

## Ipar 4.0 – út a digitalizált jövő felé Az Ipar 4.0-ra való felkészültség vizsgálata globális és európai vonatkozásban

### Industry 4.0 - The way to the digitalized future Examining the efficiency for Industry 4.0 in a global and European context

---



#### Absztrakt

A tanulmányban bemutatásra kerülnek a negyedik ipari forradalom fő jellemzői, valamint az iparosodás eddigi három nagy korszaka, valamint röviden ismertetésre kerülnek az Ipar 4.0 bevezetése előtt álló akadályok. A tanulmány célja, hogy képet nyújtson Európa és a világ számos országának negyedik ipari forradalomra való felkészültségéről. A besorolás lehetőséget jelent a piaci versenytársak felkészültségének mérésére, a digitalizáció kapcsán kialakult előnyök és hátrányok meghatározására, ebből adódóan pedig lehetőséget biztosít gazdasági versenyelőny kialakítására. A Világgazdasági Fórum és a Roland Berger tanácsadó cég által elkészített felmérések elemzése alapján a tanulmány bemutatja a kutatásokban résztvevő országok Ipar 4.0 felkészültségét, jövőbeli lehetőségeiket. Az eredmények közötti összefüggések feltárása segít meghatározni azon tényezőket, melyek sikerre vezethetik az országokat a negyedik ipari forradalom során.

Kulcsszavak: Ipar 4.0, digitalizáció, innováció, felkészültség

#### Abstract

The study presents in detail the fourth industrial revolution and the three major periods of industrialization so far and the obstacles to the introduction of Industry 4.0. The purpose of this publication is to provide a picture of Europe and the readiness of many countries in the world for the 4th Industrial Revolution. Classification is an opportunity to measure the competencies of market competitors, to identify their advantages and disadvantages in relation to digitalization, and thus to provide an opportunity for economic competitive advantage. Based on the analysis of the World Economic Forum and Roland Berger consulting company, the countries participating in the study are examined about their Industry 4.0 preparedness and future opportunities. The exploration of the relationship between results will help to identify the factors that lead countries to success in the 4th Industrial Revolution.

Keywords: Industry 4.0, digitisation, innovation, preparedness

# BEVEZETÉS

Az Ipar 4.0 kifejezés napjaink egyik meghatározó folyamatát jelenti, az ipari területen egyre elterjedtebbé, ismertebbé válik, bekerül a hétköznapok szókincsébe. A technikai fejlődés üteme exponenciálisan növekvő tendenciát mutat. Az egyre gyorsuló fejlődés megköveteli a szervezetek lendületes átalakulását, alkalmazkodását az új körülményekhez. A tanulmány vizsgálatokra alapozva arra keresi a választ, hogy melyek a negyedik ipari forradalom szempontjából felkészült országok, és melyek azok az államok, amelyek lemaradtak. Továbbá feltárára kerülnek azok a tényezők, melyek eredményesebbé, vagy kevésbé sikeressé teszik az országokat az Ipar 4.0 vonatkozásában.

A Világgazdasági Fórum 2018-ban készült, A termelés jövőjére való felkészültség című tanulmányában 100 országot vizsgáltak a gyártási kapacitásra vonatkozó kilátásokat illetően. A 2014-es, Roland Berger alapító nevét viselő tanácsadó cég által összeállított Ipar 4.0 felkészültség index 24 európai ország vizsgálata alapján jött létre, ahol az ipari kiválóság és az értékhálózat kombinációja, valamint az ipar GDP-n belüli aránya alapján helyezték el a vizsgált országokat a koordináta rendszerben. Mindkét vizsgálat országok helyzetét vizsgálja, szemben számos olyan felméréssel, melyek csak bizonyos szegmensekre fókuszálnak, például a kis- és középvállalkozások, vagy az autóipar helyzetével foglalkoznak. A tanulmány az ipari forradalmak jellemzőinek rövid ismertetése után két elemzés főbb eredményeit ismerteti.

## 1. A NEGYEDIK IPARI FORRADALOM

### 1.1. AZ IPARI FORRADALMAK BEMUTATÁSA

A forradalom kifejezés A magyar nyelv értelmező szótára meghatározása szerint átvitt értelemben teljes változást, egy területen, tudományban végbemenő gyökeres átalakulást, fordulatot jelent. Az iparban eddig bekövetkezett forradalmak nemcsak a termelésre, és ezáltal a gazdaságra, hanem a társadalomra, munkaerőpiacra is jelentős hatást gyakoroltak. Abonyi János és Miszlivetz Ferenc (2016, 1) szerint: „ipari forradalomról akkor beszélhetünk, amikor egy új technológiai megoldásnak köszönhetően a termelő rendszerek hatékonysága jelentősen megnövekszik.”

Az első ipari forradalomra a 18. század végén robbant ki. A mechanikus szövésszék 1794-es feltalálása történelmi fordulatot hozott, új korszak köszöntött a korabeli Angliára, valamint hamarosan a világ többi részére is. A gőzgépek lehetővé tették a tömeges gyártást, forradalmasították az áruszállítást és a személyszállítást is. Noha a változások elkerülhetetlenek voltak, az emberek féltették munkájukat, és sok helyen szétzúzták a berendezéseket, azonban a fejlődés feltartóztathatatlannak volt. Alig egy évszázad leforgása alatt az ipar korábban soha nem tapasztalt fejlőd-

désen ment át, mely változás utat nyitott a második ipari forradalomnak. Henry Ford talán maga sem sejtette, hogy a futószalag ipari termelésbe történő bevonásával egy újabb revolúciónak teszi le az alapkövét. Az elektromosság terjedésével további potenciálok nyíltak meg a tömegtermelés előtt, hiszen immáron sötétedés után is folytatható volt a munkavégzés, az utcákon pedig közvilágítás segítette elő a három műszakos munkarendből hazatérők biztonságos útját. Csupán néhány évtizednek kellett eltelni és megjelentek az első számítógépek is.

