A MAGYAR MÉRNÖKAKADÉMIA AJÁNLÁSAI

Infokommunikációs és ipari digitalizációs rendszerek fejlesztése és bevezetése

Váncza József,
Csapody Miklós, Domián Krisztina, Nick Gábor, Várgedő Tamás

Készült az MMA INNOKATALIZÁTOR 2021 Programját támogató NKFIH ED_18-1-2019-0016 számú Szerződés keretében

Budapest, 2020. április 15.

Tartalom

1 Vezetői összefoglaló ... 4
2 A kulcsfogalmak definíciója ... 5
2.1 Az innováció fogalma, innovációs projektek megvalósítása ... 5
2.1.1 Bevezetés és rövid definíció ... 5
2.1.2 A rövid definíció fogalmainak értelmezése ... 5
2.1.3 Az műszaki innováció pontosított definíciója ... 6
2.1.4 Az innováció fogalmának és megvalósítási folyamatának részletesebb kifejtése ... 6
2.1.5 Az innovációs stratégia további szempontjai ... 8
2.1.6 Innovációmenedzsment ... 9
2.2 Az Ipar 4.0 kulcstechnológiái és kulcskérdései ... 11
2.2.1 Az Ipar 4.0 meghatározása ... 11
2.2.2 Az Ipar 4.0 technológiái ... 12
2.2.3 Az Ipar 4.0 következményei és új kulcskérdései ... 13
3 Helyzetelemzés ... 17
3.1 A világ vezető ipari hatalmai: Németország, Svájc, Kína, Japán, USA ... 17
3.1.1 A dezindusztrializáció és következményei ... 17
3.1.2 Németország ... 18
3.1.3 Svájc ... 21
3.1.4 Kína ... 22
3.1.5 Japán ... 23
3.1.6 USA ... 24
3.1.7 A különböző stratégiai opciók, illetve alkalmazásuk összefoglalása ... 25
3.2 Hazai helyzetkép külső szemmel ... 25
3.2.1 A Világgazdasági Fórum Versenyképességi Indexe 2019 ... 26
3.2.2 Az Európai Unió Innovation Scoreboard (IUS) 2019 riportja ... 27
3.2.3 DESI Index 2019 június ... 28
3.2.4 Digital Transformation Scoreboard 2018 ... 29
3.3 Hazai helyzetkép – belülről szemlélve ... 30
3.3.1 Kormányzati szakpolitikák ... 30
3.3.2 Digitalizációhoz kapcsolódó országos infrastrukturális fejlesztések ... 31
3.3.3 Az IKT és ipari digitalizációs fejlesztések megvalósulását támogató források térképe 32
3.3.4 Az Ipar 4.0 NTP szerepe és működése, tevékenységei ... 33
3.4 Vállalkozások és a KKV-k speciális helyzete ... 35
4 Megállapítások és következtetések ... 38
4.1 Az élenjáró nemzetközi gyakorlatok ... 38

4.1.1 Ajánlások az élenjáró nemzetközi gyakorlatok alapján 38
4.1.2 A use case-k érték- és mértékadó szerepe, az ún. világítótornyok („Lighthouses”) tanulságai 39
4.1.3 Következtetések: az ország megítélés elsődleges indokai 40
4.1.4 A hazai jó gyakorlatok 41
5 A mérhetőség, mint a fenntarthatóság egyik kulcsfeltétele és biztosítéka 42
5.1 Az érettségi modellek egységesítése 42
5.2 Javaslat a ROI, illetve ROCE alapú mérési mód bevezetésére és elfogadtatására 42
5.2.1 Az Ipar 4.0 „gazdaságtana” 42
5.2.2 Az Ipar 4.0 hatásának egy új szemléletű mérési módja 44
5.3 Beavatkozási logika és a stratégia pillérszerkezete 46
5.4 A K+F+I javasolt intézkedései, beavatkozási területei és KPI mutatórendszere 47
5.4.1 Digitalizáció: gyártás és logisztika megvalósítása 47
5.4.2 Ipar 4.0 munkaerőpiac 48
5.4.3 Ipar 4.0 kutatás-fejlesztés-innováció 49
5.4.4 Ipar 4.0 ökoszisztéma 50
5.4.5 A megvalósulás monitoring és értékelő rendszere 51
6 Összegzés 53
7 Függelékek 55
7.1 Melléklet 1: Ipar 4.0-hoz közvetlenül, vagy közvetve kapcsolódó projektek 55
7.2 Melléklet 2: Meghirdetés előtt álló, vagy folyamatban lévő releváns infokommunikációs / ipari digitalizációs pályázati kiírások 56

1 Vezetői összefoglaló

Jelen tanulmány az MMA – NKFIH megállapodás keretében készült, melynek célja a Magyar Mérnök Akadémia által birtokolt tudás, ismerettömeg, tapasztalat összefoglalása az „Infokommunikációs és ipari digitalizációs rendszerek fejlesztése és bevezetése" c. témában és javaslatok kidolgozás a e téren a hazai innovációs folyamatok katalizálására, az innováció eredményességének és hatékonyságának fokozására.

Az innováció fogalma sokak által használt és igen sokrétű, meghatározása korántsem egységes. Ezért a tanulmány elsőként – a műszaki innovációra fókuszálva – megadja annak definícióját és megvalósítási folyamatának fő lépéseit. A továbbiakban a tanulmány röviden jellemzi a negyedik ipari forradalomnak is tartott ún. Ipar 4.0 folyamat során létrejött gyártó- és logisztikai rendszereket, különös tekintettel azokra az új kihívásokra, amelyekre az ipar digitalizációjának e legújabb, megkülönböztetett jelentőségű fázisában innovatív megoldásokat kell találni.

A tanulmány a fenti folyamatról több szempontból ad helyzetelemzést: (1) Milyen folyamatok zajlanak a világ vezető, ill. példaadó ipari hatalmainál, mint Németország, Svájc, Japán, Kína, és az USA? (2) Milyen Magyarország megítélése külső nézőpontból, alapul véve a *Világgazdasági Fórum* (WEF) versenyképességi riportját, az Európai Unió *Innovation Scoreboard* (IUS) jelentését, a *Digital Economy and Society Index* (DESI), valamint a *Digital Transformation Scoreboard* 2018 riportjait? (3) Milyen iparpolitikai kezdeményezések történtek a közelmúltban az ipar digitalizációjának támogatása érdekében, tekintettel a kormányzati szakpolitikákra, a digitalizációhoz kapcsolódó országos infrastrukturális fejlesztésekre, és az Ipar 4.0 Nemzeti Technológiai Platform Szövetség szerepére? (4) Végül, a tanulmány kiemelten foglalkozik a hazai KKV-k szerepével.

A tanulmány számba veszi az élenjáró gyakorlatokat és az innovációban kiváltképp érdekelt nemzetközi szervezetek ajánlásait. Nehéz, de nem lehetetlen jó gyakorlatokat, mintákat találni, melyek időben történő adaptálása prognosztizálható előnyöket eredményez. Az élenjáró piaci szereplők jelentős lépéseket tesznek a nyílt innovációs ökoszisztéma-szemlélet meghonosításában, a természeti erőforrások tudatos használata mellett. A technológiák öncélú hasznosításának kerülésével erősödik a kooperációs hálózatok, platformok szerepe. A középpontban továbbra is az ember mint a tudás előállítója és birtokosa marad. A jó gyakorlatok megvalósítása csak és kizárólag tudatos tervezés és a prioritások kijelölése után lehetséges, mert így garantálható, hogy egyes részterületeken fókuszált, cél- és siker-orientált fejlesztések valósuljanak meg. Ennek keretrendszere a prioritások azonosítása és strukturálása, majd stratégiába foglalása kell, hogy legyen. A tanulmány végül ezekre ad egy rendszerezett javaslatot.

2 A kulcsfogalmak definíciója

2.1 Az innováció fogalma, innovációs projektek megvalósítása

2.1.1 Bevezetés és rövid definíció

Mindazok a szakemberek, akik az *innováció* területén tevékenykednek, azzal munkájuk, hivatásuk folytán rendszeresen kapcsolatot tartanak, tisztában vannak – eltekintve néhány félreértéstől –, az *innováció* kifejezés lényegi tartalmával; ugyanakkor az *innováció*val foglalkozó szakirodalomban számos – sokszor egymásra nagyon hasonlító, máskor esetleg még lényeges elemeiben is eltérő – definícióval lehet találkozni, itthon és a nemzetközi irodalomban és gyakorlatban egyaránt. Ennek oka sokrétű lehet, elsősorban az eltérő nézőpontokra, megközelítésekre vezethetők vissza; de ebben az anyagban – amely alapvetően a *műszaki innováció*ra fókuszál –, ezt a sokszínűséget elég csak megemlíteni, nem szükséges itt ezzel a helyzettel részletekbe menően foglalkozni.

Általános értelemben az *innováció* lényege, rövid definíciója: *új, piacképes termék* (és technológia, és szolgáltatás) – szabad általánosságban így is fogalmazni: új áru – *létrehozása és piaci bevezetése.* Ennek a lényegnek a részletesebb kifejtése, pontosítása a jelen fejezet tárgya; amely anyag nem a fogalmazási precizitásra törekszik, nem szándékozik minden vonatkozásban a teljesség igényével fellépni; sokkal inkább arra törekszik, hogy a műszaki *innováció* vonatkozásában

- a meghatározás *egyértelmű* legyen,
- az *innováció*ban résztvevő valamennyi személy, szervezet, hivatal számára világossá tegye az *összefüggéseket*, és
- hasznosítható legyen a kormányzati szintű *innovációs stratégia* kialakításában.

Annak hangsúlyozása, hogy e tanulmány a műszaki innovációra fókuszál, nem jelenti azt, hogy más szakmai területet érintő innováció esetében az itt leírtak – *mutatis mutandis* – ne lennének legalább részlegesen alkalmazhatóak. Ugyanakkor nyilvánvaló, hogy pl. egy oktatásra vonatkozó innováció esetében – elsősorban az innováció megvalósítása vonatkozásában (lásd: a 2.1.4. pontot) –, ne kellene más, eltérő szempontokat is figyelembe venni.

Az elmúlt sok év során jelentkeztek törekvések, kísérletek az *innováció* szó magyarítására, mindezidáig, úgy látszik, eredménytelenek voltak. Ez a „kudarc" nem tekinthető problémának. Érdemes az *innováció* kifejezést megőrizni, az általános nemzetközi gyakorlattal megegyezően.

2.1.2 A rövid definíció fogalmainak értelmezése

- Az *új* szó értelmezése nem szorul magyarázatra. Új, mert az *innováció* tárgyát képező termék/technológia/szolgáltatás az adott időtartamban, az *innováció* által megcélzott piacon, nem elérhető, a potenciális vevő(k) számára valójában nem létező (bármik is legyenek ennek a pontos okai); lásd még: a 2.1.5.3. pontot.
- Egy áru *piacképes*, ha (1) specifikációs adatait tekintve mindenben megfelel a piaci elvárásoknak, (2) a létrehozásához szükséges ráfordítások versenyképes jövedelmet biztosítanak a létrehozó(k)nak, az időtávot is figyelembe véve, (3) az árura – az *innováció*val megcélzott piacokon – tényleges, tartós kereslet biztosított, figyelembe véve a potenciális versenytársak várható reagálását is.
- A műszaki *innováció* tárgyát, az árut, érdemes három fő kategóriába sorolni: *termék* mint megvásárolható objektum, *technológi*a mint előállítási eljárás és *szolgáltatá*s. Adott, konkrét esetnél két, akár a három kategória együtteséről is szó van.

- A *létrehozás* annak biztosítása, hogy az áru, a maga anyagi valóságában, a piaci adásvétel céljára rendelkezésre áll, „leszállítható”.

2.1.3 Az műszaki innováció pontosított definíciója

Az alábbi megfogalmazás nem kíván tömör és ugyanakkor precíz definíciót adni; sokkal inkább azt kívánja szolgálni, hogy egy egységes, a lényeget pontosan kifejező és általánosan jól alkalmazható megfogalmazást adjon, amely szerint szervezhető és szervezendő a tényleges műszaki *innovációs* folyamat.

Az *innováció* megtervezett, komplex, egységes tevékenységsor, folyamat, amely létező, vagy látens piaci igényre alapozottan új terméket (vagy technológiát, vagy szolgáltatást) hoz létre, és amely tevékenységsor a folyamat lezárultával a piacon mint értékesíthető termék/technológia/szolgáltatás jelenik meg a vevő számára. A tevékenységsorban részt vesz minden olyan szervezet (intézmény), személy, amelyek, illetve akik a teljes *innovációs* folyamat megvalósításához szükségesek – ezek összetételét az *innováció* műszaki tartalma, jellege dönti el. Az *innováció* – konkrét esetben – célszerűen *projekt* formájában, *team*be tömörült résztvevőkkel, és az *együtt nevet, együtt sír* (lásd alább) elve alapján valósul meg.

2.1.4 Az innováció fogalmának és megvalósítási folyamatának részletesebb kifejtése

A továbbiakban *megvalósító szervezet* névvel jelöljük együttesen mindazokat a szervezeteket, személyeket – elsősorban tudományos-műszaki erőforrásokat –, amelyek/akik tudásukra és pénzügyi lehetőségeikre támaszkodva végrehajtják az innovációs projektet.

Az *innováció* kifejezés a teljes, piactól (mint igény) piacig (mint vevő, felhasználó) tartó különböző tevékenységtípusoknak nem az egyike, hanem annak átfogó teljességét, komplexitását jelenti (lásd: 2.1.3. pontot). *Ezen belül* értelmezhetők pl. a marketing, pénzügyi, kutató, fejlesztő, stb. tevékenységfajták. Ez a „besorolás” semmiképpen nem jelenti azt, hogy maga az innováció mint átfogó fogalom – önmagában – valamiféle magasabb rendű tevékenység lenne bármelyik rész-tevékenységfajtánál, ilyen jelentést értelmezhetetlennek kell tekinteni.

2.1.4.1. Az *innovációs projekt végrehajtásának fázisai*

Nem lehetséges általános értelemben rögzíteni, hogy egy konkrét *innovációs* projekt végrehajtása milyen típusú megvalósítási fázisokból áll össze; a fázisok listája minden konkrét esetben a téma jellegéből, igényeiből vezetendő le, figyelembe véve azt is, hogy az adott esetben a feladat milyen típusú szakmai résztevékenységek elvégzését teszi szükségessé. Az alábbiak – példaként – egy lehetséges, viszonylag összetett *fázissort* mutatnak be (a fázisok fajtáit tekintve a teljesség igénye nélkül), a kulcsfontosságú tényezőkre fókuszálva; az *innováció*t a fentiek szerint piactól piacig terjedő egységes folyamatként – fogalmazható úgy is, hogy *körfolyamatként* (hiszen a piactól indul és végül ugyanott zárul le) – értelmezve.

1) *Piaci igény*. Az *innováció* célja *piaci* és szélesebb összefüggésekben *társadalmi igény* kielégítése, és – az esetek döntő többségében – a folyamat inicializálója a piac. Egyes esetekben a piac, ill. a társadalom *konkrét*, legalább nagy vonalakban megfogalmazott igénnyel lép fel: lényegét tekintve tudja, mire van szüksége. Ez a konkrétság azonban nem jelenti azt, hogy a projekt megvalósítása során, sőt már annak az elején, nem lenne szükség az igény pontosítására, ebbe a folyamatba bevonva a megcélzott vevőt és a projektet megvalósító személyeket, szervezeteket. Más esetekben nem jelenik meg konkrét igény, a kezdeményező szerep – műszaki innováció esetében – a műszaki szervezetekre hárul, amelyek felkínálnak a piacnak egy általuk megvalósíthatónak és hasznosnak tartott árut

(terméket/technológiát/szolgáltatást), és ennek – a piac szereplői által történő – elfogadásával válik az ilyen típusú igény is konkréttá. Az ilyen igényt nevezzük *látens* piaci igénynek. A piaci igénynek tartalmaznia kell az igény mértékére, volumenére vonatkozóan prognosztizált adatokat, az idő függvényében.

2) *A piaci igény lefordítása műszaki kategóriákra, fogalmakra, „nyelvre"*. Az innovációs projektet megvalósító szervezet (lásd: 2.1.4. pont elejét) irányításával, ám a vevő részvételével le kell fordítani az igényt műszaki nyelvre (specifikációs szint). Ennek során tárul fel nagy vonalakban az elvégzendő innovációs munka – elsősorban, de nem csak – műszaki tartalma.
3) *Szükséges tevékenységtípusok meghatározása.* Az általános értelemben vett specifikáció alapján annak meghatározása, hogy az *innovációs projekt* megvalósításához milyen típusú műszaki és egyéb tevékenységek szükségesek, úgymint: *kutatás* (beleértve az alap-, ill. felfedező kutatást), fejlesztés, minőségbiztosítás, a gyártóvonal specifikálása/tervezése/legyártása/beszerzése, kivitelező/gyártóbázis biztosítása, marketig/kereskedelem/logisztika. Konkrét esetben ezek mellett más típusú tevékenységek is szükségesek lehetnek, ill. lehet, hogy egyes típusú tevékenységekre nincs igény.
4) *Műszaki, pénzügyi és kereskedelmi terv elkészítése* (első közelítés). Az eddig elvégzett előkészítő munkák eredményeire támaszkodva el kell készíteni az innovációs projekt átfogó tervét, elsősorban abból a célból, hogy ennek alapján: (1) meg lehessen ítélni a projekt megvalósíthatóságát, (2) meg lehessen hozni a döntést a projekt megvalósítását illetően, és (3) ki lehessen jelölni a projekt megvalósításában döntő, irányító szerepet játszó – team-vezető – szervezetet. Ez a szervezet a továbbiakban – a saját műszaki feladatain kívül – a projektkoordináció és a projekt-team vezetésének a feladatát is ellátja.
5) *A projekt megvalósítására vonatkozó döntés meghozatala.* Bármilyen alaposan is történt a projekt előző pontok szerinti előkészítése, a költségek finanszírozását biztosító szervezetnek, ill. személynek meg kell hoznia a támogató vagy elutasító döntést; mindezt a projekt következtében megvalósuló piaci eredmény tervezett mértékének figyelembevételével.
6) *A projekt résztvevőinek meghatározása*. Meg kell határozni – és ez elsősorban a (4) pont szerinti döntő szerepet játszó, projektvezető szervezet feladata – a projekt sikeres megvalósítására alkalmas szervezeteket, személyeket, a projekt műszaki tartalma alapján, alternatívákban is gondolkodva. Ebben a kérdésben is széleskörű elemzést szükséges végezni, mérlegelve az elérhető lehetőségeket, optimalizálva a műszaki és hatékonysági sikerességet. Ebben a vonatkozásban kulcsfontosságú a hazai *kutatóintézetek, egyetemi tanszékek és kutatócsoportok, valamint a vállalatok* tudásbázisainak szükséges mértékű bevonása.
7) *Projekt-team létrehozása*. Az előző pontok szerinti tevékenységek alapján létre kell hozni az *innovációs* projektet megvalósító teamet, és kiválasztani a team-vezetőt (lásd: a 2.1.4.2. pontot).
8) *Műszaki, pénzügyi és kereskedelmi terv elkészítése* (második közelítés). A fentiek szerinti tervezési tevékenységek eredményeire támaszkodva (lásd fenti 4) pont), el kell készíteni a projekt részletes tervét, azt a megvalósítás során alapnak tekintve, és szükség szerint korrigálva.
9) *A projekt anyagi megvalósítása.* A projekt szerinti termék/technológia/szolgáltatás anyagi megvalósítása a teljes projekttevékenység-sor messze legnagyobb volumenű része, fázisa, amelynek eredményeképpen a célzott áru létrejön. Ennek a folyamatnak a részletezése – elsősorban a rendkívül szerteágazó megvalósítási formák miatt – ebben az anyagban nem indokolt.

10) *A projekt anyagi megvalósulása utáni teendők*. Ha már megvalósult a projekt, a teendő az áru mindenkori rendelkezésre állásának biztosítása a piaci igénynek megfelelően, ezen belül az esetleges – a projektben eddig nem résztvevő – külső beszállítókkal kapcsolatos együttműködés szerződésekkel alátámasztott megszervezése. Ennek keretében szükséges és előnyös lehet a beszállítók olyan értelmű – elsősorban műszaki – támogatása a projekt-team részéről, amely a beszállító vállalkozás műszaki fejlődését szolgája (pl. korszerű minőségbiztosítási rendszer kiépítésében történő segítségnyújtás), a felek kölcsönös érdekében. Egyre általánosabbá válik a termék teljes életciklusának követése: használatának monitorozása, és az életciklust lezáró tevékenységek (újrafelhasználás, újrafeldolgozás, megsemmisítés) megtervezése és megszervezése. Szükséges továbbá az új értékesítési lehetőségek folyamatos monitorozása.

2.1.4.2. *Szervezett team tevékenység, mint munkamódszer.* Egy teljes *innovációs* projekt sikeres megvalósítása szempontjából kulcsfontosságú a munkák koordinált szervezése, irányítása. Ennek bevált módszere a megvalósításban részt vevő szervezetek, személyek *egységes teambe történő csoportosítása*, és ezen belül team-vezetői pozíció létrehozása. Általában célszerű megoldás a team vezetését arra a szervezetre bízni, amely az árunak piaci értékesítéséért felelős, és egyébként is a projekt megvalósításában meghatározó szerepet játszik. Fontos annak az elvnek az elfogadtatása minden résztvevővel, hogy a team-vezető és a többi résztvevő közötti viszony nem jelent formális függelmi, és még kevésbé fontossági viszonyt a szereplő intézmények, személyek között. A team-munka kiemelt fontosságú jellemzője a projekt előrehaladásának folyamatos, rendszerezett, strukturált monitorozása, dokumentumok (jelentések, riportok) és személyes, ill. online egyeztetések formájában.

2.1.4.3. *„Együtt nevet, együtt sír" elv alkalmazása*. A projekt sikeressége szempontjából kiemelt jelentőségű lehet annak a gyakorlati elvnek az alkalmazása, hogy a megvalósításban résztvevő szervezetek, személyek anyagi és erkölcsi elismerése szorosan összefüggjön a projekt – piacon realizált – eredményességével, az egyéb körülmények által meghatározott korlátok figyelembevételével. Ebben a vonatkozásban nehézséget jelenthet, hogy a megvalósítás korábbi szakaszában résztvevő szervezetektől mennyire várható el, hogy az elismerésüket a többi résztvevő munkájának előrehaladása és munkájuk sikeressége befolyásolhatja. Ez jogos ellenvetés, de (1) feltétlenül szükséges, hogy minden résztvevő felelősséget érezzen az egész projekt sikerességéért, és részesüljön annak hasznából, és (2) egy tipikusan a megvalósítás korai szakaszában résztvevő szervezet – pl. kutatóintézet – mindennapi finanszírozását a már korábban végzett munkájuk alapján elért sikeres projektek – legalább részben – biztosítsák.

2.1.5 Az innovációs stratégia további szempontjai

A fentiek nem a téma teljes körű leírását adják. Érdemes mégis néhány további szempontot röviden megemlíteni, amikor az *innovációs stratégia* kérdéséről szólunk.

2.1.5.1. *Kutatóintézet által kezdeményezett innovációs projekt*. Külön szükséges szólni olyan természettudományos projektekről, amelyeket kutatóintézet vagy egyetemi tanszék indít, jellemzően – de nem minden esetben – még konkrét piaci igény hiányában. A projekt kiindulópontja lehet felfedező kutatás is. Ezek esetében jellemző lehet, hogy az eredmény nem hasznosul közvetlenül piaci termékként, hanem annak hasznosítására – a már elért vagy várható eredmények ismeretében – a kutatói szervezet ipari partnert keres, és feléje a kutatás eredményét, mint szellemi alkotást értékesíti. Más esetben azzal együttműködve indítja a projekt második szakaszát, amely végül piaci hasznosítást eredményez.

2.1.5.2. *Vállalati, vállalkozói kezdeményezésű innovációs projektek*. Ezek esetében szükséges hangsúlyozni annak fontosságát, hogy amennyiben a vállalat nem rendelkezik a projekt megvalósításához szükséges saját kutatói kapacitással, akkor a munkában elsősorban a hazai akadémiai és egyetemi tudásbázis bevonásában gondolkozzon, és csak abban az esetben nézzen külföldi partnerek után, amennyiben ez hazai partnerrel nem, vagy nem eléggé hatékonyan oldható meg, illetve, ha a támogatási feltételek nemzetközi együttműködést írnak elő.

