy horderejű, ma még szinte elképzelhetetlen kihívást és lehetőséget rejt magában a kormányzat, az akadémiai szféra és a vállalatok számára, de sikereket csak közösen érhetnek el. A kihívások és lehetőségek feltárása csak tudatos kutatómunka által lehetséges.

Úgy vélem, egy kutatói munkát nem lehet befejezni, csak egy adott ponton megállítani, megmérettetni, majd a kritikák alapján folytatni. Munkám során a legnagyobb kihívást és egyben korlátot a terjedelmi határok jelentették és jelentik. Folyamatos belső konfliktust jelent számomra mind a mai napig a téma helyes lehatárolása. Úgy érzem, az Ipar 4.0 ökoszisztéma megközelítésű feldolgozása számtalan diszciplínát érint, amelyek együttes kutatása vezethet a körülöttünk zajló történelmi korszak megértéséhez. Ez azonban csak akkor fér bele egy PhD dolgozatba, ha önkényesen bizonyos témákat kiemelünk, másokat méltatlanul háttérbe szorítunk.

A társadalmat alkotó *egyén szerepe* – noha az Ipar 4.0 definíció alapján kiemelkedő –, és az egyén környezetének is otthont adó *okos város* témakörök, úgy érzem, nem jelentek meg kellő mértékben a dolgozatban, pedig jelentőségük megkérdőjelezhetetlen. A téma önálló kutatása indokolt: hogyan viszonyul az egyén a digitalizációhoz, mit gondol az ember-gép kooperációról és végeredményben mi van azokkal, akik nem akarnak, vagy nem tudnak digitalizálódni? Mi történik a nem ipari szektorokban? Van-e élet a digitalizáción, a virtuális világon kívül is, hogyan érinti a művészetet, a kultúrát ez az új technokrata jövő?

Az *üzleti modellek* megváltozása leginkább a KKV-szektorra hat, amely értéklánc szereplőként új követelményekkel és gyökeresen más szerepkörrel kénytelen szembenézni. A szektornak egész üzleti-működési modelljét gyökeresen meg kell újítania. Ennek a kérdéskörnek a kutatása háttérbe szorult dolgozatomban, így a KKV szektor önálló elemzését potenciális kutatási irányként jelölném meg, különösképpen ideértve a mikro- kis- és középvállalatok közötti különbségek, mint szempontrendszernek a beemelését.

A kérdőív kiértékelése magában hordozza egy, a kitöltő személyére vonatkozó érettségi szint megállapítására alkalmas modell potenciálját is, mely alapján tovább kutatható a hazai Ipar 4.0 szereplői kör felkészültsége önmagán belül, de akár nemzetközi összehasonlításban is.

Mindazonáltal úgy vélem, a disszertációm újdonságtartalma és tudományos értéke abban rejlik, hogy a kérdőív összeállítása és kiértékelése által sikerült egy olyan, átfogó kép kialakítására alkalmas alapot teremtenem, amely a jövőben jó eszközként szolgálhat további összehasonlító elemzésekhez és az egyes részterületek mélyebb feltárásához.

9 Irodalomjegyzék

acatech (2011): *Cyber-Physical Systems: Driving force for innovation in mobility, health, energy and production*. acatech, Frankfurt am Main

Allwinkle Sam; Cruickshank Peter (2011): Creating smarter cities: An overview. *Journal of Urban Technology*, 18(2), 1-16. o.

Andreessen Marc (2011): Why Software Is Eating The World. *The Wall Street Journal*, 2011. augusztus 20.

AWS (2006): *Medienpaket „Die österreichische Industrie”*. https://aws.ibw.at/resource/download/56/2014-09-10industrie.pdf, Letöltve: 2018.04.29.

Babbie Earl (2008): *A társadalomtudományi kutatás gyakorlata.* Balassi Kiadó, Budapest

Baldwin Richard; Ito Tadashi; Sato Hitoshi (2014): *The smile curve: Evolving sources of value added in manufacturing.* Kézirat, http://www.uniba.it/ricerca/dipartimenti/ dse/e.g.i/egi2014- papers/ito , Letöltve: 2017.03.04

Barabási Albert-László (2003): *Behálózva - A hálózatok új tudománya.* Magyar Könyvklub, Budapest

Barlow Perry J. (1991): Coming into the Coutry. *Communications 34*, Mar., 28-44. o.

Barta Györgyi (2002): *A magyar ipar területi folyamatai 1945–2000.* Dialóg–Campus, Budapest–Pécs

Barta Györgyi; Czirfusz Márton; Kukely György (2008): Újraiparosodás a nagyvilágban és Magyarországon. *Tér és Társadalom,* 22(4), 1-20. o.

Barta Györgyi; Kukely György; Lengyel Balázs; Ságvári Bence (2007): Magyarország a globális K+F térképén fejlődő országok a multinacionális vállalatok változó K+F stratégiájában. *Tér és Társadalom,* 21(3), 31-50. o.

Bauernhansl Thomas; Hompel Michael Ten; Vogel-Heuser Birgit (2014): *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik: Anwendung, Technologien, Migration.* Springer, Wiesbaden

BCG (2015): *Boston Consulting Group Survey Industry 4.0.* https://www.bcgperspectives.com/content/articles/engineered_products_project_business_industry_40_future_productivity_growth_manufacturing_industries/ , Letöltve: 2016.08.19.

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.

Digitaleurope (2016): *Digitaleurope and the EC's skills strategy 2016.* http://www.digitaleurope.org/Bring2mind/DMX/Download.aspx?Command=Core_Download&EntryId=1089&language=en-US&PortalId=0&TabId=35 , Letöltve: 2017.02.19.

BITKOM; VDMA; ZVEI (2015): *Umsetzungstrategie Industrie 4.0 – Ergebnisbericht der Plattform Industrie 4.0.* https://www.bitkom.org/noindex/Publikationen/2015/Leitfaden/Umsetzungsstrategie-Industrie-40/150410-Umsetzungsstrategie-0.pdf Letöltve: 2017.03.04.

Blanning Tim (2007): *The Pursuit of Glory. Europe 1648—1815.* Penguin, London

BMBF (2017*): Industrie 4.0 Innovationen für die Produktion von morgen.* https://www.bmbf.de/pub/Industrie_4.0.pdf , Letöltve: 2017.12.01.

Boos W.; Völker M.; Schuh G. (2011): *Grundlagen des Managements produzierender Unternehmen*. In: Schuh G.; Kampker A. (szerk.): *Strategie und Management produziernder Unter nehmen. Handbuch Produktion und Management 1*. Heidelberg: Springer-Verlag (VDI-Buch), Berlin, 1–62. o.

Bosch (2017): *Product Catalog Industry 4.0 at Bosch.* https://www.bosch.com/products-and-services/connected-products-and-services/industry-4-0/ Letöltve: 2017.12.20.

Bögel György (2000): *Verseny az elektronikus üzletben.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest

Bögel György (2008): A schumpeteri „teremtő rombolás" módjai az infokommunikációs iparban. *Közgazdasági Szemle,* LV.évf. április, 344-360. o.

Bródy András (2007): A ciklus oka és hatása. *Közgazdasági Szemle*, LIV.évf. október, 903-914. o.

Camagni Roberto (2004): *Uncertainity, Social Capital and Community Governance.* In: Capello R.; Nijkamp P. (szerk): *Urban Dynamics and Growth.* Elsevier, Amsterdam

Cameron Euan (2001): *Early Modern Europe. An Oxford History.* Oxford University Press, Oxford

Capgemini (2012): *Are Manufacturing Companies Ready to Go Digital?*

Capgemini (2014): *Digitizing Manufacturing: Ready, Set, Go!*

Carayannis E.G.; Barth T. D.; Campbell D. F. J. (2012): The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation. *Journal of Innovation and Entrepreneurship,* 2., 1-12. o.

Carayannis E.G.; Campbell D. F. J. (2012): *Mode 3 Knowledge Production in Quadruple Helix Innovation Systems.* Twenty-first-Century Democracy, Innovation and Entrepreneurship for Development. SpringerBriefs in Business.7., 1–63.o.

Carazo-Chandler Cristiano (1998): *Cyberspace –Another Geography. Territories, Boudaries and Space.* Univ. Of Canterbury, New Zeland

Castells Manuel (2003): *Az identitás hatalma.* Gondolat-Infonia

Castells Manuel (2005): *A hálózati társadalom kialakulása.* Gondolat-Infonia

Cavallini; Soldi; Friedl; Volpe (2016): *Using the Quadruple Helix approach to accelerate the transfer of research an innovation results to regional growth.* European Union

CEC (1996): *First Report on Economic and Social Cohesion.* EC, Brussels

Chandra V.; Eröcal D.; Padoan P.C.; Primo; Braga C. A. (2010): *Innovation, and Growth: Chasing a moving frontier.* World Bank OECD, Paris

Chesbrough Henry W. (2003): *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology.* Harvard Business School Press, Boston

Chesbrough Henry W.; Vanhaverbeke, W.; West, J. (2006): *Open Innovation: Researching a New Paradigm.* Oxford University Press, London

Chikán Attila (2008): *Vállalatgazdaságtan.* AULA Kiadó, Budapest.

Chikán Attila; Demeter Krisztina. (szerk.) (2003): *Az értékteremtő folyamatok menedzsmentje.* Aula Kiadó, Budapest

Christaller Walter (1966): *Central Places in Southern Germany.* Prentice-Hall. Englewood Cliffs, New Jersey

Christensen Cleyton (1997): *The Innovator's Dilemma.* Harvard Business School Press, Boston

Christensen Cleyton M.; Bower Joseph L. (1996): Customer power, strategic investment, and the failure of leading firms. *Strategic Management Journal,* Vol. 17., 197-218. o.

Crepon B.; Duguet E.; Mairesse J. (1998): Research, Innovation and Productivity: An Econometric Analysis at the Firm Level. *Economics and Innovation and New Technology,* 7, 115-158. o.

Cristopherson S.; Martin R.; Sunley P.; Tyler P. (2014): Reindustrialising regions: rebuilding the manufacturing economy. *Cambridge journal of regions, economy and society,* vol. 7. no. 3., 351-358. o.

Curley Martin (2015): The Evolution of Open Innovation. *Journal of Innovation Management,* Vol.2, 9-16. o.

Curley Martin (2016): Twelve principles for Open innovation 2.0. *Nature,* Vol. 533. No.7603., 314-316. o.

Cséfalvay Zoltán (2004): *Globalizáció 1.0, 2.0.* Nemzeti Tankönykiadó, Budapest

Cséfalvay Zoltán; Nikodémus Antal (1991): Két századvég Magyarországon. Gyorsjelentés a gazdaság regionális átrendeződéséről. *Tér és Társadalom,* 5(4), 69-89. o.

Csizmadia Zoltán; Grosz András (2011): *Innováció és együttműködés. – A kapcsolathálózatok innovációra gyakorolt hatása.* MTA RKK, Pécs-Győr

David Paul A.; Foray Dominique (2002): An introduction to the economy of the knowledge society. *International Social Science Journal,* 171, 9–23. o.

Deal T.; Kennedy A. (1982): *Corporate Cultures: The Rites and Rituals of Corporate Life.* Parseus Books

Deloitte (2014): *Werkplatz 4.0.* Deloitte

Demeter Krisztina (1999): *Termelés és logisztika. Az elvi alapoktól a napi gyakorlatig.* Aula Kiadó, Budapest

DESI (2017): *Digital Economy and Society Index.* European Union, https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi, Letöltve: 2017.12.20.

Dőry Tibor (2005): *Regionális innováció-politika - Kihívások az Európai Unióban és Magyarországon.* Dialóg Campus, Budapest

Dőry Tibor; Rechnitzer János (2000): *Regionális innovációs stratégiák.* Oktatási Minisztérium, Budapest

Dőry Tibor; Tilinger Attila (2012): Elmélet vagy gyakorlat a nyílt innováció az egyetemeken? Egy nemzetközi felmérés tapasztalatai. *Innotéka. Tudomány, Innováció, Zöldgazdaság,* 2:(december), 29-31. o.

Drucker Peter (1993): *Post-capitalist Society.* Harper Collins Publishers, New York

EIS (2016): *European Innovation Scoreboard.* European Union http://ec.europa.eu/growth/industry/innovation/facts-figures/scoreboards_hu, Letöltve: 2017.03.12.

Energetics Incorporated Columbia (2013): *Strategic R&D opportunities for 21st century, Cyber-physical systems, Connecting computer and information systems with the physical world*. Report of the Steering Committee for Foundations and Innovation for Cyber-Physical Systems, Letöltve: 2017.08.19.

Enyedi György (1996): *Regionális folyamatok Magyarországon*. Hilscher R. Szoc.pol. Egy.. Budapest

Enyedi György (2012): *Városi világ.* Akadémiai kiadó, Budapest

Erdős Katalin; Varga Attila (2010): Az egyetemi vállalkozó legenda vagy valóság az európai regionális fejlődés elősegítésére? *Közgazdasági Szemle,* LVII.évf. május, 457-472. o.

Erol Selim; Schumacher Andreas; Sihn Wilfried (2016): *Auf dem Weg zur Industrie 4.0 – ein dreistufiges Vorgehensmodell.* In: Biedermann H. (szerk.): *Industrial Engineering und Management.* Springer Gabler, 247-266. o.

Etzkowitz Henry; Leydesdorff Loet (1997): *Universities and Global Knowledge Economy. A Triple Helix of University – Industry – Goverment Relations.* Printer, London

Falus Iván (2004): *Bevezetés a pedagógiai kutatás módszereibe.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest

Faragó László; Lux Gábor (2014): Kurrens portéka vagy múzeumi tárgy? Növekedési pólusok és iparági körzetek a fejlesztéspolitikában. *Tér és Társadalom,* 28(2), 11-30. o.

Farinha Luis; Ferreira Joao J. (2011): *Triangulation of the triple helix: a conceptual framework.* University of Beira Interior 25, Portugal

Farkas János (1984): *Az innováció társadalmi-gazdasági akadályai.* KJK, Budapest

Ferenczi István; *Ferenczi Ildikó (2009): PLC programozási alapismeretek.* http://zeus.nyf.hu/~elat/PLC-k.pdf , Letöltve: 2018.02.18.

Freeman Christopher (1974): *The Economics of Industrial Innovations.* Penguin, London

Friedman Thomas L. (2006): *És mégis lapos a föld. A XXI.század rövid története.* HVG, Budapest

Füzi Anita (2013): *A nyílt inováció egyik eszköze: Living Lab?* In: Inzelt Annamária; Bajmócy Zoltán (szerk.): *Innovációs rendszerek. Szereplők, kapcsolatok és intézmények*. JATEPress, Szeged

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.

Gáspár László (1998): *Általános Innovációelmélet.* Innovációs Szövetség, Budapest

Geisberger Eva; Broy Manfred (2012*): Integrierte Forschungsagenda Cyber-Physical Sytems -acatech Studie.* Springer

Geissbauer Reinhard; Vedso Jesper; Schrauf Stefan (2016): *Global Industry 4.0 Survey: Building the digital enterprise.* PricewaterhouseCoopers

Giffinger R.; Fertner C.; Kramar H.; Kalasek R.; Pichler-Milanovic N.; Meijers E. (2007): *Smart cities—Ranking of European medium-sized cities.* Vienna University of Technology http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf. , Letöltve: 2017.10.12.