Az 1940-es évektől az informatika rohamosan fejlődött. 1969-ben mutatták be az első automatizált, előre programozható gépeket, innen datálódik a harmadik ipari forradalom. Az automatizálás hamarosan elterjedt a termelésben is. A számítástechnika robbanásszerű fejlődése, a hálózatosodás, az internet megágyazott a következő korszaknak. „Nincs fal az Ipar 3.0 és 4.0 között, némely digitális rész-elemek mintegy beszivárognak a régi struktúrába, és átalakítják azt.” (Bogdán, 2018) A negyedik ipari forradalom a szemünk előtt, napjainkban zajlik. Richard D’Aveni (1994, 1) szavaival élve: „Egyetlen éjszaka alatt technológiai csodák bukkantak fel. Versenyelőnyei, amelyek megtámadhatatlannak tűntek, darabokra szakadtak, és szétfoszlottak a verseny szelében.” A Magyarországon negyedik ipari forradalomként, vagy Ipar 4.0-ként használatos kifejezés Németországból származik. Az Ipar 4.0, vagyis a negyedik ipari forradalom kifejezés Henning Kagermantól, az SAP ipari vállalat elnökségi tagjától származik. Industry 4.0-ként kezdték emlegetni a digitalizált termelést, mely kifejezés angol nyelvterületen Industry 4.0-ként, Az Egyesült Államokban többnyire smart factory-ként, Kínában Made in China 2025-ként, Japánban pedig chain-ként terjedt el.

## 1.2. A NEGYEDIK IPARI FORRADALOM BEMUTATÁSA

Ritter és társai (2016) szerint az Ipar 4.0 kifejezés a közelmúlt, és a közeljövő legnépszerűbb technológiai hívószava, csakúgy, mint a '80-es évek végén a telekommunikáció, a '90-es évek utolsó éveiben az internet, a kétezres évek közepén pedig a közösségi média, melyek mind világformáló hatással bírtak. Abonyi János és Mislivetz Ferenc 2016-ben megjelent munkája arról szól, hogy az Ipar 4.0 címszót a gyártóipar fejlettségére vonatkozóan használják, különösen Németországban. „Ez a fejlettségi szint a gyártórendszereknek és az őket támogató informatikai eszközöknek egy rendkívül erős eszköztár köré rendeződtek. Ez az új eszköztár, különösen, ha egységes keretben kezeljük, ténylegesen forradalmasítani fogja a teljes gazdaságot. A negyedik ipari forradalom tehát annak köszönhető, hogy olyan technológiai elemek és módszerek alkalmazása válik lehetővé, melyekkel még komplexebb rendszerek, azaz teljes ellátási láncok hálózata működtethető összehangoltan és automatizált módon.” (Abonyi-Mislivetz, 2016, 2)

Ugyancsak a termékek teljes életciklusában jelen lévő értéklánc új szintre emelt szervezését és szabályozását hangsúlyozzák az Ipar 4.0 kapcsán Nick Gábor és társai (2017, 4): „...a háttérben az ipar digitális átalakulása áll, amely azonban csak a körülötte lévő társadalmi-gazdasági-technológiai, azaz a teljes

ökoszisztémával egyetemben értelmezhető.” Bogdán Zoltán (2018) munkájában a hálózatosodást, integrációt emeli ki az Ipar 4.0 kapcsán: „...a hatalmas adatmennyiség elemzésén alapuló digitális gépek és eszközök összekapcsolódnak, és hamarosan nemcsak gyárak, hanem vállalati hálózatok, teljes nemzetgazdaságok is egyetlen hatalmas, intelligens információs rendszerbe integrálódnak.” Az Európai Unió kiemelt jelentőséget tulajdonít a 4. ipari forradalomnak. Az Ipar 4.0 minél magasabb szintű, és minél gyorsabb az adoptációja a versenytársakkal, főként az Amerikai Egyesült Államokkal, Dél-Koreával, Japánnal, és Kínával szemben a gazdasági versenyelőny megszerzésének a kulcsát jelenti. Az Európai Parlament 2016-os tanulmányában foglaltak szerint: „Az Ipar 4.0 az értéklánc mentén önállóan kommunikáló technológiákon és eszközökön alapuló gyártási folyamatok megszervezését írja le: a jövő „smart” factory modellje, ahol a számítógéppel vezérelt rendszerek felügyelik a fizikai folyamatokat, létrehozzák a fizikai világ digitális példányát, és önszerveződési mechanizmusokon alapuló decentralizált döntéseket hoznak.” (Európai Parlament, 2016, 7)

Elmondható, hogy a negyedik ipari forradalom hozta új körülmények ez idáig nem tapasztalt kihívásokat támasztanak az országoknak és a vállalkozásoknak. „A kérdés inkább már csak az lehet, hogy ki mikor érzi úgy, hogy már muszáj beszállnia, mert a kimaradás több kárt okoz, mint belevágni a bizonytalanba. Abban reménykedni, hogy majdcsak lecsendesül ez a forradalmi hevület, és talán kikerülhet a csatlakozás, hiábavaló: még soha, egyetlenegy ipari forradalom sem fordult vissza. Ez sem fog.” (Pataki, 2014, 160)

A negyedik ipari forradalom a digitalizáció, hálózatosodás által jött létre, mely feltételezi az információ rendelkezésre állását, a gépek közötti kapcsolatot, és a hálózatot, mely ezt lehetővé teszi. Nagy Judit (2017) munkájában Rüßman és szerzőtársai (2015) kutatásának eredményeit idézi. A negyedik ipari forradalom élenjáró vállalatai a következő technológiákat alkalmazzák:

- autonóm robotok,
- szimuláció,
- horizontális és vertikális rendszer integráció,
- Ipari IoT,
- kiberbiztonság,
- felhő-alapú szolgáltatások,
- additív termelés (3D nyomtatás),
- kiterjesztett valóság,
- big data elemzés.