2.1.5.3. A projekt eredménye kivételesen lehet világújdonság – és erre szükséges és érdemes törekedni –, de ez az „új" követelményének nem szükségszerű feltétele. Az innovációs erőfeszítések eredménye önmagában a hazai tudásbázis fejlesztése is, természetesen a piaci hasznosítás és ezen keresztül a közvetlen gazdasági eredmény mellett. Minél nagyobb egy innovációs projekt szellemi hozzáadott értéke, annál magasabb rendű az eredmény. Ugyanakkor önmagában a piaci eredmény alapján is – tehát jelentős hozzáadott szellemi érték nélkül – lehet egy projekt eredményét sikeres *innováció*nak tekinteni, ha az a legszélesebb értelemben vett piaci igényt elégít ki, és nem szükségképpen azon az alapon, hogy más nem állít elő ilyet, hanem az adott időben, az adott piaci körülmények között hiányt pótol, és nyereséges bevételt eredményez. Természetesen az innovációnak nem ez utóbbi az alapvető célja.

2.1.6 Innovációmenedzsment

Magyarországon óriási az igény az innovációs tevékenység felgyorsítása, azaz a kutatási eredmények és a legmodernebb technológiák hatékonyabb gyakorlati alkalmazása iránt. Ez új termékek, technológiák, szolgáltatások megjelenéséhez és gyorsabb elterjedéséhez kell, hogy vezessen. Tágabb értelemben az üzleti gyarapodás forrásai lesznek, mind már létező szervezeteken belül (az ún. *intrapreneurship*), mind új start-up vállalkozások alapítására való bátor készség (az ún. *entrepreneurship*) erősödésén keresztül.

Mindez aktív innovációmenedzsmentet tételez fel, amelynek 3 szerepkörét és 3 szintjét különböztetjük meg. A szerepkörök:

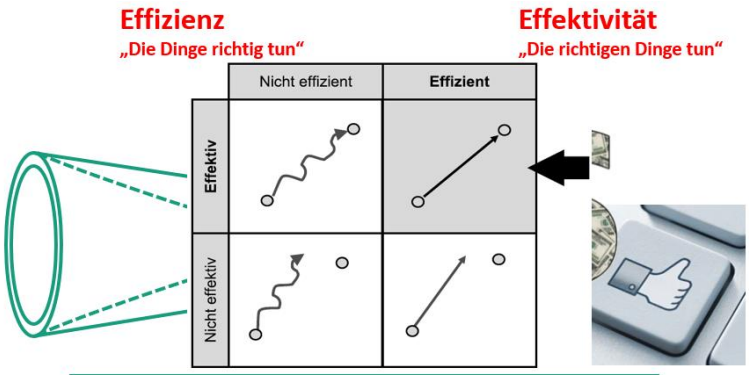
- az innovációs csatornák (az értéklánc szereplői, a technológiai szolgáltatók, stb.) közötti közvetítés (brókerfunkció);
- a termékeny kutatási-fejlesztési (K+F) környezet megteremtésének elősegítője („promoter");
- az új üzleti partneri viszonyok, az aktorok komplex hálózatának, az új gazdasági-szociális ökoszisztéma építésének előmozdítója („facilitator").

A három szint a következő:

- vállalati szint;
- vállalatok, szakmai szervezetek, akadémiai intézmények kooperációs csoportjainak szintje;
- népgazdasági vagy az iparpolitikáért és -stratégiáért felelős kormányzati szint.

A vállalati szinten technológia- és innovációmenedzsmentről beszélhetünk (TIM). Meg kell különböztetni a folyamatos technológiai, szervezési, üzletviteli fejlesztést / javítást az innovációtól. Az első esetben természetesen tervszerű szakmai tevékenységről van szó elsősorban, de mellette óriási a jelentősége a termelésben közvetlenül résztvevő alkalmazottaktól érkező ötletek és javaslatok szisztematikus értékelésének, feldolgozásának és alkalmasság esetén megvalósításának. Erre megfelelő vállalati kultúrát és motivációs rendszert kell kialakítani, és persze a dolgozók folyamatos képzését is biztosítani kell. Egy osztrák példa: egy autóipari OEM gyártó 1983 óta gyakorolja ezt a belső ösztönzést. Az eredmény: évente munkatársanként átlagosan több mint 11 jobbító javaslat 96%-os megvalósítási aránnyal, évi 3,4 millió Euró költségmegtakarítással.

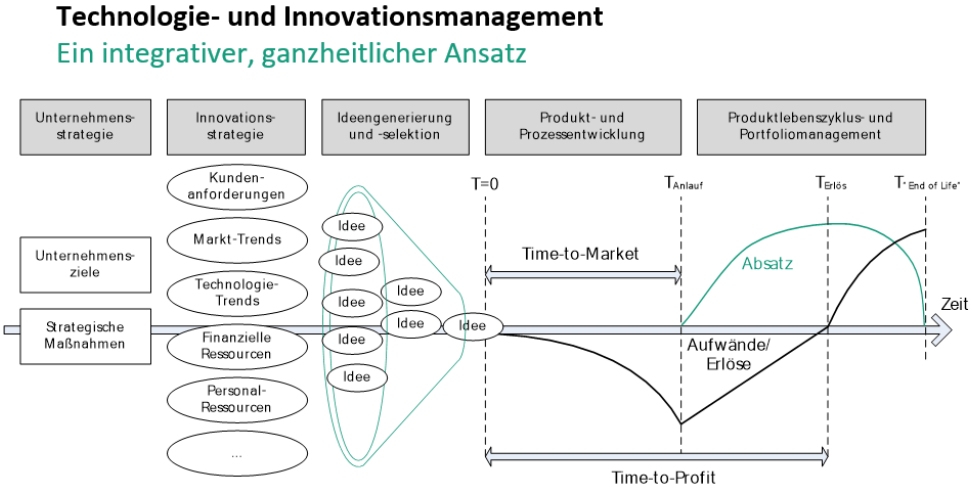
Az innováció vonatkozásában az előző pontokban elmondottakhoz egy fontos aspektust lehet hozzáfűzni: a hatékonyság (*efficiency* - „a dolgokat helyesen tenni”) és a hatásosság (*effectiveness* - „a helyes dolgokat tenni”) közti különbségtételt (lásd az 1. ábrát). Nagyon fontos olyan innovációs kultúra létrehozása, amely mindkét tényezőre figyel. Így csökken a kárba vesző technológiai újítások, új termékek, folyamatok aránya.



1. ábra Hatékonyság - hatásosság (Forrás: Fraunhofer IPT)

A *gazdaságban működő kooperációs csoportok* szintjén kiemelhető az állami, ipari és akadémiai szektorok intenzív és célirányos együttműködése, az ún. *Triple Helix* kapcsolatok, közös kutatási témák kijelölése, az elméleti és gyakorlati tudást összefogó közös tevékenységek beindítása. S itt nő meg a mintagyárak, mintaüzemek, nagyvállalati beszállító programok, inkubátorok, integrátorok, ipari parkok, stb. jelentősége.

A kooperációs csoportok működési modellje tulajdonképpen hasonlít a vállalati szinten fent érintett modellhez: egy integrált és a folyamat teljességét átfogó megközelítés a vállalati stratégiától az innovációs stratégián át az kutatási témák kidolgozásán keresztül a vezet el a termék- és folyamatfejlesztésig, majd az aktív portfóliómenedzsmentig (lásd a 2. ábrát).



2. ábra Technológia és innováció menedzsment (Forrás: Fraunhofer IPT)

A *kormányzati politika* szintjén az innovációmenedzsment az Innovációs és Technológiai Minisztérium (ITM) és a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (NKFIH) által tudatos stratégia mentén indított programok, pályázatok formájában jelentkezik, akár EU programok közvetítése által. De

idetartozik a vonatkozó képzések megteremtése, átalakítása, fejlesztése is. A gazdag eszköztárból csak néhány példát villantunk fel a közelmúlt, illetve jelen gyakorlatából.

- Mentorprogram innovatív kis- és középvállalkozások (KKV-k) részére a Horizont 2020 keretprogram pályázatára való felkészülés segítésére. Ez egyrészt tanácsadást jelent a konkrét projekttel kapcsolatban (a fejlesztés újdonságtartalmának, valós piaci lehetőségeinek, a piacra jutás módjának vizsgálata; a szellemi tulajdon és annak védelme; a KKV által biztosítandó csapat alkalmasságának felmérése és a hiányzó kompetenciák beazonosítása; a projekt végrehajtásának megtervezése; üzleti számításokkal kapcsolatos tanácsadás, bemutatkozó előadás elkészítése). Másrészt tartalmazza a pályázatok tervezetének átnézését: a formai és tartalmi elemek véleményezését, stb.
- A Horizont 2020 infokommunikációs technológiai (IKT) Digitális Kiválósági Fórum és Pályázók Napja. A Horizont 2020 keretében számos olyan nagyprojekt fut, amely az elnyert támogatást versenypályázati kiírások keretében továbbpályáztatja. E kezdeményezések gyakran akadémia-ipar együttműködések ösztönzését, értékláncok és ökorendszerek kialakítását is támogatják, így a pályázatokon nyertes szereplők nem csupán anyagi támogatáshoz jutnak, hanem a résztvevő kompetenciaközpontok tudásához, nemzetközi hálózatokhoz is kapcsolódhatnak.
- A „Jövő projektje" Workshop is a vállalatok, konzorciumok jobb felkészülését célozza. Az *Ideal-ist* NCP-hálózat[1] (az ún. *National Contact Point*s hálózata) a workshop során tapasztalt résztvevőkkel szervezett panelbeszélgetés keretében vizsgálja, hogyan változtak a projektek iránti elvárások a célzott technológiákra fókuszáló projektektől a széleskörű kutatás, az innovációs ökorendszerek és a piaci bevezetés irányába. A workshop többek között a koordinátori szerep, a kutatás- és innovációmenedzsment, az értékelési kritériumok, valamint a programtámogatási paletta komplexitásának alakulását vizsgálja.
- Projektötletek előértékelése: az *Ideal-ist* NCP-hálózat legtapasztaltabb tagjai a résztvevők projektjeinek helyszíni előzetes értékelésének lehetőségé kínálják a résztvevők számára.
- Az innovációmenedzseri képzés elősegítése, hogy a jelenleg szűk professzionális tanácsadók köre, akik ágazati szaktudással is rendelkeznek, bővülhessen.

2.2 Az Ipar 4.0 kulcstechnológiái és kulcskérdései

Területünkön az innovációt az igen nagyméretű és összetett, *digitalizáció által áthatott ipari és energetikai rendszerek* problémái motiválják, melyekben magának az embernek a jelenléte, aktív szerepe és közreműködése elengedhetetlen e rendszerek működtetése szempontjából, ugyanakkor számos bizonytalanság és probléma forrása. Immár széles körben elfogadott, hogy az a folyamat, amit ma az ipar, az energetikai, és más nagyon nagy és komplex rendszerek (pl. közlekedés, egészségügy, közigazgatás) digitalizációs forradalmának tartanak, többé-kevésbé lezajlott. Az iparban a *negyedik ipari forradalomnak* is tartott ún. *Ipar 4.0* folyamat során az anyag-, energia-, információs és pénzügyi folyamatokkal rendkívül sűrűn, immár elválaszthatatlan összekötött, ugyanakkor saját autonómiával rendelkező elemekből álló *kiber-fizikai termelési rendszerek*[2] jönnek létre.

2.2.1 Az Ipar 4.0 meghatározása

Az Ipar 4.0 fogalom a negyedik ipari forradalomra utal, amely a kiber-fizikai gyártó- és logisztikai rendszerekben, azaz a valós és virtuális valóság korábban nem létező integrációján alapulva, a termékek teljes életciklusában az egész értéklánc új szintre emelt szervezését és szabályozását

[1] https://www.ideal-ist.eu/

[2] Monostori L, Kádár B, 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.

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. Az Ipar 4.0 vízió fő jellemzői az alábbiak:

- *Horizontális integráció*: 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 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 (CPS) keresztül kommunikálnak.
- *Okos termékek*: 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.
- Az *ember* maga az értékteremtés vezérlője, ő áll a középpontban.

2.2.2 Az Ipar 4.0 technológiái

A fenti célok elérésének alapja az összes releváns információ valósidejű 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, valósidőben optimalizált, önszervező és a vállalatok között átívelő többletérték termelő hálózatok jönnek létre, amelyek különböző kritériumok, pl. költség, rendelkezésre állás és erőforrás-felhasználás szerint optimalizálhatók.

Az Ipar 4.0 folyamat során a gyártás és logisztika teljesen átalakul, az izolált termelési egységek integrált, automatizált és optimalizált, nagy hatékonyságú termelési folyamattá olvadnak össze, amelynek következtében megváltozik a viszony a gyártók, a beszállítók és az ügyfelek között. A gyártásban részt vevő személyek, gépek, tárgyak és rendszerek beágyazott intelligenciával és hálózati kapcsolattal rendelkeznek majd (*Internet of Things*), ezek vertikális (vállalaton belüli) és horizontális (szereplők közötti) összekapcsolódása következik be a teljes ellátási és értéklánc mentén. A szenzorok folyamatosan szolgáltatják a valósidejű információkat a gyártási folyamatról, a *big data* analízis segítségével késlekedés nélkül meghozható a döntés, ami alapján megtörténhet a gyártási folyamat finomhangolása anélkül, hogy le kelljen állítani a gyártósort (érzékelés, feldolgozás, beavatkozás). Ezáltal növekszik a gyártási folyamatok rugalmassága, termelékenysége, sebessége és minősége, beleértve az erőforrások optimális elosztását. Lehetővé válik a nagysorozatú termelésbe ágyazott kissorozatú vagy egyedi termékek gazdaságos legyártása. Az autonóm járműveket és robotokat alkalmazó automatizált logisztika alkalmazkodik a gyártás igényeihez. Mindezek alkalmazási feltételeit teremti meg a *felhő-alapú számítás*, rugalmas, igény szerint bővíthető számítási és tárolási kapacitást, hálózati kapcsolatokat, és összetett számítási feladatok elvégzésre is alkalmas konfigurálható munkafolyamatokat biztosítva. A hatékonyság és gazdaságosság hagyományos követelményei mellett olyan új, egyenként is nehezen megválaszolható kihívások jelennek meg, mint a robusztusság, adaptív helyzetfelismerés, önszerveződés, önkarbantartás, transzparencia, előreláthatóság, interoperabilitás.

Összegezve, az *Ipar 4.0* kifejezés a negyedik ipari forradalomra utalva az információs és 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. Legfontosabb jegyei

- az ember mint kulcsszereplő (*people as key players*);
- elosztott intelligencia (*distributed intelligence*);
- gyors integráció és rugalmas konfiguráció (*fast integration and flexible configuration*);
- nyitott szabványok (*open standards*);
- virtuális valós idejű jelenlét (*virtual real-time representation*);
- digitális életciklus menedzsment (*digital life-cycle management*);
- biztonságos értékteremtő hálózat (*secure value creation network*)
- vertikális – vállalaton belüli és horizontális – vállalathoz kapcsolódó értéklánc, beszállítók – integráció (*vertical / horizontal integration*);
- új anyagok és technológiák (*advanced materials and technologies*).

2.2.3 Az Ipar 4.0 következményei és új kulcskérdései

A termelés digitális transzformációjának ezen új fázisa azonban új *kihívásokat* is felvet, amikre sikeres innovációval lehet csak választ adni.

2.2.3.1 Digitális ikermodellek

A termelési és logisztikai feladatok megoldásában kulcsszerepe van az emberek, gépek és környezetük alkotta rendszer ún. *digitális ikermodelljének* (*digital twin*). Ezek a fizikai világban működő eszközök, berendezések és erőforrások (embert is beleértve) másaként azok leképzésére, megfigyelésére, előrejelzésére, tervezésére, optimalizálására és szimulációjára alkalmazhatók. Ezáltal számos korábban nehezen létrejövő új funkció válik közvetlenül, előkészítetten elérhetővé: munkafolyamat megtervezése és intelligens segítése, gyártási folyamatban fellépő hibák előrejelzése, modellezési kísérletek végzése a munkafolyamatok digitális átrendezésével. Mindez nemcsak termelésirányítási, de minőségirányítási és biztonsági célokat is szolgál. Egy digitális ikermodell a kapcsolódó rendszer teljes életciklusa alatt alkalmazható lehet, beleértve a tervezés, megvalósítás, (újra)konfigurálás, üzemeltetés, karbantartás és akár az újra-felhasználás fázisait is. A valós rendszer életciklusa alatt felhalmozott adatok, valamint a szimulációs modellek és azok eredményei jól szolgálhatnak későbbi gépi tanuló módszereket is. Nincs azonban egyetlen, minden elemet integráló modell – a digitális ikermodellek egy aktív gyártó- és logisztikai rendszer, ill. az ezek által előállított termékek és szolgáltatások olyan *heterogén reprezentációi*, melyek együttesen, különböző modellek, információk és adatok formájában magukba foglalják azok kitüntetett jellemzőit, tulajdonságait, állapotait, viselkedési normáit és teljes életciklusait. Jelentős kihívás egy ilyen heterogén rendszer autonóm komponenseinek integrálása, és állapotának aktualizálása a folyamatosan érkező szenzorjelek alapján. A modellek közötti, gyors válaszidejű vagy éppen nagy méreteket öltő adategyeztetés igen nagy erőforrásigénnyel és speciális hálózati követelményekkel jár, ami új megoldásokat követel.

2.2.3.2 Emberközpontú automatizálás és ember-gép együttműködés

Jelenleg az ipar digitalizációjának egyik kulcskérdése az emberközpontú gyártásautomatizálás, különösen az ember-robot együttműködés technológiai és informatikai alapjainak megteremtése. Itt szenzortechnológiák és digitális ikermodell alkalmazásokkal lehetővé lehet tenni a folyamatok valósidejű követését, események felismerését és előrejelzését, valamint a végrehajtandó feladatok „csapatmunkában” való megoldását, támogatva a robotok és emberek munkájának összehangolt, automatizált és adaptív (újra-)tervezését. Gyártókörnyezetben meg kell ragadni az ember-robot együttműködés teljes spektrumát. Ebben a – jellemzően nem teljesen strukturált és ismert – környezetben végzett szerelési, anyagmozgatási, és megmunkálási műveletek automatikus

tervezésének alapvető feltétele a több szempontból (ciklusidő, út, energia) is kedvező és ütközésmentes mozgáspályák tervezése és ezek valósidejű adaptálása a változó környezeti viszonyokhoz.

2.2.3.3 Túl a nagy adattömegeken – ipari analitika

Az ipari digitalizációnak köszönhetően nagytömegben folyamatosan keletkeznek és felhalmozódnak *adatok*, melyek elemzése lehetőséget teremt a gyártórendszerek tervezéséhez és működtetéséhez elengedhetetlenül szükséges modellek létrehozására és adaptálására, valamint a termékek életciklusának követésére. Az adatok megbízhatósága azonban kétséges lehet, ugyanakkor a döntésekre rendelkezésre álló idő leszűkül, az emberi döntéshozó és cselekvő új, eddig számára ismeretlen helyzetbe kerül. Mivel a gyártórendszerek folyamatos fizikai, gazdasági és erőforrásbeli változásoknak vannak kitéve, azaz az adatok forrása egy erősen változó környezet, az elemző modelleket időről időre újra kell hangolni, illesztve őket az aktuális viszonyokhoz. A pusztán adat-alapú eljárásokkal szemben fontos követelmény a létező helyzetnek való megfelelőség biztosítása, az *átláthatóság*, *magyarázó erő*, és *megbízhatóság*. Ebben a folyamatban elhanyagolhatatlan tényezőként van jelen a *nem reprezentálható műszaki és üzleti tudás*, tapasztalat és intuíció, amit az adatok feldolgozásakor és értelmezésekor tekintetbe kell venni.

2.2.3.4 Autonómia, hitelesség és bizalom

Bármely kiber-fizikai gyártórendszerek lényegi vonása, hogy az *autonóm ágensek* együttműködésén alapul. A termékek korszerű automatizált gyártási módszerei egyre növekvő mértékben támaszkodnak a nagymértékben elosztott funkciókészlettel rendelkező és a gyártási műveleteket önállóan, távfelügyelet alatt elvégezni képes autonóm erőforrásokra. Az ilyen nagyfokú önállósággal rendelkező erőforrások (ágensek) olyan automatizált és a gyártási és logisztikai folyamatba integrált rendszerek, amelyek a környezetérzékelés és kommunikáció, valamint az irányítási rendszerek szintézisének legkorszerűbb módszereit alkalmazzák. A helyváltoztatásra képes, önszervződő struktúrákba rendeződő, egymással kooperatív munkavégzési stratégia kialakítására alkalmassá tett robotok, mikro-robotok és más hasonló robotizált eszközök tömegessé válása és azok emberekkel való együttes munkavégzése fogja jellemezni a közeljövő gyárait és a gyártástechnológia aktív folyamatait. A gyártástechnológián túl az ellátó rendszerek menedzsmentje, az intelligens termelésirányítás és termelésütemezés módszerei egyre nagyobb mértékben támaszkodnak a logisztikai és a gyártástechnológiai hálózat elosztott erőforrásaira.

Az együttműködés első, legfontosabb momentuma az információmegosztás, amihez közös nyelv, protokollok és szabványok szükségesek. A racionális, célirányos döntések mindig adott információ birtokában, azok lehető legjobb felhasználásával történnek, ám a döntések vonatkozhatnak maguknak az információknak a beszerzésére vagy megosztására is. Így kulcsfontosságúvá válik az adott és kapott információk minősége, érvényessége, hitelessége. Egy termelési vagy logisztikai hálózat költséghatékony, ugyanakkor változó körülmények közt is robusztus működése alapvetően függ attól, mennyire tartják magukat a felek terveikhez, ill. mi az, amit ezekből megosztottak partnereikkel. Aszimmetrikus információs viszonyok és autonóm döntések mellett az egész rendszer hatékony, de akárcsak helyes működését is a megosztott információk határozhatják meg. Általános tapasztalat, hogy a *kölcsönösség*, és az ebből eredő *reputáció* és *bizalom* jelentősen hozzájárulhat komplex rendszerek összességében hatékony működéséhez, különösen hosszabb idő horizonton.

2.2.3.5 Számítás, mint megbízható szolgáltatás

Az Ipar 4.0 infrastruktúra kialakításának alapvető elemei a számítási felhők, ill. az azokban elérhető termelésinformatikai alkalmazások és szolgáltatások. Az érzékelők és más adatforrások által generált folyamatos adattömeg tárolása és feldolgozása, a rendkívül gyors (*real-* vagy *near-time*) válaszidőt igénylő alkalmazások futtatása dinamikus és automatikusan skálázható digitális infrastruktúrát

követel meg. Ugyanakkor a nagyteljesítményű, komplex termelésinformatikai alkalmazások – mint pl. robusztus termeléstervezés és -ütemezés, a kooperatív termelési hálózatok üzemeltetése – KKV-k számára csak akkor érhetők el, ha azokat szolgáltatásként, igény szerint testre szabva használhatják. Az akkreditált, megbízható szolgáltatások igénybevételével járó költségeket megoszthatók, és így a cégek, elsősorban a KKV-k számára, a termelésinformatikai szolgáltatások egy sokkal szélesebb portfóliója állhat rendelkezésre, mint amit egyébként megengedhetnének maguknak. A felhő alapú számítási szolgáltatások használatának előfeltételei a nyitott, de szabványos kommunikációs csatornák és olyan munkafolyamatok létrehozása, melyek révén adott szolgáltatások konfigurálhatók, ugyanakkor a bizalmas adatok biztonságos közlésére és tárolására garanciák adhatók.

2.2.3.6 Versenyképes és fenntartható gyártás, kooperáció, energia- és erőforráshatékonyság

Termelési és logisztikai hálózatok tervezését és változó viszonyok között is hatékony működését támogató, ugyanakkor a *versenyképesség* mellett a *fenntarthatósági* követelményeket és társadalmi elvárásokat is figyelembevevő megoldások kifejlesztése és alkalmazása napjaink egyik kulcskérdése. Az ipari-alkalmazói motivációt szolgáltató feladatkör fő jellemzői, hogy a végtermékek és szolgáltatások termelési hálózatban jönnek létre, többféle technológia, akár szektor (pl. félvezetőgyártás, hagyományos alkatrészgyártás, szerelés, csomagolás stb.) közreműködésével. Az autonóm partnerek lehetnek mind nagyvállalatok, mind KKV-k, melyek jellemzően nem egyetlen termelési hálózat részei. A fenntarthatóság követelményeit nemcsak a termékekkel, hanem az azokat szolgáltató termelési hálózattal szemben is érvényesíteni kell. Az ellátási lánc globális, a kiszolgálás szintje egyenetlen, lokális és globális zavarokra egyaránt érzékeny. A hatékony gyártás ezért újszerű hálózatszervezési és termeléstervezési módszereket igényel; olyanokat, melyekben a felek közti *kooperáció* gazdasági előnnyé fordítható, ám amikben a felek osztoznak a kockázatokon is. Mindennek a műszaki feltételeit megteremti az Ipar 4.0 infokommunikációs technológiája, de az ipari igényű valós alkalmazások érdekében olyan alapvető dilemmákra kell elméletileg is megalapozott válasz találni, mint verseny és együttműködés, lokális érdekek és globális hatékonyság, optimalizálás és alkalmazkodás, nagy adattömegek feldolgozása és valósidejűség, valamint üzleti adatok bizalmas kezelése, megosztása, és transzparencia. Sok jel utal arra, hogy a *bizalmon alapuló együttműködés* a versenyképes, ugyanakkor fenntartható – azaz természeti és társadalmi hatásokat is figyelembe vevő – gazdaság egyik fontos előfeltétele.