Griffith R.; Huergo E.; Mairesse J; Peters B. (2006): Innovation and productivity accross four European countries. *Oxford review of economic policy,* 22, 483-498. o.

GTAI (2018): *Industrie 4.0 Germany Market Report and Outlook.* https://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/GTAI/Brochures/Industries/industrie4.0-germany-market-outlook-progress-report-en.pdf?v=12, Letöltve: 2018.04.01.

Gupta Abhishek; Kumar Mohit; Hansel Siddhartha; Kumar Aswini Saini (2103): Future of all technologies - The Cloud and Cyber Physical Systems. *International Journal of enhanced research in science technology & engineering,* Vol.2 Issue.2.

Hägerstrand T. (1952): *The propagation of the Innovation Waves*. In: *Lund studies of geography,* Ser.B. No.4, 21. o.

Hahner Péter (2012): *Az ipari forradalom problémájáról,* http://arkadia.pte.hu/tortenelem/cikkek/hahner_ipari, Letöltve: 2015.08.13.

Halpern László; Muraközy Balázs (2010): Innováció és vállalati teljesítmény Magyarországon. *Közgazdasági Szemle,* XVII.évf. április, 293-317. o.

Hámori Balázs (2014): *Új szereplők és magatartásformák az átalakuló tranzakciós térben.* Doctor of the Hung. Acad. of Sci. thesis, Budapesti Corvinus Egyetem

Hámori Balázs; Szabó Katalin (2010): A gyenge hazai innovációs teljesítmény magyarázatához. *Közgazdasági Szemle,* LVII.évf. október, 876-897. o.

Hámori Balázs; Szabó Katalin (2015): Az innováció innovációja - Új innováció típusok a globális gazdaságban. *Külgazdaság,* LIX.évf. 5-6.sz., 100-130. o.

Havas Attila (1998): *Innováció elméletek és modellek.* In: Inzelt Mária (szerk): *Bevezetés az Innovációmenedzsmentbe.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 33-57. o.

Havas Attila (2009): Magyar paradoxon? A gyenge innovációs teljesítmény lehetséges okai. *Külgazdaság,* 53.évf. 9–10.sz., 74–112. o.

Héra Gábor; Ligeti György (2014): *Módszertan. Bevezetés a társadalmi jelenségek kutatásába.* Osiris Kiadó, Budapest

Hollands Robert (2008): Will the real smart city please stand up? *City,* 12(3), 303–320. 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.

Horváth Gyula (2000): *Magyarország területi szerkezete és folyamatai az ezredfordulón*. MTA RKK, Budapest

Huawei-HRI (2016): *Industrie 4.0 im internationalem Vergleich.* Handelsblatt R. Institute

Illés Iván (2008): *Regionális gazdaságtan – területfejlesztés*. KJK, Budapest

Inzelt Annamária (2004): Az egyetemek és a vállalkozások kapcsolata az átmenet idején. *Közgazdasági Szemle,* LI.évf. szeptember, 870-890. o.

Inzelt Annamária (szerk.) (1998): *Bevezetés az innovációmenedzsmentbe.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest

Inzelt Annamária; Szerb László (2003): Az innovációs aktivitás vizsgálata ökonometriai módszerekkel. *Közgazdasági Szemle,* L.évf. november, 1002-1021. o.

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.

Jakobi Ákos (2007): *Az információs társadalom térbelisége.* Regionális Tudományi Tanulmányok 13, ELTE Regionális Tudományi Tanszék, Budapest

Jakobi Ákos (2018): Big Spatial Data: lehetőségek és tapasztalatok. http://www.mstnet.hu/cikkek/_doku/MST_180227_JakobiA_eloadas.pdf, Letöltve: 2018.04.12

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; Anderl R.; Gausemeier J.; Schuh, G.; Wahlster W. (szerk.) (2016): *Industrie 4.0 in a Global Context: Strategies for Cooperating with International Partners.* Herbert Utz Verlag, Munich

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

Kagermann Henning; Lukas Wolf-Dieter (2011): Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution. *VDI Nachrichten,* Nr.13 2011.04.01., 2. o.

Katona József (2006): *Az Oslo Kézikönyv harmadik kiadásának értékelése.* Letöltve: 2014.11.08.

Kiss Éva (2002): A magyar ipar térszerkezeti változásai. *Földrajzi Értesítő,* LI.évf. 3–4. füzet, 347-364. o.

Kiss Éva (2008): A magyar ipar térbeli szerkezetének átrendeződése 1989 után: 2. *Területi Statisztika,* 11.évf. 5.sz, 544-553. o.

Kiss Éva (2013): *Sokszínű ipari parkállomány*. In: Kiss Éva (szerk): *A hazai ipari parkok különböző dimenzióban.* Dialóg Campus, Budapest-Pécs, 11-39. o.

Kiss János (2005): *Az innovációs és technológiai fejlődés elmélete az evolucionista közgazdaságtanban*. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest

Kiss János (2013): *A vállalatok szerepe a magyar innovációs rendszerben.* In: Inzelt Annamária; Bajmócy Zoltán (2013) (szerk.): *Innovációs rendszerek. Szereplők, kapcsolatok és intézmények.* JATEPress, Szeged

Kiss János (2014): Az innováció hatása a vállalati teljesítményre és versenyképességre. *Közgazdasági Szemle,* LXI.évf. március, 299-314. o

Kondratyev Nikolai D. (1980): A gazdasági fejlődés hosszú hullámai. *Történelmi Szemle,* 23.évf. 2.sz., 241–269. o.

Kondratyev Nikolai D.; Oparind D. I. (1980): *A konjunktúra nagy ciklusai.* Politikai gazdaságtan füzetek, 66. sz, MKKE, Budapest

Koren Yoram (2010): *The Global Manufacturing Revolution: Product-Process-Business Integration and Reconfigurable Systems.* John Wiley & Sons

Kornai János (1980): *A hiány.* Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest

Kornai János (2011): *Gondolatok a kapitalizmusról.* Akadémia Kiadó. Budapest

Kovács Szilárd; Lux G.; Páger B. (2017): A középvállalatok szerepe a feldolgozóiparban: egy magyarországi kutatás első eredményei. *Területi Statisztika* 57.évf. 1.sz., 52-75. o.

Krugman Paul (1994): Competitiveness: A Dangerous Obsession. *Foreign Affairs,* Vol.73. Nr.2. March/April, 28-45. o.

KSH [Központi Statisztikai Hivatal] (2017): *Magyar statisztikai évkönyv.* Budapest

Kurtán Lajos (2006): *Vállalkozás(élat)tan.* ELTE Eötvös Kiadó, Budapest

Kuznets S. (1930): *Secular movements in production and prices.* Houghton Miflin Company, Boston - New York

Lados Mihály (2014): *Fenntartható önkormányzat előadás.* E-tananyag konferencia, Győr

Lados Mihály; Horváthné B. B. (2011): *Smart cities tanulmány.* MTA RKK NYUTI, Győr

Laki Ildikó (2015): A magyarországi iparvárosok múltja és jelene. *Polgári szemle,* 11.évf. 1-3.sz.

Lakner C.; Milanovic B. (2016): Global Income Distribution: From the Fall of the Berlin Wall to the Great Recession. *World Bank Economic Review,* Vol.30. No 2., 203–232. o.

Landes David S. (1986): *Az elszabadult Prométheusz : Technológiai változások és ipari fejlődés Nyugat-Európában 1750-től napjainkig.* Gondolat, Budapest

Lanza Gisela; Stricker Nicole; Peters Steven (2013): *Ad-hoc Rescheduling and Innovative Business Models for Shock-Robust Production SystemsProcedia.* CIRP 7. Forty Sixth CIRP Conference on Manufacturing Systems, 121-126. o.

Lee E. A.; Seshia S. A. (2011): *Introduction to Embedded Systems - A Cyber-Physical Systems Approach.* LeeSeshia.org

Lee Jay; Bagheri Behrad; Kao Hung-An (2015): A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letter,* 3., 18-23.o.

Lengyel Imre (2010): *Regionális gazdaságfejlesztés. Versenyképesség, klaszterek és alulról szerveződő stratégiák.* Akadémiai Kiadó, Budapest

Lengyel Imre (2016): *A megyék versenyképességének néhány összefüggése a megújult piramismodell alapján.* In: Lengyel Imre; Nagy Benedek (szerk.): *Térségek versenyképessége, intelligens szakosodása és újraiparosodása.* JATEPress, Szeged

Lengyel Imre; Rechnitzer János (2004): *Regionális gazdaságtan.* Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs

Lengyel Imre; Rechnitzer János (szerk) (2009): *A regionális tudomány két évtizede Magyarországon.* In: Enyedi György: *Regionális folyamatok a poszt szocialista Magyarországon*. Akadémiai kiadó, Budapest

Levy F.; Murnane R. (2004): *The New Division of Labor.* Princeton University Press

Lucas Robert E. (1988): On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics,* 22., 3-42. o.

Luecke R; Katz R. (2003): *Managing Creativity and Innovation.* Harvard University Press

Lux Gábor (2017): *Újraiparosodás Közép-Európában.* Dialóg Campus Kiadó, Budapest

Magyari Ildikó (2017): *Firm Reorganization, Chinese Imports, and US Manufacturing Employment.* http://www.columbia.edu/~im2348/JMP_Magyari.pdf , Letöltve: 2018.01.02.

Malthus Thomas Robert (1902): *Tanulmány a népesedés törvényérő.* Politzer Zsigmond És Fia Kiadása, Budapest

Malthus Thomas Robert (1940): *A közgazdaságtan elvei tekintettel gyakorlati alkalmazásukra.* Magyar Közgazdasági Társaság, Budapest

Mansfield Edwin (1968): *The Economics of Technical Change*. Norton, N.Y.

Manufacturing USA (2014): *Report to the President Accelerating U.S. Advanced Manufacturing.*

May-Strobl Eva; Welter, Friederike (2015): *Das Zukunftspanel Mittelstand - Herausforderungen aus Unternehmersicht.* IfM Bonn, Bonn

McKinsey & Company (2013): *How to make a city great.* Letöltve: 2015.08.12. http://www.mckinsey.com/insights/urbanization/how_to_make_a_city_great

Mészáros Rezső (2008): *A kibertér és ami mögötte van.* JATE Press, Szeged

Molnár Ernő (2013): Egy zsugorodó iparág újrapozícionálásának kérdőjelei: Magyarország cipőgyártása a rendszerváltás után. *Tér és Társadalom,* 27(4), 95-113. o.

Molnár Ernő (2017): Globális értékláncok és térbeli gazdasági egyenlőtlenségek:Miről mesél a textil-és ruházati ipar változó földrajza. *Földrajzi Közlemények,* 141:3, 216-225. o.

Monostori László (2017): *A számítógépes szerszámgépvezérlésektől a kiberfizikai termelési rendszerekig.* https://www.sztaki.hu/szekfoglalok/2017-akademiai-szekfoglalo-monostori-laszlo/ , Letöltve: 2017.08.19.

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.

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

Nelson R. (1982): *Governments and Technical Progress.* Pergamon, N. Y.

Nemes Nagy József (2009): *Terek, helyek, régiók. A regionális tudomány alapjai.* Akadémiai Kiadó, Budapest

Nick Gábor (2014): *Az innováció fogalma és kiterjesztése, szervezeti akadályai.* In: Székely Csaba: *Makrogazdasági döntések– hálózati szinergiák.* NYE, Sopron, 245-254. o.

Nick Gábor (2015a): *Versenyképes járműipari városok a 4. ipari forradalom hajnalán.* In: Székely Csaba; Kulcsár László (szerk.) *Strukturális kihívások – reálgazdasági cikusok.* Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, 404-422. o.

Nick Gábor András (2015b): *Az Industrie 4.0 és menedzsment kihívásai* In: Hauck Zs, Keresztes É.; Poreisz V.; Tóbi I. (szerk.) *Közgazdász Kutatók és Doktoranduszok II. Téli Konferenciája.* DOSZ, Közgazdaságtudományi Osztály, Győr, 39-46. o.

Nick Gábor András; Pongrácz Ferenc (2016a): *Hungarian smart cities strategies towards Industry 4.0* In: Georgi Popov (szerk), Jivka Ovtcharova: *International Scientific Journal Industry 4.0. Issue 2/2016,* Sofia, T. Union of M.E. Industry 4.0., 122-128. o.

Nick Gábor András (2016b): *Correlation between european smart cities and regional competitiveness* In: Georgi Popov (szerk), Jivka Ovtcharova: *International Scientific Journal Industry 4.0. Issue 2/2016,* Sofia, T. Union of M.E. Industry 4.0., 57-63. o.

Nick Gábor; Pongrác Ferenc; Radács Edit (2017a): *Interpretation of Disruptive Innovation in the Era of SmartCities of the Fourth Industrial Revolution*. Deturope, 10(1), 52-69. o.

Nick Gábor András; Pongrácz Ferenc (2017b): Innováció- a fenntartható növekedés kulcsa Magyarországon. *Közgazdasági Szemle,* LXIV.évf. július - augusztus, 723-737. o.

Nick Gábor; Fülep István; Várgedő Tamás (2018a): Zászlón a digitalizáció – Ipar 4.0. *Új közigazgatás,* 11.évf. 2.szám, 46-56. o.

Nick Gábor; Matevž Obrecht; Matjaž Knez; Zoltan Szegedi; Andrej Lisec (2018b): Review of Industry 4.0 and forecasting its future within trends in logistics and development of legislation. *Tér Gazdaság Ember,* Vol.V. No.4, 59-70. o.

Nick Gábor; Monika Gábriel; Zoltán Szegedi; Ferenc Pongrácz (2018c): Application of Green Supply Chain Techniques in Hungarian Automotive Industry. *Tér Gazdaság Ember,* Vol.V. No.4, 39-57. o.

NIH (2014): http://www.nih.gov.hu/letolt/k+f/k+f_i_ii_iii.pdf , Letöltve: 2014.11.22.

Norman Davies (2002): *Európa története.* Osiris, Budapest

North Douglass C.; Wallis John J.; Weingas Barry R. (2006): *A Conceptual Framework for Interpreting Recorded Human History.* NBER Working Paper W12795, December

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 (1996): *The Knowledge-Based Economy.* Paris

OECD (1997): *Regional Competitiveness and Skills.* Paris

OECD (1998): *The Competitiveness of Transition Economies.* Paris

OECD (2007): *Innovation and Growth. Rationale for an Innovation Strategy.* Paris

Oslo Manual (2005): *Guidelines fir Collecting and Interpreting Innovation Data. The Measurement of Scientific and Technological Activities*. OECD and Eurostat, Paris

Ostertag A. (2014): *Industry4.0: Flexible production with Plug&Produce.* Festo, Esslingen

Pakucs János (2014): *Az innováció fogalma.* http://www.inco.hu/inco2/innova/cikk1.htm Letöltve: 2014.11.22.

Parr John B. (1999): *Growth-pole Strategies in Regional Economic Planning: A Retrospective View.* Urban Studies, 8, 1247-1268. o.

Perez Carlota (2002): *Technological Revolutions and Financial Capital.* Edward Elgar

Plattform Industry 4.0 (2016): http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Home/home.html, Letöltve: 2016.01.20.

Ponting Anna (2013): *The political and economic implications of the smart city.* Stanford

Porter Michael E. (1990): *The Competitive Advantage of Nations*. The Free Press, N.Y.

