

BUDAPESTI GAZDASÁGI EGYETEM

PÉNZÜGYI ÉS SZÁMVITELI KAR

SZAKDOLGOZAT

Demján Dénes  
Nappali Tagozat  
Gazdaságinformatika  
Logisztikai informatika

2021

## BUDAPESTI GAZDASÁGI EGYETEM

### PÉNZÜGYI ÉS SZÁMVITELI KAR

#### A Negyedik Ipari Forradalom

Egy új korszak vizsgálata az Ipar 4.0 alapelvei és a  
STEER modell segítségével

Belső konzulens: Dr. Szabó László

Külső konzulens: Ihász Róbert

Demján Dénes

Nappali Tagozat

Gazdaságinformatika

Logisztikai informatika

2021

## NYILATKOZAT

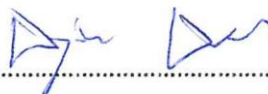
Alulírott Demján Dénes büntetőjogi felelősségem tudatában nyilatkozom, hogy a szakdolgozatomban foglalt tények és adatok a valóságnak megfelelnek, és az abban leírtak a saját, önálló munkám eredményei.

A szakdolgozatban felhasznált adatokat a szerzői jogvédelem figyelembevételével alkalmaztam.

Ezen szakdolgozat semmilyen része nem került felhasználásra korábban oktatási intézmény más képzésén diplomaszerezés során.

Tudomásul veszem, hogy a szakdolgozatomat az intézmény plágiumellenőrzésnek veti alá.

Budapest, 2021. 05. 12.



hallgató aláírása

## Tartalom

1	Bevezetés .....	5
2	Az ipari forradalmak története.....	7
2.1	Első lépések .....	7
2.2	A második hullám.....	8
2.3	Hogyan tovább?.....	8
2.4	Új lépcsőfok?.....	10
3	Az Ipar 4.0.....	11
3.1	Az Ipar 4.0 elmélete.....	11
3.1.1	Mi az az Ipar 4.0?.....	11
3.1.2	Az ipar 4.0 céljai .....	12
3.1.3	Az Ipar 4.0 megoldásai.....	12
3.1.4	Fejlődési lehetőségek az Ipar 4.0-ban .....	14
3.2	Az Ipar 4.0 eszközei.....	16
3.2.1	Döntően digitális eszközök.....	17
3.2.2	„Ragasztók”.....	22
3.2.3	Döntően fizikai eszközök .....	24
4	A negyedik ipari forradalom környezete.....	28
4.1	Természet .....	29
4.1.1	Természeti előzmények .....	29
4.1.2	Természeti következmények.....	31
4.1.3	Az informatika szerepvállalása a természetre gyakorolt hatásokban.....	34
4.2	Társadalom .....	35
4.2.1	Társadalmi előzmények .....	35
4.2.2	Társadalmi következmények .....	37
4.3	Gazdaság.....	42
4.3.1	Gazdasági előzmények .....	42
4.3.2	Gazdasági kibontakozás és következmények.....	43
4.4	Technológia .....	48
4.4.1	Technológiai előzmények.....	48
4.4.2	Technológiai következmények .....	50
4.5	Politika és jog .....	54
4.5.1	Politikai előzmények .....	54
4.5.2	Politikai következmények.....	57
4.5.3	Jogi kérdések a negyedik ipari forradalomban.....	60
4.6	A STEEP-modell áttekintése.....	63
5	Összefoglalás.....	65
6	Források .....	67
6.1	Weboldalak .....	67
6.2	Tanulmányok .....	70
6.3	Cikkek .....	72
6.4	Jogszabályok.....	75
6.5	Szépirodalom .....	75

## |1 Bevezetés

„Egy küszöbön állunk!”

„A történelem egy új fejezete nyílik meg előttünk!”

„Soha nem tapasztalt változás vette kezdetét!”