A fenntartható gyártás egyik alapkövetelménye az *energia-* és *erőforráshatékonyság*. Várható, hogy az e téren éllovas vállalatok kompetitív előnnyel bírnak majd az erre a kérdéskörre kevésbé koncentráló versenytársaikkal szemben. Különösen igaz ez a nyersanyagokban viszonylag szegény, ugyanakkor pl. a távol-keleti konkurenseihez képest jelentősen magasabb bérköltséggel jellemezhető európai országokra. A feladat sokrétű: megújuló energiaforrások lehetőleg jelentős mértékű használata; az időszakosan rendelkezésre álló energiafelesleg visszatáplálása a hálózatba; energiatakarékos technológiák kifejlesztése és alkalmazása; az aktuális energiahelyzetet (pl. a napközben sávos energiaárakat) figyelembevevő technológia tervek generálása, és ennek kapcsán adaptív termeléstervezési és -végrehajtási rendszerek (beleértve a logisztikát is) kifejlesztése és használata. Az Ipar 4.0 megközelítés és infrastruktúra lehetővé teszi az aktuális energiahasználat mérését, előrejelzések készítését, és az egész rendszer energiahatékony és fenntartható működtetését.

2.2.3.7 Innovációs hálózatok

Az, hogy a piacokat akár beláthatatlanul gyorsan változó viszonyok jellemzik, melyekhez igen rövid időn belül kell újra és újra alkalmazkodni, mára közhely. Így az innovációs láncban résztvevő felek lényegében együttműködésre vannak kényszerítve. Hasonlóképpen a jellemzően termelési hálózatokban zajló gyártási folyamatokhoz, maga az innováció is hálózatokban történik, aminek

folyamatába egyre inkább bevonódnak mind az ügyfelek (mint leendő felhasználók), mind pedig a beszállítók (mint a termékek egyes komponenseinek vagy a szolgáltatások egyes elemeinek forrásai). Ezt katalizálják az infokommunikáció eszközei is, melyek ma már rutinszerűen támogatják az innováció mindinkább nyitott folyamatait. Kulcsproblémáknak immár a felek közti bizalom felépítése és fenntartása, a biztonság garantálása, a szellemi jogok megosztása, védelme és érvényesítése tekinthetők.

A változó viszonyokhoz való alkalmazkodáson túlmutató stratégia maguknak az igényeknek az alakítása. Ilyen törekvések állnak a gazdaságosan gyártható termékcsalád portfóliók kiajánlása, a platform jellegű szolgáltatások megjelenése, és általában a termékek és szolgáltatások elválaszthatatlan kínálatának hátterében. Ennek érdekében a cégek – és esetenként már a globális, multinacionális cégek is – arra törekszenek, hogy ügyfeleikkel együtt „alkotva" hozzák létre termékeiket és szolgáltatásaikat, amelyeknek valódi értéke csak a használat során alakul ki. Ezáltal a *felhasználó is elismerten az értékteremtési lánc aktív részesévé válik*.

Összegezve, az Ipar 4.0 átalakulási folyamat olyan új, általános kérdéseket vet fel, mint:

- Miként támogatható a rendkívül összetett rendszerek struktúrájára és működésére vonatkozó döntési-optimalizálási problémák megoldása?
- Hogyan oldható meg a hosszú- és rövidtávú, illetve a globális és lokális érdekek harmonizációja?
- Hogyan érvényesíthetők – azaz hajthatók végre – ezen döntések változó viszonyok mellett?
- Hogyan vetíthető előre a jövő múltbéli, historikus adatok alapján és miként lehet tanulással hatékonyabbá tenni a döntési feladatok megoldását?
- Miként alakítható ki és tartható fenn bizalmi viszony olyan elosztott struktúrájú rendszerekben, mint ellátási láncok vagy termelési hálózatok?
- Miként osztható meg ember és gép közt a feladatvégzés, különös tekintettel a robotizációra, az emberközpontú gyártásautomatizálásra?
- Végül, miként oldható fel a versenyképes, ugyanakkor fenntartható gyártás dilemmája a jelenleg érvényes gazdasági-társadalmi viszonyok keretei között?

A fenti kérdésekre akárcsak részben választ adó, és a követelményeknek megfelelő kiber-fizikai termelési rendszerek elemzése, megértése, tervezése és irányítása új megközelítést igényel, ahol szinte páratlan módon integrálódik a magas szintű kutatás szükségessége az égető gyakorlati igények kielégítésével. Egyrészt célzott alapkutatásra van szükség, jellemzően több tudományterületen, mint a számítástudomány, operációkutatás, mesterséges intelligencia és mérnöki tudományok, felhasználva a szimuláció, optimalizáció, robotika, szenzorhálózatok, gépi tanulás, adatbányászat, és multi-ágens rendszerek korszerű eszköztárát. Másrészt elengedhetetlen az ipari és egyetemi-akadémiai szféra együttműködése és ennek ösztönzése, ami kormányzati közreműködést igényel.

3 Helyzetelemzés

3.1 A világ vezető ipari hatalmai: Németország, Svájc, Kína, Japán, USA

3.1.1 A dezindusztrializáció és következményei

A következő fejezetekben elsősorban az Ipar 4.0 stratégiai vonatkozásaival kiemelten foglalkozó vezető európai elemző és tanácsadó cég, a Roland Berger (RB) tanulmányaira[3,4,5] támaszkodunk, s igyekszünk Magyarországra érvényes következtetéseket, majd cselekvési programokat alkotni.

Az RB Európa már tényként kezelt dezindusztrializációs jelenségéből indul ki és megállapítja azt az ismertsége ellenére is meglepő tényt, hogy noha "az EU gazdaságában az ipari termelés központi szerepet játszik, mégis 2011-ben csak 15%-át teszi a GDP-nek a megtermelt ipari többletérték (ez az USA-ban csak 12%)". 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. A „dezindusztrializáció szelleme" kísérti ma a nyugat-európai kormányokat, ami cselekvésre készteti az Európai Bizottságot.

Az európai ipar helyzete ma alapvetően megosztott: miközben a német és a kelet-európai ipari szektor nagy ütemben piaci részesedést hódít magának és növeli a termelékenységét, a többi EU ország a dezindusztrializáció útjára tévedt. Svájc és Németország kivételével valamennyi európai országban csökkent az ipari többletérték aránya, amit követett az iparban foglalkoztatottak visszaesése. Az átalakulásnak kontinensünkön így számos vesztese és kevés nyertese van.

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.

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. További lényeges elem a vállalkozások globális értékláncokba integrálódásának ösztönzése és a lakosság szükséges készségeinek, képzettségének fejlesztése melyek végeredményben a belső piac mélyítését eredményezik.

Természetszerűleg megjelenik a digitális átmenet támogatása, az intelligens technológiák használatának terjesztése, az ipar kiber-biztonságának erősítése, a közös európai adattér létrehozása, a körforgásos gazdaság szélesítése, illetve előtérbe került több intézkedés a megújuló biológiai erőforrások előállításának javítására is. Összességében tehát a gazdaság valamennyi területén szükséges az innovációbarát környezet biztosítása, a folyamatos fejlesztés az európai versenyképesség fokozása érdekében.

Összegezve, az új ipari színtér jellemzői:

- *Kiber-fizikai rendszerek és piactér* megjelenése, amelynek kulcsszavai: komplexitás, csatlakoztathatóság, valós idejű szabályozás;

[3] Roland Berger: INDUSTRY 4.0 – The new industrial revolution / How Europe will succeed – March 2014
[4] Roland Berger: Industry 4.0 – Challenge for the F&B industry in Greece, advantage or competitive disadvantage? - 2016
[5] Roland Berger: The Industrie 4.0 Transition Quantified - 2016

- *Okos robotok és gépek* rendszerbe állítása: többcélú robotok, amelyek alkalmazkodásra, kommunikációra és együttműködésre képesek;
- *Big data* lehetőségek és megoldások megjelenése: az adat a 21. század új nyersanyagkincse, mennyisége 14 havonta megduplázódik;
- *A rendszerkapcsolatok új minőségi szintjé*nek megjelenése: a digitális és a valós világ internet protokollon keresztül való összekapcsolása;
- *Energiahatékonyság és decentralizáció* előtérbe kerülése: a megújuló energiák használata és a régi típusúak optimalizálása;
- *Ipar 4.0 gyárak* kialakulása: mikrogazdasági szinten a vállalatok globálisan összekapcsolt rendszerként jelennek meg.

A következőkben öt kiemelt, iparilag élenjáró ország iparfejlesztési stratégiáját vizsgáljuk meg közelebbről a Roland Berger idézett elemzéseit véve alapul, de támaszkodva egyéb jelentős forrásokra is. Mindezt azzal a szemlélettel tesszük, hogy keressük a magyar iparstratégiához alkalmas példákat és fogódzópontokat.

3.1.2 Németország

Németországra az egész világ követendő és sikereiben, módszereiben másolni kívánt példaként tekintett és tekint még ma is.

Németország globálisan az egyetlen ország, amelynek sikerült az elmúlt 15 évben jelentősen javítania az ipar ún. tőkemegtérülési mutatóját (Return on Capital Employed, ROCE). Ez többek között az *Industrie 4.0* programnak is köszönhető. 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, de sokkal többet termel, mint 15 évvel ezelőtt. Ez *volt* az újabb német ipari csoda.

A német gazdasági csoda egyik alapeleme a *Mittelstand* (KKV) vállalatok rétege. Ezeknek a vállalatoknak a közös jellemzőjük, hogy nemzetközi megjelenésükben elsősorban (méretükből adódóan) a réspiacokra koncentrálnak. Így ezek a vállalatok jelentős innovációs potenciállal rendelkeznek[6]. A globális piacvezető német vállalatok többsége *Mittelstand* vállalatként indult, és az európai trendekkel ellentétben nem a tercier szektorban, hanem a feldolgozóiparban jelennek meg.

Egy évtizeddel ezelőtt Németországot még több kihívás érintette hátrányosan: emelkedő munkabérek, növekvő energiaköltségek, az infrastruktúra megújításának szükségessége, a szakképzett munkaerő hiánya. A megoldást valamivel később az Ipar 4.0 lehetőségeinek felismerése hozta meg. Az ország most az Ipar 4.0 megoldások ipari szállítójává vált, köszönhetően olyan óriáscégeknek, mint a Siemens vagy a Bosch és a GDP 3%-át képviselő KKV szektor számos olyan tagja, amelyek gyártóberendezések előállítására specializálódtak. Németország hisz abban, hogy 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) és offenzív (annak biztosítására, hogy a szakértelem és know-how Németországban maradjon az export modell működése érdekében).

[6] Holz, M. (2013): Strategies and policies to support the competitiveness of German Mittelstand companies In: Coltorti, F.–Resciniti, R.–Tunisini, A.–Varaldo, R. (eds.): Mid-sized Manufacturing Companies: The New Driver of Italian Competitiveness pp. 147–168., Springer-Verlag Italia, Milano.

A szövetségi kormány által és az általa irányított *Plattform Industrie 4.0* közreműködésével kidolgozott hosszútávú stratégia 5 alappillérre épül. Definiálták és rangsorolták a kutatási és innovációs témákat, amelyeket 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. Ennek a középpontjában azok az új termékeket és szolgáltatásokat létrehozó kulcstechnológiák állnak, amelyeknek a bevezetésétől és piacra vitelétől a gazdaság versenyképessége függ. Nem meglepő módon ebben a digitalizációnak van a legjelentősebb szerepe, mert ez képes a „jövő intelligens termelésében a hálózatosodás lehetőségét" megteremteni. E téren a KKV-k kiemelt segítségre szorulnak. Erre Németországban speciális kormányzati támogatási programok állnak rendelkezésre. Ezek célja kettős:

- A gazdaság tudásképző szereplőinek, 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.
- 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 az ezeket támogató hálózatokat hoz létre.

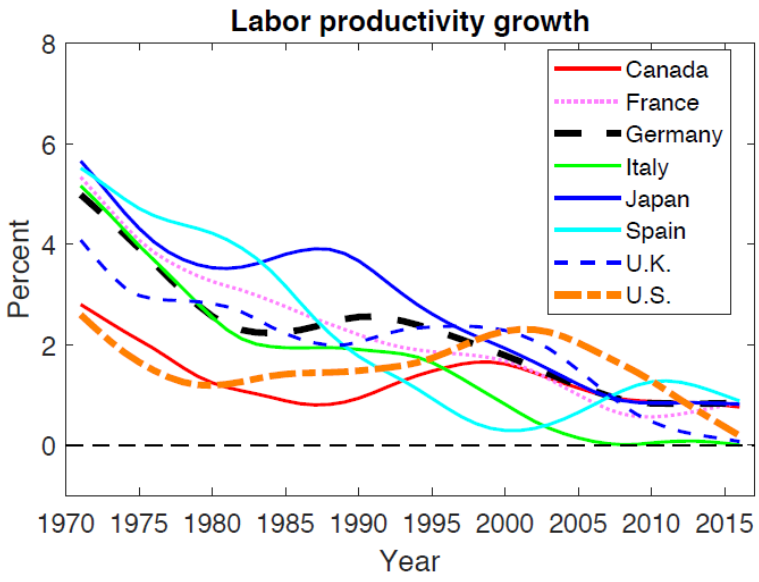
A szövetségi kormány innovációbarát keretfeltételeket kíván teremteni: a kockázati tőke kínálatának bővítésével, a hozzájutás előnyös feltételeinek kidolgozásával, kvalifikált munkatársak rendelkezésre állításával, a szabványok és normatívák nemzetközi elfogadtatásával.

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 egy olyan társadalom lehet csak, amelyik pártolja az innovációt, elfogadja az új technológiákat és alkalmazza azokat.

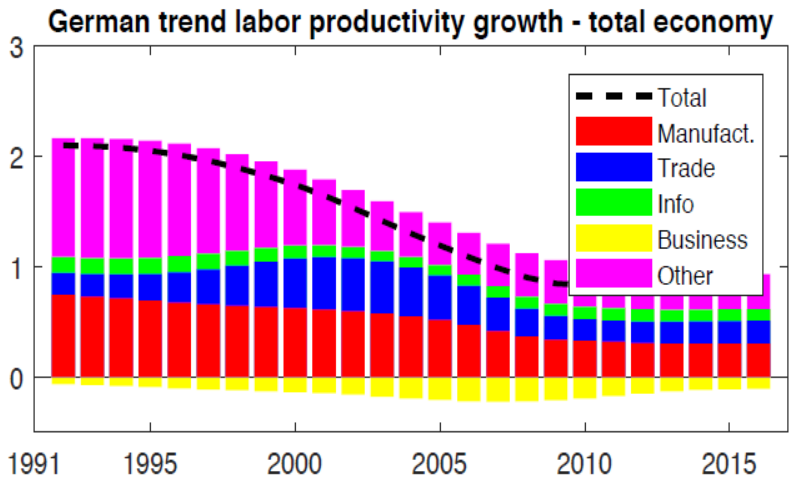
A német kormány úgy látja, hogy a megvalósítási út sikerének kulcsa elsősorban a referenciaarchitektúrák kifejlesztésében, valamint a gazdasági szereplők közötti hálózatok és szövetségek kialakulásában játszott közvetítői szerep felvállalásában rejlik.

Mindezek ellenére a német gazdaság termelékenységnövekedési üteme – minden innováció kiemelt célja és egyik fokmérője – az utolsó években jelentősen lelassult, hasonlóan a többi ipari nagyhatalomnál tapasztaltakhoz. Az alábbi 3. ábra a munka termelékenységének alakulását foglalja össze több vezető ipar ország tekintetében, míg a 4. ábra részletezi ugyanezen mutató alakulását Németország esetében, főbb szektorokra lebontva. A jelenség fő okai között a beruházások csökkenését, a termelés jelentős mértékű külföldre vitelét és az energiaárak relatív magas szintjét, valamint a *digitalizáció fejlődésével lépést tartani nem képes munkaerőt* említhetjük[7].

[7] Steffen Elstner, Christoph M. Schmidt: Die Verlangsamung des deutschen Produktivitätswachstums überwinden – Handlungsfelder für die Wirtschaftspolitik. *Wirtschaftsdienst* 2017, 2:87-92



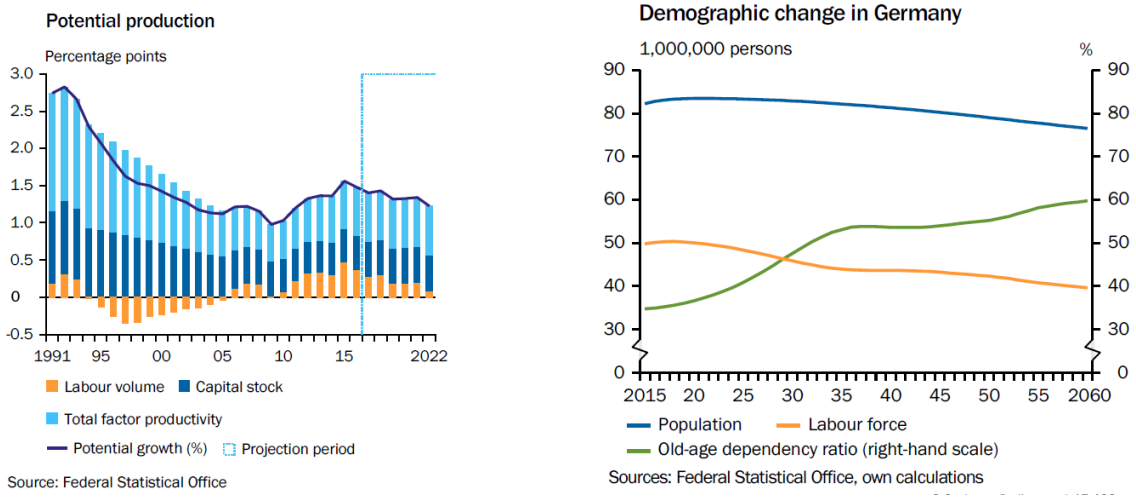
3. ábra A munkatermelékenység alakulása vezető ipari országok körében (Forrás: Schmidt 2018[8])



4. ábra A munkatermelékenység alakulása Németország különböző szektoraiban (Forrás: mint fenn)

Ez azért nem járt azonnal a teljes gazdaság növekedésének mérhető lelassulásával, mert mindeddig a befektetett összmunka volumenének kiszélesítése kompenzálni tudta. A demográfiai változások azonban középtávon alááshatják ezt a hatást (lásd az 5. ábrát).

[8] Christoph M. Schmidt: Technological progress – source of economic prosperity and objective of innovation policy. Biological Transformation of Manufacturing, Futuras in Res, Berlin, June 28th, 2018.



5. ábra A német gazdaság jellemzői (Forrás: Federal Statistical Office, Germany)

3.1.3 Svájc

Évek óta egyöntetűen Svájc vezeti valamennyi monitoring-elemző és tanácsadó cég világ- és európai rangsorát, akár a versenyképességről, akár az innovációs képességről van szó (lásd a 2.1.1. fejezetet később). A Roland Berger 2015-ös elemzése[9] szerint Svájc Ipar 4.0 készültségi indexe még Németországét is meghaladja. Jellemző módon Svájc az egyetlen itt tárgyalt ország, amelynek nincs kormányzati szintű iparfejlesztési stratégiája. Minden a vállalkozásokon, s azon a képességükön múlik, hogy felismerjék és tudatosítsák, hogy az erős gazdasági pozíciójuk fenntartása a nemzetközi trendek elfogadásán, a nekik való megfelelésen vagy azok alakításán múlik. A tények azt mutatják, hogy ezt meg is teszik.

Ennek ellenére egy Deloitte által végzett felmérés[10] kimutatta, hogy az Ipar 4.0 szempontjából még jelentős tere van a digitális transzformációhoz való alkalmazkodásnak és a továbblépésnek. (Meg kell jegyezni, hogy a kérdés elsősorban a gyártó-, az elektronikai és a vegyiparban jelentkezik.) Ennek legfontosabb pontjaira mutatunk rá a következőkben.

- 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 eddig még nem vagy csak kisebb mértékben került sor. Ez vonatkozik az alacsony bérszínvonalú országokba telepített vállalatokra is. Svájc esetében a korábbi *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 gyártás 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. A nagyvállalatokhoz képest még a KKV-k

[9] Roland Berger: INDUSTRY 4.0 – The role of Switzerland within a European manufacturing revolution – March 2015
[10] Werkplatz 4.0 – Herausforderungen und Lösungsansätze zur digitalen Transformation und Nutzung exponentieller Technologien – Deloitte 2015

vannak előnyösebb helyzetben a szükséges új infrastruktúrának akár az alapokról való felépítésének lehetőségéből kifolyólag.

- 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 jövőre nézve a „*push-to-market*" szemlélet helyett az „*pull-from-client*" irány a mérvadó.
- Az ún. exponenciális technológiák katalizátor szerepének kihasználása. Általános vélekedés szerint itt az „*additive manufacturing*" és a „*3D printing*" játsszák a kulcsszerepet. Svájcban jelentős a szándék ezen a téren komoly beruházásokkal élni.

Mindezek a felismerések és az azt követő lépések a svájci munkavállalók helyzetét hivatottak erősíteni a versenyképességi elsőbbség megőrzése mellett.

3.1.4 Kína

Kína mint az alacsony költségű export világvezetője szemmel láthatóan odafigyelt a modellből levezethető veszélyekre. Megértette, hogy az egyetlen mód iparának tartós biztosítására annak a prémium kategóriába való átvezetése, különös tekintettel arra a két tényezőre, ami akadályozza az ipari többletérték növelését: az olcsó tömegáruk iránti kereslet csökkenése és a versenyképesség terén mutatkozó erősödő problémák, úgymint a kék- és fehérköpenyes munkaerő bérének növekedése az egész keleti partvidékén, az energia- és az ingatlanárak emelkedése, a munkásságnak az ország középpontjába való vonzásának nehézségei.

Kína így az Ipar 4.0-ban azt a lehetőséget látja, hogy megoldást találjon a fenti kihívásokra a versenyképességet és a minőségi ugrást illetően, illetve egy olyan ipari megoldásokból álló portfóliót építsen fel, amellyel idővel még akár Németországgal is sikerrel versenyre kelhet. A téma egyre nagyobb hangsúllyal épül be a kormányzati politikába és kommunikációba. A kérdés úgy vetődik fel, hogy vajon a kínai iparosítási program, amely Koreához és Japánhoz hasonlóan „az olcsó áruk exportőrétől a minőségi termékek szállítójáig" hagyományos mintáját követi, az ipari csoda elmúltával kivételnek fog-e bizonyulni?

Kína az erősségét elsősorban az lakosság internet iránti affinitásában látja. Ez az egyik hajtómotorja annak, hogy a gazdaság egésze, különösen a beszállítói láncok vonatkozásában, valamint a fogyasztói folyamatok (*online-shopping*) is erősen tolódnak az internet-platform felé. Ugyanakkor a mértékadó gazdasági szereplők világosan látják, hogy a gazdasági növekedés, foglalkoztatottság és jólét záloga az innováció serkentésében, saját kínai *brand*-ek megteremtésében és nem idegen szellemi termékek alacsonyabb fejlettségi szinten való másolásában rejlik. Így született meg 2015 májusában az illetékes ipari és informatikai minisztérium által 2015-ben kidolgozott 10 évre szóló „*Made in China 2025*" központi kormányprogram, ami a német Ipar 4.0 stratégia irányait követi. Ezt az orientációt egy német-kínai közös miniszteri szándéknyilatkozat is megpecsételte. Az alapcél az, hogy Kína a tömegtermelőből világvezető gyártó hatalommá („*powerhouse*") váljék, amely a globális értékláncban és nemzetközi versenyben is jelentősen előre tud lépni. A mennyiségi szemléletet fel kívánják váltani a termékminőségi követelményekkel. A 9 konkrét stratégiai irány közül említendő a környezettudatos termelés fejlesztése és a termékekhez kapcsolt szolgáltatások erősítése.