A következőkben bemutatok néhány olyan fogalmat, mely az Ipar 4.0-hoz köthető.

- A *big data* megjelenését az ezredfordulóra tehetjük. A gyártási folyamatok digitalizációjával hatalmas adatbázis jött létre, mely rendszerezés, elemzési, lekérdezési lehetőség nélkül csupán egy óriási adatmassza. Azonban, ha megfelelően kategorizált az információ, akkor szinte végtelen tudásbázis áll rendelkezésre.

- A munkatársak a munkafolyamatokról rendre egyeztetnek egymás között, és ez nincsen máshogy a hálózatra csatlakoztatott gyártásban résztvevő gépekkel sem. Az M2M a gépek közötti kommunikációt jelenti. A folyamat során az előre meghatározott kereteken belül, a programozás szerint a gépek képesek önálló döntést hozni. Tehát a gépek nem csak információt kérnek és kapnak egymástól, hanem összehangolják, „megbeszélik” a tevékenységüket a leghatékonyabb működés érdekében. Sőt, mi több, ezek az intelligens gépek tanulni is képesek, a Big data elérésével. Kiszámolják az optimális folyamatot, és ennek megfelelően folytatják tevékenységüket a termelés során.
- Ahhoz, hogy a kapcsolat létrejöjjön a gépek között, kell egy csatorna, mely lehetővé teszi a hálózatban működést (*Internet of Things = IoT*). Az iparban szokásos az IIoT, vagyis az ipari dolgok internete kifejezés használata is, mely speciálisan az ipari termelésben részt vevő gépek kapcsolatára utal. A termelési folyamatok hatékony szervezése tehát feltételezi azokat a gépeket, melyek képesek kapcsolódni egymáshoz egy hálózaton keresztül, és így létrejön a kommunikáció, az „együtt gondolkodás”, az optimális termelési folyamat az adatbázis felhasználása révén.

## **2. AZ IPAR 4.0-RA VALÓ FELKÉSZÜLTSGÉ ORSZÁGOKRA VONATKOZÓ VIZSGÁLATA**

A versenyelőny kialakítása, megtartása szempontjából fontos, hogy beazonosítható legyen, melyek azok az országok, amelyek képesek iparukban, gazdaságukban gördülékenyen alkalmazni az Ipar 4.0-t. A jó tapasztalatokat érdemes követni a lemaradó országoknak, ugyanis minden országnak az az érdeke, hogy pontosan tisztában legyen vele, mely szektorokban küzdenek lemaradással, mely területeket kell fejleszteni, szükség van-e állami beavatkozásra, és ha igen, akkor milyen mértékben.

### **2.1. GLOBÁLIS VIZSGÁLAT – VILÁGGAZDASÁGI FÓRUM: A TERMELES JÖVŐJÉRE VALÓ FELKÉSZÜLTSGÉ (2018)**

A Világgazdasági Fórum 2018-ban elkészítette „A termelés jövőjére való felkészültség” című tanulmányát. A felmérés során 100 országot vizsgáltak a gyártási kapacitás jövőjét illetően. Fontos hangsúlyozni, hogy nem a jelenlegi eredményeket hasonlították össze, hanem a kilátásokra fókuszáltak, azonban nem lehet elvonatkoztatni az eddig realizált eredményektől. Az országokon belüli regionális különbségeket nem vették figyelembe, mint ahogyan azt sem, hogy mely ágazatok milyen arányban járulnak hozzá a nemzeti össztermékhez.

A vizsgálat készítői két olyan dimenziót azonosítottak, melyek jelentős befolyással vannak a termelés teljesítőképességére: a gyártás szerkezetét, valamint a gyártás kulcsfontosságú tényezőit. Ezeket a kategóriákon belül további szempontokat vettek figyelembe, így összesen 59 mutatóból áll az értékelés (1. ábra). Valamennyi vizsgált ország tekintetében részletes elemzés is készült.

1. ábra Készenléti diagnosztikai modell a World Economic Forum elemzése alapján  
 Figure 1 Readiness Diagnostic Model by the World Economic Forum



Forrás: World Economic Forum, 2018, 9

A kapott pontszámok alapján négy archetípusba sorolták az országokat. A vízszintes tengelyen a termelés szerkezete szerint, a függőleges tengelyen pedig a termelés kulcsfontosságú tényezői szerint ábrázolták az országokat (2. ábra).

2. ábra: Ország archetípusok a World Economic Forum elemzése alapján  
 Figure 2 Country Archetypes by the World Economic Forum

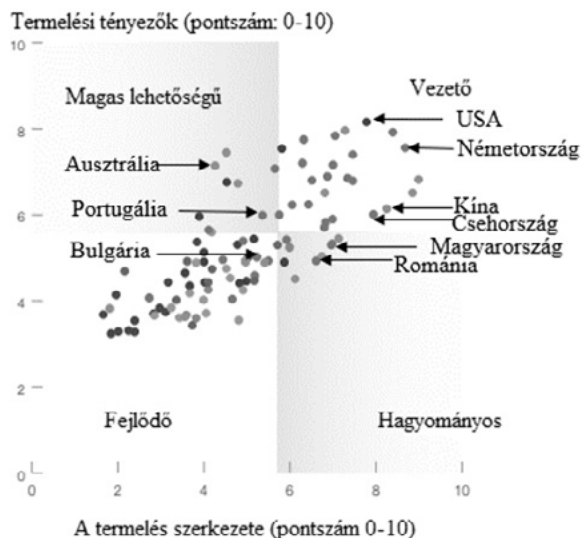


Forrás: World Economic Forum, 2018, 10

A 3. ábra szemlélteti a vizsgált államok fenti besorolás szerinti elhelyezkedését.