Az ilyen és ehhez hasonló hangzatos mondatokat gyakran hallhatjuk, rendszeresen olvashatjuk. Néha az embernek már-már az az érzése, hogy „minden nap Karácsony”, minden nap jön valami új, minden nap előtérbe kerül valami forradalmi, de mégis, valahogy minden nap ugyanolyan. Az emberiség az egyik pillanatról a másikra nem jutott fel hirtelen az utópisztikus tudományos fantasztikumok alkotta technológiai és társadalmi álmok csúcsára, nem zuhant bele a hátborzongató előrejelzések és tragikus végkimenetelű teóriák fenyegető szakadékjába.

Az embert az ágyából kikelve nem fogadja az egész lakást gondosan felügyelő személyi asszisztens. A fejébe ültetett apró számítógép nem halmozza el a kiterjesztett valóság segítségével továbbított információkkal és nem szórakoztatja a reggeli indulást megkönnyítő zenével. Az ajtón kilépve nem ül be a tisztításból épp visszatérő önvezető autójába. Nem lát a feje felett elsikló monumentális léghörön túli járműveket és építményeket, nem lát szűk, sötét vagy tágas, zöld utcák fölé nyúló kilométeres magasságú tornyokat. Nem fénylenek a távolban óriási biodómkok... de éppúgy baljóslatú gombafelhők sem. Az ember nem a földalatti bunkeréből mászik elő óvatosan. Nem kell fegyvert ragadnia a portyázó banditákkal szemben, nem kell gázálcot húznia a mérgező levegő és a napokon belül légzőszervi összeomlást és belső vérzést okozó szuperbaktériumok elleni védelem érdekében. Nem közeleg mindent elsöprő árvíz, maró savaseső, vagy a negyvenfokos hőséget egyik napról a másikra leváltó fagy. Nem kell imádkozni a mindennapi élelemért és a csak alig mérgező vízért.

Ez csak egy nap.

Egy nap, amiben azért jut hely a modern világ csodáinak: a megbízható minőségű és tápértékű élelmiszereknek, a gépileg tisztított ruháknak, a híreket és üzeneteket mutató okostelefonnak, a tolatóradarral felszerelt autónak, még akár egy robotporszívónak is, illetve jut hely a kényelmetlenségeknek: egy világiárványnak, vagy a hirtelen változó időjárásnak, a reggeli csúcsforgalomnak, időnkénti szmogriadóknak. Egy hétköznap, amelyben megvan a helye a megszokott dolgoknak, az átlagos dolgoknak.

A fejlődés, a változás nem ismer „küszöböket” vagy „fejezeteket”. A történelmi irodalmakkal ellentétben, a valóságban nincsenek a technológiai korszakokat jellemző kezdő- és végpontok, vagy ha vannak is, azokat nem fogjuk észrevenni. Hiszen ki gondolná a XVIII. század közepén egy hóbortos feltaláló magától forgó masinájáról, hogy az majd kiváltja a legerősebb hidegvérű lovakat, és jelentéktelenné teszi a tengeri áramlatokban rejlő szerencsét vagy leküzdí a Temze lejtését? A változás nem egy egyedi dolog. Amit ma megalkotnak, holnap még nem lesz világszám. A változás folyamatos, megállíthatatlan.