Egy másik kormányzati akcióterv, az „*Internet Plus*" egyrészt az új technológiáknak, mint a mobil internet, a felhő szolgáltatások, a *big data*, a gazdaság valamennyi szektorába – gyártóipar, logisztika, mezőgazdaság, energetika, pénzügy, közszolgáltatások, kereskedelem, közlekedés – való eljuttatását és integrációját hivatott elősegíteni, másrészt a lakossági szektor 98%-os lefedését szélessávú internet szolgáltatással. Ennek záloga a GDP 2,5%-ának kutatás-fejlesztésre fordított aránya. Egyben a

vállalkozási hajlandóság fellendítését is várják a vállalkozásalapítást könnyítő különböző intézkedések által.

3.1.5 Japán

Japánban az ipari többletérték több mint 40%-kal csökkent tíz év alatt, az ország több mint 80%-os profitcsökkenés mellett kétmillió ipari munkahelyet vesztett. Ugyanebben az időszakban a beruházási „hiány" elérte a 160 Mrd EUR-t. Az elkerülhetetlen dezindusztrializáció Kína közelségének a következménye, ahová számos ipari gyártó helyezte át a termelését; az erős yen lenyomta az exportot, a versenyképesség csökkenését tovább súlyosbította a demográfiai visszaesés. Mindehhez járult a 2011. márciusi cunami. Az Ipar 4.0 tekintetében így Japán az elavulás útjára került.

A gyengülő yenre támaszkodva, Shinzo Abe miniszterelnök gazdaságpolitikája („*Abenomics*") feltárta ennek a helyzetnek a gyenge pontjait: a Japán számára oly fontos import drágulását, anélkül hogy élénkítette volna az exportot. A yen esését a gyártók inkább a marzs és nem a volumen növelésére használták.

Nem meglepő módon, ezek a fejlemények a ROCE érték éles zuhanásához vezettek. A dezindusztrializáció megállítására Japán megkésve csatlakozott az Ipar 4.0 kezdeményezéshez, a 2015-ös év közepén indítva el a programot. Figyelembe véve az automatizáltság szintjét, az Ipar 4.0 adaptációjának 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.

A japán Ipar 4.0 programközponti 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, élén a Hitachi-val és a Fujitsu-val. 2015-ben Japán vállalatok és szakmai szervezetek egy konzorciumot is alapítottak „*Industrial Value Chain Initiative*" néven. Ennek célja a nagyvállalatok mellett a KKV-kat is egyre inkább bevonni a termelési együttműködési hálózatokba. Az értéklánc ilyen módon lehetővé váló optimalizálásának feltétele a szabványosításban és informatikai biztonság terén való fejlődés, aminek Japán az egyik élharcosa.

Végül a japán 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: a nemzetközi konzorciális együttműködésekkel szemben előnyben részesítik a házon belüli kutatásokat (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 tekinthető. Nem véletlen, hogy külön robotstratégiával is rendelkezik *(„Robot Revolution Initiative"*). 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;

- A robotokat egyre inkább nem egyetlen adatforrás irányítja, hanem maguk is információs terminállá alakulnak át, amely akár számítógépet vagy okostelefont is tud helyettesíteni;
- A robotok hálózatokba kapcsolhatók, így nemcsak részterületeken, hanem rendszerszinten is alkalmassá válnak feladatvégzésre.

A robotforradalmat célul kitűző robotstratégia alappillérei:

- Japán maradjon továbbra is világviszonylatban a robottechnika innovációs központja;
- Japánban épüljön ki egy olyan társadalmi környezet és hozzáállás, amely a mindennapi élet minden területén fogékony a robotok alkalmazására;
- Japán vezetéssel történjék a robotbarát világnak az IoT korszakba való átvezetése, azaz a robotok hálózatokba történő integrálása.

A demográfiai visszaesés korszakát élő Japán nagy gondot fordít az új technológiák társadalmi kihatásainak tudatos kezelésére és tervezésére („*Society 5.0*").

3.1.6 USA

Az ipari termelés korábbi nagyarányú Kínába és Mexikóba való kihelyezése következtében az USA iparosodási indexe viszonylag alacsony (17% volt 2014-ben). Abszolút értékben az ipari termelés közel háromszorosa a német ipar hasonló adatának, és ezt csak Kína szárnyalta túl a gyártóipar többletértékére vonatkozó adatával. A helyzet árnyoldala az, hogy szemben Kína 160 milliós létszámú ipari foglalkoztatottjával, az USA-ban mindössze 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) viszont a profitot 54%-kal emelték meg.

Az USA bizonyos mértékig az automatizálás útját követte, fókuszálva a termelékenység növelésére és a modernizációra, viszont a beruházások szintje túl magas a generált többletértékhez képest. Az eredmény: a ROCE nem javult (ld. a 4. ábrán is). A feladat tehát az iparral kapcsolatban a következő: a többletérték növelése és a modernizált tárgyi eszközök jobb kihasználása. Ez még az Obama elnök által 2011-ben meghirdetett politika („*Advanced Manufacturing Partnership*"), amelynek célja volt a hazai gyártók helyzetbe hozása, a többletérték növelése, az ipari termelés relokalizációja és országosan minőségi, jól képzett munkaerőt kívánó munkahelyek létrehozása.

Az Ipar 4.0 fogalma az USA-ban kevésbé ismert, helyette inkább az „*Internet of Industrial Things*" (IIoT) vagy „*Industrial Internet*" kifejezések használatosak, ami azt jelzi, hogy az új ipari forradalmat egyik fontos technológiai vetületével, az IoT-vel azonosítják. A témával jobbára csak szakmai és politikai körökben foglalkoznak, a közvélemény nem tájékozott benne, s a fogalmakba beleértenek minden innovatív ágazatot, mint a nanotechnológiát, biológiát és kémiát is.

Ami a stratégiát illeti, a japán helyzethez hasonlóan egymás mellett létezik egy állami és egy ipari kezdeményezés. 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 bevezetésének és az üzleti paradigmaváltásnak a szükségességét. A termékek ciklusidejének csökkentése, az olaj- és gázimporttól való függőség csökkentése, a K+F tevékenység erősítése a fent már említett célokon kívül kiemelt prioritást képeznek az „*Advanced Manufacturing Partnership v2.0*" programon belül. Ami a K+F aktivitást illeti, a programon belül működik immár az állami és a magánszektor finanszírozásában működő „*Manufacturing USA*", korábbi nevén „*National Network for*

Manufacturing Innovation (NNMI)" kutatási program. Célja az USA jövőbeli gazdasági erejének fenntartása a gyártóipar innováció, a STEM / TTMM[11] képzések fejlesztése és a gazdaság szereplői közötti együttműködés elősegítése. Országosan már 14 NNMI központ létezik, amelyek össze vannak kötve egymással, de mindegyiknek saját specializált kutatási programja van a technológiák, a gyártási folyamatok, a termékek és a képzés területén A fejlődés további motorjai a *US Navy* által alapított 8 *Manufacturing Centres of Excellence* bázisok is, melyeket a német Fraunhofer intézetek mintájára hoztak létre.

Az ipar oldalán indult kezdeményezés az „*Industrial Internet Consortium*" néven indult be 200 nagyvállalat, egyetem, kutatóhely és 26 szövetségi állam részvételével. Platformszerű működésével célja az IKT fejlesztése és széleskörű bevezetése mellett, a legjobb ipari gyakorlatok kikísérletezése és új üzleti modellek kutatása. Jelentős tevékenységi körük a „*Testbed Working Group*" munkacsoporton belül tanácsadással, infrastruktúra biztosításával elősegíteni új innovációs ötletek, technológiák, megoldások, termékek és szolgáltatások hasznosíthatóságának professzionális tesztelését.

3.1.7 A különböző stratégiai opciók, illetve alkalmazásuk összefoglalása

A következő táblázat az előzőek tanulságaként az ipari szektorban az egyes országok nagyvállalatai által implementált stratégiai programok kiemelt és tipikus fő céljait, valamint a megvalósításra hozott intézkedéseit foglalja össze.

Kiemelt cél („Mit?")	**Intézkedés („Hogyan?")**	**Hol?**
többletérték és versenyképesség	alacsonyabb munkaérzékenység, versenyképesség javítása, csatlakozási védősorompók bevezetése	Németország, Japán, USA, Kína
„az ipari lábnyom" és új üzleti modellek	testreszabott termékek előállítása tömegtermelési áron	Japán, USA
globális vezető szerep Ipar 4.0 megoldásokban	a technológia megoldások fejlesztése, szabványok, speciális exportkonstrukciók kialakítása	Németország, Kína,
nemzetköziesedés és kockázatkezelés	rugalmas gyártósorok építése, a keresleti volatilitás ellensúlyozása, a földrajzi terjeszkedés tőkeköltségének csökkentése	Németország, Japán, Kína
digitális start-up-ok és ökoszisztémák	az ökoszisztémákat elősegítő platformok, az innováció felgyorsítása inkubátorokkal és klaszterekkel	Svájc, Kína. USA
a dolgozói elégedettség növelése	a munkavégzés kényelmének csökkentése, a munkának életre szóló jelentés adása	Németország, Japán
fenntarthatóság és imázs	a természeti erőforrások használatának csökkentése, az ipar imázsának javítása	Svájc, Japán, Németország

1. táblázat Intézkedési opciók összefoglalása

3.2 Hazai helyzetkép külső szemmel

Három mérvadó nemzetközi minősítő szervezet 2019-es riportjából kiolvasható státuszt összegezünk röviden, annak illusztrálására, hogy miként látnak minket a külső értékelők és elemzők. Ez a Világgazdasági Fórum (WEF) versenyképességi riportja, az Európai Unió *Innovation Scoreboard* (IUS)

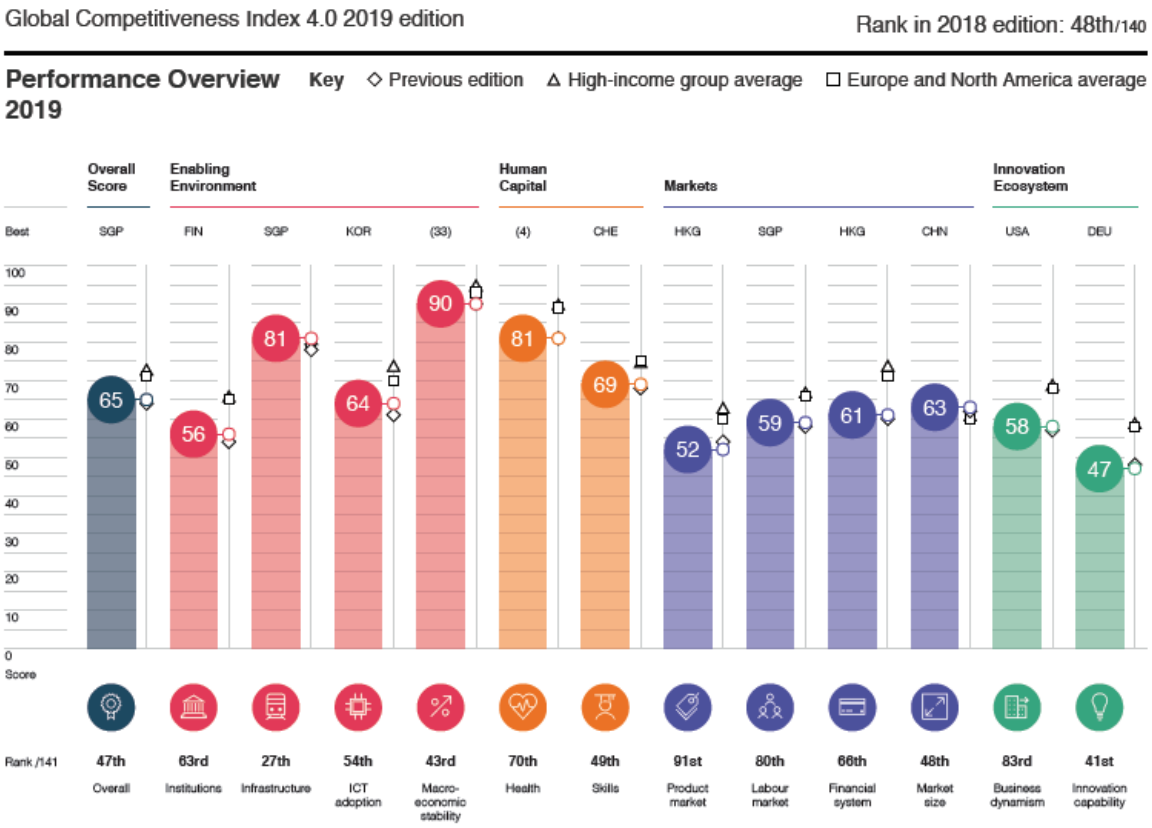
[11] Science, technology, engineering and mathematics – a modern gazdaság igényeit kielégítő képzési irányok

riportja és a *Digital Economy and Society Index* (DESI), valamint a *Digital Transformation Scoreboard* 2018 riportjai. Nyilvánvalóan ezek a minősítések a választott súlypontok eltérései miatt nem egyeznek meg egymással. De mégis az mondható, hogy együttesen adhatnak ki egy koherens képet.

3.2.1 A Világgazdasági Fórum Versenyképességi Indexe 2019[12]

Ha összehasonlítjuk az évről évre készített WEF riportokat, azt tapasztaljuk, hogy időközben az értékelési szempontok változtak. A WEF elemzésében a K+F+I struktúrák mind kvalitatív, mind kvantitatív összehasonlíthatósága érdekében a vizsgálati szempontokat hierarchikusan felépített csoportokba sorolták: a 3 ún. *Index* összesen 12 pillért (*Pillar*) foglal magában, s minden pillérhez egy szakértői csoport tagjai által egyedileg pontozott faktorok/mérőszámok tartoznak. A pillérek száma változatlanul 12, de elnevezésük és főleg belső felosztási struktúrájuk változott. Így nem lehet a 141 országra kiterjedő 2019-es rangsorokat és indoklásokat közvetlenül a korábbi adatokkal összehasonlítani. Amúgy ebben a rangsorban Magyarország a 2016-os összesített 63. pozícióról előrelépett a rangsor 47. helyére 2019-ben. Sajnálatos módon megszűnt a fejlettségi szint (*Stage of Development*) minősítés is, amely szerint korábban az ország az "átmenet a hatékonyság-vezérelt állapotból az innováció-vezérelt állapotba (*Transition from Efficiency-driven to Innovation-driven*)" besorolást kapott.

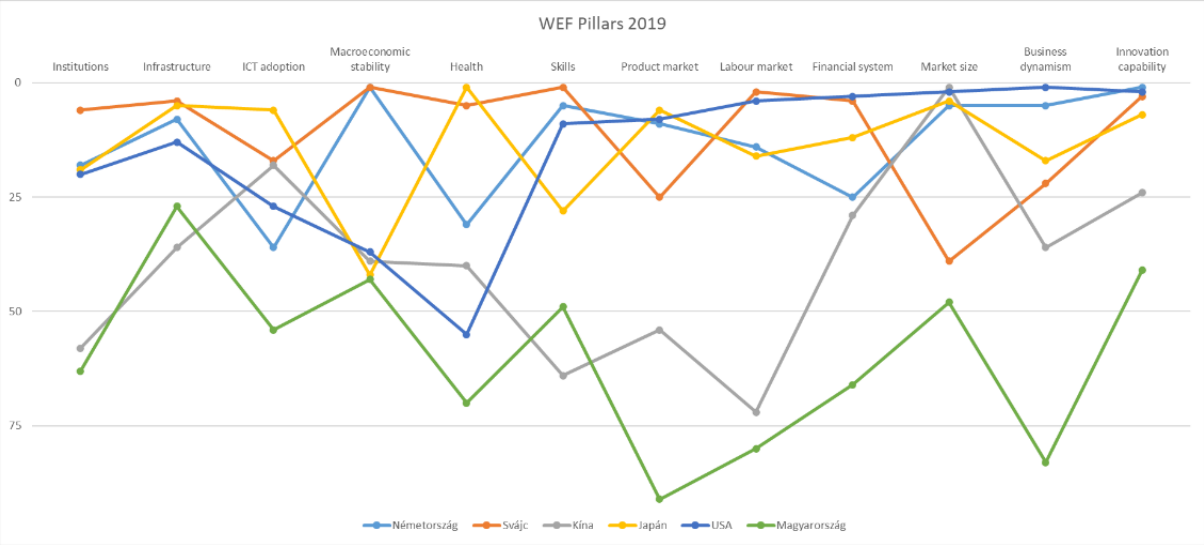
Sajnálatos továbbá, hogy az országok egyedi elemzése is módosult. Nemcsak a táblázatos és a trendeket megadó értékelés lett szegényebb, hanem az ország és az európai régió közti különbségekről gyors áttekintést adó pókhálóábrát is felváltotta a következő grafikon (6. ábra):



6. ábra GCI Magyarország 2019

[12] http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf

Figyelemreméltó, hogy az 1. pilléren (Intézményi rendszer) belül a kormány jövőre irányuló orientációja szempontcsoportjában a 30. helyen állunk. Érdekes továbbá a más értékelésekben lepontozott innovációs képességben kimutatott 41. helyezés, valamint az infrastruktúra dimenzióban elért 27. hely. Ez utóbbi pillér kifejezetten gyengeségnek minősül az itt bemutatott negyedik értékelésben. Egy első helyezésünk is van: a makrogazdasági pilléren belül az inflációs szempontnál! A témánk szempontjából kiemelt fontosságú *„ICT adoption"* pillér, ami a korábbi *„Technological readiness"* helyét vette át, annál jelentősen szűkebb tartalommal, s kizárólag a mobil- és internet szolgáltatások minőségét vizsgálja mindössze öt szempont alapján (sávszélesség, előfizetések száma, stb.), szempontonként a 25. - 95. helyezéseket érdemelte ki, s összességében az 54. helyre, tehát a középmezőnybe sorolt minket.



7. ábra GCI Élenjárók és Magyarország 2019

Ez mutatja az átláthatóságra való törekvés ellenére is a sokfajta vizsgálat erősen szubjektív jellegét[13].

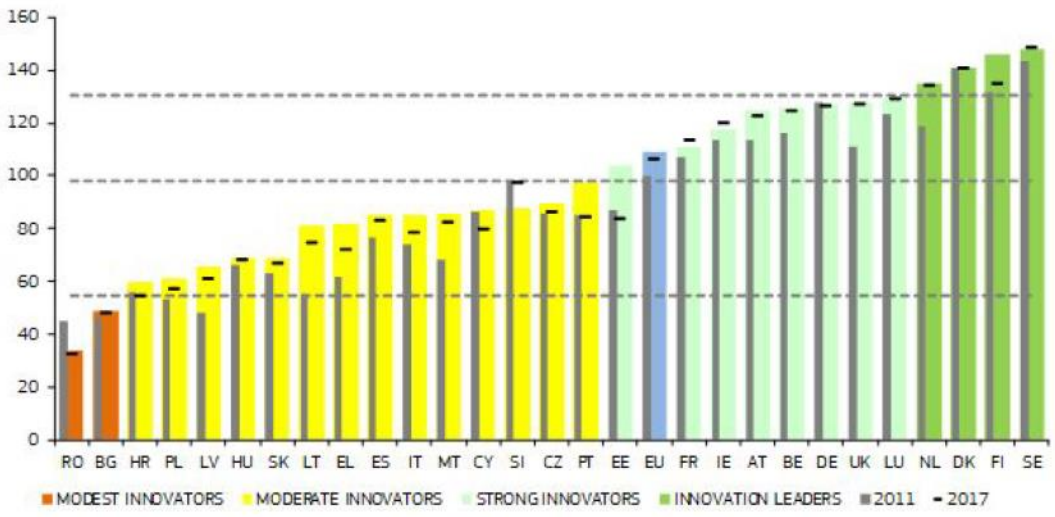
3.2.2 Az Európai Unió Innovation Scoreboard (IUS) 2019 riportja[14]

Még az előző Európai Bizottság döntése alapján fokozni kell Európa innovációs képességét, hogy az EU a globális piacokon nemcsak meg tudja tartani helyét, hanem javítani is tudja pozícióit. Ezért indítja be mintegy 100mrd EUR költségvetéssel az új Horizon Europe 2021-2027 programot, a kutatás és az innováció támogatása érdekében.

Az immár évek óta kiadott IUS riportok a WEF-hez hasonlóan változáson estek át tartalmukban és struktúrájukban is 2019-ben. A legutóbbi jelentés megállapítja azt az örvendetes tényt, hogy az EU innovációs teljesítménye az utolsó négy évben folyamatosan javult (2011 óta átlagosan évi 8,8%-kal növekedve) és fennállása óta először előzi meg az USA-t. Ugyanakkor teret veszíteni látszik Dél-Koreával és Japánnal szemben, miközben Kína folyamatosan csökkenti korábbi hátrányát, minthogy növekedési üteme háromszorosa az EU átlagnak.

Az elismert jó gyakorlatok alkalmazását és a definiált sikerkritériumaikat figyelembe vevő értékelés szerint ezek a megállapítások nem helytállóak Magyarország vonatkozásában. Az évek óta mérsékelt ("*moderate*") innovátorok kategóriájába sorolt Magyarország 2011 óta csak minimálisan tudta növelni innovációs teljesítményét, az EU megítélése szerint gyakorlatilag stagnál:

[13] Magyarország vonatkozásában a közreműködő lokális szakértői csapatot a Kopint-Tárki Zrt. adta.
[14] 2019 Innovation Scoreboards: The Innovation Performance of the EU and its regions is increasing. June 2019



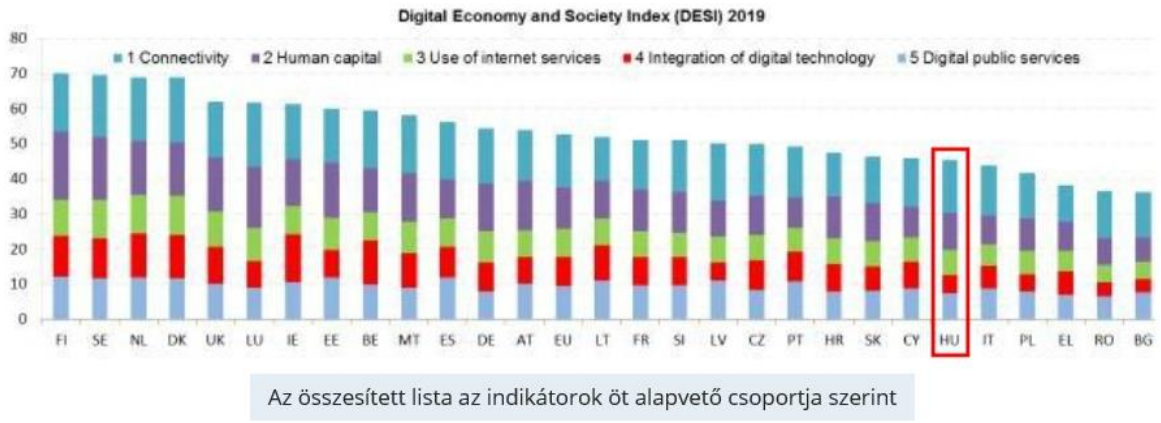
8. ábra IES 2019

A szürke oszlopok a 2011-es, a színes oszlopok a 2018-as, a vízszintes vonalkák a 2017-es innovációs teljesítményt mutatják, valamennyit a 2011-es EU átlaghoz viszonyítva.

A különböző EU biztosok más-más aspektusát emelik ki ennek a helyzetnek: a beruházások élénkítése, a tudástranszfer a legjobban teljesítő és az elmaradottabb régiók között, az új működési modelleket meghonosító start-up és kisvállalkozások a digitális és a zöld szektor fellendüléséhez vezethetnek.

3.2.3 DESI Index 2019 június[15]

Az Európai Bizottság idei jelentésének egyik legfőbb megállapítása, hogy azok az országok rövid idő alatt is jobb teljesítményt tudtak elérni, amelyek az európai digitális egységes piaci stratégiával összhangban határoztak meg célokat, és azokat meg is alapozták a megfelelő beruházásokkal. Ettől függetlenül mindegyik uniós tagország digitális teljesítménye javult az elmúlt évben, de a kiemelkedően legjobb eredményt ezúttal Finnország, Svédország, Hollandia és Dánia érte el.