Porter Michael E. (1998): The Adam Smith Address: Location, Clusters, and the „New" Microeconomics of Competition. *Business Economics,* Vol.33, Iss.1., 7-143. o.

Porter Michael. E. (1985): *The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance.* Free Press, New York

Porter Michael E.; Heppelmann James E. (2014): How smart, connected products are transforming competition. *Harvard Business Review,* Vol.92. No.11., 64-88. o.

Porter Michael E.; Heppelmann J James E. (2015): How smart, connected products are transforming companies. *Harvard Business Review,* Vol.93. No.10., 97-114. o.

Powell Walter W.; Gianella Eric (2010): *Collective Invention and Inventor Networks*. In: Hall Bronwyn; Rosenberg Nathan (szerk): *Handbook of the Economics of Innovation*. Vol.1. North Holland, Amsterdam, 575-605. o.

Press Gil (2013): *A very short history of big data.* https://www.forbes.com/sites/gilpress/2013/05/09/a-very-short-history-of-big-data/#447d10d665a1 Letöltve: 2017.08.12.

Probst L.; Lefebvre V.; Martinez-Diaz C.; Bohn N.U.; Klitou D.; Conrads J. (2018): *EU businesses go digital: Opportunities, outcomes and uptake, Digital Transformation Scoreboard 2018.* https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/ default/ Digital%20Transformation%20Scoreboard%2020180.pdf , Letöltve: 2018.07.08.

Ranga Marina; Etzkowitz Henry (2010): *Creative Reconstruction: A Triple Helix-based Innovation Strategy in Central and Eastern Europe Countries.* In: *Theory and Practice of Triple Helix Model in Developing Countries. Issues and Challenges.* London, 249-283. o.

Rechnitzer János (1993): *Szétszakadás vagy felzárkózás. A térszerkezetet alakító innovációk.* MTA Regionális Kutatások Központja, Győr

Rechnitzer János (1998): *A területi stratégiák.* Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs

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

Roland Berger (2016a): *Industry 4.0 – Challenge for the F&B industry in Greece, advantage or competitive disadvantage?* Thessaloniki

Roland Berger (2016b): *The Industrie 4.0 Transition Quantified.* Think Act, April 2016, Munich

Romer Paul (1986): Increasing Return and Long Run Growth. *Journal of Political Economy,* Vol.94. No.5., 1002-1037. o.

Romer Paul (1990): Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy,* Vol. 98., S71-S102. o.

Rondo Cameron (1994): *A világgazdaság rövid története a kőkorszaktól napjainkig.* Maecenas, Budapest

Rosenberg Nathan (1976): *Perspectives on Technology.* Cambridge UP

Rothwell Roy (1994): *Industrial Innovation: Success, Strategy, trends.* In: Dodgson M.; Rothwell Roy (szerk.): *The Handbook of Industrial Innovation.* Edward Edgar, London

Sajtos László; Mitev Ariel (2007): *SPSS kutatási és adatelemzési kézikönyv.* Alinea Kiadó, Budapest

Schneider H.W. (2015): *Die Industrie ist das Herzstück der Österreichischen Volkswirtschaft, Wirtschaftspolitische Blätter 005.* Wirtschaftskammer, Wien, 465-475. o.

Schröder Christian; Schlepphorst Susanne; Rosemarie Kay (2015): *Bedeutung der Digitalisierung im Mittelstand.* IfM Bonn, Bonn

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

Shin N.; Kraemer K.L.; Dedrick J. (2012): *Value Capture in the Global Electronics Industry: Empirical Evidence for the „Smiling Curve" Concept.* Industry and Innovation, Vol. 19., No. 2.

Sipos Béla (2005): A rendszerváltás utáni rövid konjunktúraciklusok vizsgálata. *Statisztikai Szemle,* 83.évf. 4.sz., 340-364. o.

Spath Dieter; Ganschar Oliver; Gerlach Stefan, Hämmerle Moritz; Krause Tobias; Schlund Sebastian (2013): *Produktionsarbeit der Zukunft Industrie4.0.* Fraunhofer Verlag, Stuttgart

Stehrer Robert; Stöllinger Roman (2015): *The Central European Manufacturing Core: What is Driving Regional Production Sharing?* FIW-Research Reports, 2014/1 5 N° 02

Stocker Miklós (2013): Dematerializálódás az értékteremtésben. *Vezetéstudomány,* XLIV.évf. 12.sz., 44-53. o.

Susman Gerald I. (2007): *Small and Medium-Sized Enterprises and the Global Economy.* Edward Elgar Publishing, Cheltenham

Szabó Tibor (2012): *Gépészeti automatizálás.* EDUTUS Főiskola

Szalavetz Andrea (2015): *Szakosodás és feljebb lépés a multinacionális vállalatok globális értékláncain belül.* http://real-d.mtak.hu/861/7/dc_1027_15_doktori_mu.pdf , Letöltve: 2017.12.12.

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.

Szanyi Miklós (2017): *Műszaki fejlődés és hosszú távú gazdasági ciklusok. http*://mta.hu/tudomany_hirei/muszaki-fejlodes-gazdasagi-ciklusok Letöltve: 2018.01.14.

Szegedi Zoltán (2012): *Ellátásilánc-menedzsment.* Kossuth Kiadó, Budapest

Szegedi Zoltán; Prezenszki József (2003): *Logisztika-menedzsment.* Kossuth, Budapest

Szent-Györgyi Albert (1957): *Bioenergetics.* Academic Press Inc., New York

Szerb László (2010): A magyar mikro-, kis és középvállalatok versenyképességének mérése és vizsgálata. *Vezetéstudomány,* 41(12), 20-35. o.

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

Tidd J.; Bessant J.; Pavitt K. (1997): *Managing innovation. Integrating Technological, Market and Organizational Change.* Chichester, Wiley

Toyota (2014): *Toyota gyártási rendszer.* http://www.toyota.hu/world-of-toyota/the_company/toyota-production-system.json , Letöltve: 2014.11.11.

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

United Nations (2011): *Population distribution, urbanization, internal migration and development: An international perspective.* New York, Letöltve: 2017.03.12.

United Nations (2015): Department of Economic and Social Affairs, Population Division 2015 forecast. https://esa.un.org/unpd/wpp/ , Letöltve: 2017.03.12.

Váncza József; Monostori László; Lutters E.; Kumara S.R.; Tseng M.; Valckenaers P.; Van Brussel H. (2011): *Cooperative, responsive manufacturing enterprises.* CIRP Annals - Manufacturing Technology, 60(2), 797-820. o.

Vanhaverbeke Wim (2012): *Open innovation in SMEs: How can small companies and start-ups benefit from open innovation strategies?* V. L. gent Management School, Leuven

Varga János (2015): *Az értékteremtés lehetséges formái az innovációk innovációjának korszakában in Vállalkozásfejlesztés a XXI. században.* Óbudai Egyetem. 179-202. o.

Vasilash G. S (1987): *Simultaneous engineering.* Production. 1987 július 34-41. o.

VDMA (2015): *Industrie 4.0 Readiness.* VDMA's IMPULS-Stiftung, Aachen, Köln

WEF (2013): *The Global Competitiveness Report 2013–2014.* WEF, Geneve

WEF (2015a): *The Global Information Technology Report 2015.* WEF, Geneve

WEF (2015b): *Industrial Internet of Things: Unleashing the Potential of Connected Products and Services.* World Economic Forum, Geneve

WEF (2017): *The Global Competitiveness Report 2017–2018.* WEF, Geneve

Weisi Fu; Ping Peng (2014): A Discussion on Smart City Management Based on Meta-Synthesis Method. *Management Science and Engineering,* Vol. 8, No. 1, 68-72. o.

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

Weyer S.; Fischer S. (2015): Gemeinschaftsprojekt Industrie 4.0 – Fortschritt im Netzwerk. *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb,* Vol. 01-02, 50-53. o.

Zhang J. ; Chen L. (2014): The Review of SMEs Open Innovation Performance. American *Journal of Industrial and Business Management,* Vol 4, 716-720. o.

Zhuge Hai (2016a): Cyber-Physical Society - The science and engineering for future society. *Future Generation Computer System,* 32., 180-186. o.

Zhuge Hai (2016b): *Multi-Dimensional Summarisation in Cyber-Physical Society.* http://www.knowledgegrid.net/~h.zhuge/CPS.htm , Letöltve: 2017.08.19.

10 Mellékletek

10.1 Fogalmak, rövidítések, valamint idegen szavak jegyzéke

CPPS; Cyber-Physical Production Systems; Kiber-fizikai gyártórendszerek: A kiber-fizikai rendszerek olyan számítási struktúrák, melyek intenzív kapcsolatban állnak a környező fizikai világgal, a fizikai folyamatokkal, egyúttal kiszolgálják és hasznosítják az interneten elérhető adatelérési és adatfeldolgozási szolgáltatásokat.

Ember-robot együttműködés: Az ember és robot közötti szinergikus együttműködés: az ember vezérli és felügyeli a termelést, a robot végzi a fizikailag megterhelő munkákat. Erre a kooperációra épül a kiszolgáló robotok iparága.

ERP; Enterprise Resource Planning; Vállalatirányítási rendszer: Az ERP-rendszerek lefedik a vállalatok összes üzletfolyamatát (személyzeti, termelési, kereskedelmi, tervezési, készletgazdálkodási, pénzügyi, illetve vezetési, irányítási stb.), adataikat pedig összesítik egy egységes, könnyen felhasználható, modulárisan felépített rendszerben. A modulok önállóan kezelik az egyes vállalati egységek folyamatait, és ezek összekapcsolása révén valósul meg a vállalati kontrolling.

Horizontális integráció: Az okos gyár azon képessége, hogy folytonosan alkalmazkodni tud a változó feltételekhez és körülményekhez (akár a megrendelésállomány összetétele és volumene, akár a felhasználandó anyagok rendelkezésre állása vonatkozásában) és automatikusan optimalizálja a termelési folyamatot, a saját értékláncán belüli integráción keresztül valósul meg, azaz a beszállítóktól a feldolgozási üzemegységeken keresztül az ügyfelekig terjedő koordinált együttműködésen keresztül.

Intelligens folyamatok: Az intelligens folyamat egy dinamikus, rugalmas és átlátható folyamat, melynek középpontjában ma a fogyasztó áll, és amely folyamatosan fejlődik és alkalmazkodik az igényekhez.

Interoperabilitás: Rendszerek és eszközök egymás közötti adatmegosztásának valamint a megosztott adatok értelmezésének mértéke.

IoT; Internet of Things; Dolgok Internete: Egy olyan koncepció, amelynek során adatgyűjtő, érzékelő és kommunikációs modulokkal látnak el fizikai tárgyakat, vagy akár élőlényeket úgy, hogy azok egy közös (internet-szerű) hálózatra kapcsolódva, egymással önállóan kommunikálva képesek legyenek komplexebb igényeket kielégítő adatszolgáltatásra, feldolgozásra és működésre.

Kiterjesztett valóság: A számítástechnikai kutatás azon területe, amely a valós világ és a számítógép által generált Virtuális Valóságot (VR) kombinálja. A számítógép által generált tárgyakat, összefésüli a valós térrel, valós időben.

MDE; Maschinendatenerfassung; Termelőgépek adatgyűjtése: A termelés-végrehajtás felügyeleti rendszerek fontos eleme: az egyes gyártási lépésekben használt eszközök és gépek pillanatnyi állapotára jellemző adatok begyűjtését, tárolását és továbbítását foglalja magába.

MES; Manufacturing Execution System; Termelés-végrehajtás felügyeleti rendszer: A termelés-végrehajtás felügyeleti rendszer egy adott gyártási szinten lévő munkafolyamatok ellenőrzésére és menedzselésére használható eszköz. A rendszer a legfrissebb adatokkal rendelkezik a gyártórobotoktól (termelőgépek adatgyűjtése), az alkalmazottaktól, és ezekből valós idejű nyilvántartást vezet.

Okos gyár; Smart factory: minden időben alkalmazkodik környezetének új körülményeihez, (mint pl. a megrendelés állományhoz és az anyagszükséglet rendelkezésre állásához) és önmaga optimalizálja a termelési folyamatait. Technológiai alapját az ún. kiber-fizikai rendszerek alkotják, melynek elemei a „dolgok internete" (IoT) segítségével kommunikálnak egymással.

Okos termék; Smart products: Információkkal rendelkeznek a saját gyártási folyamatukról és megvan az a képességük, hogy adatokat gyűjtsenek és továbbítsanak az életciklusuk gyártási és a használati fázisairól. Ezáltal lehetővé válik az okos gyár digitális modellezése és a termékadatokon alapuló szolgáltatási kínálat kialakítása.

PDM; Product Data Management; Termékadat menedzsment: A folyamatok és a termékek történetének egyfajta adatbázisaként funkcionál, amely támogatja a termékekkel kapcsolatba kerülő felhasználók – projektmenedzserek, mérnökök, értékesítők, beszerzők és minőségellenőrök – közötti gördülékeny adatáramlást.

PLM alkalmazás: A PLM alkalmazások a termékéletciklus-menedzsmentet érintő információk hatékony és költségtakarékos kezelését teszi lehetővé egy termék teljes életciklusán keresztül a kitalálástól a designon keresztül az alkalmazáson át a megszüntetésig.

PLM; Product Lifecycle management; Termékéletciklus-menedzsment: Olyan menedzsment-eszköz, mely a válallat informatikai megoldásai mellett (hardveres háttér, specifikus szoftverek) magába foglalja a vállalati tudásbázist, a legjobb gyakorlatokat és tapasztalatokat. Főbb területei: rendszerfejlesztés, termék- és portfóliómenedzsment, terméktervezés, gyártásmenedzsment, termékadatok menedzsmentje.

Termékadatokon alapuló (intelligens) szolgáltatások: Ezek a termékadatok elemzésén alapuló új szolgáltatások, amelyeket az Ipar 4.0 orientált gyártó vállalatok nyújtani tudnak a következők: távkarbantartás, a gépállomáyn erőforrás felhasználásnak optomalizálása, a rendelkezésre állás, a teljesítmény és a minőség fokozása a paraméterek optimális beállítása révén.

Vertikális integráció: Az ember, a gép és az erőforrások digitálisan modellezésre kerülnek az okos gyárban, egymással a kiber-fizikai rendszereken keresztül kommunikálnak, így megvalósul a termelési folyamatok integrációja az egyes IT rendszerek és termelési szintek, valamint a vállalati részegységek összekapcsolódása révén egyetlen átfogó (end-to-end) termelési folyamattá.

10.2 Kérdőívek

Az empirikus kutatás végső kérdőívét lásd 220.oldaltól

Az EPIC kérdőívet lásd 234.oldaltól

A VDMA kérdőívet lásd 242.oldaltól

Ipar 4.0 Nemzeti Technológia Platform 2017 kérdőív

A korszerű információs és kommunikációs technológiák, valamint a gyártó- és a kapcsolódó logisztikai rendszerek mind gyorsabb integrációs folyamatai alapvető változásokat indítottak el az iparban, amiket ma összefoglalóan – a németországi minta után – „Industrie 4.0"-nak (azaz Ipar 4.0-nak vagy I4.0-nak) nevezünk. A sokak által forradalminak tartott változások új kihívásokat jelentenek mind az ipari, mind a kutató-fejlesztő szféra számára, és gyökeresen átalakítják a gyártó vállalatok belső működését, üzleti modelljét.