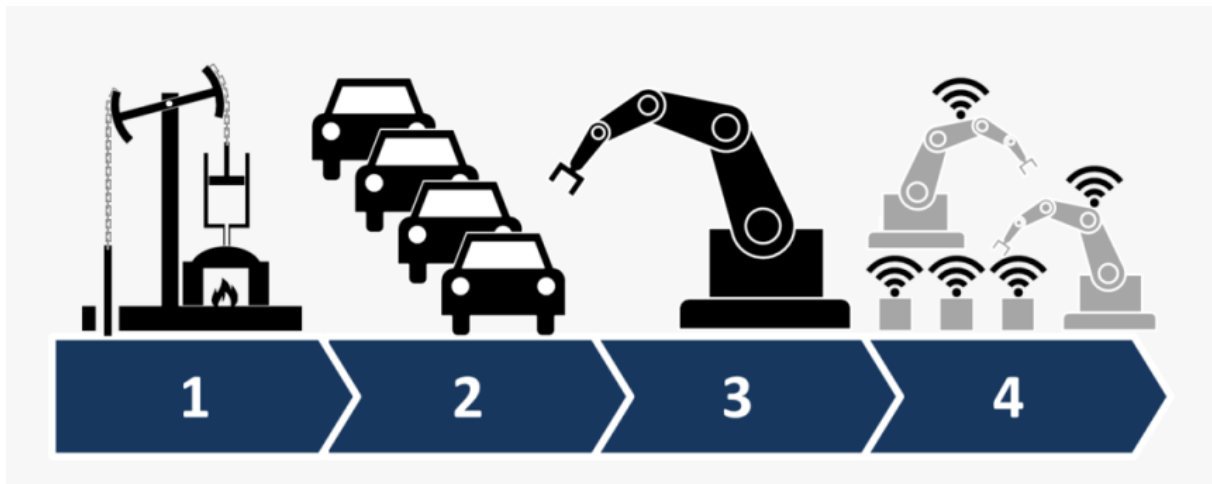
Az igazság az, hogy a jelen eseményeiből bármit „ipari forradalom”-nak hívni, megtévesztő. Nem mi döntjük el, hogy mit írnak majd évekkel, évtizedekkel később a történelemkönyvekbe. Nem mondhatjuk azt, hogy igen, ez itt most egy változás, és majd átalakítja a holnapot, mert ezt kimondani a „holnap” feladata, hiszen mi magunk is – mint a „tegnap holnapjának gyermekei” – tudjuk, hogy mi az, ami az életünket olyan nagyban befolyásolja: a számítógépek, az internet, a hitelpénzrendszer, az angolszász mintákra épített parlamentáris demokráciák, az egyéni szabadság fontossága, a fogyasztói társadalom – ezek mind-mind a múlt termékei, amelyek folyamatosan változtak, fejlődtek, amelyekről a kialakulásuknál akkor és ott senki nem tudta, hogy mekkora jelentőségük lesz, vagy legalábbis nem tudta, hogy milyen világot fognak teremteni pontosan.

Akkor mégis mi ez az új ipari forradalom? Miért beszélünk erről? Nem tudjuk pontosan, hogy mit is fog jelenteni, hiszen még nem zajlott le. Nem tudunk neki kezdőpontot adni, mert még nem alakult ki, hogy hogyan is változtatja meg a világot, így nem tudjuk mi is lesz az az eszköz, vagy módszer,

aminek létrejötte korszakváltó felfedezés volt (vagy lesz). „Ipari forradalom” – most így hívjuk, de igazából nem tudjuk, valóban forradalmi lesz-e. A potenciál megvan ebben a korszakban és ennek vívmányaiban, viszont az, hogy a hatásai valóban drasztikusak lesznek-e, valóban lökést adnak-e a világ fejlődésének, illetve az, hogy milyen irányúnak (pozitívnak, vagy negatívnak) mondhatjuk majd ezt a fejlődést csak évekkel, évtizedekkel később fog kiderülni (vagy még később).

Jelen szakdolgozat az ipari forradalmat nem egy konkrét jelenségként, meseként „elregélt” csodálatos újdonságként és nem is valamiféle reklámként, hanem sokkal inkább egy lehetőségeket magában rejtő átalakulásként kezeli. Célom, hogy a kezdeti irányadó elméletekre rakódó szakirodalom „tanulmánytengerében” kihelyezzek egy jelzőfényt, amely valamelyest eligazíthatja a témában érdeklődőket, hogy mi is az, amit ez az esemény, ez a „forradalom” érint, és ezek a tényezők milyen hatást gyakorolnak rá, illetve az milyen hatást gyakorol ezen tényezőkre. Megvizsgálom az előzményeit, a felépítését, a körülményeit, a hatásait, mikro és makroszinten egyaránt.

## |2 Az ipari forradalmak története



|1. Ábra: az ipari forradalmak jelképei  
Forrás: Good to SEO [w19]

### |2.1 Első lépések

Az, hogy a jelen korban ipari forradalmat élünk-e át vitatható téma: felvetül a kérdés, hogy mitől is ipari forradalom egy ipari forradalom. A történészek és közgazdászok által ezzel a névvel illetett, 1769 és 1850 között lezajló eseménysorozatnál ez egyértelműnek tűnik. Ebben az időszakban hihetetlen változások mentek végbe az angolszász kultúra észak-atlanti területein: az ipar fogalmának létrejötte, irdatlan mértékű termelés, az anyag és információ áramlásának példátlan felgyorsulása.