9. ábra DESI 2019

A 2019-es DESI index alapján Magyarország a 28 uniós tagállam között továbbra is a 23. helyen áll, vagyis annak ellenére sem sikerült javítanunk az összesített rangsorban, hogy az eredmények itt is az

[15] https://hirlevel.egov.hu/2019/06/16/digital-economy-and-society-index-desi-2019-a-legfrissebb-osszehasonlito-adatok-az-unios-orszagok-digitalis-fejlettsegerol/

uniós átlagnak megfelelő ütemben javultak az elmúlt néhány évben. Magyarország *a legjobban (és valamivel az uniós átlag felett) a széles sávú összekapcsoltság tekintetében teljesít*, köszönhetően a nagy sebességű és szupergyors kapcsolatok széles körű bevezetésének, az új generációs hozzáféréseknek és a szupergyors széles sávú infrastruktúra nagyarányú hálózati lefedettségének.

A legnagyobb kihívást ezzel szemben még mindig *a digitális technológiák üzleti integrációja és a digitális közszolgáltatások* jelentik: ezeken a területeken a legrosszabbul teljesítő tagállamok között vagyunk, jóval elmaradva az uniós átlagtól. Az e-kormányzati szolgáltatások (pl. magyarorszag.hu vagy netenahivatal.gov.hu) megítélésük szerint nemcsak minőségében gyengébbek, mint más tagállamokban, hanem igénybevételük aránya is átlag alatti. Egy másik adat, hogy a vállalkozások mindössze 14 százaléka használ vállalati erőforrás-tervezési szoftvereket az információk megosztására a különböző részlegek között, ami az egész EU-ban a legalacsonyabb arány.

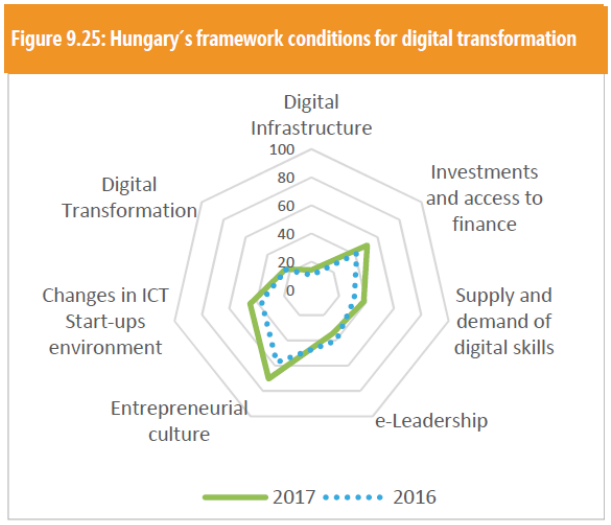
Az e-kereskedelem, a nagy adathalmazok és a felhőalapú szolgáltatások használata is hasonló képet mutat a DESI index szerint. Magyarországon magas az IKT-diplomások aránya, a szakemberek részesedése pedig közelít az átlaghoz, de általánosságban az internet-felhasználói készségeken még bőven van mit javítani. A kutatás alapján egyébként az európai uniós lakosság 43 százaléka híján van az alapvető digitális készségeknek, miközben 83 százalékuk már legalább heti rendszerességű internet-felhasználónak számít.

Érdekes eredményre jutunk, ha összevetjük a WEF „IKT adaptáció" dimenziójában elért rangsorokat a DESI Index szerint Magyarország (54.hely) mögött álló országokkal: mind az öt megelőz minket akár minimálisan (Olaszország, Lengyelország és Görögország), akár jelentős rangsorbeli különbséggel (Románia: 32. hely, Bulgária: 30. hely)! Ez ismét óvatosságra int az rangsorok értelmezésével kapcsolatban.

3.2.4 Digital Transformation Scoreboard 2018[16]

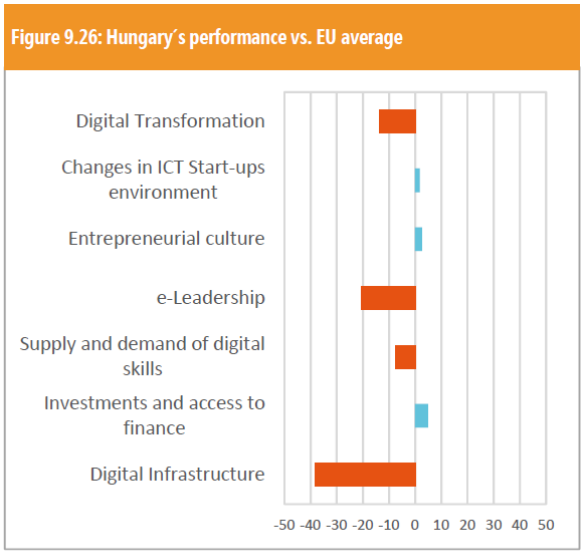
A *Digital Transformation Scoreboard* (DTS) értékelés alapján annak ellenére, hogy Magyarország a vizsgált 7 dimenzió közül hatban javítani tudta teljesítményét 2016-hoz képest, mégis csak a szerényen teljesítő („*modest*") országok kategóriájában helyezkedik el. Legnagyobb a javulás a vállalkozási kultúra és a digitalizálás célú beruházások terén (köszönhetően a kedvező beruházási klímának és finanszírozási lehetőségeknek), de az infrastruktúra és az *e-leadership*, azaz a digitális képességek elsajátítását megcélzó oktatási és tréning programok elérhetősége jelenti a legnagyobb kihívást. A hétből három dimenzió esetében minimálisan jobban teljesít az ország, mint az EU átlag. A figyelemreméltó kezdeményezések közül kiemeli a „Dobbantó" női vállalkozói képzés és a magyar vállalkozói portál beindítását.

[16] https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/files/Digital%20Transformation%20Scoreboard%202018_0.pdf



Note: Based on the average of the latest three imputed values. Where no data was available, the EU average was used.

10. ábra A hazai digitális transzformáció 2016-2017 években (Forrás: DTS)



Note: Based on the average of the difference of the latest three imputed values. Where no data was available, the EU average was used.

11. ábra A hazai digitális transzformáció és az EU átlag (Forrás: DTS)

3.3 Hazai helyzetkép – belülről szemlélve

3.3.1 Kormányzati szakpolitikák

A hazai digitalizációs stratégiák és kapcsolódó programok létrejötte az „EURÓPA 2020 - Az intelligens, fenntartható és inkluzív növekedés stratégiája”[17] című, az Európai Bizottság által 2010-ben elfogadott dokumentumon alapul. Ennek prioritásai között megjelent a kutatási és innovációs alapok reformja és az IKT-ra fordított támogatások növelése annak érdekében, hogy a kulcsfontosságú stratégiai területeken megerősödjön Európa technológiai ereje és a nagy növekedési potenciállal rendelkező KKV-k számára megteremtődjön a feltörekvő piacokon való vezető szerep lehetősége. Kiemelt cél, hogy valamennyi gazdasági ágban ösztönzött legyen az IKT innováció. Az uniós dokumentummal összhangban a következő években sorra születtek a hazai szakpolitikákat támogató ágazati és

[17] https://ec.europa.eu/eu2020/pdf/1_HU_ACT_part1_v1.pdf

horizontális stratégiák, melyek kiindulási alapként szolgáltak a digitális gazdaság és társadalom különböző fejlesztési és támogatási programjainak megtervezéséhez:

- Nemzeti Kutatás-fejlesztési és Innovációs Stratégia[18] – 2013. július
- Nemzeti Intelligens Szakosodási Stratégia (S3)[19] – 2014. november
- Nemzeti Infokommunikációs Stratégia (NIS)[20] – 2014. december
- Irinyi Terv az innovatív iparfejlesztés irányainak meghatározásáról[21] – 2016. február
- Fokozatváltás a felsőoktatásban[22] – 2016
- Szakképzés 4.0 – a szakképzés és felnőttképzés megújításának középtávú szakmapolitikai stratégiája, a szakképzési rendszer válasza a negyedik ipari forradalom kihívásaira – 2019. március

A fenti stratégiák elfogadása óta eltelt idő miatt szükségessé vált azok átdolgozása, aktualizálása. Ennek megfelelően jelenleg kormány általi elfogadás előtt áll a 2019. decemberi keltezésű, *Magyarország Kutatás-fejlesztési és Innovációs Stratégiája 2021-2030* című dokumentum, illetve a vállalkozói, egyetemi, kutatóintézeti szféra és a társadalmi szereplők széles körének bevonása mellett az NKFIH koordinációjával napjainkban zajlik a megújított S3 stratégia véleményezése.

A 2015 végén indult – és az ITM égisze alatt, kiemelt szakmai területként működő – Digitális Jólét Program keretében az alábbi releváns stratégiák kerültek kidolgozásra, vagy állnak összeállítás/elfogadás alatt:

- Magyarország Digitális Exportfejlesztési Stratégiája (DES)[23] – 2016. szeptember
- Magyarország Digitális Oktatási Stratégiája (DOS)[24] – 2016. október
- Magyarország Digitális Start-up Stratégiája (DSS)[25] – 2016. december
- Digitális Munkaerő Program (DMP)[26] – 2018. január
- Magyarország Fintech Stratégiája[27] – 2019. július
- Magyarország Digitális Agrár Stratégiája (DAS)[28] – 2019. augusztus
- Digitális Egészségipar-fejlesztési Stratégia (DEFS)[29] (folyamatban)
- Magyarország 5G Stratégiája[30] (folyamatban).
- Mesterséges Intelligencia Stratégia[31] (elfogadás alatt)

3.3.2 Digitalizációhoz kapcsolódó országos infrastrukturális fejlesztések

A gazdaságélénkítés és a hazai vállalkozások versenyképességének növelése szempontjából kulcsfontosságú a digitális átalakulás. A – részben a Nemzeti Infokommunikációs Stratégián alapuló –

[18] http://njt.hu/cgi_bin/njt_doc.cgi?docid=161771.286124
[19] https://nkfih.gov.hu/hivatalrol/nemzeti-intelligens/nemzeti-intelligens-180603-1
[20] https://www.kormany.hu/download/a/f7/30000/NIS_v%C3%A9gleges.pdf
[21] https://www.kormany.hu/download/d/c1/b0000/Irinyi-terv.pdf
[22] https://www.kormany.hu/download/c/9c/e0000/Fokozatvaltas_Felsooktatasban_HONLAPRA.PDF
[23] https://www.kormany.hu/download/9/51/d0000/Magyarorsz%C3%A1g%20Digit%C3%A1lis%20Exportfejleszt%C3%A9si%20Strat%C3%A9gi%C3%A1ja.pdf
[24] https://www.kormany.hu/download/0/cc/d0000/MDO.pdf
[25] https://www.kormany.hu/download/d/8c/e0000/Magyarorsz%C3%A1g%20Digit%C3%A1lis%20Startup%20Strat%C3%A9gi%C3%A1ja.pdf
[26] https://digitalisjoletprogram.hu/hu/tartalom/dmp-digitalis-munkaero-program
[27] https://digitalisjoletprogram.hu/hu/tartalom/magyarorszag-fintech-strategiaja
[28] https://www.kormany.hu/download/3/fb/a1000/Magyarorsz%C3%A1g%20Digit%C3%A1lis%20Agr%C3%A1r%20Strat%C3%A9gi%C3%A1ja.pdf
[29] https://digitalisjoletprogram.hu/hu/tartalom/defs-digitalis-egeszsegipar-fejlesztesi-strategia
[30] https://digitalisjoletprogram.hu/hu/hirek/elkeszult-a-magyar-5g-strategia-szakmai-tervezete
[31] https://www.kormany.hu/hu/innovacios-es-technologiai-miniszterium/hirek/elkeszult-a-mesterseges-intelligencia-strategia

2017 júliusában elfogadott *DJP 2.0 Stratégiai tanulmány* három kulcsterülete, a digitális gazdaság, digitális kompetenciák, illetve digitális állam köré csoportosított fejlesztési elképzeléseinek infrastrukturális támaszát az alábbi megvalósult, vagy folyamatban lévő kiemelt hálózati fejlesztések biztosítják:

- *Szupergyors Internet Program*[32] – nagyarányú hálózatfejlesztések a legalább 30 Mbit/s sebességű szupergyors internet-szolgáltatás biztosítása érdekében a lakosság és a vállalkozások számára;
- *Nemzeti Információs Infrastruktúra Fejlesztési Program*[33] – integrált országos hálózati infrastruktúra és szolgáltatások a teljes magyarországi kutatási, oktatási és közgyűjteményi intézményrendszer több mint 5500 tagintézménye, és több mint 2 millió felhasználója számára;
- *Nemzeti Távközlési Gerinchálózat* – az önkormányzatok és más állami intézmények által nyújtott korszerű e-közigazgatási szolgáltatások biztosítása érdekében;
- *Mobilinternet hálózatfejlesztés*[34] – a magyarországi távközlési szolgáltatók nagy sebességű mobil hírközlési (4G, 4G+, 5G) hálózatfejlesztési beruházásainak támogatása.

3.3.3 Az IKT és ipari digitalizációs fejlesztések megvalósulását támogató források térképe

A különböző stratégiákban megfogalmazott IKT és ipari digitalizációs fejlesztési beavatkozások finanszírozása egyrészt Magyarország központi költségvetéséből, másrészt a 2014-2020-as tervezési időszak operatív programjain keresztül uniós társfinanszírozással valósul meg.

Az ITM által meghirdetett *Irinyi Terv Iparstratégiai Támogatási Program* az utóbbi években évente mintegy 2,5-3mrd Ft keretösszegből 50-400m Ft támogatást biztosított az Irinyi Tervben azonosított ágazatokban (járműgyártás, speciális gép- és járműgyártás, élelmiszeripar, egészséggazdaság, zöldgazdaság, IKT szektor) megvalósuló innovációs partnerségek kialakítására.

A 2017-ben elfogadott Beszállítói Cselekvési Terv alapján indított *Beszállító Fejlesztési Program* a Magyarországon működő feldolgozóipari integrátorok által támasztott igények és a hazai beszállítói képességek közötti különbség áthidalását kívánja támogatni. A program célja a hazai, alacsonyabb hozzáadott értékű termékstruktúrával működő beszállítók bekapcsolása a magasabb hozzáadott értéket teremtő termékek fejlesztésébe és gyártásába, hatékonyságuk és termelékenységük növelése modern, Ipar 4.0 technológiák alkalmazásával, szervezetfejlesztéssel, képzéssel, innovációval, kutatás-fejlesztési tevékenységgel. A program éves kerete 3mrd Ft, az igényelhető támogatás 20-200m Ft.

Szintén az ITM saját keretéből biztosított 2018-ban és 2019-ben évi 1,5mrd Ft-ot az *Ipar 4.0 Támogatási Program* projektjeinek megvalósítására, amely a feldolgozóipar és az IKT szolgáltatási szektor intelligens eszközökre épülő digitalizációs átalakítását támogatja. Eszközrendszere az ipar minőségi technológia-fejlesztésére, a termelékenység fokozására helyezi a hangsúlyt az elérhető legnagyobb hozzáadott érték növekedés, a hazai vállalkozások versenyképességének növelése, hosszútávú fenntarthatósága érdekében.

Fentieken túl a hazai költségvetés terhére rendelkezésre álló egyéb forrásokból, pl. NKFIH-n keresztül is több lehetőség volt ipari digitalizációs fejlesztések területén megvalósuló kutatásokra pályázni mesterséges intelligencia, infokommunikáció, modern termelési- és gyártásrendszerek, kooperatív

[32] https://kifu.gov.hu/szip

[33] https://digitalisjoletprogram.hu/hu/tartalom/niif-nemzeti-informacios-infrastruktura-fejlesztesi-program

[34] https://digitalisjoletprogram.hu/hu/tartalom/mobilinternet-halozatfejlesztes

irányítás, mobilitás (közlekedés, logisztika, szállítmányozás), műszaki és mérnöki tudományok területen.

Az uniós társfinanszírozással megvalósuló GINOP pályázatok és kiemelt projektek közül az eddig folyamatban lévő, az IKT és ipari digitalizációs fejlesztésekhez kapcsolódó, valamint Ipar 4.0-hoz közvetve vagy közvetetten köthető 12 konstrukció keretében több mint 1100 támogatási szerződés van hatályban, melyek megítélt támogatási összege 67,68mrd Ft, amiből 31,05mrd Ft támogatás már kifizetésre került. (Ld. mellékelt tábla).

A különböző hazai költségvetésből és EU-s forrásból finanszírozott fejlesztések – így a GINOP átfogó, operatív program szintű – eredményességmérési kerete, valamint az egyes pályázati konstrukciók indikátorrendszere nem alkalmas a kifejezetten ipari digitalizációs fejlesztések nyomon követésére és értékelésére, illetve a kapcsolódó projektek jelentős részben még folyamatban vannak. Ugyanakkor a források hatékony felhasználásának vizsgálata érdekében indokolt lehetne a nyertes projektgazdák körében egy olyan felmérés, amely az Ipar 4.0-ra eddig dedikált támogatások hasznosulását vizsgálná és egyben beavatkozási javaslatot tehetne a még szabad fejlesztési források ez irányú célba juttatására.

3.3.4 Az Ipar 4.0 NTP szerepe és működése, tevékenységei

3.3.4.1 Ipar 4.0 NTPSz kérdőív projektje

Az akkori Nemzetgazdasági Minisztérium (NGM) támogatásával, a Magyar Tudományos Akadémia Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet (MTA SZTAKI) koordinációjával 2016 májusában jött létre az *Ipar 4.0 Nemzeti Technológiai Platform* (NTP) mintegy 40 tagszervezet – vállalatok, kutatóintézetek, egyetemek, szakmai szervezetek – részvételével, amely jelenleg szövetségi formában működik mintegy 80 taggal.

A Platform alapvető célja az Ipar 4.0 kulcsterületeit jelentő, az információcserén alapuló tudás-megosztás és a fejlesztések ösztönzése a digitalizáció és a gyártás területén, valamint szakmai konzultáció, tanácsadás nyújtása, illetve javaslatok készítése a kormányzat és az Ipar 4.0 ökoszisztéma egyéb szereplői részére.

Az NTP 2017 tavaszán elindította *Kérdőív projektjét*, amely hazánkban eddig még soha nem alkalmazott mélységben tárja fel az egyes vállalatok technológiai és üzleti érettségét a digitalizáció szempontjából, illetve ad képet a vonatkozó makrógazdasági fejlemények jelenlegi irányairól. A 2017 április és 2018 június között lebonyolított felmérésre 232 teljes, illetve részleges, de értékelhető válasz érkezett. A kapott eredmények kielemzése magyar és angol nyelvű értékelő tanulmányban[35], illetve több konferencia-előadásban és folyóiratban történt meg.

Elsődleges szakmai cél volt a következő tényezők felmérése:

- A (gyártó)ipar és a stratégiai gazdaságirányítás igényei és elvárásai
- Az Ipar 4.0 ismertségének, elfogadottságának és bevezetésének jelenlegi helyzete mind az egyedi vállalatok, mind a nemzetgazdaság szintjén
- Ipar 4.0 specifikus K+F+I potenciál
- A növekedési potenciál és ennek feltételei

A kérdőív három főrészre tagozódik a fent definiált szakmai célból levezethető módon:

[35] https://www.i40platform.hu/sites/default/files/2018-10/Flyer_v9.0_0.pdf

- A kitöltő vállalatot, szakmai szervezetet jellemző gazdálkodási és statisztikai adatok bevezető csoportja (1. főrész: 1-15. kérdések).
- Vállalati (mikro) szinten a kitöltő vállalatok egyedi Ipar 4.0 képességeinek felmérésére alkalmas kérdések csoportja (2. főrész: 16-61. kérdések).
- Makró szinten a magyarországi helyzet átfogó megismerését és segítését célzó kérdések csoportja (3. főrész: 62-98. kérdések).

A felmérés tanulságai a következők voltak:

- Az Ipar 4.0 ismertsége és jelentőségének felismerése tekintetében az elmúlt 1-1,5 év folyamán bekövetkezett az áttörés.
- A vállalatok többségének nincs Ipar 4.0 stratégiája.
- Noha az iparvállalatok nagy része megértette az adatgyűjtés fontosságát, mégis elenyésző a teljeskörűségre törekvők aránya.
- Magas a felfelé nem bővíthető eszközparkkal rendelkező iparvállalatok aránya.
- Sok vállalat innovációs képessége jelentősen elmarad a kívánatostól.
- A vállalatok még nem használják ki kellően a termékadatokon alapuló többletszolgáltatások árbevételt generáló hatását.
- A saját munkavállalók Ipar 4.0 kompetenciáinak értékelésekor szembetűnő, hogy bármely területet is vizsgálunk, túlsúlyban vannak a „Létezik, de nem kielégítő” válaszok.
- A KKV-k legnagyobb problémái a folyamat- és munkaszervezés, a szakértelem rendelkezésre állása és a képzés területén jelentkeznek.

A felmérés az alábbi legfontosabb következtetéseket fogalmazta meg:

- Még nagyon sok a tennivaló a felvilágosítás, az Ipar 4.0-t érintő kulturális nevelés terén.
- A magyarországi vállalatok többségének a felzárkózáshoz meg kell újítania jelenlegi eszközparkját az evolutív továbbfejleszthetőség irányában.
- Az Ipar 4.0 iparfejlesztési stratégia egyik kulcsfeladata a K+F+I potenciál erősítése.
- Az Ipar 4.0 orientációjú, illetve a digitális kompetenciafejlesztő oktatás (szakképzés, felnőttképzés, felsőoktatás) teljes megújítására van szükség.
- Állami beavatkozás nélkül a KKV-k nem tudnak megbirkózni az Ipar 4.0 jelentette kihívásokkal. Az államnak tehát mind direkt, mind indirekt eszközökkel kell támogatnia őket.

3.3.4.2 Az Ipar 4.0 NTP által összeállított Ipar 4.0 stratégia

2017 nyarán az NGM felkérésére a Platform Stratégiai Tervezés Munkacsoportjának koordinálásával megkezdődött az önálló Ipar 4.0 stratégia kidolgozása az ipar intelligens eszközökre épülő digitalizációs átalakítása érdekében, hozzájárulva Magyarország innovatív újraiparosításához, az ipar minőségi megújításához, a versenyképesség javításához, a kormány foglalkoztatási céljait is szem előtt tartva.

A stratégia megállapította, hogy a Roland Berger Ipar 4.0 Készültségi Index mutató segítségével mérhető Ipar 4.0 felkészültségi, illetve kiválósági szint és a gyártóipar GDP-n belüli arányának összevetése alapján Magyarország érzékelhető elmozdulás nélkül a „Tradicionalisták” közé tartozik más, elsősorban Kelet-Európa országokkal együtt, ami egyértelműen egy egészséges szerkezetű ipari bázis felhajtóerejére utal.

A stratégia sikerének kulcstényezője, hogy az Irinyi Tervben kiemelt ipari ágazatokban miként, milyen ütemben és mértékben megy végbe a digitális átalakulás. Ennek fontos sarokpontja a kis- és középvállalati (KKV) szektor, így a stratégián alapuló akcióterv elsősorban olyan intézkedések

kidolgozását és végrehajtását célozta 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 értékláncokba.

A digitalizálódó iparban a jelenlegi üzemi határokat átlépő intelligens rendszerek és a robotizáció következtében szükségszerűen növekednie kell az eszközhatékonyságnak, amely felkészült munkaerőt kíván. A testre szabást (a széria termékek egyéni igényekhez illesztését) végző magasabb képzettségű munkákat fogják preferálni, részben a szolgáltatásokba kiszervezni, miközben az alacsonyabb képzettséget igénylő munkafázisokat automatizálják. A Stratégia alapvetően az Ipar 4.0 folyamattal létrejövő és kifejlődő technológiai ökoszisztéma építést szolgálja és az ökoszisztéma alkotóinak (KKV-k, nagyvállalatok és KFI szervezetek, egyetemek) együttműködését kívánta kedvezményezni.

A magyar ipar már most is olyan, a jövőbeli GDP-növekedés egyik legfontosabb fokmérőjét jelentő összetettséggel rendelkezik, amely a sikeres középtávú digitális átmenetét feltételezve középtávon is kedvező növekedési kilátásokra enged következtetni, mivel ez a szerkezet több potenciális „tudást" tartalmaz és – megfelelő digitális felkészültség esetén - jobban képes alkalmazkodni a változó külső-belső gazdasági-technológiai körülményekhez. Az Ipar 4.0 alapkérdése ui. már egyre kevésbé az, hogy miből készül a termék, hanem az, hogy milyen informatikai, digitális tudás kell a létrehozásához.

Összefoglalva: a Stratégia víziója az informatikai és üzleti kultúrájában megerősödött, a kiber-fizikai technológia szélesedő alkalmazásában jelentősen előrelépő, mind a nemzetgazdasági, mind az egyedi értékláncok szintjén növekedő integráció szinergiahatását kihasználó magyar gyártó- és a kapcsolódó logisztikai ipar erőteljes továbbfejlesztése a vállalkozások, a platform alapú, digitális ökoszisztéma klaszterek, az akadémiai és egyetemi kutatóhelyek, valamint az állami szféra harmonikus együttműködő rendszerében.