3. ábra: Globális készenléti térkép a World Economic Forum elemzése alapján, 2018

Figure 3 Global Map of Readiness by the World Economic Forum, 2018



Forrás: World Economic Forum, 2018, 10

A *vezetők* közé tartozik Ausztria, Belgium, Kanada, Kína, Csehország, Dánia, Észtország, Finnország, Franciaország, Németország, Írország, Izrael, Olaszország, Japán, Koreai Köztársaság, Malajzia, Nagy-Britannia Hollandia, Lengyelország, Szingapúr, Szlovénia, Spanyolország, Svédország, Svájc és az Egyesült Államok. Az értékelésbe bevont országok közül erről a 25 államról mondható el, hogy a negyedik ipari forradalomra való felkészültsége megfelelő, továbbá képesek kiaknázni a termelés megváltozásából származó versenyelőnyöket. Ezen államok gazdaságai termelik a globális gyártási hozzáadott érték több mint 75 százalékát, és minden lehetőség adott, hogy ez az arány tovább növekedjen. Továbbá az is megállapítható, hogy a legfejlettebbnek számítanak a robotizáció területén. Összességében elmondható, hogy ezek az országok rendkívül előnyös helyzetben vannak, erős a gazdaságuk, kiemelkedő az ipari termelésük. Remek kilátásokkal rendelkeznek a digitalizált jövőre nézve.

A *magas lehetőségű országok*, úgymint Ausztrália, Egyesült Arab Emírségek, Hong-Kong, Katar, Norvégia, Portugália, Új-Zéland ígéretes jövő előtt állnak. A gazdasági adataik kitűnőek, azonban termelésük kevésbé diverzifikált, mint a vezető országoké. Némely állam gazdag erőforrásokban, míg mások a szolgáltatási szektorra alapozzák gazdaságukat. A jövőre vonatkozóan remek kilátásaik vannak, azonban a meglévő potenciálok alapján fejlett gyártási bázis kialakítását kell megvalósítaniuk. Remek ipari alapokkal rendelkeznek, erős a gazdaságuk,

ezért minden lehetőség adott arra, hogy az Ipar 4.0 szempontjából hatékony stratégiát hozzanak létre a termelés fejlesztésére.

A globális gyártási érték 10 százalékát adó *hagyományos termelési móddal* rendelkező államokra igaz, hogy a globalizációs folyamat során az értéklánc alsó szegmensét jelentő összeszerelési munkákat az erősebb gazdasági potenciállal rendelkező országok ezen országokba helyezték át az alacsonyabb költségek miatt. Ebbe a kategóriába tartozik a Fülöp-Szigetek, India, Litvánia, Magyarország, Mexikó, Oroszország, Románia, Szlovákia, Tájföld és Törökország. Jelentős külföldi beruházások, erős ipari alapok, fokozott piacra jutás jellemzi a hagyományos ipari termelésű országokat. A veszély azonban fennáll, hogy a továbbiakban a vezető országok a munkát a fejlődő országokba teszik át. Emiatt fontos megerősíteni a termelési tényezőket és megfelelni a negyedik ipari forradalom kihívásainak. Annak érdekében, hogy ne szoruljanak ki a vezető és feltörekvő államok közül, ezeknek az országoknak saját stratégiát kell kidolgozniuk a jövőre nézve. A kihívások a szervezeti keretrendszer, az emberi erőforrások, valamint a technológia és innováció területén jelentkeznek. A hagyományos ipari termelésű országok szilárd gyártási bázissal rendelkeznek, azonban az innovációt, a kutatás és fejlesztést kiemelt területként kell kezelni, ennek megfelelően sürgető a munkavállalók átképzése, a technológiai platformok frissítése. Mindehhez kormányzati beavatkozásra is szükség van, állami támogatásokkal, fejlődést segítő programokkal kiemelt kormányzati célként kell kezelni a technológiai felzárkózást.

Végül a legnagyobb archetípus következik, a *fejlődő országok* köre. A vizsgált államok több, mint fele, 58 állam ide tartozik, a teljesség igénye nélkül például Brazília, Bulgária, Dél-Afrika, Horvátország, Indonézia, Szaúd-Arábia. Bár ez a legnagyobb csoport, mégis a globális termelési érték kevesebb, mint 10 százaléka képződik ezekben az országokban. A jövőre nézve meglehetősen rossz kilátásokkal rendelkeznek, mivel mind a termelés szerkezetét illetően, mind a termelési tényezők területén jelentős a lemaradásuk. Tekintve, hogy az itt szereplő államok meglehetősen különbözőek, más termelési bázissal, lehetőségekkel rendelkeznek, több klaszter is felállítható. Az adott ország helyzetétől, versenyelőnyeitől és céljaitól függően különböző növekedési utakat lehet elérni. Az egyik ilyen lehetséges út a más államok által ezen országokba kiszervezett termelés. A munkaerő még olcsóbb, mint a hagyományos ipari termeléssel rendelkező országokban, ezért vonzó lehetőséget jelenthetnek. Azonban ez csak a megfelelő oktatással, képzett szakemberekkel rendelkező országokban képzelhető el, és a robotizáció miatt azt is figyelembe kell venni, hogy hosszútávon is megfelelő lehetőséget jelent-e ez az út az ország számára, vagy pedig zsákutcába futnak be. Számos olyan ország is létezik, ahol még nem alakult ki a hagyományos ipari gyártás sem, így a lehetősége sem adott az Ipar 4.0-nak. Ezekben az országokban a legsürgetőbb terület az intézményi keretrendszer, valamint a humán erőforrás megteremtése. Ugyanis a képzett munkaerő nélkülözhetetlen mind a hagyományos, mind a fejlett gyártás tekintetében. Továbbá



a megnövekedett globális kereskedelem és a befektetések, valamint a multinacionális vállalatok befektetései felgyorsíthatják a fejlődést a tudás, a képességek és technológia átadásával.