Az egész kezdetét James Watt gőzgépének 1769-es feltalálásával azonosítják, azonban nem lehet kizárólag egyetlen – bár zseniális – találmányhoz kötni egy ilyen léptékű változást. A forradalom központját jelentő Nagy-Britanniában például számos indikátort nevezhetünk meg: a kapitalizmus térhódítása, fejlett pénzügyi szervezetek (Bank Of England, 1694-től), a gyarmatosítás jelentette rengeteg erőforrás, a feltalálókat ösztönző környezet (szabadalmi törvény 1624), illetve az alkotmányos monarchia már meglévő rendszere [c38]. A változás elsősorban az agrárszektor (primer szektor) fejlesztésének volt köszönhető. A korábbi, javarészt mezőgazdaságra építő társadalmakban a népesség komoly hányadát (>80%) tették ki a földművesek, viszont az ipari forradalommal, illetve ennek részeként az agrárforradalommal (vetésforgó, műtrágyázás, újfajta állattenyésztési módszerek) ez a korábban évezredekig fennálló minta átalakult. Másik nagymértékben megváltozó terület az előállítás és egy új fogalom, a gyártás területe (szekunder szektor): a gépesítésnek köszönhetően a késztermékek készítése lényegesen specifikáltabbá vált, hiszen az emberek már nem szorultak rá a sajátkezűleg történő előállításra, illetve nem függtek a manufaktúrák elhelyezkedésének és termeléskapacitásainak korlátaitól (természetesen nem kifejejtendő, hogy a fejlődő mezőgazdaság új termékeket, gépeket, igényelt, igencsak hirtelen növekvő mennyiségben).

A gépesített textil- és nehézipari üzemek magukkal hozták a közlekedés (pl. Robert Foulton gőzhajója 1807-ben, George Stephenson gőzmozdonya 1814-ben), a kommunikáció (pl. Samuel Morse távírójának kifejlesztése 1832-1835 között, a könyvnyomtatás gépesítése, az írott sajtó elterjedése) és az ezekhez tartozó kiszolgálóipar fejlődését. A városokban kialakuló gyártási és logisztikai csomópontok miatt a városiasodás általános tendenciává vált.

## 2.2 A második hullám

Több forrás az ipari forradalmat – bár annak létezik az (előbbi alfejezetben is leírt) kezdő és végpontja – mind a mai napig tartó, illetve mindmáig „visszhangzó” folyamatnak tekinti ([w12] [w35]). Ez vitatható téma, hiszen túl sok esemény, illetve kulturális, politikai és gazdasági irányváltás zajlott le azóta, hogy az 1769-től napjainkig tartó időszakot egyértelműen egy kalap alá lehessen vonni, de hosszútávon ez a mintegy 250 év a történelemben igencsak jelentéktelen idő, így valóban elképzelhető, hogy a jövő történészei (ha lesznek ilyenek) ezt az időszakot a folyamatos népesség- és termelésbeli növekedési ütem, illetve az európai-észak-amerikai fejlődési központok miatt egy korszakként fogják kezelni. Egy dolog biztos, az „eredeti”, első ipari forradalom a világnak csak egy kis szeletét, elsősorban a brit szigeteket és Észak-Amerikát érintette. A második ilyen korszakot annak az időszaknak tekintik, amikor a Föld (vagy inkább főleg Európa) többi része is valamelyest felzárkózott az elődökhöz. Ennek a kiegyenlítődésnek több oka is volt: nem véletlen, hogy a korszak kezdete egybe esik a német és olasz egység létrejöttével (1871), és időben közel áll az osztrák-magyar kiegyezéshez (1867), illetve az amerikai polgárháború végéhez (1865).