A Stratégia időtávja a feladatok tekintetében a 2018–2020-ig terjedő időszakot foglalta magába, ugyanakkor az anyag számos következtetése és az előrevetített pilot projektek túlmutattak ezen az időtávon. Az Ipar 4.0-hoz kapcsolódó intézkedések forrásigénye a hazai GDP ~1%-át lehetséges alapul véve 2020 után átlagosan évi 250mrd Ft uniós, illetve hazai költségvetési támogatás és 80 milliárd forint vállalati saját forrás lett volna.

A hazai Ipar 4.0 stratégia elfogadásának folyamata elhúzódott, majd a 2018. évi NGM-ITM átalakulást követően lekerült a napirendről.

3.4 Vállalkozások és a KKV-k speciális helyzete

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 (1) nagyvállalatok, valamint (2) 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. 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 középvállalkozások 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 automatizálását tűzi ki célul, a KKV-k Ipar 4.0-ra történő felkészülését értékláncban betöltött szerepük és pozíciójuk szempontjából érdemes elsősorban megvizsgálni és értékelni. Versenyképesség tekintetében a hosszútávra visszanyúló partnerkapcsolatok, erős beágyazódás a helyi ökoszisztémába és a speciális, egyedi termékek gyártása, valamint nyílt innovációs folyamat jellemzi őket.

A hazai KKV szektor versenyképességi ismérveit kutatva a *Globális Vállalkozói Index* [36] megállapítja, hogy innováció és hálózatépítés területén jelentős elmaradások mutathatók ki. Nemzetközi összehasonlításban is a kelet-közép-európai országok mögött vagyunk.

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

[36] https://thegedi.org/

mindegyik KKV számára jelenti ugyanazt az előnyt vagy kihívást az Ipar 4.0 technológiák alkalmazása. A kép tehát korántsem egységes.

Összességében 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.

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.

4 Megállapítások és következtetések

4.1 Az élenjáró nemzetközi gyakorlatok

4.1.1 Ajánlások az élenjáró nemzetközi gyakorlatok alapján

Az Ipar 4.0 paradigma kockázatokat is hordoz magában: annak veszélyét, hogy a „győztes mindent visz" elv érvényesül és így a gyártóiparban is kialakul egy kétsebességes világ. A *Világgazdasági Fórum* irányelveket, ajánlásokat dolgozott ki ezeknek a kockázatoknak kezelésére[37], amelyeket itt csak röviden foglalunk össze:

- Fejleszd a munkaerőt és a lecserélésében gondolkodj – annak érdekében, hogy vonzó munkahelyeket kínálj nekik, ahol a döntéshozó és adaptációs képességüket kiélve a legnagyobb a többletérték-termelő hozzájárulásuk.
- Invesztálj a képességfejlesztésbe és élethosszan tartó tanulásba, építsd újjá a teljes intézményes és házon belüli képzési rendszert, a mobilitásra nevelés legyen az egyik fókuszpont.
- Terjeszd az új technológiákat a földrajzi régiókon túllépve és a teljes ökoszisztémát behálózó gazdasági láncokon keresztül – a tudásmegosztás legyen vállalattípustól és az értékláncban betöltött szereptől független.
- Védd a szervezeteket és a társadalmat a kiber-biztonság szempontjából is – óvd a kritikus vagyontárgyakat (emberek, adatok, gépek, vezérlőegységek) a rosszindulatú támadásoktól, ez mind nemzetbiztonsági, mind társadalmi, mind vállalati kulcsfontosságú érdek.
- Erősítsd az együttműködést az ökoszisztéma szereplőivel az Ipar 4.0 platformokon keresztül – ez csökkentheti a szervezetednek néhány nagy üzleti partnertől való függőségét, szélesíti látókörödet és új tapasztalatokat adhat.
- Használd az Ipar 4.0 technológiát arra is, hogy a klímaváltozás hozta kihívásokkal eredményesen szembe tudjál nézni – állítsd az energiahatékonyságos, a takarékos anyaggazdálkodást is a szervezeted kiemelt működési céljai közé.

Mindezeknek a betartásával célszerű a megvalósításhoz vezető utat meghatározni. Nemzeti szinten az elvek kiteljesedését segítő állami célprogramok és stratégiák finanszírozásával, az egyéni vállalatok szintjén a technológiai lehetőségek gyakorlatba ültetésével és az erőforrások fejlesztésén keresztül való optimalizálásával.

A Világgazdasági Fórum arra bátorítja a gazdaság minden szereplőjét és érdekelt felét (*stakeholder*), hogy kapcsolódjanak be az ún. világítótornyok globális hálózatába, amely így értékes bepillantást adhat nekik a technológiai felpörgetés módjáról.

- Maguk a világítótorony státuszú szervezetek leginkább a *Triple Helix* típusú együttműködésből tudnak tovább profitálni.
- Azok a szervezetek, amelyek (még) nem érték el a világítótorony státuszt, de törekednek rá, társulhatnak hasonló célokat követő szervezetekkel és közös kezdhetik meg a tanulási útjukat, amelyhez segítséget kaphatnak a világítótornyok hálózatától.
- A technológiaszolgáltatók, start-up cégek, egyetemek arra társulhatnak létező világítótornyokkal, hogy új *use-case*-eket fejlesszenek ki, teszteljenek, és így új megoldások szülessenek a folyton változó kihívásokra.

[37] World Economic Forum – McKinsey Company: Fourth Industrial Revolution – Beacons of Technology and Innovation in Manufacturing. January 2019

- A világgazdaság szintjén is egy globális Ipar 4.0 tanulási célokat szolgáló platform létrehozására lenne szükség, amely a találkozásnak, a dialógusnak, problémamegoldás közös tanulásának, a tudásmegosztásnak globális fóruma („*go-to place*”) lenne országhatároktól függetlenül.

4.1.2 A use case-k érték- és mértékadó szerepe, az ún. világítótornyok („Lighthouses”) tanulságai

Az utóbbi időben egy újfajta vizsgálati és prezentációs módszer jelent meg és kezd elfogadottá válni. A *Világgazdasági Fórum* (WEF) és a McKinsey közös kutatása eredményeképpen[38], amelynek során több mint 1000 vezető iparvállalatot mértek fel, az Ipar 4.0 bevezetésben, illetve a digitalizációban a vezetők között is élenjáró vállalatoknak jár a világítótorony minősítés. A megnevezésben rejlő hasonlatot kihasználva, olyan szervezetekről van szó, amelyek messzire ható jelzőfénnyel világítják be az Ipar 4.0 „vizeit”. A szakértők és elemzők azt vizsgálták, hogy mi az oka annak, hogy még az évtized végén is az Ipar 4.0 koncepció adaptációja igen lassú, a vállalkozások többsége az ún. „*pilot purgatórium*” állapotában van. Ez azt jelenti, hogy mintegy 71%-uk csak most kezdi vagy éppen csak most kezdte pilot szinten a szükséges fejlesztéseket, szemben az igen alacsony arányú 29%-kal, akik már széles körben és sikeresen alkalmazzák az új technológiát. Ez a 70% az előtt a kihívás előtt áll, hogy miként tudják mégis eredményesen levezényelni a transzformációt. Ehhez nyújtanak segítséget a világítótornyok példájából levonható tanulságok. Ezek közül az egyik legfontosabb az ún. *use case*-ek nyújtotta lehetőségek.

A *use case* úgy definiálható mint a digitális technológiának valamely célzott és mérhető eredményt hozó, jól leírható alkalmazása egy specifikus üzleti kihívásra, problématerületre.[39] Sok esetben hagyományos adatelemzési és -feldolgozási módszerek (klaszter- és regresszióanalízis, Monte Carlo módszer, Markov-láncok alkalmazása, stb.) mellett a mesterséges intelligencia (MI) eszköztárát is felhasználják ezekhez a *use case*-ekhez. A felmérések tapasztalati szerint az esetek 15%-ában a hagyományos módszerek teljes értékű megoldást adnak, 69%-uknál az MI jelentősen javítja a hagyományos úton kapható eredményeket (ez leginkább a szállítmányozási és logisztikai, a jármű és *high tech* szektorokra igaz), 16%-nál pedig csak az MI vezethet eredményre.

Minél mélyebbre bontja le a kutatás a *use case* alkalmazási területeket szektorok és funkciók szerint, annál pontosabb a várható eredmény. Az idézett szakirodalom például 19 iparág 9 üzleti területén több mint 400 ilyen akár mintamegoldásnak, etalonnak is tekinthető példát ismer. Értéktermelő hajtóerőként üzleti hatásuk legfontosabb komponensei:

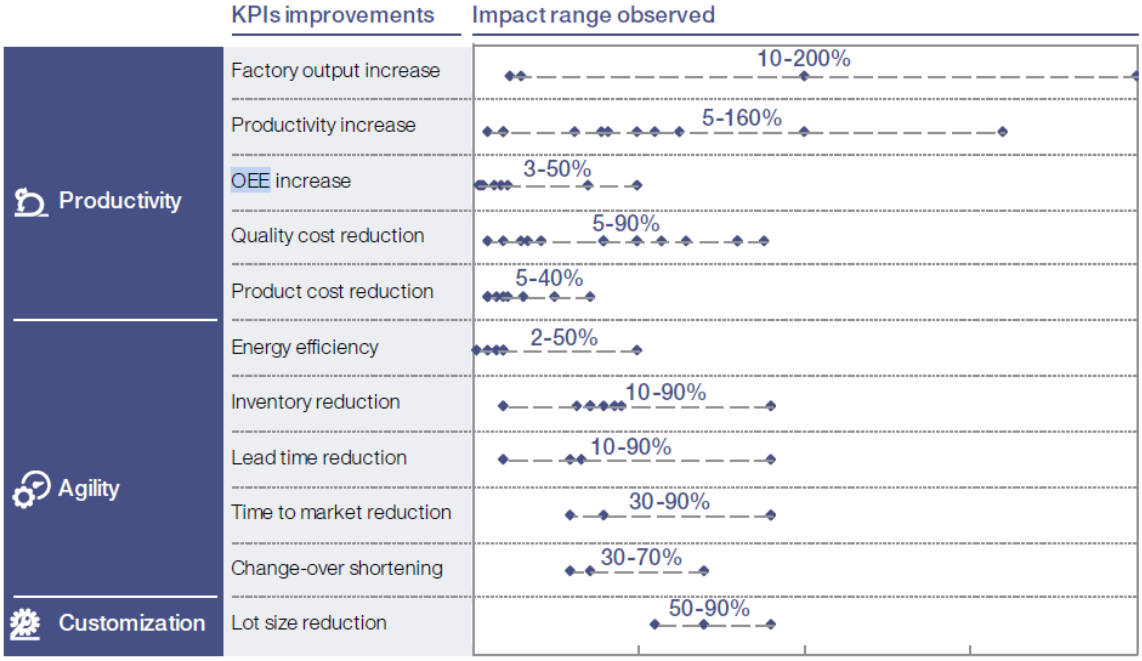
- a piacosítás sebessége („*speed-to-market*”),
- agilitás és válaszadási képesség az új igényekre, feltételekre,
- erőforrás produktivitás és hatékonyság,
- az egyedi ügyféligényekhez való alkalmazkodás, és
- többletértéket adó szolgáltatások és innováció az üzleti modellben.

A *use case*-ek osztályozása ezen komponensek szerint történik. Leírásuk magában kell, hogy foglalja az üzleti célt, az (általában közvetlenül vagy közvetve fellépő) megoldandó termelési problémát, az alkalmazott technológiát és folyamatokat, valamint a kézzelfogható eredményeket (teljesített KPI-ket).

A *use case*-k bevezetésre kiválasztott csoportját és a mérési mutatókat egy megelőző felmérés, ami SWOT analízist is magába foglal, vezeti be. Ezután alakul ki a prioritási lista, ami meghatározza a

[38] World Economic Forum (in collaboration with McKinsey Company): Fourth Industrial Revolution – Beacons of Technology and Innovation in Manufacturing January 2019
[39] McKinsey Global Institute: Notes From the AI Frontier – Insights From Hundreds of Use Cases. April 2018

cselekvési területeket és akciókat, s lehet kitűzni az elérendő KPI célokat. A következő táblázat a világítótorony vállalatok tipikus teljesítményjavulásának tól-ig tartományait mutatja be a legkézenfekvőbb KPI mutatók dimenziójában.



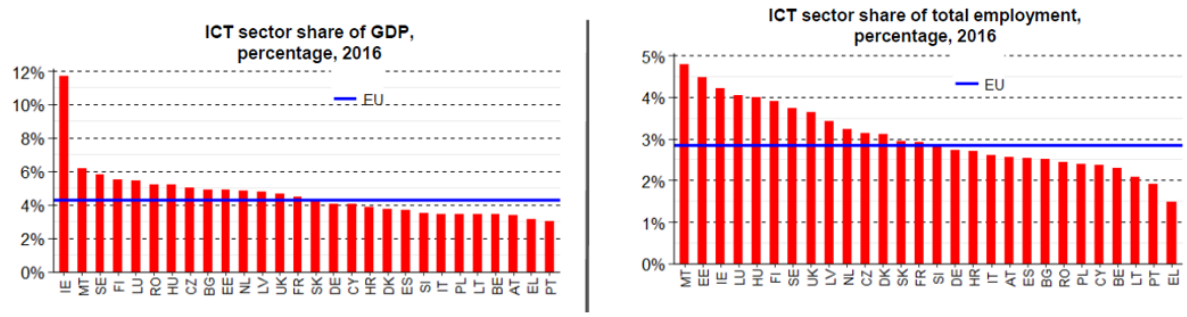
12. ábra Ligthhouse analízis (Forrás: World Economic Forum – McKinsey & Company)

Meg kell említeni egy nehézséget, ami befolyásolhatja az alkalmazásukra mutatkozó hajlandóságot: az MI támogatta *use case*-ek egyharmadában viszonylag gyakori a modell karbantartási kényszere. Az egyharmad háromnegyedében ez havi, negyedében pedig heti vagy akár napi hangolást és update-et jelent. Egyet biztosan lehet állítani: *big data* technológia nélkül nem várható életképes hasznosításuk.

4.1.3 Következtetések: az ország megítélés elsődleges indokai

Magyarország nem éppen kedvező megítélésére az okok feltárását pontosabban lehetővé tevő grafikonokat is találunk.[40] (A tényadatok feldolgozása sajnos csak 2016-ig lett elvégezve.)

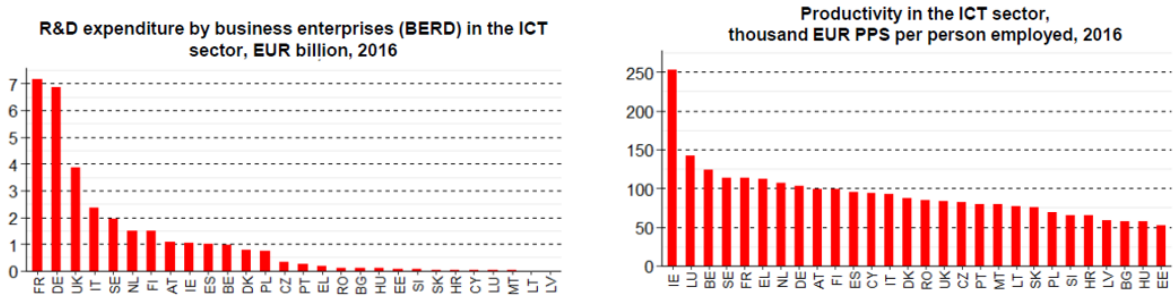
Hiába az IKT szektornak a GDP-n belül is, a foglalkoztatottak összlétszámán belüli is kedvező aránya:



13. ábra IKT szektor ismérvei

[40] The EU ICT Sector and its R&D Performance – DESI Index Report 2019

A szektorba fektetett vállalati kutatás-fejlesztés és az egy főre számított termelékenység nagyon alacsony:



14. ábra Vállalati kutatás-fejlesztés és az egy főre számított termelékenység

4.1.4 A hazai jó gyakorlatok

A jó gyakorlatok széleskörű elterjesztését segítik a kiemelkedő műszaki, gazdasági innovációs teljesítménnyel (új termékek, új eljárások, új szolgáltatások értékesítése stb.) jelentős üzleti bevételt termelő vállalkozások, illetve szervezetek teljesítményének elismerését célzó szakmai díjak.

Külön említendő a magyar ötletek, innovációk, találmányok megtalálására, minősítésére és véleményezésére, továbbá innovációs projektek mentorálására, fejlesztésére és hasznosítására, azaz tudás- és technológia-transzfer szolgáltatások biztosítására létrejött 100%-ban állami tulajdonú profitorientált vállalat, a Valor Hungariae Zrt. tevékenysége. Célja testre szabott, integrált, rugalmas és gyors szolgáltatásokkal érdemben hozzájárulni a magyar innovációk hazai és nemzetközi piaci sikeréhez úgy, hogy abból a feltalálók és a magyar gazdaság egyaránt profitáljon.

4.1.4.1 Magyar Innovációs Nagydíj

A különböző díjak közül presztízsében kiemelkedik az év legjelentősebb innovációs teljesítményét elismerő Magyar Innovációs Nagydíj, amelyet 2020-ban immár 28. alkalommal hirdetett meg a Magyar Innovációs Alapítvány – a Magyar Innovációs Szövetséggel közösen – a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal fő támogatásával, az Innovációs és Technológiai Minisztériummal, az Agrárminisztériummal, a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatalával és a Valor Hungariae Zrt.-vel együttműködve. A bírálók az innovációból az előző évben elért eredmény/árbevétel, és egyéb műszaki, gazdasági előnyök mellett, az innováció eredetiségét, újszerűségét, és társadalmi hasznosságát értékelik a pályázatokban bemutatott tudományos kutatás, műszaki-fejlesztési eredmény, szabadalom, know-how alkalmazása, technológia-transzfer esetében.

4.1.4.2 Év Gyára Díj

A GyártásTrend technológiai magazin által 2019-ben 5. alkalommal meghirdetett Év Gyára verseny összetett szempontrendszer alapján értékeli az év gyártó vállalatát és a meghirdetett kategóriák győzteseit, különböző nettó árbevétel szegmensekben. A magyarországi gyártóegységgel rendelkező vállalatok a versenyre 9 kategóriában – köztük dedikáltan Ipar 4.0 kategóriában – nevezhetnek. Ez utóbbi kategória értékelésében a SZTAKI mellett részt vesz a SZTAKI és a német Fraunhofer Intézet non-profit közös vállalata, az EPIC InnoLabs Kft. is, amely az Ipar 4.0 koncepció bevezetésében segíti az ipari cégeket a digitalizáció, *big data* elemzések, mesterséges intelligencia, robotika, vagyis a termelési és logisztikai rendszerek optimalizációja területén.

5 A mérhetőség, mint a fenntarthatóság egyik kulcsfeltétele és biztosítéka

5.1 Az érettségi modellek egységesítése

Az elmúlt években több szervezet (pl. Iparfejlesztési Közhasznú Nonprofit Korlátolt Felelősségű Társaság; Informatikai, Távközlési és Elektronikai Vállalkozások Szövetsége; Ipar 4.0 Nemzeti Technológiai Platform Szövetség; Magyar Kereskedelmi és Iparkamara) egymással párhuzamosan végzett ipari digitalizációs felmérést a hazai vállalkozások, gazdasági szereplők felkészültségének, érettségének vizsgálata érdekében. A felmérések célja, kutatási módszertana és résztvevői részben átfedték egymást, eredményeik részben beépültek úgy az állami, mint a tudományos szféra tudásbázisába. A felméréseken túl minősítések is születtek, amelyek tovább növelték a tématerület produktumainak inhomogenitását.

Ugyanakkor egyikük sem tudja betölteni hosszútávon egy egységes, mindenki által legitimnek tekintett kiértékelés feltételrendszerét. Ennek okán indokolt, hogy legyen egy olyan innovációs, digitalizációs felmérés hazánkban, amivel minden érintett domináns szervezet egyetért, illetve kialakítása közös szakértői projektmunka eredménye.

Ennek legfontosabb eredményei az alábbiak lehetnének:

- a különböző támogatási programokba belépni kívánó vállalatokra is vonatkoztatható felkészültségi index, amelyet az érintett programok egységes bemeneti feltételként tudnak pályázati konstrukciókhoz alkalmazni, elősegítve a gazdasági szereplők és programvezetés stratégia alkotók kényelmét;
- megalapozhatja a K+F+I és/vagy digitalizációs stratégia irányait;
- indexálható, lehet általa mérni az elmozdulást az idő előrehaladtával;
- valós és átfogó visszajelzést adna a gazdaság szereplőinek önmagukról (pl. vállalati általános, technológia, digitalizáció, folyamat, szervezet, üzleti modell vonatkozású) érettségéről a versenytársakhoz képest.

5.2 Javaslat a ROI, illetve ROCE alapú mérési mód bevezetésére és elfogadtatására

5.2.1 Az Ipar 4.0 „gazdaságtana”

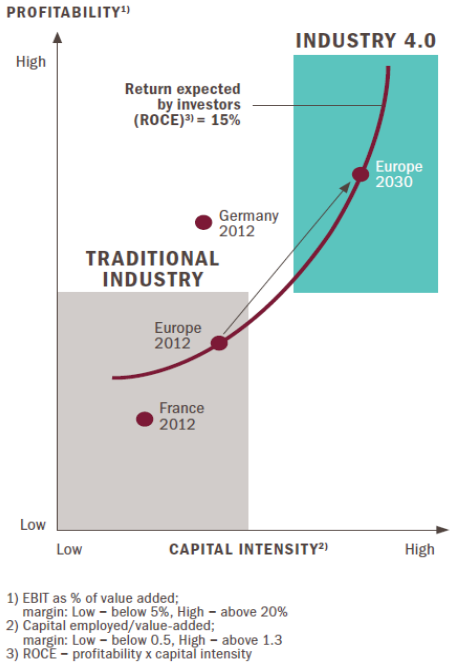
A kérdés az egyik oldalon úgy fogalmazható meg: mennyit kell Európának a következő időszakban Ipar 4.0 célú beruházásokba fektetnie?

Általános vélekedés szerint az Ipar 4.0 egy lehetőség az ipar gazdasági szabályainak megváltoztatására, különösen a dezindusztrializáció trendjének megfordítására. A napjainkra jellemző ipari felállásban is van lehetőség Európa versenyelőnyét fenntartani az olcsó munkaerővel rendelkező országokkal szemben: magas többletértékű termékekkel és szolgáltatásokkal, automatizált termelőegységekkel, a gyártás kiválósági gyakorlatainak bevezetésével. Az Ipar 4.0 a magasan kvalifikált szolgáltatások iránti igények növekedésén keresztül magával hozza az egyre komplexebb ipart támogató tevékenységek megújulását is.

Az Ipar 4.0 előtérbe hoz egy mérési és értékelési szempontot: az ún. tőkemegtérülési mutatót (*Return on Capital Employed*, *ROCE*)[41], ami alkalmazható akár az egyes ipari termelő vállalatok, akár a nemzetgazdaság szintjén.

[41] 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

Közgazdasági szempontból, ha az ipar ösztönözni akarja a beruházókat, akkor azt a saját kockázati profiljának megfelelően differenciálva kell tennie. A Roland Berger abból a feltételezésből indul ki, hogy a beruházók Európában évi 15%-os hozamot (ROCE) várnak a befektetett tőke után (ld. a 15. ábrát). A hagyományos iparszerkezetű országok mezőjében (a vízszintes tengelyen), ahova Franciaország, Spanyolország és Nagy-Britannia is tartozik, ezt az elvárást olyan ipari tevékenységekkel teljesítik, amelyeknek alacsony tőkeintenzitás is elegendő és kis többletértékű termékeket állítanak elő. A beruházások elmaradása miatt az iparági befektetett eszközök értéke csökkent, s mivel az élőmunka költsége magas, a profitabilitás is visszaesik, a versenyképesség csökken.



15. ábra Ipar 4.0 és a profitabilitás (Forrás: Roland Berger)

Az Ipar 4.0 mezőben találhatók 2030-ra vetítve az élenjáró nemzetközi gyakorlatot követő országok, akik versenyképesek, mert a mennyiségi termelés hatásait is kiaknázva a legkorszerűbb automatizálási módokat alkalmazva, nagyobb marzsot tudnak elérni és így tőkeigényük is megtérül. Az ábrában maga a görbe Európát általánosságban jeleníti meg, a jelenből a kívánt jövőbe vezető elmozdulással. Már a 2012-es (akkori) Németország pozíciója is magasan a 15%-os ROCE görbe felett volt, ami megengedte számára, hogy a kitermelt profitot a jövő tőkeigényes ipari technológiáiba fektesse. A francia ipar ellenben alacsonyabb marzsot termel, ami gátja a beruházásnak és a befektetett tőke erodálásához vezethet 15. ábra.