Várható, hogy az Irányi Tervben is markáns módon megfogalmazott Ipar 4.0 célkitűzések logikus következményeként az eljövendő időszak gazdaságélénkítést szolgáló pályázati konstrukcióiban kiemelten fog az I4.0 szempontrendszer érvényesülni.

A fentiek vezettek oda, hogy az Ipar 4.0 Nemzeti Technológiai Platform megbízást kapott a Nemzetgazdasági Minisztériumtól, hogy határozza meg az Ipar 4.0 stratégiai alapirányait, majd ennek mentén dolgozza ki egy rövid távú cselekvési program alapvetését, később pedig a középtávú iparfejlesztési stratégiát, amely feldeli valamennyi tematikát az infokommunikációs technológiáktól kezdve a kutatás-fejlesztés támogatásán keresztül a digitális kultúra elterjedését szolgáló oktatási rendszer reformjáig.

A feladat teljesítésének első lépéseként kidolgoztuk azt a kérdőívet, amelyet Ön most megkapott, s amely kettős célt szolgál:

- vállalati (mikro) szinten a vállalat egyedi I4.0 képességeinek (készenléti szintjének) felmérését;
- makró szinten a magyarországi helyzet átfogó megismerését.

A válaszok kiértékelésével szándékozzuk a stratégia megalkotását megalapozni. Mindezen túlmenően egy indikátorrendszert is létre kívánunk hozni, mely támogatja majd az Ipar 4.0-ra fókuszáló iparfejlesztési stratégia megvalósulásának monitorozását, az elérhetőséget mérését.

Ezért nagyon fontos a számunkra, hogy Ön, a vállalata képviseletében azt a kérdőívet kitöltse. A jelenre vonatkozó állapotinformációk és a jövőről formált véleménye egyaránt nagyon értékes a számunkra. A kitöltés pontosságát több módon is kívánjuk elősegíteni:

- a kérdőívhez egy Fogalomtár segédletet is mellékelünk;
- személyes (mentori) tanácsadással is támogatjuk Őt és munkatársait a kérdések értelmezésében és az Önökre valóban jellemző válaszok kiválasztásában.

Bízunk abban, hogy közös erőfeszítéseinkkel megfelelő számú minta gyűlik össze, és így feladatunknak maradéktalanul meg tudunk felelni. Az egész gazdaság sikerét befolyásolhatja a stratégia és a megvalósítást szolgáló eszközrendszer helyes megválasztása!

A jelen kérdőív kitöltésével Ön beleegyezését adja, hogy a kérdésekre adott válaszait a fent leírt célok érdekében tároljuk és feldolgozzuk, amelyeket – függetlenül attól, hogy a kérdőívet akár anonim módon tölti ki, akár beazonosítja cégét és személyét –, bizalmasan kezeljük; harmadik fél részére nem adjuk ki. A feldolgozás az Ön cége kérésére és számára adott egyedi visszajelzés elkészítését, valamint a Megbízó részére általános statisztikai kiértékelést és következtetések levonását jelenti.

A felmérés általánosítható tanulságait és az I4.0 hazai cégek számára fontos lehetőségeit egy tanulmányban foglaljuk össze. Ezúton kérem tehát a kérdőív mind teljesebb kitöltésére.

Esetleges kérdéseivel kérem, forduljon az Ipar 4.0 NTP Titkárságához a +36 1 279 6110 telefonszámon vagy az info@I4Oplatform.hu címen.

Együttműködését köszönve, üdvözlettel:

Dr. Monostori László
MTA SZTAKI Igazgató,
Ipar 4.0 Nemzeti Technológiai Platform Elnök

2017. március 31.

99 kérdés van ebben a kérdőívben

I. Vállalatot jellemző kérdések

Általános bevezető kérdések

1 []A cég foglalkoztatotti létszáma? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ 0 - 10 fő
- ○ 11 - 50 fő
- ○ 51 - 250 fő
- ○ 251 - 1500 fő
- ○ 1501 főnél több

2 []A cég nettó árbevétele? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ 0 - 2 millió euró a nettó árbevétel
- ○ 2 - 10 millió euró a nettó árbevétel
- ○ 10 - 50 millió euró a nettó árbevétel

3 []A cég minősítése, besorolása? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Mikrovállalkozás
- ○ Kisvállalkozás
- ○ Középvállalkozás
- ○ Nagyvállalat
- ○ Kutatóintézet
- ○ Oktatási intézet
- ○ Szakmai szervezet

4 []Mi jellemző vállalata tulajdonosi szerkezetére? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Állami tulajdon
- ○ Kizárólagos magyar tulajdon
- ○ Többségi magyar tulajdon
- ○ Többségi külföldi tulajdon
- ○ Kizárólagos külföldi tulajdon
- ○ Társadalmi szervezet (nincs tulajdonos)

5 []Mely iparágakba sorolható a vállalat? *

Kérem, válasszon ki **mindent**, ami érvényes:

- ☐ Járműgyártás
- ☐ Elektronikai ipar
- ☐ Orvosi berendezések gyártása
- ☐ Élelmiszeripar
- ☐ Energiaipar
- ☐ Építőipar
- ☐ Fémipar és fémfeldolgozás
- ☐ Egyéb feldolgozóipar
- ☐ Gépipar
- ☐ Vegyipar és gyógyszergyártás
- ☐ Információ és kommunikáció technológia
- ☐ Logisztika (szállítás, raktározás)
- ☐ Tanácsadás
- ☐ Felsőfokú képzés
- ☐ Egyéb: _____

6 []Részt vesz-e nemzetközi termelési együttműködésben? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Igen
- ○ Nem

7 []Hol helyezkedik el a cég a beszállítói láncban? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Nyersanyag beszállító
- ○ Alkatrész beszállító
- ○ Modul vagy rendszer beszállító
- ○ Végtermék gyártó
- ○ Szolgáltató
- ○ Nem besorolható (pl. egyetem)
- ○ Egyéb [ ]

8 []A cég székhelye mely városban található? *

Kérem, írja ide a választ:

[ ]

9 []Az Ön cége melyik megyében végzi fő tevékenységét? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Budapest
- ○ Bács-Kiskun megye
- ○ Baranya megye
- ○ Békés megye
- ○ Borsod-Abaúj-Zemplén megye
- ○ Csongrád megye
- ○ Fejér megye
- ○ Győr-Moson-Sopron megye
- ○ Hajdú-Bihar megye
- ○ Heves megye
- ○ Jász-Nagykun-Szolnok megye
- ○ Komárom-Esztergom megye
- ○ Nógrád megye
- ○ Pest megye
- ○ Somogy megye
- ○ Szabolcs-Szatmár-Bereg megye
- ○ Tolna megye
- ○ Vas megye
- ○ Veszprém megye
- ○ Zala megye

10 []Az Ön cége melyik régióban végzi fő tevékenységét? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Észak-Magyarország (ÉM)
- ○ Dél-Alföld (DA)
- ○ Nyugat-Dunántúl (NYD)
- ○ Közép-Dunántúl (KD)
- ○ Észak-Alföld (ÉA)
- ○ Közép-Magyarország (KM)
- ○ Dél-Dunántúl (DD)
- ○ Budapest (BP)

11 []A cég telephelyeinek száma? *

Kérem, írja ide a választ:

A székhellyel megegyező városban

[ ]

A székhellyel megegyező megyében

[ ]

A székhellyel megegyező régióban

[ ]

12 []A cég tagja-e klaszternak? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Nem tagja egy klaszternak sem
- ○ Igen, egy klaszternak a tagja
- ○ Igen, több klaszternak is a tagja

13 []Volt-e az utóbbi 5 évben kétoldalú K+F+I együttműködése hazai akadémiai vagy egyetemi partnerrel? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Nem volt
- ○ Igen, 5-nél kevesebb projektünk volt
- ○ Igen, 5-10 közötti projektünk volt
- ○ Több mint 10 ilyen közös projektünk volt

14 []Menmyire becsüli cége termékeiben a bruttó hozzáadott érték arányát?

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ < 5%
- ○ 5%-10%
- ○ 10%-30%
- ○ 30%-50%
- ○ > 50%

15 []Melyik termelési szemléletmód jellemzi leginkább cégét?

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Raktárra gyártás (Make to stock)
- ○ Rendelésre gyártás (Make to order)
- ○ Rendelésre összeszerelés (Assemble to order)
- ○ Testreszabás rendelésre (Customize to order)
- ○ Rendelésre tervezés (Engineering to order)
- ○ Rendelésre tervezés és összeszerelés (Engineering and Assemble to order)

II. Az Ipar 4.0 vállalati minősítés kérdései

Stratégia és szervezet

16 []Megítélése szerint versenyképesség szempontjából cégénél mennyire fontos az Ipar 4.0?

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Nem értelmezhető
- ○ Nem fontos
- ○ Fontos
- ○ Nélkülözhetetlen

17 []Az Ipar 4.0 stratégia implementálás hol tart?

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Nem létezik stratégia
- ○ Pilot megvalósítás elkezdődött
- ○ Stratégia kidolgozás alatt van
- ○ Stratégia megfogalmazódott
- ○ Stratégia bevezetés alatt
- ○ Stratégia megvalósult

18 []Használnak mutatószámokat az Ipar 4.0 vállalati stratégia megvalósulásának mérésére?

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Igen, létezik - egy megítélésünk szerint - jó mutatószámrendszer a feladatra
- ○ Igen, létezik egy mutatószámrendszer, mely jó közelítéssel alkalmas a feladatra
- ○ Nem létezik mutatószámrendszer, noha a vonatkozó elvárásaink már definiálva vannak
- ○ Nem, tekintve, hogy vonatkozó elvárásaink még nem kerültek definiálásra

19 []Milyen időhorizontra készítették a vállalat Ipar 4.0 stratégiáját?

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Nincs Ipar 4.0 stratégia
- ○ Rövid táv 1 év
- ○ Közép táv 2- 4 év
- ○ Hosszú táv 5-10 év

20 []Kiterjed-e a stratégia az alábbi területekre is?

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Nem terjed ki	Kezdeti fázisban	Bevezetés alatt	Előrehaladott állapotban	Teszt fázisban	Megvalósult
Termékportfólió menedzsment	○	○	○	○	○	○
Vállalatszervezési struktúra (Üzem, Telephely, Vállalat)	○	○	○	○	○	○
Offshoring / Outsourcing	○	○	○	○	○	○
Felvásárlások, összeolvadások	○	○	○	○	○	○
Regionális terjeszkedés / Térbeli fejlődés	○	○	○	○	○	○
Zöld stratégiák; Energia hatékonyság / Hulladékgazdálkodás	○	○	○	○	○	○
Társadalmi felelősségvállalás	○	○	○	○	○	○
Ellátási lánc partnerekkel való együttműködés	○	○	○	○	○	○

21 []Milyen gyakran kerül sor a vállalati Ipar 4.0 stratégia felülvizsgálatára?

Kérem, válasszon **egyet az** alábbiak közül:

- ○ Érvényességi időhorizonton belül nem vizsgáljuk felül
- ○ Ad-hoc történik a felülvizsgálata
- ○ Rendszeresen, a stratégiai folyamat részeként

22 []Mely vállalati területeken végeztek az elmúlt két évben Ipar 4.0 megvalósítást támogató fejlesztéseket (beruházásokat), és mely területeken terveznek ilyeneket a jövőben?

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	2016 - 2017				2018 - 2020			
	Az éves árbevétel 10%-a és felette	Az éves árbevétel 5-10%-a	Az éves árbevétel 0 - 5%-a	Nem történt beruházás	Az éves árbevétel 10%-a és felette	Az éves árbevétel 5-10%-a	Az éves árbevétel 0 - 5%-a	Nem történt beruházás
Kutatás és fejlesztés	○	○	○	○	○	○	○	○
Termelés, Gyártás	○	○	○	○	○	○	○	○
Beszerzés	○	○	○	○	○	○	○	○
Logisztika	○	○	○	○	○	○	○	○
Értékesítés	○	○	○	○	○	○	○	○
Szolgáltatás (belső támogató tevékenységek)	○	○	○	○	○	○	○	○
Informatika	○	○	○	○	○	○	○	○

Kérjük, mind a két időszakra töltse ki az táblázatot.

23 []Mely vállalati területeken végeztek az elmúlt két évben Ipar 4.0 megvalósítást támogató fejlesztéseket (beruházásokat), és mely területeken terveznek ilyeneket a jövőben?

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	2016 - 2017				2018 - 2020			
	Az éves árbevétel 10%-a és felette	Az éves árbevétel 5-10%-a	Az éves árbevétel 0 - 5%-a	Nem történt beruházás	Az éves árbevétel 10%-a és felette	Az éves árbevétel 5-10%-a	Az éves árbevétel 0 - 5%-a	Nem történt beruházás
Értéklánc menedzsment	○	○	○	○	○	○	○	○
Információbiztonság	○	○	○	○	○	○	○	○
Minőségbiztosítás	○	○	○	○	○	○	○	○
Környezettudatosság, fenntarthatóság	○	○	○	○	○	○	○	○
Munkavállalók képzése, fejlesztése	○	○	○	○	○	○	○	○
Vevőkapcsolati menedzsment	○	○	○	○	○	○	○	○
Pénzügy / számvitel	○	○	○	○	○	○	○	○
Gyártástervezés	○	○	○	○	○	○	○	○

Kérjük, mind a két időszakra töltse ki az táblázatot.

24 []Milyen forrásokat vettek igénybe a vállalati Ipar 4.0 fejlesztések, kutatások finanszírozására?

Kérem, válasszon ki **mindent**, ami érvényes:

- ☐ Saját forrás
- ☐ Fejlesztési hitel
- ☐ Hazai pályázati támogatás
- ☐ EU pályázati támogatás
- ☐ Nem vettek igénybe forrást

25 []Milyen mértékben vettek igénybe forrásokat az Ipar 4.0 fejlesztések, kutatások finanszírozására az árbevétel %-ában (valamennyi forrás esetében)?

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Nem vettek igénybe forrást
- ○ Kevesebb mint 1% forrást vettünk igénybe
- ○ 1-5% közötti forrást vettünk igénybe
- ○ 5% feletti forrást vettünk igénybe

26 []Létezik-e a vállalatnál technológia és innováció menedzsment a digitalizáció érdekében?

Kérem, válasszon ki **mindent**, ami érvényes:

- ☐ Egységesen, integráltan létezik
- ☐ Termékfejlesztésre létezik
- ☐ Gyártástechnológiára létezik
- ☐ IT területen létezik
- ☐ Szolgáltatások területén létezik
- ☐ Nincs ilyen folyamat, szabályozás

27 []Milyen technológiákat használnak a vállalatnál?

Kérem, válasszon ki **mindent**, ami érvényes:

- ☐ Szenzorok
- ☐ Mobil végberendezések (pl. kézi scanner)
- ☐ RFID
- ☐ Valósidejű helymeghatározó rendszer
- ☐ Big Data valósidejű adatkiértékelésre, tárolásra
- ☐ Felhőmegoldás mint skálázható IT infrastruktúra
- ☐ Beágyazott IT rendszerek
- ☐ M2M (gépek közötti kommunikáció)
- ☐ Alkalmazásintegráció
- ☐ MES / ERP / PPS rendszerek
- ☐ PLM alkalmazás
- ☐ Kiterjesztett valóság
- ☐ Mesterséges intelligencia
- ☐ Internet of Things
- ☐ A felsoroltak közül egyiket sem

MES - Manufacturing Execution System - Termelés-végrehajtás felügyeleti rendszer

ERP - Enterprise Resource Planning - Vállalatirányítási rendszer

PPS - Production Planning System - Termelésirányítási rendszer

PLM - Product Lifecycle management - Termékéletciklus-menedzsment

28 []Mennyire használ/használna vagy osztana meg a cég open source megoldásokat?