Ez a korszak az előző által letett ipari és gazdasági alapok továbbfejlesztésében jeleskedett. A rossz hatásfokú szénalapú meghajtást a finomított kőolaj (benzinmotor, Nikolaus August Otto, 1876) és az elektromos áram (villanymotor, Michael Faraday és Jedlik Ányos nyomán Ernst Werner von Siemens, 1882) váltották le. Megjelentek az autók, a korszak végén már bizonyítottan létezett a repülőgép, mint jármű (Wright-fivérek, 1903). Megjelent az elektromos villanykörte, amely teljesen átalakította az emberek bioritmusát – már nem kényszerült rá egy termelőüzem sem, hogy az esti rossz látási viszonyok miatt szüneteltesse a termelést. Természetesen ehhez kellett a fosszilis energiahordozókat tüzelő erőművek, illetve a nagy hatótávolságú távvezetékek is, de éppúgy kellett a távolsági infrastruktúra fejlesztése az újonnan létrejövő telefonhálózatoknak is (Alexander G. Bell, 1876). Az orvoslás is óriási átalakuláson ment keresztül. Teljesen új higiéniai szabályok és fertőzésmegelőzési módszerek jelentek meg, a tisztálkodás (Simmelweis Ignác), a szakszerű gyógyszerkezelés és az oltások (Louis Pasteur) óriási előrelépést jelentettek a gyermekhalandóság visszaszorításában és a várható életkor növelésében.

Ennek a korszaknak az egyértelmű jelképe a Ford T-modell, amely önmagában véve ugyan technikailag nem adott hozzá újdonságot az iparhoz, de az elkészítésének módja óriási hatással volt a gyártástechnológiára. 1908-tól a chicagói húszüzemekből átvett futószalagos gyártásnak, illetve az emberi munkavégzés standardizálásának köszönhetően az autógyár több, mint tizenötmillió, már nem csak a leggazdagabbak számára elérhető személygépkocsit ontott ki magából. A termék forradalmasította a közlekedést, a gyártási módszer, a tömegtermelés pedig olyan óriási hatású események végkimenetelét befolyásolta, mint a korszak végének tekinthető első világháború (1914-1918), vagy az azt követő termelési láz, amely az 1929-es gazdasági összeomlásban csúcsosodott ki – ezek ugyan nem tűnnek kifejezetten pozitív példának, de ez is csak a technológia mennyiségi hatékonyságát igazolja, hiszen a rengeteg lőszer és robbanóanyag okozta kár, illetve a felhalmozott, eladhatatlan termékek áradata révén a történelemben először szembesült az emberiség a „jóból is megárt a sok” mondás valódi jelentésével.

## 2.3 Hogyan tovább?

Mi is a harmadik ipari forradalom? Itt már egy kicsit a korábbiakhoz képest ingoványosabb talajra tévedünk, hiszen egy több évtizedes ugrás következik. A harmadik ipari forradalom már nem teljesen történelmi fogalom, nem adunk neki hivatalos kezdő, vagy végpontot. Itt már a megnevezés inkább nevezhető egyfajta „marketingfogásnak”, mint valódi szakértői konszenzusból származó fogalomnak, alapvetően tehát innentől nincs megegyezés abban, hogy mit is tekintünk az egyes korszakok határának. Több mű is jelent meg, amely ezt a fogalmat boncolgatja ([t16] [t29] [t30]), ezek az irodalmak időben eléggé nagy sávot fednek le, ebből következően természetesen mind más és más



módon áll hozzá a harmadik ipari forradalomhoz. Ez a tisztázatlanság visszavezethető arra, hogy nem tudjuk konkrétan milyen korszakban is vagyunk, nem tudjuk, hogy a jelenkorból mit fog a jövő fontosnak és forradalminak tekinteni, illetve arra a történelmi jelenségre is, hogy a közeli múlt eseményeit relevánsabbnak tartjuk a távoliaknál, időben a jelenhez közelítve egyre sűrűbben jelölünk ki korszakhatárokat.