A jelentés megállapítja, hogy a termelési rendszerek globális átalakulása jelentős kihívás elé állítja a világ gazdaságait. Veszélyt jelenthet, hogy a kétfokozatú világ egyre inkább polarizálódhat, mely tovább növelheti a különbségeket az országok, a gazdaságok között. A szerencsésebb történelmi helyzetű, ásványi kincsekben gazdag lelőhelyekkel rendelkező, eleve iparra berendezkedett államok meglehetősen nagy előnnyel indulnak az Ipar 4.0 alkalmazása során. Hiszen, ahol erős ipari alapokra lehet építkezni jól képzett szakemberekkel, ráadásul kiváló egyetemekkel, szervezetekkel együttműködve, továbbá a beruházások finanszírozása sem jelent gondot, ott minden adott a további fejlődésre. Viszont azokban az országokban, ahol nincsenek befektetések, alacsony színvonalú az ipar, ahol sérülékeny a béke, zavaros a politikai helyzet, nincsenek jó színvonalú képzőhelyek és egyetemek, ott eleve hátrányból indulnak, és szinte esélytelen a felzárkózás.

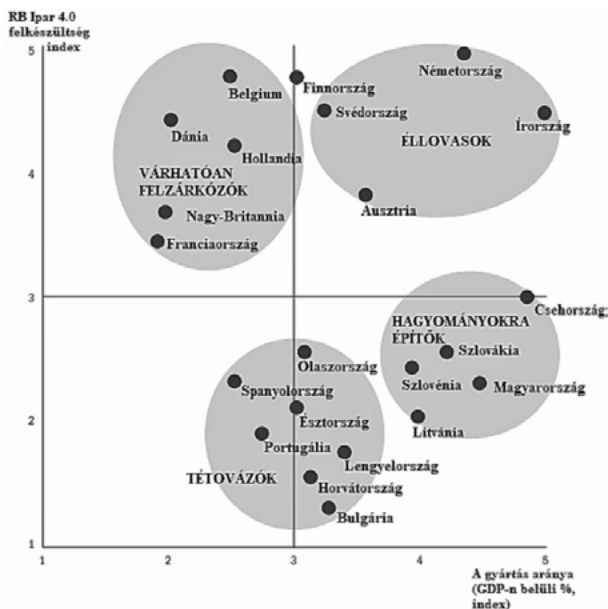
## **2.2. EURÓPA A KÖZÉPPONTBAN - ROLAND BERGER: IPAR 4.0 FELKÉSZÜLTSG INDEX (2014)**

A németországi székhelyű, az alapító, Roland Berger nevét viselő stratégiai tanácsadó cég 2014-es felmérésében Európára fókuszálva állította össze az Ipar 4.0 felkészültségi indexet. Vizsgálatuk során számos szempontot vettek figyelembe a gazdaság nyitottságának mértékére, a konvergens iparágakhoz való alkalmazkodás képességére, az innovációs hálózatok kiválóságára, az alkalmazottak szakképzettségére, rugalmasságára és a tudásuk interdiszciplináris voltára vonatkozóan. Mindenekelőtt megállapításra került, hogy a világ termelésének 40 százaléka (összesen 6 577 milliárd euró) a feltörekvő országokban történik, mely arány húsz éve még fele ekkora sem volt. Nyugat-Európában a hagyományos ipari gazdaságok részeként a gyártási érték 36 százalékról 25 százalékra csökkent (1350 milliárd euró). Ahhoz, hogy vezető szerepet töltsön be az Ipar 4.0-ban, Európának évente 90 milliárd eurót kellene befektetnie a következő 15 évben – állapították meg a tanácsadó cég szakemberei. Jelenleg Európában a 20 százalékos ipari hozzáadott érték a cél a jelenlegi 15 százalékos érték helyett. Ennek megvalósítása érdekében szükséges látni, hogy honnan hová tart Európa ipara, és ennek megfelelően kell a cselekvési ütemterveket elkészíteni.

A felmérés készítői 24 országot vizsgáltak, és az eredmények alapján koordinátarendszerben ábrázolták őket (4. ábra), ahol a függőleges tengely az ipari kiválóság és az értékhálózat kombinációjából áll össze, a vízszintes tengely pedig az adott ország iparának GDP-n belüli arányát mutatja meg. A felmérés során az ipari kiválóság fogalom a gyártási folyamat kifinomultságát, az automatizálás mértékét, a munkaerő felkészültségét és az innovációs intenzitást takarja, az értékhálózat a magas hozzáadott értéket, az iparág nyitottságát, az innovációs

hálózat és az internethálózat sűrűségét mutatja meg. Az egyes kategóriák 5 pontos skálából állnak. Az így előállt mátrix négy csoportot eredményez, melyekbe besorolásra kerültek az európai gazdaságok.

4. ábra Roland Berger Ipar 4.0 felkészültségi index  
Figure 4 Roland Berger Industry 4.0 Readiness Index



Forrás: Berger, 2014, 16

A csoportok az alábbiak (Berger, 2014):

- **Éllovasok:** Svájc, Németország, Írország, Svédország, Finnország, Ausztria. Nagy ipari bázis és nagyon modern technológiák, valamint előretekintő üzleti gondolkodás jellemzi ezeket az országokat. Tőkeerős államok, melyek képesek az új technológiák kifejlesztésére, és alkalmazására. Írország besorolása esetén megjegyzendő, hogy a magas GDP szint javarészt az országban működő nagy gyógyszergyárak termelésének köszönhető, a függőleges tengelyen való elhelyezkedés pedig az IT szektor fejlettségét mutatja.
- **Várhatóan felzárkózók:** Nagy-Britannia, Hollandia, Norvégia, Dánia, Belgium, Franciaország. Ipari bázisuk az utóbbi években gyengült. A vállalati szektorban azonban modern és innovatív gondolkodásmódra törekszenek.
- **Hagyományokra építők:** Csehország, Magyarország, Litvánia, Szlovénia, Szlovákia. Az e kategóriába sorolható, főként Kelet-Közép-Európában található országok erős ipari alappal rendelkeznek, azonban kevés az azon kezdeményezések száma, melyek az ipart az új korszakba lendítenék. Lemaradásukat magyarázzák a II. világháború utáni évtizedek.