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Egyáltalán nem
- ○ Egyedi döntés alapján
- ○ Az üzleti modell része

29 []Mi jellemző cége webes megjelenésére?

Kérem, válasszon ki **mindent**, ami érvényes:

- ☐ Cégspecifikus tájékoztatók
- ☐ Termékspecifikus információk
- ☐ Kontrollált feltételek mellett ügyféligények / egyedi megrendelések fogadási felülete
- ☐ Egyéb: _____

30 []Adja meg partnerkapcsolatainak számát az értékláncban.

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	< 10 partner	10 - 50 partner	> 50 partner
Ipar 4.0 kvalifikált beszállítók száma	○	○	○
Ipar 4.0 szerint nem kvalifikált beszállítók száma	○	○	○
Ipar 4.0 kvalifikált vevők száma	○	○	○
Ipar 4.0 szerint nem kvalifikált vevők száma	○	○	○

31 []Vállalatszervezés, működési filozófia

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ A munkát kizárólag belső munkavállalók látják el, a funkcionális szervezeti egységek között laza kapcsolat van
- ○ A munkát kizárólag belső munkavállalók látják el, a funkcionális szervezeti egységek között szoros, egymás munkájára épülő kapcsolatok, folyamatok léteznek
- ○ Kiszervezett funkciókat is tartalmaz, melyeket szolgáltatásként partnervállalkozások nyújtanak. A funkcionális szervezeti egységek között laza kapcsolat van
- ○ Kiszervezett funkciókat is tartalmaz, melyeket szolgáltatásként partnervállalkozások nyújtanak. A funkcionális szervezeti egységek között szoros, egymás munkájára épülő kapcsolatok, folyamatok léteznek

32 []Az értékláncban elfoglalt hely ismérvei, a tudás mint hozzáadott érték tekintetében.

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Termékfejlesztés, gyártástervezés, marketing, értékesítést követő szolgáltatás valamelyike mint önálló funkció megjelenik a vállalatnál, így történik hozzáadott értékteremtés
- ○ Összeszerelés, gyártás a fő profil, így nem történik hozzáadott értékteremtés a vállalatnál

33 []Partnerkapcsolatok térbeli elhelyezkedése az értékláncban.

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ A vevők alapvetően a helyi piacon vannak
- ○ A vevők inkább a nemzetközi piacon vannak

34 []Van-e cégénél open-lab, ahol prototípusok vagy már működő Ipar 4.0 megoldások megtekinthetők, bemutathatók, illetve kész lenne-e annak megosztására?

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Igen van, és megosztásra is kerül
- ○ Igen van, de nem kerül megosztásra
- ○ Nincs, de kialakítása folyamatban van
- ○ Nincs, de tervezzük
- ○ Nincs

Okos gyár

35 []Hogyan ítéli meg a vállalat rendelkezésre álló eszközparkját az alábbi funkciók tekintetében?

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Nem, nem létezik	Igen, részben létezik	Igen, teljes mértékben létezik
A gépek/berendezések IT rendszerek által vezérelhetőek	○	○	○
M2M	○	○	○
Interoperabilitás	○	○	○

M2M: Gépek közötti kommunikáció

Interoperabilitás: Gépek egymás közötti, kölcsönös integrációjának és együttműködésének lehetősége

36 []Alkalmaz-e vállalata a gyártási folyamatokban, illetve a logisztika területén automatizált eszközöket/berendezéseket?

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Igen, a folyamatok jelentős részében	Igen, a folyamatok egy részénél	Nem alkalmazunk
Gyártási folyamat	○	○	○
Logisztika	○	○	○

37 []Kívánja-e fejleszteni vállalata a gyártási folyamatokban, illetve a logisztika területén automatizált eszközözeit / berendezéseit?

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Igen, jelentős mértékben	Igen, egyes részterületeken	Nem tervezünk fejlesztést jelenleg
Gyártási folyamat	○	○	○
Logisztika	○	○	○

38 []Hogyan ítéli meg a vállalat rendelkezésre álló eszközparkjának fejlesztési (upgrade) képességeit az alábbi funkciók tekintetében?

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Nem releváns	Releváns, de nem upgrade-elhető	Upgrade-elhető	Kiemelten fontos, mivel a funkciók már jelenleg is léteznek
M2M	○	○	○	○
Interoperabilitás	○	○	○	○

M2M: Gépek közötti kommunikáció

Interoperabilitás: Gépek egymás közötti, kölcsönös integrációjának és együttműködésének lehetősége

39 []Tekintve, hogy az okos gyárak terjedése lehetővé teszi a gyár egészének digitalizált leképzését, gyűjtenek a vállalatnál gyártás specifikus adatokat gyártóberendezésekről, gyártási folyamatokról?

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Igen, teljeskörűen
- ○ Igen, részben
- ○ Nem gyűjtünk adatokat

40 []A gyűjtött adatok felhasználása az alábbi területeken mennyire jellemző az Önök vállalatánál?

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Kritikus	Releváns	Nem releváns

	Kritikus	Releváns	Nem releváns
Termékfejlesztés	○	○	○
Technológiafejlesztés	○	○	○
Gyártásoptimalizáció	○	○	○
Minőségmenedzsment	○	○	○
Kockázatkezelés	○	○	○
Raktárkezelés	○	○	○

41 []Az alábbi rendszerek közül melyeket használják? Létezik az adott rendszernek kapcsolata egy központi adatbankkal?

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Használat		Kapcsolat központ felé	
	Igen	Nem	Igen	Nem
MES - Manufacturing Execution System - Termelés-végrehajtás felügyeleti rendszer	○	○	○	○
ERP - Enterprise Resource Planning - Vállalatirányítási rendszer	○	○	○	○
PLM - Product Lifecycle management - Termékéletciklus-menedzsment	○	○	○	○
PDM - Product Data Management - Termékadat menedzsment	○	○	○	○
PPS - Production Planning System - Termelésirányítási rendszer	○	○	○	○
BDE - Betriebsdatenerfassung - Üzemi adatok gyűjtése	○	○	○	○
MDE - Maschinendatenerfassung - Termelőgépek adatgyűjtése	○	○	○	○
CAD - Computer-aided design - Mérnöki tervező szoftver	○	○	○	○
SCM - Supply Chain Management - Ellátási lánc-menedzsment	○	○	○	○

Kérjük, mind a két kérdésre adja meg válaszát.

42 []Kérjük, adja meg a vállalatára jellemző robotsűrűség alapszámait, azaz a termelésben üzemelő robotok számát és a termelésben dolgozó (gépsori munkástól a termelési üzemvezetőig) összes munkavállaló számát.

Kérem, írja ide a választ:

Robotok száma

Termelésben dolgozó munkavállalók száma

Intelligens folyamatok

43 []Használnak felhő alapú szolgáltatásokat az alábbi területeken?

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Igen	Nem, de tervezzük	Nem
Szoftver a felhőből	○	○	○
Felhőszolgáltatás adatkiértékelésre, feldolgozásra	○	○	○
Felhőszolgáltatás adattárolásra	○	○	○

44 []IT szervezet/funkció helye a cégen belül hogy alakul?

Kérem, válasszon egyet az alábbiak közül:

- ○ Nincs önálló IT és/vagy a funkció kiszervezésre került egy külső szolgáltatóhoz
- ○ Központi IT részleg van
- ○ Az IT decentralizáltan, az egyes szervezeti egységeken (pl. gyártás, fejlesztés) belül önálló szervezetként jelenik meg
- ○ IT specialisták a szervezeti egységek részeként tevékenykednek

45 []Milyen szinten állnak az IT biztonsági megoldások?

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Megoldás üzemszerűen	Megoldás bevezetés alatt	Megoldás tervezési fázisban	Számunkra nem releváns kérdés
Belső adatok biztonságos tárolása	○	○	○	○
Adatok felhőben történő mentése	○	○	○	○
A vállalat adatfolyam kommunikációs biztonsága	○	○	○	○
Partnerekkel történő adatkommunikáció biztonsága	○	○	○	○

46 []Vállalata rendelkezik-e az alábbi tanúsítványokkal?

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Igen	Nem
MSZ ISO/IEC 27001	○	○
MSZ ISO/TS 16949	○	○
MSZ ISO/IEC 90003	○	○

47 []Amennyiben létezik információ- és adatvédelmi szabályozás az Önök vállalatánál, akkor az kiterjed-e a termelést támogató informatika alábbi részterületeire?

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Igen	Nem
Jogosultságkezelés	○	○
Titkosítás	○	○
Adatszivárgás elleni védelem	○	○
Vírusvédelem	○	○
Naplóellenőrzés	○	○

48 []Az Ipar 4.0 jövőképében az egyes munkadarabok önállóan vezérlik a gyártásukat. Létezik az Önök vállalkozásánál olyan példa, amikor a termék önállóan vezérli a gyártását?

Kérem, válasszon egyet az alábbiak közül:

- ○ Igen, a vállalat minden termékére igaz az állítás
- ○ Igen, de csak bizonyos részterületeken
- ○ Igen, de a megoldás még teszt és/vagy pilot fázisban van
- ○ Nem, nincs ilyen

49 []Létezik Önöknél olyan gyártási folyamat, mely valósidőben képes önállóan és automatikusan a gyártási feltételekre reagálni?

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Igen, a vállalat minden folyamatára igaz az állítás
- ○ Igen, de csak bizonyos részterületeken
- ○ Igen, de a megoldás még teszt és/vagy pilot fázisban van
- ○ Nem, nincs ilyen

50 []Az alábbi területek melyikére igaz, hogy más területekkel rendszerszinten integráltak?

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Vállalaton belüli szervezetek irányában		Vállalaton kívüli vevők, partnerek irányában	
	Igen	Nem	Igen	Nem
Kutatás és fejlesztés	○	○	○	○
Termelés, Gyártás	○	○	○	○
Beszerzés	○	○	○	○
Logisztika	○	○	○	○
Értékesítés	○	○	○	○
Pénzügy/számvitel	○	○	○	○
Szolgáltatás (belső támogató tevékenységek)	○	○	○	○
Informatika	○	○	○	○

Kérjük, mind a két kérdésre adja meg válaszát.

Okos termékek

51 []Kiértékelésre kerülnek-e a termékhasználat során a beépített adatgyűjtéssel keletkező adatok?

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Igen
- ○ Nem, noha az adatokat rögzítjük, kiértékelésük nem történik meg
- ○ Nem, adatrögzítés sem történik

52 []Nyújt-e az Ön vállalata olyan terméket, mely a felsorolt információs és kommunikációs technológiákon alapuló többletszolgáltatást is kínál?

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Igen	Nem
Termékéletciklus / termékmemória	○	○
Öndiagnosztika	○	○
Hálózati kapcsolatok	○	○
Helymeghatározás	○	○
Támogató (segédfel) rendszer	○	○
Felügyelet	○	○
Termékinformáció	○	○
Automatikus azonosítás	○	○

53 []Az elmúlt 5 évben vezetett-e be az Ön vállalata új és/vagy jelentősen továbbfejlesztett terméket/szolgáltatást a piacra?

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Igen, legalább 10 új termékünk / szolgáltatásunk volt
- ○ Igen, 5 - 10 új termékünk / szolgáltatásunk volt
- ○ Igen, kevesebb mint 5 új termékünk / szolgáltatásunk volt
- ○ Nem volt

54 []Az elmúlt 5 évben vezetett-e be az Ön vállalata új és/vagy jelentősen továbbfejlesztett folyamatot/módszert a termék/szolgáltatás portfólió tekintetében?

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Igen, legalább 10 új folyamatot / módszert vezettünk be
- ○ Igen, 5 - 10 új folyamatot / módszert vezettünk be
- ○ Igen, kevesebb mint 5 folyamatot / módszert vezettünk be
- ○ Nem volt

Termékadatokon alapuló szolgáltatások

55 []A használat során keletkező / kinyerhető adatok mely területeken hasznosíthatóak a leginkább?

Kérem, válasszon ki **mindent**, ami érvényes:

- ☐ A felhasználói szokásminták megfigyelése és elemzése
- ☐ Termék nem megfelelő használatából tanulságok leszűrése
- ☐ Termékoptimalizálási lehetőségek feltárása
- ☐ Termékkel kapcsolatos új szolgáltatások kidolgozása
- ☐ Az adatokat nem hasznosítjuk
- ☐ Használat során adatok nem keletkeznek

56 []Milyen arányban hasznosítják a vállalat életében a rendelkezésre álló gyűjtött adatokat?

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Több mint 50% kerül felhasználásra
- ○ 20-50%-os mértékben
- ○ Kevesebb mint 20%-os mértékben
- ○ Nem használják fel

57 []A cégük nyújtotta szolgáltatások egyre nagyobb mértékben épülnek a gyűjtött adatok értékelésére és elemzésére?

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Igen
- ○ Nem

58 []A gyűjtött adatokra épülő speciális szolgáltatások aránya a vállalati bevétel %-ában.

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Nincs hozzáadott érték
- ○ Kevesebb mint 2,5%
- ○ 2,5% - 7,4%
- ○ 7,5% - 10%
- ○ A bevétel több mint 10%-a kötheto a gyűjtött adatokból levezetett szolgáltatásokhoz

Munkavállalók

59 []Az Ipar 4.0 megvalósítása szempontjából értékelje az alábbi területeket.

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Kritikus	Releváns	Nem releváns
A szükséges képességek egyértelműen legyenek meghatározottak	○	○	○
Új emberek toborzási stratégiája adott	○	○	○
Folyamatosan megújuló belső tréningek a digitális kultúra előmozdítására	○	○	○
Vállalati kultúra változás menedzsmentje, támogatása	○	○	○
Munkaerő megtartás aktív programjai, motivációs rendszer	○	○	○
"Az év dolgozója" díj létezik a kimagasló teljesítmény kitüntetésére	○	○	○
Kafeteria rendszer	○	○	○
Fizetésen kívüli juttatások	○	○	○
Etikai kérdések kezelése	○	○	○

60 []Milyen belső képzési programjaik vannak?

Kérem, válasszon ki **mindent**, ami érvényes:

- ☐ Adatvédelem
- ☐ Big Data kezelés
- ☐ Web 2.0
- ☐ Mobil technológiák
- ☐ Robotika
- ☐ Kiberfizikai gyártórendszerek (CPPS)
- ☐ Additív eljárások (pl. 3D nyomtatás)
- ☐ Innovációmenedzsment
- ☐ ITIL képzés
- ☐ Egyéb: _____

61 []Hogyan értékeli saját munkavállalóinak kompetenciáit az Ipar 4.0 kapcsán felmerülő jövőbeli elvárások terén?