Ha önkényesen választhatjuk ki a harmadik ipari forradalmi korszak kezdetét, akkor a ma alkalmazott logisztikai informatika szempontjából leginkább az 1970-es évek gyártásának újításait vehetjük alapul. Itt elsősorban a számítógépes termelésirányítás megjelenését, illetve az alap munkafolyamatok automatizálását tekinthetjük meghatározónak. Ez az a korszak, amikor a számítógépek a legfejlettebb gazdaságokban nagyvállalati szinten alapértelmezéssé váltak (IBM 360, 1964), ez az a korszak, amikor a szoftverek fejlesztése és a hardverek mérete elérte azt a szintet, hogy programozható mechanikus berendezések kerüljenek a gyárakba (Kawasaki Unimate, 1968).

A számítógépek ekkorra már komoly fejlődésen mentek keresztül. Az olyan elmék, mint Neumann János, vagy Alan Turing ugyan korábban már lefektették a modern számítástechnika alapjait (Neumann-elvek, Turing-gép), de a berendezések óriási méreteik, költségeik, és körülményes használhatóságuk miatt csak kísérleti környezetben voltak alkalmazhatóak, elsősorban katonai célokra vagy az űrverseny folytatására. A fejlődés a '70-es évekre a számítási elvek optimalizálásának és a félvezető lapokon kialakított áramköröknek köszönhetően olyan szintre ért, hogy a technológia a nagyközönség számára is hasznosítható teljesítményt szolgáltatott, piacképes áron. Az adminisztráció, illetve a mérnöki fejlesztésekben élenjáró ipari vállalatok feladatai olyan mértékben igényelték az emberinél gyorsabb és pontosabb számításokat, hogy az új technológia a mindennapi munkavégzés részévé vált, az eszközök kialakítása egyre jobban hasonlított a ma használt berendezések küllemére és használati módjára (például a Commodore 64, 1982 vagy az IBM PC XT, 1983). Ahol megjelentek, a számítógépek örökre átalakították az irodai munkakört, új feladatokat, szerepeket hoztak létre, nem beszélve arról, hogy az információ, mint termék megszűnt önmagában anyagi szinten létezni: a floppyknak, majd a merevlemezeknek, illetve később a különböző hordozható külső meghajtóknak köszönhetően korábban óriási mennyiségűnek tűnő adat hordozása vált lehetségessé.

A számítógépek fejlődése, az adatbázisok használatának finomodása és elterjedté válása ezen eszközök alkalmazási köreinek kiszélesedését tették lehetővé. A vállalati információs rendszerek az 1970-es évek végére az Egyesült Államokban már széleskörben használatban voltak, kialakultak a döntéselőkészítő, -támogató szoftverek, illetve a költségek optimalizálásában komoly előrelépést jelentettek a termelésstervező programok. Idővel a számítógépes támogatás alkalmazása tovább finomodott, az 1980-as években megjelentek a felsővezetői információsrendszerek (EIS), a szakértői rendszerek (ES) és a csoportos döntéshozatalt támogató rendszerek (GDSS), a rákövetkező évtizedben pedig az olyan széleskörben ismert, átfogó fogalmak is megjelentek, mint a vállalatirányítási rendszer (ERP) vagy az üzleti intelligencia (BI). Az ezredfordulót követően a „Fejlett Nyugaton” már nem lehetett úgy nagyratörő vállalkozást indítani, hogy a számítógépek és a különböző ERP-k alkalmazása ne lett volna alapvető (SAP, Oracle e-Business Suite, Microsoft Dynamics NAV), és ez a hozzáállás lassanként az akkor már több, mint egy évtizede (1989-ben) átszakadt Vasfüggöny túloldalára is átszivárgott. Az internet pedig ebben óriási szerepet játszott: a vállalatok közötti kommunikáció egyre fontosabb részévé vált, mígnem végül már elengedhetetlen eszköz lett – pontosabb, részletesebb, sokoldalúbb, mint egy telefonhívás, kötetlenebb, gyorsabb, egyértelműbb, mint egy megbeszélés. A World Wide Web megjelenésével az adattovábbítás a XXI. századra világméretben szinte azonnali kommunikációt biztosított. Egyre kevésbé számított, hogy ki mely pontján van a Földnek, egy üzlet nyélbe ütésére szinte mindig meg volt már a lehetőség. (Bár a hype-görbe csúcsán azért a „dotcom-lufi is kipukkadt”.)