- *Tétovázók*: Spanyolország, Észtország, Olaszország, Portugália, Lettország, Lengyelország, Horvátország. Az e kategóriába tartozó államok nem rendelkeznek megbízható ipari bázissal. Ráadásul némely ország súlyos költségvetési problémával küzd, befektetések és támogatások nélkül pedig nem tudják gazdaságukat versenyképessé tenni.

### **2.3. A VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK KÖZÖTTI ÖSSZEFÜGGÉSEK FELTÁRÁSA**

A Világgazdasági Fórum kutatása és a Roland Berger tanácsadó cég felmérése egyaránt a jövőre való felkészültséget vizsgálja, és megfogalmazza a fejlődés érdekében a fejlesztésre szoruló területeket.

Az értékelés során megfigyeltük egymásnak a Világgazdasági Fórum archetípusait (vezető, magas lehetőségű, hagyományos és fejlődő) valamint a Roland Berger cég által megalkotott mátrixot (éllovasok, várhatóan felzárkózók, hagyományokra építők, *tétovázók*), azon országok esetében, melyek mindkét elemzésben szerepelnek. Mivel a Berger-féle elemzés a szűkebb mintaszámú, ezért ehhez hasonlítottuk a Világgazdasági Fórum eredményeit.

Svájc, Németország, Írország, Svédország, Finnország, Ausztria mindkét osztályozás szerint vezetőnek, illetve éllovasnak számít, hiszen tőkeerősek, innovatívak, hazai és külföldi munkavállalóik képzetek, az Ipar 4.0 szempontjából a lehető legjobb pozícióban vannak.

A várhatóan felzárkózók közül csupán Norvégia található meg a magas lehetőségű országok körében, Nagy-Britannia, Hollandia, Dánia, Belgium, Franciaország a Világgazdasági Fórum besorolása alapján a vezető országok kategóriájába tartoznak. Vitathatatlan, hogy ezek az országok erős iparral, gazdasággal rendelkeznek, az Európai Unió innovációs besorolása alapján is a legjobb pozíciókat érték el.

A hagyományokra építők Csehország, Szlovákia és Szlovénia vezető államnak számít a Világgazdasági Fórum felmérésben. Mindhárom ország erős gazdaságú nyugati államok szomszédjában található, fejlett iparral rendelkeznek és rendkívül sok az új beruházás, mivel mindenütt rendelkezésre állnak a szakemberek. A fejlett országokból érkező beruházók pedig nem csak a pénzüket adják, hanem a tudásukat, technológiájukat is rendelkezésre bocsátják. Azonban problémát jelenthet, hogy a beruházók az innovációs központjukat általában az anyaországban üzemeltetik, így az újításokat csak később tudják adaptálni a leányvállalatok.

Érdekes, hogy a Berger-kutatásban *tétovázóknak* minősített Spanyolország, Észtország, Olaszország és Lengyelország a másik felmérésben vezetőként kerültek besorolásra. Spanyolország és Olaszország az utóbbi években nehézségekkel küzd, gazdasági visszaesés volt tapasztalható, azonban a mutatók szerint kitűnő esélyeik vannak, hogy adaptálják az Ipar 4.0-át. Portugáliát pedig magas lehetőségűként aposztrofálták, holott a gazdasága visszaesést mutat, így kevesebb lehetőség adódik befektetések ösztönzésére, innovációra. A tapasztalt

eltérések abból adódhatnak, hogy míg a Berger-tanulmányban figyelembe veszik az egy főre eső GDP szintjét, a Világgaazdasági Fórum nem számol a gazdasági adatokkal, csupán azokat a készségeket és lehetőségeket méri fel, melyek a jövőben alapozzák meg az Ipar 4.0 alkalmazását. Továbbá vélhetően a nagyobb számú indikátor használata is tovább árnyalja a képet.

### 3. AZ IPAR 4.0 TERJEDÉSÉT AKADÁLYOZÓ ÉS SEGÍTŐ TÉNYEZŐK

Az eddigiek alapján egyértelművé vált, hogy az országoknak nincsen választásuk, a digitalizáció, a 4.0-nak való megfelelés a felszínen maradás zálogát jelenti. Talán még nem ma, és nem is holnap, de a következő években bizonyosan kizárólag azok az országok, és azok a vállalatok fognak versenyelőnyhöz jutni, melyek sikeresen alkalmazták az újabb vívmányokat. Az új technológiák bevezetése talán még a vezető, tőkeerős, prosperáló, K+F+I szempontjából élen járó országok esetén sem működik olyan gyorsan, nem beszélve az elmaradottabb államokról. Milyen akadályok állhatnak az Ipar 4.0 bevezetésére törekvő gazdaságok útjába? Nagy Judit (2017) Porter és Hepelmann kutatására támaszkodva felismerte, hogy mely faktorok állhatnak a negyedik ipari forradalom útjába (5. ábra). Kulturális, munkaerőpiaci, szervezeti és technológiai tényezők kerültek azonosításra.