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Releváns és kiemelkedő	Létezik és kielégítő	Létezik, de nem kielégítő	Nem létezik
IT infrastruktúra	○	○	○	○
Automatizálási technikák	○	○	○	○
Adatkiértékelés, feldolgozás	○	○	○	○
Adatbiztonság / Kommunikációs biztonság	○	○	○	○
Támogató (segédlet) rendszerek fejlesztése és felhasználása	○	○	○	○

	Releváns és kiemelkedő	Létezik és kielégítő	Létezik, de nem kielégítő	Nem létezik
Csoportmunka-alkalmazások	○	○	○	○
Nem technikai kompetenciák, mint rendszer- és folyamatszemlélet	○	○	○	○

III. Az Ipar 4.0 nemzetgazdasági kérdései

Területi egyenlőtlenségek oldása

62 []Minek van nagyobb motiváló szerepe a digitalizációban, az adócsökkentésnek vagy a pályázati forrásoknak? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Adócsökkentés a preferáltabb
- ○ A pályázati forrás az előnyösebb
- ○ Mindkettő együtt alkalmazandó

63 []Minek van nagyobb multiplikatív hatása a versenyképesség fokozásában, az adócsökkentésnek vagy a pályázati forrásoknak? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Adócsökkentés a preferáltabb
- ○ A pályázati forrás az előnyösebb
- ○ Mindkettő együtt alkalmazandó

64 []Érzi-e a területi egyenlőtlenségek gátló hatásait? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Igen, mert a hazai piacot ennek okán heterogén módszerekkel kell megközelítenünk
- ○ Igen, mert gátolja az integrációt
- ○ Nem, nem okoz gondot iparágunkban

65 []Támogatja-e Ön az elmaradott térségek kiemelt kezelését az állami iparfejlesztési politika szintjén? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Igen, mert így új piacok, erőforrások lesznek elérhetőek
- ○ Nem, mert inkább a már fejlett régiókat lenne szükséges további támogatásokkal fejleszteni

66 []Megítélése szerint az Ipar 4.0 bevezetése, különösképpen a horizontális integráció szempontjából lényeges-e a közlekedési infrastruktúra (autópálya, vasút, reptér, stb.) fejlesztése? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Igen, ennek priorítása kiemelt
- ○ Igen, általánosságban igaz
- ○ Nem, ez kevésbé lényeges szempont

67 []Megítélése szerint a digitalizáció meghonosítása érdekében lényeges-e a digitális ügyintézés (e-kereskedelem, e-számla, vállalati ügyfélkapu, stb.) további fejlesztése, megerősítése? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Igen, ennek priorítása kiemelt
- ○ Igen, általánosságban igaz
- ○ Nem, ez a kevésbé lényeges szempont

68 []Véleménye szerint egy ipari park tagjának lenni előnyös-e a horizontális integráció szempontjából? *

Kérem, válasszon egyet az alábbiak közül:

- ○ Igen, pl. könnyebb új partnereket találni
- ○ Nem, a térbeli közelségnek nincs kimutatható előnyös hozadéka

69 []Véleménye szerint egy klaszter tagjának lenni előnyös-e a horizontális integráció szempontjából? *

Kérem, válasszon egyet az alábbiak közül:

- ○ Igen, pl. könnyebb új partnereket találni
- ○ Nem, a klaszterek működésének nincs kimutatható előnyös hozadéka

70 []Székhelye és összes telephelye Budapesten kívül található-e? *

Kérem, válasszon egyet az alábbiak közül:

- ○ Igen
- ○ Nem

Állami szerepvállalás

71 []Véleménye szerint az Ön környezetében mennyire ismert a Nemzeti Kutatási és Intelligens Szakosodási Stratégia (S3) célkitűzése és feltételrendszere? *

Kérem, válasszon egyet az alábbiak közül:

- ○ Jól ismert
- ○ Részleteiben nem ismert
- ○ Tudnak róla, de nem ismerik
- ○ Magam sem foglalkoztam vele

72 []

A jelenleg hatályos szabályozások, amelyek az Ipar 4.0-ra és a digitalizációra épülő iparkorszerűsítési folyamatokat célozzák meg, az Ön megítélése szerint hogyan befolyásolják a kívánt célok elérését?

A megjegyzés mezőben nevezze meg a leginkább gátló szabályozást és a feloldására vonatkozó esetleges javaslatát.

*

Kérem, válasszon egyet az alábbiak közül:

- ○ Támogatják
- ○ Nehezítik
- ○ Lassítják
- ○ Gátolják

Az Ön megjegyzése ehhez:

73 []

Véleménye szerint milyen területeken lenne szükség korszerűsített vagy új szabályozásra az Ipar 4.0 megvalósítás érdekében?

Kérem, írja ide a választ:

74 []Ön szerint hogyan tud az állam a leghatékonyabban hozzájárulni az Ipar 4.0 magyarországi sikeréhez?

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Nagyon fontos	Fontos	Kevésbé fontos	Nem releváns
Célprogramok finanszírozásával	○	○	○	○
Állami / MNB vállalkozásfejlesztő hitelezési politikával	○	○	○	○
Infrastruktúrával (pl. Közlekedés, ICT-hálózat, Oktatási struktúra)	○	○	○	○
Területfejlesztési politikával	○	○	○	○
A jogi környezet szabályozásával	○	○	○	○
Az oktatás folyamatos fejlesztésével	○	○	○	○
Foglalkoztatási politikával	○	○	○	○

75 []A kormány Ipar 4.0 korszerűsítést finanszírozó programja tekintetében jelölje be az egyes dimenziókban az Ön által optimálisnak tartott mértéket. *

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Támogatási összeg (1: 1millió Ft; 10: 500millió Ft)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Projekt időtartam (1: 0,5 év; 10: 7 év)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Projekt intenzitás (1: 5%; 10:100%)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Konzorciális tagok száma (1: 0 db; 10: 10 db)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Egy kiírásban támogatott projektek száma (1: 5 db; 10: 50db)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Kutatóhelyek bevonásának mértéke (1: nincs rá szükség; 10: feltétlen szükséges)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

Minden sorban a megadott két szélsőérték között becsülje meg a lineáris, 10 osztású skálán az Ön által érvényesnek tartott értéket.

Energia- és anyaghatékony eszközök és gyártási módok

76 []Az Ön iparágában megvalósítható-e a környezettudatos gyártás a fenntartható fejlődés érdekében? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Igen, teljes mértékben
- ○ Igen, korlátozásokkal
- ○ Nem

77 []Az Ön iparágában mennyire jellemző, illetve lesz jellemző az üzleti és termelési folyamatok digitalizációja? *

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Teljes mértékben	Nagy részben	Bizonyos részterületeken	A digitalizáció ezen a területen nem jellemző	A digitalizáció ezen a területen nem indokolt
Jelen (2017)	○	○	○	○	○
Középtávon (2018-2020)	○	○	○	○	○

78 []Az Ön iparágában mennyire jellemző, illetve lesz jellemző a számítási felhőszolgáltatás igénybevétele? *

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Jelen (2017)				Középtávon (2018-2020)			
	Teljes mértékben	Nagy részben	Bizonyos részterületeken	Nem jellemző	Teljes mértékben	Nagy részben	Bizonyos részterületeken	Nem jellemző
Szoftver a felhőből	○	○	○	○	○	○	○	○
Felhőszolgáltatás adatkiértékelésre, feldolgozásra	○	○	○	○	○	○	○	○
Felhőszolgáltatás adattárolásra	○	○	○	○	○	○	○	○

79 []Az Ön iparágában mennyire jellemző, illetve lesz jellemző a robotika (gyártásban, logisztikában való) alkalmazása? *

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Teljes mértékben	Nagy részben	Bizonyos részterületeken	A digitalizáció ezen a területen nem jellemző	A digitalizáció ezen a területen nem indokolt
Jelen (2017)	○	○	○	○	○
Középtávon (2018-2020)	○	○	○	○	○

80 []

Milyen szintű információmegosztás szükséges a vállalatok külső kapcsolatrendszerének horizontális integrációjának érdekében amely hozzájárulhat az értékteremtési lánc optimalizálásához?

*

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Egyes adatok automatikus és szisztematikus megosztása a megrendelőkkel és/vagy beszállítókkal
- ○ Egyes adatok eseteiként megosztása a megrendelőkkel és/vagy beszállítókkal dedikált kommunikációs csatornákon
- ○ Hagyományos információmegosztás (telefon, e-mail, fax)
- ○ Nem történik adatok megosztása

Új digitális technológiák alkalmazása

81 []A hazai piacon elérhető Ipar 4.0-hoz köthető K+F eredmények, szolgáltatások véleménye szerint kielégítőek-e mennyiség, minőség és ár tekintetében? *

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Igen	Nem
Mennyiség	○	○
Minőség	○	○
Ár	○	○

82 []Minősítse jövőbeli szerepüket tekintve az alábbi információs és kommunikációs technológiákat. *

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Kiemelten fontos	Fontos	Kevésbé fontos
Szenzorok	○	○	○
Mobil végberendezések (pl. kézi scanner)	○	○	○
RFID	○	○	○
Valósidejű helymeghatározó rendszer	○	○	○
Big Data valósidejű adatkiértékelésre, tárolásra	○	○	○
Felhőmegoldás mint skálázható IT infrastruktúra	○	○	○
Beágyazott IT rendszerek	○	○	○
M2M (gépek közötti kommunikáció)	○	○	○
Alkalmazásintegráció	○	○	○
MES / ERP / PPS rendszerek	○	○	○
PLM alkalmazás	○	○	○
Kiterjesztett valóság	○	○	○
Mesterséges intelligencia	○	○	○
Internet of Things	○	○	○

83 []Az Ön iparágában mennyire jellemző, illetve lesz jellemző a nagy adattömeg feldolgozás (Big Data) (piaci előrejelzésben, tervezésben, gyártásban, logisztikában való) alkalmazása, használata?

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Egyáltalán nem jellemző	Inkább nem jellemző	Inkább jellemző	Nagyon jellemző
Jelen (2017)	○	○	○	○
Középtávon (2018-2020)	○	○	○	○

84 []Az Ön iparágában mennyire jellemző, illetve lesz jellemző a fizikai termelési környezet virtuális leképzése (gyártósorok, termelő eszközök, folyamatok modellezése tekintetében)? *

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Teljes mértékben	Nagy részben	Bizonyos részterületeken	A digitalizáció ezen a területen nem jellemző	A digitalizáció ezen a területen nem indokolt
Jelen (2017)	○	○	○	○	○
Középtávon (2018-2020)	○	○	○	○	○

85 []Az Ön iparágában mennyire jellemző, illetve lesz jellemző a fizikai termelési környezetnek megvalósítás előtti virtuális megtervezése? *

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Teljes mértékben	Nagy részben	Bizonyos részterületeken	A digitalizáció ezen a területen nem jellemző	A digitalizáció ezen a területen nem indokolt
Jelen (2017)	○	○	○	○	○
Középtávon (2018-2020)	○	○	○	○	○

86 []Az Ön iparágában mennyire jellemző, illetve lesz jellemző a dolgok internetének (Internet of Things) alkalmazása, használata az alábbi területeken? *

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Jelen (2017)				Középtávon (2018-2020)			
	Egyáltalán nem jellemző	Inkább nem jellemző	Inkább jellemző	Nagyon jellemző	Egyáltalán nem jellemző	Inkább nem jellemző	Inkább jellemző	Nagyon jellemző
Gyártóeszközök hálózatba kötve	○	○	○	○	○	○	○	○
Vállalatirányítási rendszer elemei hálózatba kötve	○	○	○	○	○	○	○	○
Ügyfélkapcsolat-kezelés (CRM) hálózaton keresztül	○	○	○	○	○	○	○	○
Beszállítói kapcsolatkezelés hálózaton keresztül	○	○	○	○	○	○	○	○

87 []Az új digitális technológiák megvalósítása hol jelenti a legnagyobb kihívásokat? *

Kérem, válasszon ki mindent, ami érvényes:

- ☐ Új üzleti modellek
- ☐ Rendelkezésre álló megoldások integrálása
- ☐ Standardizálás
- ☐ Folyamat- és munkaszervezés
- ☐ Információbiztonság és -védelem
- ☐ Szakértelem rendelkezésre állása
- ☐ Jelentős K+F+I igény
- ☐ Képzés, továbbképzés
- ☐ Jogi szabályozások, jogi környezet
- ☐ Egyéb: _____

88 []Az Ipar 4.0 fejleményeiről való tájékozódás szempontjából minősítse az alábbi csatornákat külön-külön *

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Hiteles	Aktuális	Személyre szabott	Könnyen elérhető	Költséghatékony
Internet	○	○	○	○	○
Szakmai folyóiratok	○	○	○	○	○
Szakmai kiállítások, vásárok	○	○	○	○	○
Konferenciák	○	○	○	○	○
Személyes információcsere útján	○	○	○	○	○
Kiválósági Központok célzott disszeminációja által	○	○	○	○	○

Erőforrások hatékonyabb felhasználása

89 []Lényeges-e az Ön iparágában, hogy beszerzéseit a hazai gyártók termékeiből tudja kielégíteni? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Igen, lényeges lenne, de nem lehetséges
- ○ Igen, lényeges és megoldható lenne, de tipikusan mégsem így történik
- ○ Igen, lényeges és így is történik
- ○ Ipar 4.0 szempontjából ez nem releváns kérdés

90 []Az alábbi tényezők közül melyek a versenyképesség akadályai az Ipar 4.0 területén? *

Kérem, válasszon ki **mindent**, ami érvényes:

- ☐ Széleskörben tapasztalható digitális írástudatlanság
- ☐ Szakképzett munkaerő hiánya
- ☐ Emelkedő bérköltségek
- ☐ Bővítési lehetőségek hiánya
- ☐ Szűkülő piaci lehetőségek
- ☐ Emelkedő logisztikai költségek
- ☐ Kedvezőtlen infrastruktúra
- ☐ Elavult termelési technológiák, folyamatok
- ☐ Hiányzó vagy elavult információs-és kommunikációs technológiák
- ☐ K+F+I támogatás hiánya
- ☐ Egyéb: _____

91 []Az Ipar 4.0 megvalósítása kapcsán milyen területeken várható előrelépés? *

Kérem, válasszon ki **mindent**, ami érvényes:

- ☐ Hatékonyságnövelés
- ☐ Nagyobb rugalmasság
- ☐ A termelési-logisztikai folyamatok jobb átláthatósága
- ☐ Új piacok szerzése
- ☐ Versenyelőny
- ☐ Növekedési potenciál
- ☐ Egyéb: _____

92 []Egyetért-e Ön azzal, hogy a vállalatirányítási folyamatok vertikális integrációja kívánatos és hozzájárul a versenyképesség növeléséhez? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Igen, teljes mértékben
- ○ Igen, korlátozásokkal
- ○ Nem

Foglalkoztatás bővítése, munkahelyteremtés

93 []Véleménye szerint az alábbi ágazatokban hogyan alakul a foglalkoztatás az Ipar 4.0 megvalósítása következtében? *

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Munkaerőigény csökken	Munkaerőigény nem változik	Új típusú képzettséggel rendelkező munkaerőre van/lesz szükség	Elsősorban magas szaktudás / innovatív képesség iránti igény dominál
Járműgyártás	○	○	○	○
Elektronikai ipar	○	○	○	○
Orvosi berendezések gyártása	○	○	○	○
Élelmiszeripar	○	○	○	○
Energiaipar	○	○	○	○
Építőipar	○	○	○	○
Fémipar és fémfeldolgozás	○	○	○	○
Egyéb feldolgozóipar	○	○	○	○
Gépipar	○	○	○	○
Vegyipar és gyógyszergyártás	○	○	○	○
Információ és kommunikáció technológia	○	○	○	○
Logisztika (szállítás, raktározás)	○	○	○	○
Tanácsadás	○	○	○	○
Felsőfokú képzés	○	○	○	○
Egyéb	○	○	○	○

94 []Véleménye szerint az Ipar 4.0 hogyan változtatja meg az emberi munka körülményeit? *

Kérem, válasszon ki **mindent**, ami érvényes:

- ☐ Új munkahelyek teremtődnek
- ☐ Egyes munkahelyek megszűnnek, helyükbe újak lépnek
- ☐ A robotok a munkavállalók támogatására hivatottak
- ☐ A robotok, gépek kiszorítják a hagyományos munkaerőt a kézi munkavégzés köréből
- ☐ Az új munkakörülményekhez új típusú képességek, képzettségek szükségesek

95 []A robotikának a gyártásban, a logisztikában való alkalmazása kapcsán mely kérdéseket látja relevánsnak? *

Kérem, válasszon ki **mindent**, ami érvényes:

- ☐ Ember-robot együttműködés
- ☐ Autonóm robotok térnyerése
- ☐ Előre programozott robotok üzemesítése
- ☐ Robotok használata nem indokolt

96 []

Megítélése szerint az alábbi területeken hány munkavállaló hiányzik országos szinten?