Azonban a fejlett tervezés, döntéstámogatás és kommunikáció önmagában nem elegendő a hatékony ipari fejlődéshez, ehhez szükség volt a közvetlen előállításban megjelenő forradalmi

változásokra. Az ipari robotok alkalmazása már az '50-es években (George Devol, 1954) terítékre került, viszont a gyártásban való alkalmazására még várni kellett a technológia fejlesztésében élen járó japán cégek belépésére (Kawasaki, Mitsubishi, Hyundai). Az egyszerű feladatok elvégzése automatizálttá válhatott, a gyár önmagában véve egy nonstop működő, önálló szervezetté fejlődött. Az emberi kezet helyettesítő robotok elődeiknél pontosabban, gyorsabban és kitartóbban dolgoztak, leszűkítve az előállításához szükséges helyet és időt, kiszámíthatóbbá és tervezhetőbbé téve a termelést.

Ahogy az ipari karokat és számítógép vezérelte szerszámgépeket (CNC) irányító szoftverek egyre pontosabbá és részletesebbé váltak (a kezdeti lyukkártyás megoldásokat központi számítógépek váltották fel), a gyártás is úgy alakulhatott egyre jobban diverzifikáltabbá: megjelentek az azonos gyártósoron készült termékek különböző kiadásai (pl. az iparág húzóágazatának számító személygépkocsielőállítás esetén statisztikai mutatók segítségével kiszámolták, hogy feltehetően milyen színű autókban milyen arányban fognak vásárolni, így ennek megfelelően váltakozva festették le az egyes karosszériákat). Tehát lényegessé vált a vásárlói igények felmérése, azok előrejelzése, egyre jelentősebbé vált a fogyasztóorientáltság, ebben pedig az alkalmazott gépek gyors módosíthatósága, folyamatos terhelhetősége kulcsszerepet játszott. Előterbe került a húzó-elv, a kanban és a Just In Time, illetve a kizárólag a vásárlói igények kielégítésére törekvő Lean. Ehhez természetesen biztosítani kellett az informatika megbízható, flexibilis működését és a rendelési, tárolási információk pontos továbbítását is.

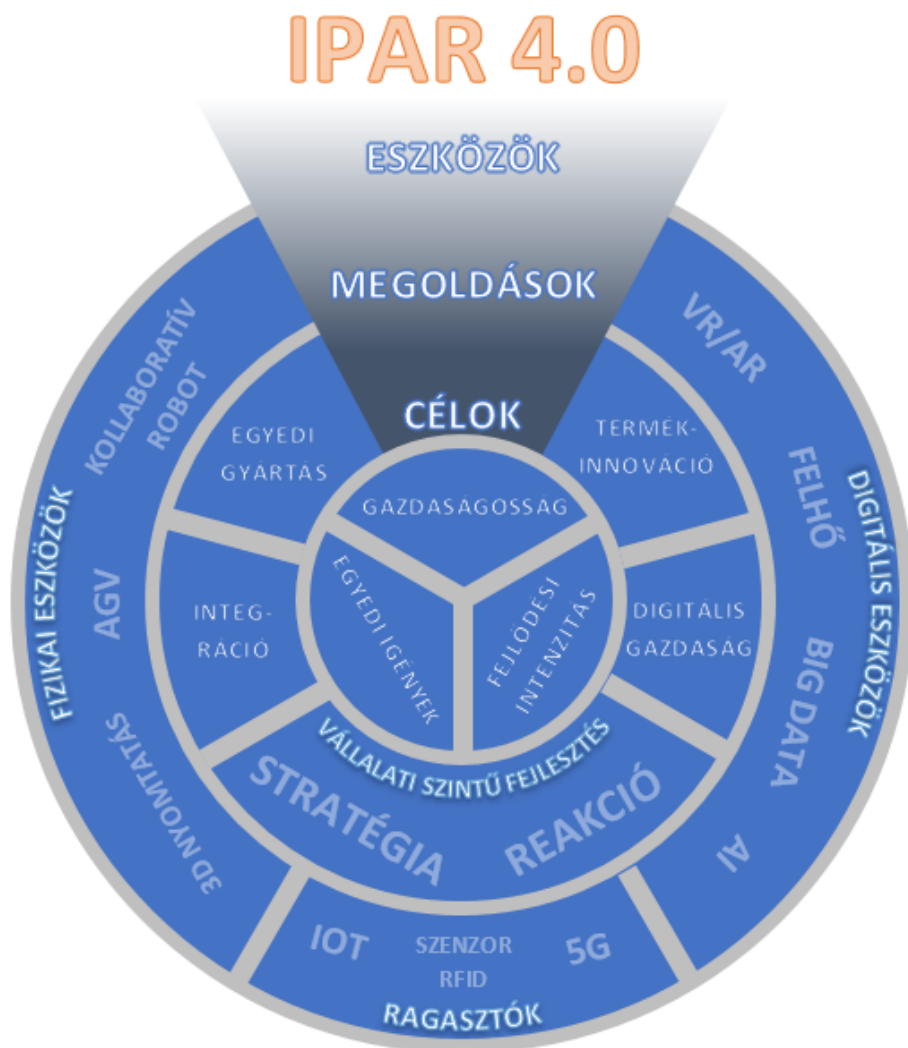
## 2.4 Új lépcsőfok?