5. ábra Az ipar 4.0 akadályozó tényezői  
Figure 5 Interfering factors of Industry 4.0

Az Ipar 4.0 akadályozó tényezői			
Kulturális akadályozó tényezők	Munkaerőpiaci akadályozó tényezők	Szervezeti akadályozó tényezők	Technológiai akadályozó tényezők
bizonytalanság	nem megfelelő minőségű munkaerő	digitális stratégia hiánya	drága technológiák
bizalmatlanság	kevés munkaerő	kockázatos beruházás	szabványok hiánya
a szervezet képességeinek reális megítélése	régi szemléletű képzés	félelem a kontrollvesztéstől az intellektuális vagyontól	adatbiztonság, titkosítás megfelelő szintjével kapcsolatos kétségek
folyamatos tanulás igényének hiánya		partnereknél sincs meg a technológia	fejletlen adatelemzés
		adat-alapú szolgáltatások fejlesztésének elmaradása	
		felsővezetői támogatás hiánya	

Forrás: Nagy Judit szerkesztése, 2017; PwC, 2016; Porter–Hepelmann, 2014, 37 alapján

A szervezeteknek tisztában kell lenniük adottságaikkal, lehetőségeikkel, reális képpel kell rendelkezniük magukról, a felkészültségükről, és megfelelő digitális stratégiát kell kialakítani a jövőre nézve. Nem szerencsés, ha a felső-vezetés nem mutat elkötelezettséget a fejlesztés iránt. A fejlődés irányát és sebességét nekik kell meghatározniuk, azonban a végrehajtás a szakemberek kezében van. Szükséges fejleszteni a munkatársak informatikai tudását, hiszen a közeljövőben még a legegyszerűbb munkakörökben is megkövetelik a számítógépes programok használatát. Az akadályozó tényezőket tovább vizsgálva, a munkaerő számának növelésére akár az országokon belüli, akár az országok közötti migráció jelentheti az egyik megoldást. Ezenkívül a robotizáció, digitalizáció eredményeképpen bizonyos munkakörök megszűnhetnek, vagy legalábbis jóval kevesebb ember is elég lehet a feladat ellátásához. A felszabaduló munkaerő átképzése jó megoldást jelenthet a gazdaság más területén mutatkozó munkaerőigényre. További segítséget jelenthetnek a ko-robotok, melyek nem váltják ki az emberi munkát, hanem segítik azt. Azonban az ember-gép ilyen szintű együttműködése nagyon komoly digitális ismereteket feltételez. Az új technológiákkal működő termékek életciklus görbéjük első szakaszában rendkívül jelentős beruházást igényelnek, és működésük sem teljesen kiforrott.

A 2016-ban, az Európai Parlament Ipari, Kutatási és Energiaügyi Bizottsága megbízásából készült megvalósíthatósági tanulmány felmérte az EU helyzetét az Ipar 4.0 tekintetében. A tanulmány készítői, Jan Smit és társai SWOT elemzés során foglalták össze az Ipar 4.0 alkalmazásával kapcsolatos erősségeket, gyengeségeket, lehetőségeket és veszélyeket.

#### *Erősségek:*

- Nagyobb termelékenység, (erőforrás) hatékonyság, (globális) versenyképesség, bevétel
- A magasan képzett és jól fizetett munkahelyek növekedése
- Jobb ügyfél-elégedettség az új piacokon: mind több termék testreszabása és termékválaszték bővítés
- Termelési rugalmasság és ellenőrzés

#### *Gyengeségek:*

- Magas függőség a technológia és hálózatok rugalmasságától: kisebb zavaroknak is jelentős hatásai lehetnek
- Számos tényezőtől függ a sikerfaktor, úgymint szabványok, koherens keretrendszer, megfelelő készségekkel rendelkező munkaerő-kínálat, beruházások, és K + F
- A fejlesztés és a kivitelezés költségei
- A vállalkozás esetleges kontrollvesztése
- Alacsony képzettségű munkanélküliek
- A képzett munkaerő behozatalának szükségessége, a bevándorló közösségek integrálása

#### *Lehetőségek:*

- Meg kell erősíteni Európa pozícióját, amint globális vezető szerepet tölt be a gyártásban (és más iparágakban)
- Új vezető piacok kialakítása
- Az EU negatív demográfiai adatainak javítása
- Kisebbségi belépési korlátok a KKV-k részére az új piacokon, és az új ellátási láncok vonatkozásában

#### *Veszélyek:*

- Kiberbiztonság a szellemi tulajdon, adatok és a magánélet vonatkozásában
- Az Ipar 4.0 sikeres alkalmazása a munkavállalók, a KKV-k, az iparágak és a nemzetgazdaságok tudatos alkalmazkodását feltételezi, ahol ez hiányzik, ott lemaradással kell számolni
- Az értékláncok globális sérülékenysége és az ármozgások mértéke és gyorsasága
- Az EU-n kívüli versenytársak Ipar 4.0 területén tapasztalható előnye, mely semlegesíti az uniós kezdeményezéseket

A SWOT elemzés a stratégiatervezés során segítséget nyújt az országoknak, hogy feltérképezzék jelenlegi helyzetüket és kiértékeljék, hogy a jövőben milyen lehetőségek vannak, és mely tényezők jelenthetnek veszélyt az Ipar 4.0 adaptálásában. Mivel Európa már most is az Amerikai Egyesült Államok és a fejlett ázsiai országok mögé került, fel kell ismerni, hogy nincs több idő a bizonytalankodásra. A megfelelő alap és szakoktatás megteremtése, a diákok versenyképesebb végzettséget adó képzések, és hiányszakmák (informatikus, mérnök) felé terelése, a rugalmas, innovatív gondolkodást ösztönző foglalkoztatás elengedhetetlenné vált. A tudatos stratégia kialakítása, és véghezvitele, a beruházások ösztönzése, a rugalmas, jó minőségű, költséghatékony gyártás kialakítása mind szükséges a fejlettebb államok szintjének megközelítéshez, a versenyelőny kialakításához.

## **4. ÖSSZEZÉS**

A tanulmány célja az volt, hogy röviden bemutassa a negyedik ipari forradalom főbb jellemzőit, majd ismertesse, hogy a világ egyes országai hogyan állnak jelenleg az Ipar 4.0-ra való felkészültség terén.

Valamivel több, mint 220 év alatt három ipari forradalom zajlott le, a negyediknek pedig mi is részesei vagyunk. Ez alatt a történelmi szempontból nem túl hosszú idő alatt a világban gyökeres változások történtek, az első mechanikus gépek létrejöttétől a mai digitalizált gyártósorokig, melyek akár emberi beavatkozás nélkül is képesek termelni. Amikor az Ipar 4.0-ról beszélünk, akkor a gyártási technológia átalakításáról, digitalizációjáról, integrációjáról, hálózatba szervezéséről van szó, mely egy gyorsan végbemenő folyamat. Ennek során a jelenlegi

termelő rendszerek átalakítása nem azonnal, hanem fokozatosan, de egyre gyorsuló tempóban történik. A változás, melyet a fenti átalakítás indukál, nemcsak a termelésre, hanem a gazdaságra, és a társadalomra is döntő hatással bír.