*

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Jelen (2017)			Középtávon (2018-2020)		
	1 - 10000	10001 - 20000	20001 -	1 - 10000	10001 - 20000	20001 -

	Jelen (2017)			Középtávon (2018-2020)		
	1 - 10000	10001 - 20000	20001 -	1 - 10000	10001 - 20000	20001 -
Oktatásban	○	○	○	○	○	○
Gyártóipari szakemberből	○	○	○	○	○	○
Gyártóipari mérnökből	○	○	○	○	○	○
Kutatás-fejlesztési szférában	○	○	○	○	○	○
Tanácsadás területén	○	○	○	○	○	○

97 []

Hogyan lehet az oktatás-képzés egyes szintjein, illetve szakaszaiban hatékonyabb megoldásokat találni az iparfejlesztés vonatkozó igényeinek megfelelően?

Kérem, válasszon ki **mindent**, ami érvényes:

- ☐ A teljes oktatási vertikum egységes kiegészítése a digitális kultúrát fejlesztő tartalommal
- ☐ Új, alternatív képzési formák bevezetése
- ☐ A létező képzési tematikák (pl.OKJ) felülvizsgálata
- ☐ Szigorúbb minőségbiztosítás bevezetése az oktatás-képzés minden szintjén
- ☐ Akkreditálás szabályozásának újragondolása
- ☐ Intézmények közötti átjárhatóság feltételeinek szabályozása
- ☐ Egyéb: _____

98 []Elégedett-e a duális képzés hazai eredményeit illetően? *

Kérem, válaszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Igen
- ○ Nem

IV. Visszajelzés

A kitöltő személy adatai, elérhetőségei

99 []Kérjük adja meg alábbi adatait, hogy visszajelzést adhassunk Önnek a felmérés eredményéről.

Kérem, írja ide a válaszát:

Az Ön neve

Az Ön beosztása

Az Ön vállalatának / intézményének a neve

Az Ön telefonszáma

Az Ön e-mail címe

Industrie 4.0: Kihívások és lehetőségek a hazai ipar számára

Az Industrie 4.0-val kapcsolatos felmérés az EPIC projekt keretében

A korszerű információs és kommunikációs technológiák valamint a gyártó- és a kapcsolódó logisztikai rendszerek mind gyorsabb integrációs folyamatai alapvető változásokat indítottak el az iparban, amiket ma összefoglalóan – németországi minta után – *Industrie 4.0* (I4.0) neveznek. A sokak által forradalminak tartott változások új kihívásokat jelentenek mind az ipari, mind a kutató-fejlesztő szféra számára.

Az MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézete, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) Gépészmérnöki, valamint Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kara, a Fraunhofer Társaság három, a gyártás területén kiemelkedő jelentőségű intézete (IPA-Stuttgart, IPK-Berlin, IPT-Aachen) és a Fraunhofer Austria – az NKFI Hivatal koordinálása mellett – közös európai projektben kapott lehetőséget arra, hogy támogassa az I4.0 magyarországi meghonosítását. Az EPIC projekt (http://www.centre-epic.eu/) első fázisában célunk a helyzetfelmérés. Az alábbi kérdőív arra irányul, hogy megismerjük, lehetőleg mind szélesebb körben, a hazai ipar I4.0-val kapcsolatos elképzeléseit és igényeit.

A kérdésekre adott válaszokat bizalmasan kezeljük. A felmérés általánosítható tanulságait és az I4.0 hazai cégek számára fontos lehetőségeit egy tanulmányban foglaljuk össze, melyet egy Industrie 4.0 műhelytalálkozó keretében ismertetünk.

Ezúton kérem a kérdőív mind teljesebb kitöltésére. Amennyiben érdekli a tanulmány vagy részt kíván venni a műhelytalálkozón, ezt a kitöltéskor kérem, külön jelezze.

Együttműködést köszönve, üdvözlettel,

Monostori László

MTA SZTAKI igazgató

Az EPIC projekt vezetője

44 kérdés van ebben a kérdőívben

A kitöltő adatai

A csoportban található kérdések a kérdőív kitöltőjére vonatkoznak.

Kapcsolattartási adatok *

Kérem, írja ide a válaszait:

- Cég neve
- Kapcsolattartó neve
- Beosztás
- Email
- Telefon

Kérjük adja meg kapcsolattartási adatait!

Kér-e visszajelzést a felmérés eredményéről? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Igen
- ○ Nem

Szándékában áll-e részt venni az I4.0 műhelytalálkozón? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Igen
- ○ Nem

Céginformációk

Ez a kérdéscsoport az Ön cégére vonatkozó kérdéseket tartalmaz.

Az Ön cége melyik megyében végzi fő tevékenységét? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Budapest
- ○ Bács-Kiskun megye
- ○ Baranya megye
- ○ Békés megye
- ○ Borsod-Abaúj-Zemplén megye

- ○ Csongrád megye
- ○ Fejér megye
- ○ Győr-Moson-Sopron megye
- ○ Hajdú-Bihar megye
- ○ Heves megye
- ○ Jász-Nagykun-Szolnok megye
- ○ Komárom-Esztergom megye
- ○ Nógrád megye
- ○ Pest megye
- ○ Somogy megye
- ○ Szabolcs-Szatmár-Bereg megye
- ○ Tolna megye
- ○ Vas megye
- ○ Veszprém megye
- ○ Zala megye

A cég mely iparághoz tartozik? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Járműgyártás
- ○ Elektronikai ipar
- ○ Orvosi berendezések gyártása
- ○ Élelmiszeripar
- ○ Energiaipar
- ○ Építőipar
- ○ Fémipar és fémfeldolgozás
- ○ Egyéb feldolgozóipar
- ○ Gépipar
- ○ Vegyipar és gyógyszergyártás
- ○ Információ és kommunikáció technológia
- ○ Logisztika (szállítás, raktározás)
- ○ Egyéb

A cég alkalmazottainak létszáma *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ <10
- ○ 10-50
- ○ 51-250
- ○ 251-1500
- ○ >1500

A cég éves árbevétele (millió HUF)

Csak számokat írhat ebbe a mezőbe!

Kérem, írja ide a választ:

-

Hol helyezkedik el a cég a beszállítói láncban? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Nyersanyag beszállító
- ○ Alkatrész beszállító
- ○ Modul vagy rendszer beszállító
- ○ Végtermék gyártó
- ○ Szolgáltató
- ○ Egyéb

Mennyire becsüli cége termékeiben a bruttó hozzáadott érték arányát? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ <5%
- ○ 5%-10%
- ○ 10%-30%
- ○ 30%-50%
- ○ >50%

Melyik termelési szemléletmód jellemzi leginkább cégét? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Raktárra gyártás (Make to stock)
- ○ Rendelésre gyártás (Make to order)
- ○ Rendelésre összeszerelés (Assemble to order)
- ○ Testreszabás rendelésre (Customize to Order)
- ○ Rendelésre tervezés (Engineering to order)
- ○ Egyéb

Jellemzően milyen átfutási időt várnak el cégétől a megrendelők? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Néhány nap
- ○ Legfeljebb egy hét
- ○ Néhány hét
- ○ Néhány hónap
- ○ Egyéb

Kutatási, fejlesztési és innovációs (K+F+I) stratégia

Cége részt vett a Nemzeti Kutatási és Intelligens Szakosodási Stratégia (S3) kidolgozásában? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Igen
- ○ Nem
- ○ Nem tudom
- ○ Egyéb

Az intelligens szakosodás (S3) az Európai Unió egy új típusú, a kutatás-fejlesztési és innovációs folyamatok célzottabb támogatását lehetővé tevő, ezáltal a térségek tudásalapú gazdasági fejlődését segítő, a helyi lehetőségeket és igényeket jobban figyelembe vevő megközelítése. A folyamat célja, hogy az egyes tagországok és régiók 2020-ig tovább dinamizálják innovációs rendszereiket, hogy azok jelentős mértékben hozzájárulhassanak saját gazdaságuk, valamint az unió versenyképességének növekedéséhez, és fenntartható tudásgazdasággá alakulásához.

Ismeri a Nemzeti Kutatási és Intelligens Szakosodási Stratégiát (S3)? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Igen
- ○ Tud róla, de nem ismeri
- ○ Nem ismeri

K+F+I ráfordítás aránya az utóbbi évben a teljes árbevételhez képest *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ <0,2%
- ○ 0,2%-0,5%
- ○ 0,5%-1%
- ○ 1%-2%
- ○ 2%-5%
- ○ >5%

- ○ Nem tudom

K+F+I ráfordítás aránya az utóbbi öt évben a teljes árbevételhez képest *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ <0,2%
- ○ 0,2%-0,5%
- ○ 0,5%-1%
- ○ 1%-2%
- ○ 2%-5%
- ○ >5%
- ○ Nem tudom

Vett már részt európai FP6, FP7 vagy H2020 K+F+I projektben? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ igen
- ○ nem
- ○ nem tudom

Vett már részt hazai K+F+I projektben akadémiai vagy egyetemi partnerrel? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ igen
- ○ nem
- ○ nem tudom

Volt az utóbbi 5 évben kétoldalú K+F+I együttműködése hazai akadémiai vagy egyetemi partnerrel? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ igen
- ○ nem
- ○ nem tudom

Vállalata folytat technológiai innovációt? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ igen, tervezetten
- ○ igen, alkalmanként
- ○ nem
- ○ nem tudom

Vállalkozik új termékek bevezetésre? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ igen, rendszeresen
- ○ igen, alkalmanként
- ○ nem

Új termékek tervezésére, technológiai tervezésére, gyártásba való bevezetésére.

Milyen régióban folytat termelő tevékenységet? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Tudás régió
- ○ Ipari termelés zóna
- ○ Alacsony tudás- és technológia intenzitású régió
- ○ nem tudom

Tudás régió: Adott szakosodási irányban tudáscentrumok megerősítésével és a vállalkozói szféra bevonásával Európa szinten meghatározó szereplővé válhat, és jelentős versenyelőnyre tehet szert.

Ipari termelés zóna: Adott szakosodási irányokban kijelölt területen működő K+F+I tevékenység következtében be tud kapcsolódni az innovációs láncba, nagy hozzáadott értékű termékek fejlesztése révén sikeres beszállítóvá válhat (elsősorban a KKV szektorra jellemző).

Alacsony tudás- és technológia intenzitású régió: Ún. követő innovációval és korszerű fejlesztésekkel megújítható tevékenység, elsősorban tradicionális ágazatokban. Következményeként új munkahelyek jönnek létre és megszűnik az elvándorlás.

Mely versenyképességi hátrányokra számít középtávon cégét vagy a régiót illetően? *

Kérem, válasszon ki **mindent**, ami érvényes:

- ☐ Szakképzett munkaerő hiánya
- ☐ Emelkedő bérköltségek
- ☐ Bővítési lehetőségek hiánya
- ☐ Szűkülő piaci lehetőségek
- ☐ Emelkedő logisztikai költségek
- ☐ Kedvezőtlen infrastruktúra
- ☐ Elavult termelési technológiák, folyamatok
- ☐ Hiányzó vagy elavult információs és kommunikációs technológiák (ICT)
- ☐ K+F+I támogatás hiánya
- ☐ Egyéb

Industrie 4.0 (I4.0) helyzetértékelés

Ez a kérdéscsoport az I4.0-val kapcsolatos általános kérdéseket tartalmazza.

Az Önök cégénél foglalkoznak-e már az I4.0-val? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Még nem hallottunk róla
- ○ Hallottunk róla, de jelenleg nem téma
- ○ Már foglalkozunk a témával
- ○ Egyes elemet már alkalmazzuk
- ○ Széleskörűen alkalmazzuk
- ○ Egyéb

Ha igen, milyen formában foglalkoznak a témával? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Információ szerzés
- ○ Kutatás-fejlesztés
- ○ Megvalósítás
- ○ Egyéb

Megítélése szerint versenyképesség szempontjából cégénél mennyire fontos az I4.0? *

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	nem értelmezhető	nem fontos	fontos	nélkülözhetetlen
Mint felhasználó	○	○	○	○
Mint termékfejlesztő	○	○	○	○
Mint gyártó vagy szolgáltató	○	○	○	○

Megítélése szerint mely információs és kommunikációs technológia játszik majd vezető szerepet az I4.0-ban? *

Kérem, válasszon **egyet** az alábbiak közül:

- ○ Webes technológiák
- ○ Mobil kommunikáció
- ○ Internet of Things
- ○ Felhő alapú számítás (cloud)
- ○ Szenzor technológiák
- ○ Nagy adattömeg feldolgozása (Big Data)
- ○ Automatizálás
- ○ Nem tudom
- ○ Egyéb

Véleménye szerint az I4.0 hogyan változtatja meg az emberi munka körülményeit? *

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	nem értelmezhető	egyáltalán nem	egyes területeken	jelentősen, minden területen
rövidtávon (1-2 év)	○	○	○	○
középtávon (2-5 év)	○	○	○	○

Az I4.0 megvalósításával kapcsolatban melyek cégénél a legnagyobb kihívások? *

Kérem, válasszon ki **mindent**, ami érvényes:

- ☐ Új üzleti modellek
- ☐ Rendelkezésre álló megoldások integrálása
- ☐ Standardizálás
- ☐ Folyamat- és munkaszervezés
- ☐ Információbiztonság és -védelem
- ☐ Szakértelem rendelkezésre állása
- ☐ Jelentős K+F+I igény
- ☐ Képzés, továbbképzés
- ☐ Jogi szabályozások, jogi környezet
- ☐ Egyéb

Az I4.0 megvalósításával kapcsolatban cégénél hol vár előrelépést? *

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	nem értelmezhető	egyáltalán nem	kisebb mértékben, egyes területeken	jelentősen, minden területen
Hatékonyságnövelés	○	○	○	○
Nagyobb rugalmasság	○	○	○	○
A termelési-logisztikai folyamatok jobb átláthatósága	○	○	○	○
Új piacok szerzése	○	○	○	○
Versenyelőny	○	○	○	○
Növekedési potenciál	○	○	○	○

Honnan tájékozódik az I4.0 fejleményeiről? *

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	egyáltalán nem	időnként	rendszeresen
internet	○	○	○
szakmai folyóiratok	○	○	○
szakmai kiállítások, vásárok	○	○	○
konferenciák	○	○	○
személyes információcsere útján	○	○	○

Alapvető I4.0 technológiák

Jelenleg, illetve középtávon (2-5 éves viszonylatban) cége hogyan használja az alábbi technológiákat és módszereket?