A Roland Berger végkövetkeztetése az, hogy annak feltétele, hogy Európa gazdasága akkor fogja a fenti görbe menti elmozdulást produkálni tudni, ha képes a következő 15 évben a becsült 1,350 Mrd EUR Ipar 4.0 célú befektetést megvalósítani, ami az említett kedvező technológiai hatásokkal párosulva a tőkeáttétel optimális változásával a profitabilitás növekedését is magával hozza.

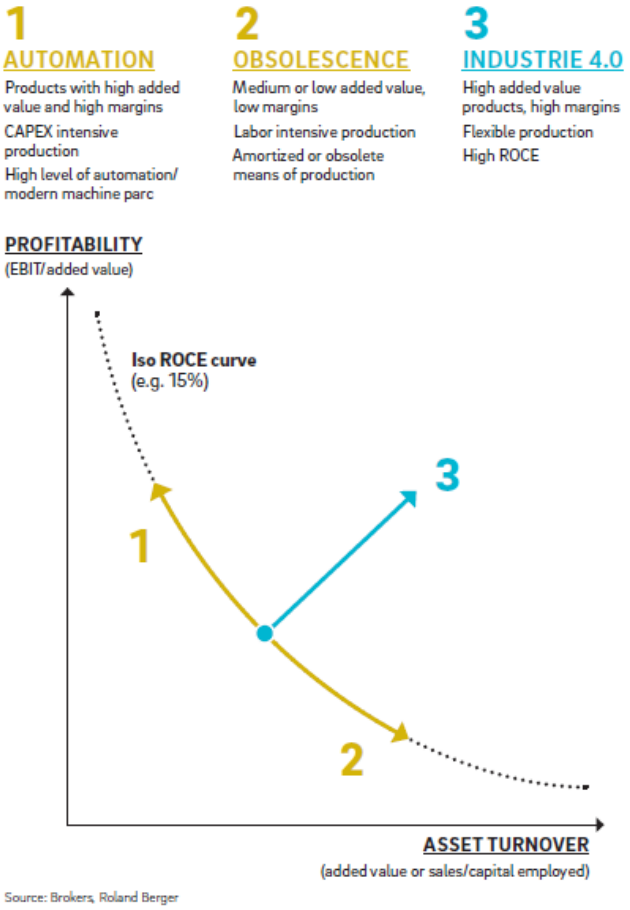
Európának viszont most kell lépnie, szögezte le a 2014/2015-ös tanulmány. Az Európai Bizottság már 2012-ben azt a célt tűzte ki, hogy európai átlagban a gyártóipar GDP részesedése 2020-re a mostani 15%-ról 20%-ra emelkedjék.

(befektetéshez). Újabban különösen az innovációban leginkább érintett szektorokban beszélnek a *Return on Engineering* és a *Return on Production* komplex mérőszámokról is.

Magyarországon az Irinyi Terv célkitűzése ennél még ambiciózusabb, hiszen 2020-ra azt akarta elérni, hogy a hazai ipari termelés GDP aránya a jelenlegi 23,5%-ról 30%-ra növekedjék[42].

5.2.2 Az Ipar 4.0 hatásának egy új szemléletű mérési módja

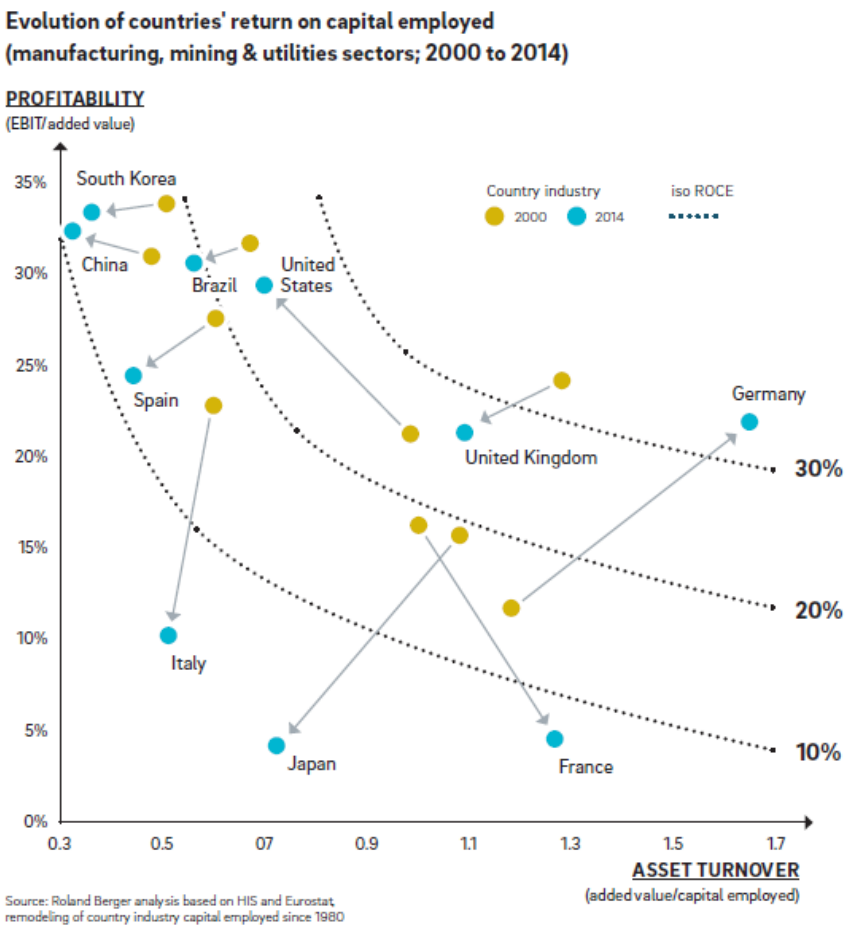
Egy további, 2016 évi Roland Berger tanulmány még tovább megy a ROCE szemléletű elemzés útján, s belevonja a világ számos vezető gazdasági hatalmát is[43].



16. ábra Iparfejlesztési opciók (Forrás: Roland Berger)

Az Ipar 4.0-ra való átállás jelentős transzformációt hoz nemcsak a mikrogazdasági szinten, hanem a makrogazdaság vonatkozásában is, noha ez a transzformáció az egyedi vállalatok szintjén jelentkezik. Ez az átállás jelenti a nagy iparosodott országok előtt álló legnagyobb makrogazdasági kihívást. Felmerül a kérdés, milyen utak léteznek és melyiket kell követni? A választ az egyes üzemek és az egész nemzetgazdaság szempontjából releváns ROCE mutató segítségével keressük, mert ezt tudja a nemzeti iparpolitika is befolyásolni).

[42] KSH jelentése szerint 2019. I. félév végén ez az arány 26,3%. (forrás: https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/mone/mo1906.pdf)
[43] Roland Berger: The Industrie 4.0 Transition Quantified - 2016



17. ábra Iparfejlesztési stratégiák és következményeik (Forrás: Roland Berger)

Az első út az automatizálás útja, ami nem tévesztendő össze az Ipar 4.0 stratégiai úttal. Az előző (ld. az 1-gyel jelölt irányt az ábrában[44]) növeli a befektetett tőkét, aminek eredményeként a vállalat tőkeintenzívebbé válik. A profitabilitás növekszik annak következtében, hogy a manuális folyamatokat automatizált tevékenységet váltják le. A két hatás egymást kiegyenlíti, a ROCE értéke változatlan marad (izo-ROCE elmozdulás). A másik oldalon, ha egy ország makro szinten az ipari elavulás felé halad (ld. a 2-es számú elmozdulási irányt a görbén), a profitabilitása csökken, ami oda vezet, hogy a beruházások értéke az értékcsökkenés mértéke alá csökken, az össztőke zsugorodik, míg termelő eszközeinek hasznosulási sebessége viszont mesterségesen növekszik. A két hatás ismét kiegyenlítvén egymást, az elmozdulás ismét izo-ROCE lesz. Ezen két változási irány közül tehát egyik sem az Ipar 4.0 iparfejlesztés útja, amelynek jellemzője mind a profitabilitás, mind az eszközök forgási sebességének növekedése. A helyes út tehát lelép az izo-ROCE görbéről és a 3-mal jelölt irányban mozdul el.

További érdekes ok-okozati és célt kijelölő következtetések vonhatók le az idézett elemzésből, amely a 2000-től 2014-ig terjedő időszakban nemzetgazdasági szinten vizsgálta a világ vezető gazdasági hatalmait jellemző ROCE értékváltozásait (ld. a 17. ábra).

A gazdaságpolitika céljai az egész világon általában azonosak: a versenyképesség növelése és a gazdasági tevékenységek szintjének megőrzése vagy áthelyezése. Azonban az alkalmazott eszközök és

[44]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

ezek kockázata országonként különböző a gazdaság és azon belül az ipar erőssége, az automatizáltság foka, a belső piac nagysága és egyéb faktorok függvényében.

Minden országnak befektetéseket kell eszközölnie, hogy saját specifikus Ipar 4.0 kihívásaira válaszoljon (ld. a *16. ábra* adott időszakra vonatkozó elmozdulásait az izo-ROCE görbék között).

5.3 Beavatkozási logika és a stratégia pillérszerkezete

Az Ipar 4.0 globális trendjében a változási folyamat három nagy dimenzióját különböztethetjük meg:

- technológiai
- társadalmi és
- üzleti paradigma, mely utóbbi a vállalkozási kultúra, mentalitás és gondolkodás gyökeres átalakulására utal.

A *technológiai változás* hajtóerejét jelentő digitalizáció mindenekelőtt az *értékláncokat integráló* alapvetésével fejti ki hatását a folyamatra (a vertikális és horizontális értékláncok termék- és szolgáltatási rendszerek, valamint digitális üzleti modellek, fogyasztói hozzáférés új alapokra állítása). Addig, amíg a nagyobb vállalkozások felismerik a fenti kihívások szerepét, a KKV-k körében sokkal kevesebben készülnek fel a mélyreható technológiai változásokra. Alapvető felismerés, hogy a KKV-kat a nagyvállalatok vonzása, húzóereje tudja a leghatékonyabban az új technológiák irányában sikeresen elmozdítani. Ezért elengedhetetlen a jelentős állami szerepvállalás, amit hathatósan az Ipar 4.0 Nemzeti Technológiai Platform (NTP) tud kanalizálni. Több területen is, legyen szó a rendszerarchitektúrákat biztosító általános és nyílt szabványpolitikáról, eljárásokról, az ágazat specifikus gyártási, logisztikai kutatási, fejlesztési és innovációs (K+F+I) eredményeinek terjesztéséről és hasznosításáról, vagy a digitális biztonság körében elengedhetetlen ismeretek biztosításáról, az Ipar 4.0 technológiák felmerülő költségeinek és kockázatainak a bemutatásáról.

A *társadalmi változások* érzékeltetésében szintén domináns szerepet tulajdoníthatunk az Ipar 4.0 folyamat közvetlen és szélesebb körben értelmezett érdekeltjeit (*stakeholder*-eket), a technológia bevezetésében élenjáró (*first mover*) nagyobb vállalatokat összefogó szakmai szervezeteknek, közpolitikai intézményeknek, amelyek különösen a szakképzés, *a humán oldal, a munkaerőpiaci feltételek* megújításában, a digitális munkaerőprogram és a szakképzés reformjában segíthetik hatékonyan a stratégiát. Kiemelten kezeljük a változások *szociológiai és ökológiai hatásait*, amelyek különösen érzékennyé tehetik a társadalom egészének reakcióját és hozzáállását. Ez legjobban a *„3 P"* (*people, planet, prosperity*) modellben[45] diagnosztizálható.

Az *üzleti paradigma és modellek* megváltozása komplex hatást gyakorol a KKV szektorra, amely a kínálati értéklánc szereplőjeként új típusú költségekkel, kockázatokkal, rugalmassági követelményekkel és a korábbihoz viszonyítva gyökeresen más szerepkörrel, vállalati beszállítói pozícióval és stratégiával kénytelen szembenézni. Egész *üzleti-működési modelljét* kell gyökeresen megújítania. Ugyanakkor az ipari internetgazdaság kiszélesedésével új utak nyílnak meg a start-up ökoszisztéma építésnek. Így ebben a változási hatásmezőben a politikának érdemi szerepet kell vállalnia, hogy valódi támaszt jelentsen a KKV szektor számára.

A fenti három dimenzió közül jelen tanulmány szempontjából alapvetően a Technológia aspektus a kiemelten tárgyalandó az alábbi pillérek mentén. Az *Ipar 4.0 kutatás-fejlesztés-innováció* esetében mindhárom dimenzió értékei megjelennek, igaz összevontan.

- *Digitalizáció a gyártás és logisztika területén*: Egyrészt gyártó és logisztikai entitások, valamint

[45] http://www.ecocostsvalue.com/EVR/model/theory/1-3Ps.html

velük szoros kapcsolatban álló partnerek közvetlen működésére ható endogén és exogén faktorok (vállalati digitalizáció, üzemszervezés, azaz új üzleti és működési modellek) szinergikus összhatását támogató pillér, elsősorban KKV fókuszból. Másrészt az ipari szektor, gyártás és logisztika főként nagyvállalati aktorainak mikrokörnyezetét konkrét, egyedi környezeti igényeiben megjeleníteni hivatott pillér.

- *Ipar 4.0 munkaerőpiac*: Az Ipar 4.0 koncepció sikerének előfeltételét biztosító oktatási, humánerőforrás- és munkaerőpiaci stratégia és annak szoros integrációja a technológia által determinált iparfejlesztési stratégiával.
- *Ipar 4.0 kutatás-fejlesztés-innováció*: Az Ipar 4.0 K+F+I tevékenység multiplikátor hatásainak mind szélesebb körben történő kiaknázása a terület önálló prioritásként történő kezelése által.
- *Ipar 4.0 ökoszisztéma*: Az Ipar 4.0 társadalmi és nemzetgazdasági beágyazottsága megköveteli a másik négy pillér holisztikus egységként történő kezelését a releváns diszciplinák bevonása által (mint a szociológia, a környezetgazdálkodás, a jogalkotás), továbbá az állami szabályozó-végrehajtó intézményrendszer célirányos adaptációját.

5.4 A K+F+I javasolt intézkedései, beavatkozási területei és KPI mutatórendszere

5.4.1 Digitalizáció: gyártás és logisztika megvalósítása

Megoldandó probléma	A technológia exponenciális fejlődése következtében a hazai vállalatok digitalizációja nélkülözhetetlen. Bár mondhatjuk, hogy a hazánk lemaradása ezen a téren csak néhány év, de a gyors fejlődés miatt ez a lemaradás abszolút értékben növekedhet, tehát sokszor jelentősebb, mint az elmúlt évtizedekben. Ennek okán a hazai ipar termelékenysége elmarad a fejlett országok szintjétől, ami kiváltképp a KKV-k esetében csak célzott digitalizációs beruházási programokkal javítható. Az innovációs képesség és ennek megfelelően az innovációs tevékenység európai (EU) viszonylatban alacsony, elsősorban a magyar tulajdonú cégeken belül. Ennek is tudható be, hogy a vállalatok nem működnek olyan hatékonysággal, mint amit a digitalizációjuk adott szintje lehetővé tenne.
Az intézkedés céljai	Átfogó cél: **Hazai vállalatok, különösen a KKV-k kiemelt segítése a digitalizáció területén, az új technológiák és „digitális tudás" átvételének és hasznosításának támogatása. A gyártó-, valamint a gyártáshoz kapcsolódó logisztikai cégek Ipar 4.0 képességeinek fejlesztése útján jelentős hatékonyságnövelés és kapacitásbővítés elérése.** Konkrét célok: • A gyártóipar pozitív felhajtóerejének erősítése a gazdaságra • A termelési hatékonyság és a termelékenység növelése • Termelési és logisztikai folyamatok lefedése integrált termelésinformatikai eszközökkel, mind a külső, mind a belső folyamatok digitalizációja • Bekapcsolódási lehetőség regionális mintarendszerek (mintalaborok, mintagyárak) munkájába, a tudástranszfer elősegítése (K+F költségek megosztása) • Horizontális integráció elősegítése • A digitalizáció és vertikális integráció erősítése a gyártó- és logisztikai cégeknél • Felhő alapú szolgáltatásokkal a KKV-k támogatása
Az intézkedés tartalma	• Új digitalizációs programok meghirdetése: szoftver beruházási, bevezetési és képzési támogatásra fókuszáló programok • A K+F és technológiai transzfer feladatainak támogatási programja, pl. mintalabor mentorálás, ezek és a mintagyárak támogatása, amelyek képesek befogadni az Ipar 4.0 koncepcióhoz kapcsolódó kezdeményezéseket, ötleteket

	• Az ipari és az akadémiai szféra közötti K+F+I együttműködések támogatása • Ipar 4.0 mintagyárak kialakítása, melyek lehetővé teszik a korszerű kiber-fizikai eszközkészlet megismerését, új megoldások kidolgozását • Az ipari szféra minden tagja számára elérhető, biztonságos és megbízható Ipar 4.0 felhő alapú szolgáltatások létesítése
Elvárt eredmények	• A vállalkozások hatékonyságának, termelékenységének és versenyképességének növekedése • A nyitott mintalaborok révén a hazai KKV-k könnyebb hozzáférése nemzetközi színvonalú K+F eredményekhez, az innovációs folyamat, valamint a tudástranszfer felgyorsítása a fejlesztési feladatok specializált megosztásának segítségével • Új, tudományos alap- és alkalmazott kutatási eredményeken is alapuló megoldások az Ipar 4.0 kulcsterületein • Az ipari és akadémiai/egyetemi szféra számára egyaránt nyitott Ipar 4.0 mintarendszerek, országszerte • Szolgáltatásként igénybe vehető Ipar 4.0 megoldások • Nemzetgazdasági szinten az ország rangsorolási mutatóinak fokozatos javulása
Javasolt indikátor(ok)	• A digitalizációs programokban részt vett vállalkozások száma • Létrehozott nyitott mintalaborok, ill. az ezekhez csatlakozott vállalkozások és intézmények száma • A működő mintagyárak száma • K+F+I együttműködések száma egyetemmel, kutatóintézettel • Benyújtott / bejegyzett szabadalmak száma • Igénybe vett Ipar 4.0 felhő alapú szolgáltatások száma és összértéke • A gyártó- és a logisztikai iparban a K+F+I ráfordítások arányának növekedése • A GDP növekedés üteme • A gyártás részarányának növekedése a teljes GDP-n belül • Az FDI mértéke • A megtermelt többletérték változása releváns iparáganként • Az ipari termelés volumenének (*industrial output*) alakulása • Nemzetgazdasági szinten számított ROCE értékének alakulása • A robotok számának alakulása a gyártásban / a logisztikában

5.4.2 Ipar 4.0 munkaerőpiac

Megoldandó probléma	Az Ipar 4.0 orientációjú gyártástechnológiai és informatikai oktatás minden szinten küzd a kínálati szemléletű oktatás gyengeségeivel, a tananyag túlzott elméleti és kevéssé gyakorlati jellegével, a felgyorsult erkölcsi elavulás veszélyeivel. A hazai szakképzési rendszer infrastrukturális, technikai, tartalmi, munkaszervezési és humán erőforrás szempontból nincs megfelelően felkészítve a digitális társadalom és gazdaság igényeinek megfelelő nevelési, oktatási és képzési feladatok ellátására.
Az intézkedés céljai	Átfogó cél: **Ipar 4.0 technológiák széles körű elterjedéséhez szükséges szakmai oktatási háttér kialakítása a taneszközök fejlesztésével, kiemelten a szakképzés területén.** Konkrét célok: • IKT területen a munkaerőhiány csökkentése • Új típusú digitális alapkompetenciák fejlesztése • A szakképzés és az ipar kapcsolatának erősítése • Egyetemek, kutatóintézetek eszközellátásának javítása
Az intézkedés tartalma	• Speciális Ipar 4.0 oktatólaborok, tanműhelyek kialakítása, amelyek lehetővé teszik a tanulók felkészítését az Ipar 4.0 szabványosított technológiáira, kiber-fizikai rendszerek alkalmazásával

Elvárt eredmények	• Megteremtődik az Ipar 4.0 igényeihez igazodó szakképzés infrastrukturális háttere
Javasolt indikátor(ok)	• Ipar 4.0 oktatólaborok, tanműhelyek száma • A felsőoktatásban informatikai szakon tanulók száma • IKT szakképesítésű munkaerő becsült éves hiánya

5.4.3 Ipar 4.0 kutatás-fejlesztés-innováció

Megoldandó probléma	Magyarországon fejlett felsőoktatási rendszer, valamint kiváló kutatás-fejlesztési infrastruktúra és teljesítmény áll rendelkezésre, mégis a kutatási eredmények hasznosítása összességében szerény, mert mégsem tudjuk mindezt piacképes innovációvá alakítani. A műszaki-technikai kutatási pálya vonzereje is csökkent. Csekély kivételtől eltekintve az innovációs képesség néhány multinacionális cég magyarországi kutatólaboratóriumára korlátozódik. Az Ipar 4.0 célkitűzéseivel összhangban lévő kiber-fizikai rendszerekkel szemben támasztott elvárások óriásiak és sokszínűek: robusztusság, autonómia, önszerveződés, transzparencia, előreláthatóság, hatékonyság, interoperabilitás. A kooperatív irányítás, multiágens rendszerek, komplex adaptív rendszerek, emergens rendszerek, szenzorhálózatok, az adatbányászat, stb. területén elért jelentős eredmények ellenére a fenti elvárásoknak akár a részleges kielégítése is valós kihívást jelent a kutatói közösség számára. Ezeknek a sokrétű kihívásoknak a kutatás csak úgy tud megfelelni, ha több tudományterület – jellemzően a számítástudomány, az operációkutatás és játékelmélet, a gyártástudomány és a mesterséges intelligencia módszerek – együttes művelését végzi és az iparvállalatokkal összefogásban teszi ezt. További probléma, hogy sok nagyvállalat nem képes a vállalatcsoporton kívülről érkező, jellemzően ipari start-up-októl származó újítások alkalmazására vagy bármilyen közös fejlesztésben történő együttműködésre.
Az intézkedés céljai	Átfogó célok: **Nemzetközi szinten is jelentős eredményeket hozó további kutatási eredmények elérése az Ipar 4.0 egyes kulcsterületein, ezek ipari gyakorlatba való átültetése és elérhetővé tétele az ipari szféra széles köre számára.** **Az Ipar 4.0 K+F+I programok társadalmi elfogadottságának növelése és azok összehangolása hasonló jellegű kezdeményezésekkel a mobilitás, energetika, egészségügy stb. területén a fenntartható fejlődés elősegítése érdekében.** **Az Ipar 4.0 lehetőségeit kihasználó új üzleti modellek kidolgozása és meghonosítása, különös tekintettel a hazai KKV szektor innovációs képességének növelésére.** Konkrét célok: • A gyártóiparban a K+F ráfordítások arányának növelése • Az innovációs képesség külső megítélésének javulása • Ipari-akadémiai/egyetemi, nemzetközi színvonalú kutatás erősítése az Ipar 4.0 területein • Az Ipar 4.0 kulcsterületeivel foglalkozó tudományos szféra megerősítése, nemzetközi tudományos közéletbe való bekapcsolása • Az innovációs folyamat gyorsítása és fókuszálása megfelelő K+F+I kiber-fizikai környezet kialakításával • Az Ipar 4.0 kulcsterületeivel foglalkozó K+F szféra megerősítése, nemzetközi tudományos és üzleti életbe való bekapcsolása, és a programok hazai nyilvánosságban való elfogadtatása • Az Ipar 4.0 és a fenntartható gyártás motivációinak összehangolása • Az Ipar 4.0 és más hasonló programok (digitális gazdaság és társadalom; hosszútávú gazdálkodás és energia; az innovatív munka világa; egészséges életmód; intelligens mobilitás; a civil biztonság) együttes hatásának fokozása és tudatosítása