Az Ipar 4.0 sikeres adaptálása gazdasági versenyelőnyhöz juttatja az országokat. A Világ gazdasági Fórum és a Roland Berger tanácsadó cég felmérései országok vizsgálatán alapulnak, nem csupán egyes iparágakat vagy régiókat elemeztek. A két felmérésben meghatározásra kerültek azok az országok, melyek a digitalizáció során eredményesebbek, és amelyek lemaradásokkal küzdenek. Míg az egyik elemzés a kapacitásokra, a jövőbeli lehetőségekre koncentrál, a másik a már elért eredményeket mutatja meg. Ebből adódóan eltérő lehet egyes államok besorolása.

Az országok vezetőinek tudniuk kell, hogy jelenleg milyen szinten áll az Ipar 4.0 bevezetése, és a jövőben mire számíthatnak. Ehhez nyújtanak segítséget a tanulmányban elemzett vizsgálatok és a bemutatott SWOT analízis is. A világnak fel kell készülnie arra, hogy a digitalizáció tovább növeli a különbséget a gazdagabb és szegényebb országok között. Az egyértelműen megállapítható, hogy azon államok, melyek eleve erős iparral, gazdasággal rendelkeznek, diverszifikált a szakemberképzés, az egyetemek együttműködnek a vállalkozásokkal, sokkal jobb esélyekkel képesek az Ipar 4.0 vívmányait alkalmazni, mint a kevésbé tőkeerős, gyenge ipari alapokkal bíró országok.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A cikk kutatásaihoz az Új Széchenyi Terv keretein belül az „Autonóm járművek dinamikája és irányítása az automatizált közlekedési rendszerek követelményeinek szinergiájában (EFOP-3.6.2-16-2017-00016)” projekt és a Széchenyi István Egyetem biztosított forrást. A kutatás az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Abonyi J.-Miszlivetz F. (2016) Ipar 4.0 megoldások kialakításának feltételrendszere. In: Szentes B. (szerk.): *A karbantartás új szerepei - értéképzés, kiválóság, biztonság*. Nemzetközi konferencia. Pannon Egyetem, Veszprém. 1-16.
- Bogdán Z. (2018) Az Ipar 4.0 - Közgazdász szemmel. *Innotéka*, 2018. május. [http://www.innoteka.hu/cikk/az\\_ipar\\_40\\_kozgazdasz\\_szemmel.1726.html](http://www.innoteka.hu/cikk/az_ipar_40_kozgazdasz_szemmel.1726.html) Letöltve: 2019. 01. 09.
- Berger, R. (2014) *Industry 4.0 The new industrial revolution How Europe will succeed*. Roland Berger Strategy Consultants GmbH., München.
- D'Aveni, R. A. (1994) *Hypercompetition Managing the Dynamics of Strategic Maneuvering*. The Free Press, New York.

- Magyar Tudományos Akadémia Nyelvtudományi Intézete (szerk. első kiadás: 1959-62.): *A magyar nyelv értelmező szótára*. Akadémiai Kiadó online kiadvány <https://www.arcanum.hu/hu/online-kiadvanyok/Lexikonok-a-magyar-nyelv-ertelmezo-szotara-1BE8B/> Letöltve: 2019. 01. 09.
- Nagy J. (2017) *Az ipar 4.0 fogalma, összetevői és hatása az értékláncre*. 167. sz. Műhelytanulmány. Budapesti Corvinus Egyetem Vállalatgazdaságtan Intézet, Budapest. [http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/3115/1/Nagy\\_167.pdf](http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/3115/1/Nagy_167.pdf) Letöltve: 2019. 01. 10
- Nick G.-Váncza J.-Várgedő T. (2017) *Az Ipar 4.0 Nemzeti Technológiai Platform - kérdőív projekt, 2017-es átfogó felmérés*. MTA Sztaki, Ipar 4.0 Nemzeti Technológiai Platform Szövetség.
- Pataki B. (2014) *Technomenedzsment*. L'Harmattan kiadó, Budapest.
- Porter, M. E.-Heppelmann, J. E. (2015) How smart, connected products are transforming companies. *Harvard Business Review*, 93, 10, pp. 96-114.
- PwC (2016) *Industry 4.0 - Building the digital enterprise*. PricewaterhouseCoopers LLP.
- Ritter M.-Török J.-Pongrácz F. (2016) Hogyan használható a mesterséges intelligencia, az innovációmenedzsmentben a Negyedik Ipari Forradalomban a kis-és középvállalkozások növekedési pályára állításában? *Logisztika - Informatika - Menedzsment* folyóirat, 1, 1, 111-127.
- Rüßmann, M.-Lorenz, M.-Gerbert, Ph.-Waldner, M.-Justus, J.-Engel, P.-Harnisch, M. (2015) *Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries*. Boston Consulting Group. <https://www.zvw.de/media.media.72e472fb-1698-4a15-8858-344351c8902f.original.pdf> Letöltve: 2019. 01. 09.
- Smit, J.-Kreutzer, S.-Moeller, C.-Carlberg, M. (2016) *Industry4.0*. European Union. [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL\\_STU\(2016\)570007\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL_STU(2016)570007_EN.pdf) Letöltve: 2019.01.10.
- World Economic Forum with A. T. Kearney (2018) *Readiness for the Future of Production Report*. [http://www3.weforum.org/docs/FOP\\_Readiness\\_Report\\_2018.pdf](http://www3.weforum.org/docs/FOP_Readiness_Report_2018.pdf) Letöltve: 2019. 01. 10.