Üzleti és termelési folyamatok digitalizálása *

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Teljes mértékben	Nagy részben	Bizonyos részeket	Nem digitalizálunk	Nem tudom
Jelenleg	○	○	○	○	○
Középtávon	○	○	○	○	○

Számítási felhőszolgáltatás (Cloud) *

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Szoftver szolgáltatás (Software as a Service)	Platform szolgáltatás (Platform as a Service)	Infrastruktúra szolgáltatás (Infrastructure as a Service)	Nem használjuk	Nem tudom
Jelenleg	○	○	○	○	○
Középtávon	○	○	○	○	○

Szoftver szolgáltatás: A szoftvert magát nyújtja szolgáltatásként. Ezeket az alkalmazásokat általában http protokollon keresztül, egy böngészővel lehet használni. Példa: Google Docs.

Platform szolgáltatás: Az alkalmazás üzemeltetéséhez szükséges környezetet biztosítja, terheléselosztással és feladatátvétellel, kezelő felülettel, ezek rendszeres biztonsági frissítésével. Példa: Google App Engine.

Infrastruktúra szolgáltatás: Virtuális hardvert (szervert, blokk-tárhelyet, hálózati kapcsolatot, számítási kapacitást) szolgáltat. Példa: Amazon EC2, Google Compute Engine.

Robotika alkalmazása a gyártásban *

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Ember-robot együttműködés a gyártásban	Autonóm robotok a gyártásban	Előre programozott robotok a gyártásban	Nem használ robotot	Nem tudom
Jelenleg	○	○	○	○	○
Középtávon	○	○	○	○	○

Robotika alkamazása a logisztikában *

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Ember-robot együttműködés a logisztikában	Autonóm szállítóeszközök	Előre programozott robotok a logisztikában	Nem használ robotot	Nem tudom
Jelenleg	○	○	○	○	○
Középtávon	○	○	○	○	○

Nagy adattömeg feldolgozása (Big Data) -- piaci igények, előrejelzés *

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Rendszeres használat	Esetenkénti használat	Kísérleti használat	Nincs használatban	Nem tudom
Jelenleg	○	○	○	○	○
Középtávon	○	○	○	○	○

Nagy adattömeg feldolgozása (Big Data) -- termelés *

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Rendszeres használat	Esetenkénti használat	Kísérleti használat	Nincs használatban	Nem tudom
Jelenleg	○	○	○	○	○
Középtávon	○	○	○	○	○

Új gyártási technológiák: additív gyártás, micro- és nano-gyártás *

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Rendszeres használat	Esetenkénti használat	Kísérleti használat	Nincs használatban	Nem tudom
Jelenleg	○	○	○	○	○
Középtávon	○	○	○	○	○

Internet (of Things) ipari alkalmazása *

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Gyártóeszközök hálózatba kötve	Vállalatirányítási rendszer elemei hálózatba kötve	Ügyfélkapcsolat-kezelés (CRM) hálózaton keresztül	Beszállítói kapcsolat-kezelés hálózaton keresztül	Nem használja az internetet a vállalatirányításban	Nem tudom
Jelenleg	○	○	○	○	○	○
Középtávon	○	○	○	○	○	○

Hálózat - és információbiztonsági megoldások *

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Átfogó adatbiztonság támogatott	Részleges adatbiztonság támogatott	Adatbiztonság nem támogatott	Nem tudom
Jelenleg	○	○	○	○
Középtávon	○	○	○	○

Adatvédelmi megoldások *

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Átfogó adatvédelem támogatott	Részleges adatvédelem támogatott	Adatvédelem nem támogatott	Nem tudom
Jelenleg	○	○	○	○
Középtávon	○	○	○	○

Vállalatirányítási folyamatok vertikális integrációja *

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Teljesen integráltak	Részben integráltak	Nem integráltak	Nem tudom
Jelenleg	○	○	○	○
Középtávon	○	○	○	○

A stratégiai, közép- és rövidtávú tervezési és irányítási folyamatok közötti integráció mértéke

Horizontális integráció az értékteremtési láncban *

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Egyes adatok automatikus és szisztematikus megosztása a megrendelőkkel és/vagy beszállitókkal	Egyes adatok esetenkénti megosztása a megrendelőkkel és/vagy beszállitókkal dedikált kommunikációs csatornákon	Hagyományos információ megosztás (telefon, e-mail, fax)	Nem történik adatok megosztása	Nem tudom
Jelenleg	○	○	○	○	○
Középtávon	○	○	○	○	○

A beszállitói hálózat résztvevői (beszállitók, megrendelők) közötti adat- és információáramlási folyamatok integrációjának mértéke

Termelési folyamatok követése *

Kérem, jelöljön meg egy megfelelő választ minden felsorolt elem számára:

	Automatikus, digitális, visszakövethető	Manuális, de digitalizált (pl. vonalkód)	Részben manuális, részben digitális, papír alapú létezik	Manuális, papír alapú
Jelenleg	○	○	○	○
Középtávon	○	○	○	○

Vélemények és észrevételek

Köszönjük hogy kitöltötte kérdőívünket! Ha további kérdése, észrevétele vagy megjegyzése van a kérdőívvel kapcsolatban, azt megoszthatja velünk az alábbi mezőben.

További kérdések, észrevételek a kérdőívvel vagy az I4.0-val kapcsolatban

Kérem, írja ide a válaszát:

Köszönjük hogy kitöltötte kérdőívünket! Amennyiben további kérdése vagy észrevétele van, forduljon hozzánk bizalommal!

Kérdőív elküldése
Köszönjük, hogy kitöltötte a kérdőívet.

1.

Bitte schätzen Sie, wie viele Mitarbeiter Ihr Unternehmen im Inland hat:

- ○ Bis 19 Mitarbeiter
- ○ 20 bis 99 Mitarbeiter
- ○ 100 bis 249 Mitarbeiter
- ○ 250 bis 499 Mitarbeiter
- ○ 500 oder mehr Mitarbeiter

2.

Versuchen Sie bitte, den Umsatz im Jahr 2014 als Größenordnung zu schätzen:

- ○ Unter 1 Mio. Euro
- ○ 1 Mio. bis unter 10 Mio. Euro
- ○ 10 Mio. bis unter 50 Mio. Euro
- ○ 50 Mio. bis unter 100 Mio. Euro
- ○ 100 Mio. bis unter 250 Mio. Euro
- ○ 250 Mio. bis unter 500 Mio. Euro
- ○ 500 Mio. Euro und mehr
- ○ Keine Angabe

3.

Wie würden Sie den Umsetzungsstand Ihrer Industrie 4.0-Strategie beurteilen?

- ○ Keine Strategie vorhanden
- ○ Pilotinitiativen sind angestoßen
- ○ Strategie in Arbeit
- ○ Strategie formuliert
- ○ Strategie in Umsetzung
- ○ Strategie umgesetzt

4.

Nutzen Sie Kennzahlen, um den Umsetzungsstand Ihrer Industrie 4.0-Strategie zu messen?

- ○ Ja, wir haben ein Kennzahlensystem, das wir als gut geeignet einschätzen
- ○ Ja, wir haben ein Kennzahlensystem, das uns etwas Orientierung gibt
- ○ Nein, soweit konkretisiert sind unsere Vorhaben noch nicht

5.

Welche Technologien setzen Sie in Ihrem Unternehmen ein?

- ☐ Sensorik
- ☐ Mobile Fertigeräte
- ☐ RFID
- ☐ Real-time-location-systems
- ☐ Big Data zur Speicherung und Auswertung von Echtzeitdaten
- ☐ Cloud-Technologien als skalierbare IT-Infrastruktur
- ☐ Eingebettete IT-Systeme
- ☐ M2M-Kommunikation

6.

In welchen Unternehmensbereichen haben Sie in den letzten beiden Jahren in die Umsetzung von Industrie 4.0 investiert und wie sehen die Pläne für die Zukunft aus?

	Investitionen in den letzten beiden Jahren				Investitionen in den kommenden 5 Jahren			
	In hohem Maße	In mittlerem Maße	In geringem Maße	Keine	In hohem Maße	In mittlerem Maße	In geringem Maße	Keine
Forschung und Entwicklung	○	○	○	○	○	○	○	○
Produktion/Fertigung	○	○	○	○	○	○	○	○
Einkauf	○	○	○	○	○	○	○	○
Logistik	○	○	○	○	○	○	○	○
Vertrieb	○	○	○	○	○	○	○	○
Service	○	○	○	○	○	○	○	○
IT	○	○	○	○	○	○	○	○

7.

Gibt es in Ihrem Unternehmen ein systematisches Technologie- und Innovationsmanagement?

- ☐ Im Bereich IT
- ☐ Im Bereich Produktionstechnologie
- ☐ Im Bereich Produktentwicklung
- ☐ Im Bereich Services
- ☐ Ein einheitliches, die Bereiche integrierendes Management
- ☐ Haben wir eher nicht

8.

Wie schätzen Sie Ihren Maschinenpark in Hinblick auf folgende Funktionalitäten ein?

	Nein, nicht gegeben	Ja, teilweise vorhanden	Ja, vollständig vorhanden
Maschinen/Anlagen sind über IT ansteuerbar	O	O	O
M2M: Kommunikation zwischen den Maschinen	O	O	O
Interoperabilität: Möglichkeit der Integration und Kollaboration mit anderen Maschinen/Systemen	O	O	O

9.

Wie schätzen Sie die Entwicklungsfähigkeit Ihres Maschinenparks in Hinblick auf folgende Funktionalitäten ein?

	Nicht relevant	Relevant, aber nicht nachrüstbar	Nachrüstbar	Hoch, weil Funktionalität bereits vorhanden ist
M2M: Kommunikation zwischen den Maschinen	O	O	O	O
Interoperabilität: Möglichkeit der Integration und Kollaboration mit anderen Maschinen/Systemen	O	O	O	O

10.

Die digitale Durchdringung der Fabrik ermöglicht ein digitales Abbild der Fabrik. Erfassen Sie bereits Maschinen- und Prozessdaten in der Produktion?

- O Ja, vollständig
- O Ja, teilweise
- O Nein

11.

Welche der folgenden Systeme nutzen Sie? Besitzt das jeweilige System eine Schnittstelle zum führenden System?

	Nutzung		Besitzt Schnittstelle zum führenden System	
	Ja	Nein	Ja	Nein
MES – Manufacturing Execution System	O	O	O	O
ERP – Enterprise Resource Planning	O	O	O	O
PLM – Product Lifecycle Management	O	O	O	O
PDM – Produktdatenmanagement	O	O	O	O
PPS – Produktionsplanungs- und Steuerungssystem	O	O	O	O
BDE – Betriebsdatenerfassung	O	O	O	O
MDE – Maschinendatenerfassung	O	O	O	O
CAD – Computer Aided Design	O	O	O	O
SCM – Supply Chain Management System	O	O	O	O

12.

In welchen Bereichen ist der Informationsaustausch mit anderen Bereichen systemintegriert definiert?
Bitte unterscheiden Sie dabei zwischen unternehmensinterner und –externer Dimension.

	Unternehmensintern zwischen den Bereichen		Unternehmensextern mit Kunden und/oder Lieferanten	
	Ja	Nein	Ja	Nein
Forschung und Entwicklung	O	O	O	O
Produktion/Fertigung	O	O	O	O
Einkauf	O	O	O	O
Logistik	O	O	O	O
Vertrieb	O	O	O	O
Finanzen/Rechnungswesen	O	O	O	O
Service	O	O	O	O
IT	O	O	O	O
Kein Unternehmensbereich	O	O	O	O

13.

In der Vision Industrie 4.0 steuert sich das Werkstück eigenständig durch die Produktion. Gibt es in Ihrem Unternehmen bereits Anwendungsfälle, wo sich das Werkstück autonom durch die Fertigung steuert?

- O Ja, unternehmensübergreifend
- O Ja, aber nur in ausgewählten Teilbereichen
- O Ja, aber nur in der Test- und Pilotphase
- O Nein

14.

Gibt es bei Ihnen Produktionsprozesse, die selbstständig/automatisiert in Echtzeit auf Änderungen der Produktionsbedingungen reagieren?

- O Ja, unternehmensübergreifend
- O Ja, aber nur in ausgewählten Teilbereichen
- O Ja, aber nur in der Test- und Pilotphase
- O Nein

15.

Wie ist Ihre IT organisiert?

- ☐ Keine eigene IT-Abteilung (Einbindung eines Dienstleisters)
- ☐ Zentrale IT-Abteilung
- ☐ Dezentrale IT-Abteilung in den Fachbereichen (Produktion, Produktentwicklung, etc.)
- ☐ IT-Experten, die in den Fachabteilungen eingebunden sind

16.

Wie weit sind Sie mit Ihren Lösungen zur IT-Sicherheit?

	Lösung implementiert	Lösung in Arbeit	Lösung geplant	Für uns nicht relevant
Sicherheit der internen Datenspeicherung	O	O	O	O
Sicherung von Daten über Cloud-Dienstleistungen	O	O	O	O
Kommunikationssicherheit im betriebsinternen Datenaustausch	O	O	O	O
Kommunikationssicherheit im Datenaustausch mit Partnerunternehmen	O	O	O	O

17.

Nutzen Sie bereits Dienstleistungen aus der Cloud?

	Ja	Nein, aber wir planen es	Nein
Software aus der Cloud	O	O	O
Zur Datenauswertung	O	O	O
Zur Datenspeicherung	O	O	O

18.

Bietet Ihr Unternehmen Produkte an, die über folgende Informations- und Kommunikationstechnik basierte Zusatzfunktionalitäten verfügen?

	Ja	Nein
Produktgedächtnis	O	O
Selbstauskunft	O	O
Vernetzung	O	O
Lokalisierung	O	O
Assistenzsysteme	O	O
Überwachung	O	O
Objektinformation	O	O
Automatische Identifikation	O	O

19.

Die gewonnenen Prozessdaten in der Produktion und in der Nutzungsphase ermöglichen neue Dienstleistungen. Bieten Sie solche Dienstleistungen an?

- O Ja, wir sind dabei mit unseren Kunden vernetzt
- O Ja, aber ohne Vernetzung mit den Kunden
- O Nein

20.

Analysieren Sie die aufgenommenen Daten aus der Nutzungsphase?

- O Ja
- O Nein, wir nehmen zwar Daten auf, analysieren sie aber nicht
- O Nein, wir nehmen in der Nutzungsphase keine Daten auf

21.

Wie schätzen Sie die Kompetenzen Ihrer Mitarbeiter in Bezug auf die zukünftigen Erfordernisse im Rahmen der Industrie 4.0 ein?

	Nicht relevant	Nicht vorhanden	Vorhanden, aber nicht ausreichend	Ausreichend vorhanden
IT- Infrastruktur	O	O	O	O
Automatisierungstechnik	O	O	O	O
Datenanalyse	O	O	O	O
Datensicherheit/Kommunikationssicherheit	O	O	O	O
Entwicklung oder Anwendung von Assistenzsystemen	O	O	O	O
Kollaborationssoftware	O	O	O	O
Nicht technische Kompetenzen, wie Systemdenken und Prozessverständnis	O	O	O	O