	• A hazai KKV-k innovációs képességeinek és kapacitásainak gyors és jelentős növelése, ill. nemzetközi innovációs értékláncokhoz való kapcsolása • Az innováció felgyorsítása inkubátorokkal • A közös ipari és akadémiai/egyetemi K+F+I tevékenység jelenleginél hatékonyabb üzleti modelljének meghonosítása
Az intézkedés tartalma	• Új, tudományos alap- és alkalmazott kutatások támogatása az Ipar 4.0 kulcsterületein, különös tekintettel nemzetközi és ipari-akadémiai/egyetemi együttműködésekre • Ipar 4.0 mintarendszerek kialakítása, melyek lehetővé teszik a korszerű kiber-fizikai eszközkészlet megismerését, ill. az azokkal való kísérletezést, új megoldások kidolgozását • Pályázati konstrukciók értékelése során az Ipar 4.0 és digitális fejlesztési projektek kiemelt támogatása, előnyben részesítése • Ipar 4.0 innovációs programok létrehozása • Az Ipar 4.0 Kiválósági Központok és Kutatóhelyek működtetése a sikeres Fraunhofer üzleti modell alapján (1/3 alaptámogatás, 1/3 pályázati és 1/3 ipari bevétel)
Elvárt eredmények	• Az ipari és akadémiai/egyetemi szféra számára egyaránt nyitott Ipar 4.0 mintarendszerek, országszerte • A jelenleginél szélesebb körű nemzetközi, elsősorban európai együttműködés • A K+F+I eredmények nemzetközi hasznosulása • Hatékonyabb inkubációs folyamatok
Javasolt indikátor(ok)	• A gyártóiparban a K+F ráfordítások arányának növekedési mértéke • GERD/GDP arány növekedése: a teljes nemzetgazdasági K+F költés (*total gross domestic expenditure on R&D&I – GERD/GDP ratio*) • BERD/GDP arány növekedése: a magánszektor K+F költése a termelő ágazatokban (*total business enterprise expenditure on R&D&I – BERD/GDP ratio*) • Jelentős nemzetközi publikációk száma • Sikeres európai (H2020) és nemzetközi együttműködésen alapuló pályázatok száma • Ipar 4.0 témákhoz köthető sikeres hazai tudományos pályázatok (OTKA, Lendület) • Ipar 4.0 mintalaborok száma • Igénybe vett Ipar 4.0 felhő alapú szolgáltatások száma (EIS *Scoreboard* szempontrendszere) • Kiválósági Kutatóhelyek száma • A fenntartható fejlődés komplex indikátorrendszere • Ipar 4.0 vonatkozású nemzetközi és hazai szabadalmi bejegyzések száma

5.4.4 Ipar 4.0 ökoszisztéma

Megoldandó probléma	A digitalizáció folyamata megállíthatatlan és visszafordíthatatlan: az informatikai megoldásokat tudatosan és szervesen használó vállalkozások hatékonyabbak és versenyképesebbek a hagyományos megoldásokat alkalmazó versenytársaiknál az ipar és a gazdaság minden területén. A kormányzat feladata ezzel a digitális átalakulással kapcsolatban a munkavállalók és a vállalkozások felkészítése a digitális korra: az infrastrukturális feltételek megteremtése az oktatási rendszer digitális átalakítására, a digitális kompetenciák fejlesztésére, a hazai vállalkozások és a közigazgatás digitális transzformációjának segítésére.
Az intézkedés céljai	Átfogó cél: **Digitális világunk horizontális és vertikális integrációját lehetővé tevő infrastruktúrák biztosítása az információk, szolgáltatások, termékek valós idejű rendelkezésre állására és a kibertér nyújtotta lehetőségek kihasználására.** Konkrét célok: • Költséghatékony szélessávú adatátviteli hálózat, valamint mobilinternet hozzáférés biztosítása az ország területén belül mindenkinek • A rendszerkapcsolatok új minőségi szintje: a digitális és a valós világ (gyártó

	eszközök, felhasználók) összekapcsolása internet protokollon keresztül • Megújuló energiák használata és az energiafelhasználás optimalizálása a gyártásban • A környezettudatos termelés fejlesztése, üzemidőn kívül a fel nem használt erőforrások kiajánlása a környezet részére (város, lakosság) • Felhőszolgáltatások és *big data* alkalmazások elérhetőségének biztosítása a mikró- és a KKV szektor számára
Az intézkedés tartalma	• Szélessávú vezetékes és mobil adatátviteli hálózat kiépítése, országos lefedettséggel és költséghatékony hozzáféréssel • A gyárak energiaszükségleteinek újragondolását támogató programok • Az iparban fel nem használt energiák, üresjárati erőforrások felajánlása lakossági, kormányzati célokra • Programok adatvédelmi és adatbiztonsági eljárások fejlesztésére • Felhőalapú nagy teljesítményű, komplex termelésinformatikai alkalmazások megvalósítása és kedvező áron történő kiajánlása a mikró- és a KKV szektor számára
Elvárt eredmények	• Környezettudatos, fenntartható ipari szektor épül ki • KKV és mikróvállalkozások is hozzáférhetnek számunkra jelenleg nem megfizethető Ipar 4.0 megoldásokhoz
Javasolt indikátor(ok)	• DESI (*Digital Economy and Society Index*) • A Globális versenyképességi index infrastruktúra és technológia fejlettség pillérei

5.4.5 A megvalósulás monitoring és értékelő rendszere

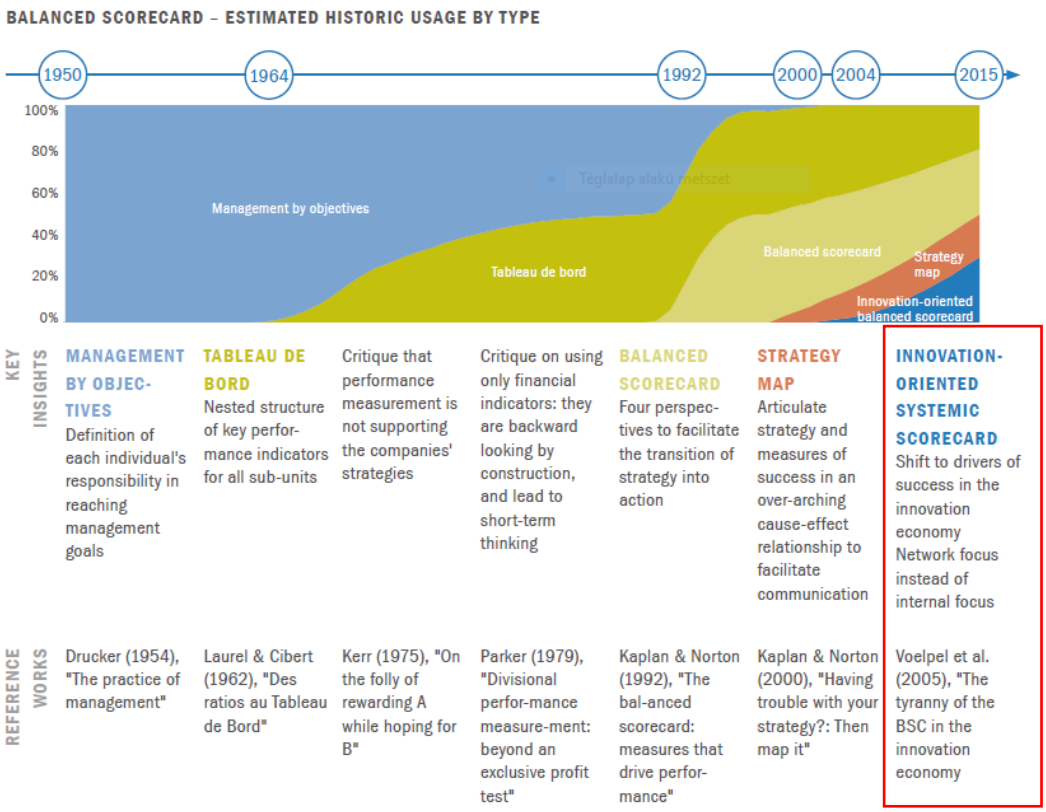
Minden stratégia megkívánja az előrehaladás *éves szintű mérését*. Az indikátorok legfeljebb éves szintű elmozdulásokat tudnak kimutatni. Ennek a monitorozásnak a megszervezése – a gyűjtendő (statisztikai és egyéb) adatok körének meghatározása és rendszeres begyűjtése – külön feladat. A kapott adatok értékelése révén végül az indikátorok értékét kell levezetni, aminek legcélszerűbb prezentációs formája egy „*Digitalizációs progress dashboard*" lehet. Egy ilyen eszköz a politika legmagasabb szintjein is gyorsan és érhetően áttekinthetővé teszi a haladást, hogy az ipar kitűzött szegmenseiben a folyamatok a kívánt irányban mozognak-e. Ennek alapján lehet az esetlegesen szükséges korrekciós lépéseket, beavatkozásokat megtenni.

A feladat ebben a körben először tehát a stratégia és a belőle származtatott cselekvési terv megvalósítása eredményességének kvalitatív és kvantitatív elemzésére és értékelésére szolgáló módszertan meghatározása.

Ezt a nagy prioritású a feladatot önállóan szükséges tervezni, majd végrehajtani, így itt most csak egy vázlatos koncepciót tudunk bemutatni, amely azonban mégis képet ad a végső állapot sarokpontjait illetően.

Az már kikristályosodott, hogy az indikátorrendszert a stratégia- teljesítménymenedzsment általánosan elfogadott eszközére, az ún. kiegyensúlyozott mutatószámrendszerre (*Balanced Scorecard – BSC*) kívánjuk alapozni, s annak is a Roland Berger által kialakított *Ipar 4.0 és innovációorientált változatára, az ökoszisztéma alapú* BSC-re (*Ecosystem-based Balaced Scorecard –* EBSS[46]) építjük.

[46] Roland Berger: The Ecosystem-based Balanced Scorecard (EBBS) - 2015



18. ábra A Balance Scorecard fejlődési fázisai (Forrás: Roland Berger)

Ez a tény szinte kínálja a struktúrát a minden BSC két „alapkoordinátáját” adó a „*Perspectives*” (dimenzió) és „*Destination*” (célfüggvény) definíciós módjára. A Dimenzió elemnek a *stratégiánk alappilléreit* célszerű megfeleltetni, majd minden pillérben a kijelölt kulcsfontosságú célokat (*Key Success Factor*, *KSF*) tekintjük, míg a fejlődés kvantitatív mérésére Célfüggvényként a célértékekkel ellátott *KPI*-ket alkalmazzuk.

6 Összegzés

Jelen tanulmány az MMA – NKFIH megállapodás keretében készült. A megállapodás célja a Magyar Mérnök Akadémia által birtokolt tudás, ismerettömeg, tapasztalat összefoglalása az „Infokommunikációs és ipari digitalizációs rendszerek fejlesztése és bevezetése" c. témában és javaslatok kidolgozás e téren a hazai innovációs folyamatok katalizálására, az innováció eredményességének és hatékonyságának fokozására.

Az innováció fogalma sokak által használt és igen sokrétű, meghatározása korántsem egységes. Ezért fontosnak tartottuk, hogy elsőként – a műszaki innovációra fókuszálva – megadjuk annak definícióját és a megvalósítási folyamat fő lépéseit. A tanulmány ugyanezen fejezetében röviden jellemeztük a negyedik ipari forradalomnak is tartott ún. Ipar 4.0 folyamat során létrejött gyártó- és logisztikai rendszereket, különös tekintettel azokra az új kihívásokra, amikre az ipar digitalizációja e legújabb, megkülönböztetett jelentőségű fázisában innovatív válaszokat kell találni.

A fenti folyamatról több szempontból adtunk helyzetelemzést: milyen folyamatok zajlanak a világ vezető ipari hatalmainál, milyen Magyarország megítélése külső nézőpontból, ill. milyen iparpolitikai kezdeményezések történtek a közelmúltban az ipar digitalizációjának támogatása érdekében. Kiemelten foglalkoztunk a hazai KKV-k szerepével ebben a folyamatban.

Az ipari paradigmaváltás kapcsán egy dologban egyetértés van: a változások alapjaiban változtatják meg a piaci viszonyokat. Egyes szereplők komoly versenyelőnyre tehetnek szert, mások – noha korábban jól teljesítettek – akár el is tűnhetnek. Nehéz, de nem lehetetlen jó gyakorlatokat, mintákat találni, melyek időben történő adaptálása prognosztizálható előnyöket eredményez. Az élenjáró piaci szereplők jelentős lépéseket tesznek a nyílt innovációs ökoszisztéma szemlélet meghonosításában, a természeti erőforrások tudatos használata mellett. A technológiák öncélú hasznosítása kerülésével erősödik a kooperációs hálózatok, platformok szerepe. A középpontban továbbra is az ember, mint a tudás birtokosa marad.

A jó gyakorlatok megvalósítása csak és kizárólag tudatos tervezés, a prioritások kijelölése után lehetséges, mert így garantálható, hogy egyes részterületeken akár túlzott, nem kívánatos fejlesztések ne valósuljanak meg. Ennek keretrendszere a prioritások azonosítása és strukturálása, majd stratégiába foglalása kell, hogy legyen.

A teljes innovációs rendszer változásainak objektív követésére javasolt mutatószám-rendszereket alkalmazni, melyek idősorosan is képesek a változások plasztikus bemutatására.

Végezetül, egy innováció *társadalmi* értéke a használat során válhat csak igazán világossá: miben és mennyiben talál bele társadalmi igényekbe és védi annak értékeit, beleértve a tágabb *természeti-társadalmi környezet* értékeit is. Így – jóllehet számos olyan álláspont van, ami az innovációhoz nélkülözhetetlen kreativitás, szellemi-kutatási szabadság védelme érdekében a központi szabályozás majd minden formáját kizárná – az együttes értékteremtés (és -megőrzés) érdekében az innováció ösztönzésének és támogatásának alapfeltételét egy alkalmas *ökoszisztémában* látjuk. Ennek fő résztvevői – más-más feladatkörrel és felelősséggel – a piacon szereplő cégek, a kutatásban és oktatásban kulcsszerepet játszó egyetemi és tudományos szféra, valamint szabályzó, monitorozó és támogató szerepében az állam.

Nem kétséges, hogy ezen ökoszisztéma igen bonyolult, többszintű, nem is minden esetben átlátható és világosan szabályozható kapcsolati hálók és mechanizmusok révén működhet, ugyanakkor éppen ez ad lehetőséget arra, hogy maga is alkalmazkodó, rugalmas, változásra képes környezetet

biztosítson az innováció számára. Tehát itt többről van szó, mint újabb és újabb piacképes termékek és szolgáltatások létrehozása – hiszen magát az ezt lehetővé tévő környezetet kell megteremtenünk és fenntartanunk. Ha erre nem vagyunk képesek, a *versenyképes* és ugyanakkor *fenntartható termelés* válik elérhetetlen céllá.

* * *

7 Függelékek

7.1 Melléklet 1: Ipar 4.0-hoz közvetlenül, vagy közvetve kapcsolódó projektek

Konstrukció	Pályázat címe	Hatályos szerződés (db)	Szerződések összege (mrd Ft)	Kifizetések összege (mrd Ft)
GINOP-1.1.3-16 (kiemelt projekt)	Termelő kkv-k digitális és automatizációs fejlesztéseinek élénkítése érdekében „Ipar 4.0" mintaalkalmazások kialakítása	1	2.35	2.13
GINOP-1.1.4-16 (kiemelt projekt)	Magyar Multi Program I. - A kiemelt növekedési potenciállal bíró kis- és középvállalkozások azonosítása, felmérése, motiválása, fejlesztési igényeik meghatározása	1	2.20	1.81
GINOP-1.2.7-17	Gyors növekedésű (gazella) vállalkozások komplex fejlesztéseinek támogatása	31	8.13	5.35
GINOP-1.2.8-17	Kis- és középvállalkozások ipari digitalizációhoz (Ipar 4.0) kapcsolódó fejlesztéseinek támogatása	13	3.13	1.95
GINOP-1.3.3-16	Beszállító mikro-, kis- és középvállalkozások és beszállítói integrátorok támogatása	51	18.38	3.63
GINOP-2.1.5-15	Innovációs ökoszisztéma építése (start-up és spin-off)	8	4.71	4.05
GINOP-2.1.6-16	Exportképes innovatív termékek fejlesztésének támogatása az innováció vezérelt exportbővítés megvalósítása érdekében	3	1.21	0.86
GINOP-3.1.2-8.2.4-16	Az infokommunikációs ágazatban működő mikro-, kis- és középvállalkozások által előállított termékek és szolgáltatások piacosításának, nemzetközi piacokra való belépésének támogatása	37	0.78	0.39
GINOP-3.2.1-15 (kiemelt projekt)	Infokommunikációs motivációs, szemléletformáló és kompetencia fejlesztő program kkv-knak (Modern Vállalkozások Programja)	1	5.99	4.08
GINOP-3.2.6-8.2.4-17	Versenyképes vállalatok tevékenységének emelt szintű digitalizálása	17	1.14	0.20
GINOP-6.1.5-17	Munkahelyi képzések támogatása nagyvállalatok munkavállalói számára	173	6.89	1.37
GINOP-6.1.6-17	Munkahelyi képzések támogatása mikro-, kis- és középvállalatok munkavállalói számára	804	12.77	5.23
		1140	67.68	31.05

7.2 Melléklet 2: Meghirdetés előtt álló, vagy folyamatban lévő releváns infokommunikációs / ipari digitalizációs pályázati kiírások [47]

Azonosító	Felhívás címe	Fókusz / célok	GINOP keretösszeg (Ft)	Releváns támogatható (rész)tevékenységek	Kedvezményezettek	Támogatás (Ft)
GINOP-1.2.8-19	Modern Mintaüzem program II. A mikro-, kis- és középvállalkozások megújulását és modern üzleti kihívásokhoz való alkalmazkodását segítő fejlesztések támogatása	NINCS RÉSZLETES INFORMÁCIÓ. Az ehhez hasonló elődpályázat - GINOP-1.2.8-17 Kis- és középvállalkozások ipari digitalizációhoz (Ipar 4.0) kapcsolódó fejlesztéseinek támogatása - kizárólag az IFKA által azonosított vállalkozásoknak szólt. Tervezett meghirdetés: 2019. november	10,5 Mrd	Korábbi hasonló pályázat a feldolgozóipari ágazatokban működő, fejlesztéseiket az Irinyi terv ágazataiban megvalósító, nagy növekedési potenciállal rendelkező beszállító vállalkozások komplex fejlesztéseit támogatta, előnyben részesítve az Ipar 4.0 technológiai megoldásokat. Részletes tartalma nem ismert.	GINOP-1.1.3-16 IFKA által azonosított és minősített KKV-k (?) egyszerűsített pályázat (?)	
GINOP-1.2.10-19	A mikro-, kis- és középvállalkozások megújulásának ösztönzése feltételesen visszatérítendő technológiafejlesztési támogatás útján	A felhívás célja egyes iparágakban fejleszteni kívánó hazai KKV-k termelési kapacitásainak bővítése és technológiai modernizációjának támogatása, amely során korszerű termék előállítási képességek megteremtésének és bővítésének céljából lehetőség nyílik a modern eszköz- és gépparkok, valamint fejlett infrastruktúrával ellátott telephelyek kialakítására, a szektor szereplői számára a versenyképesség feltételeinek megteremtésére, fenntartására. Meghirdetve: 2019. október	2,0 Mrd	• Új eszközök, gépek beszerzése, új technológiai rendszerek és kapacitások kialakítása, amely - egy meglévő létesítmény kapacitásának bővítését, vagy - egy meglévő létesítmény teljes termelési folyamatának alapvető megváltoztatását eredményezi (modernizáció) • Új eszközök, gépek beszerzéséhez, új technológiai rendszerek és kapacitások kialakításához kapcsolódó információs technológia-fejlesztés • Új eszközök, gépek beszerzéséhez, új technológiai rendszerek és kapacitások kialakításához kapcsolódó gyártási licenc, gyártási know-how beszerzések	mikro-, kis-, és középvállalkozások	5-40 millió

[47] 1006/2016. (I. 18.) Korm. határozat 2020.03.04-én hatályos változata https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A16H1006.KOR&txtreferer=00000003.TXT

Azonosító	Felhívás címe	Fókusz / célok	GINOP keretösszeg (Ft)	Releváns támogatható (rész)tevékenységek	Kedvezményezettek	Támogatás (Ft)
GINOP-6.1.10-19	A gazdaság fokozatváltását támogató innovatív képzések (korábbi "Ipar 4.0 Ágazati Képző Központ kialakítása" kiemelt projekt eltörlésével!)	A kiemelt projekt keretében korszerű Ipar 4.0 technológia használatára felkészítő tudásközpont és innovatív képzési rendszer jön létre. A képzőhely a gazdaság igényeinek megfelelő képzési tartalmakat fejleszt, képzéseket, készségfejlesztő szolgáltatásokat nyújt, kiemelten a munkavállalás előtt álló felsőoktatásban vagy középfokú szakmai képzésben tanulókat, illetve képző és oktatási intézményeknél foglalkoztatottakat célozza. Meghirdetve: 2019. október	Korábban: 1,0 Mrd Jelenleg: 9,941 Mrd	Ipar 4.0. tudást megalapozó képzések a) Ipar 4.0 tudást megalapozó képzések, képzési programok fejlesztése b) Ipar 4.0 tudást megalapozó képzések lebonyolítása a szakmai oktatásban és szakmai képzésben tanulók és oktatók, valamint felsőoktatási szakképzésben és felsőoktatásban tanulók részére c) legalább 10 darab gyártásszimulációs eszköz beszerzése, kapcsolódó infrastrukturális beruházások (Gépészet, Villamosipar és elektronika, Közlekedésgépész, Agrárgépész, Közlekedés, szállítmányozás és logisztika ágazatokhoz) d) gyártásszimulációs eszközök oktatási tevékenységbe történő bevonásához pedagógusok, oktatók képzése e) gyártásszimulációs eszközök használatához kapcsolódó b) pont szerinti célcsoport képzések	IKK Innovatív Képzéstámogató Központ Zrt. (konzorciumvezető), 9 vidéki Szakképzési Centrum	9,941 Mrd
GINOP-8.1.3/A-16	Nemzeti Technológiai és Szellemi Tulajdon kockázati tőkeprogram	Közvetett kapcsolódás • induló vagy fiatal innovatív, nagy növekedési potenciállal rendelkező kkv-k támogatása	32,1 Mrd	• S3 nemzeti ágazati prioritásokhoz kapcsolódó fejlesztések és intelligens technológiák	mikro-, kis- és közép-vállalkozások (nagyvállalatok feltételekkel)	9-500 millió
GINOP-8.1.3/B-17	Intelligens szakosodási kockázati tőkeprogram	Közvetett kapcsolódás • növekedési potenciállal bíró innovatív termékkel, vagy szolgáltatással rendelkező vállalkozások expanziójának segítése kockázati tőkejuttatással; • hazai innovációs ökoszisztéma	70,0 Mrd	• S3 nemzeti ágazati prioritásokhoz kapcsolódó fejlesztések és intelligens technológiák	mikro-, kis- és közép-vállalkozások	200 millió - 1,5 Mrd / 2,5 Mrd

Azonosító	Felhívás címe	Fókusz / célok	GINOP keretösszeg (Ft)	Releváns támogatható (rész)tevékenységek	Kedvezményezettek	Támogatás (Ft)
		erősítése; • intelligens és fenntartható városfejlesztési célokat szolgáló (*smart city*) projektek támogatása				
GINOP-8.2.5-17	Üzleti infokommunikációs, digitalizációs Tőkealap	• hazai kis- és középvállalatok versenyképességének további növelése új digitális technológiák (Ipar 4.0 és egyéb új digitális technológiák: pl. IOT, M2M, *big data*, szenzortechnológia, robotika) bevezetésével, fejlesztésével.	10,0 Mrd	• A kedvezményezett vállalkozások digitális átalakulásához szükséges fejlesztések	mikro-, kis- és közép-vállalkozások	50-498 millió
GINOP-8.3.3-17	Irinyi tőkeprogram	Közvetett kapcsolódás • feldolgozóipari vállalkozások fejlesztési elképzelései megvalósításának, piacra lépésének, üzleti terjeszkedésének finanszírozása az Irinyi Terv kiemelt ágazataiba tartozó területeken	8,0 Mrd	• Az Alap kiemelt célterületként kezeli az Ipar 4.0-hoz kapcsolódó vállalkozásokba történő befektetést.	mikro-, kis- és közép-vállalkozások	100 millió - 1 Mrd
GINOP-8.3.5-18	Mikro-, kis- és középvállalkozások technológiai korszerűsítése célú Hitelprogram	Közvetett kapcsolódás • mikro-, kis- és középvállalkozások technológiai korszerűsítése, illetve a korszerű termék- és szolgáltatásfejlesztési képességének megteremtése, bővítésének támogatása	98,31 Mrd	• Új tárgyi eszközök és immateriális javak	mikro-, kis- és közép-vállalkozások	1-50 millió