Hol vagyunk most? Körülírva az előző időszakokat, és nézve a tendenciákat, az ember nehezen érzi át, hogy a világ valóban egy új korszakba lépett volna. Pedig a szükség itt van, hiszen csupán gépesíteni, csupán algoritmizálni már nem elegendő. A gyártósorokon a gépek már ott vannak, az irodákban a számítógépek, a szükséges szoftverek már ott vannak, az ember zsebében az okostelefon, az autójában a különböző biztonsági és kényelmi funkciók már ott vannak. Akkor mi az újdonság?

Ha tartjuk magunkat a fenti terminológiához, illetve a leírt fejlődési ütemhez, akkor azt mondhatnánk, hogy a már elkezdődött negyedik ipari forradalom – ha képes lesz a hozzá fűzött elvárásoknak megfelelni – a „harmadik másodikja” lesz. A technológia javarészt nem új, az alkalmazott módszerek, illetve eszközök nem újak. A gépesítés, a különböző törekvések az automatizálásra, a kommunikáció letisztítására (akár gép és gép között), már régóta léteztek, sőt léteznek már olyan elméletek, olyan lehetőségek, amelyek még a negyedik ipari forradalom izgalmain is túlmutatnak. A lényeg nem az, hogy mi lehetséges, hanem az, hogy mi az, ami hasznos. Éppúgy, ahogy az elsőt követte a második ipari forradalom, úgy követi a harmadikat a negyedik. Az emberek most fedezik fel, hogy hogyan alkalmazzanak több évtizede még csak kísérleti megoldásokat, a nemrég még újnak tartott startupok sikerei és kudarcai csak mostanra járták ki annyira a jövőbe vezető ösvényt, hogy a vállalkozók tömegei elkezdjék követni őket azon az új irányok felé. A világ (és ezúttal tényleg a világ) megint a korábbi újítók után kezd kapaszkodni, és ahogy Németország felemelkedett Nagy-Britannia szintjére, úgy nyílik meg az esély a korábban csak lenézően „fejlődő országoknak” nevezett területeknek az előrelépésre.

A technológia a ma korszakában már nem akad meg az országhatároknál. Egy viszonylag rendezett, békés környezetben, egy egyre szabadabb világ gazdaságban a fogyasztás, a kényelem és az innováció az úr. Egy olyan világban vagyunk, ahol mindenki követ valakit, mégis mindenki a maga útját járja, ahol mindenki tudhat bármiről, mégis ez a „bármiről” egyre kevesebb és az igazán értékes tudás vagyont ér. Mostanra már egyre inkább elérhető mindenki számára a jólét és ezzel együtt a felelőtlenség, a pazarlás is.

## 3 Az Ipar 4.0



2. Ábra: Az Ipar 4.0 felépítése  
Forrás: Saját szerkesztés

### 3.1 Az Ipar 4.0 elmélete

#### 3.1.1 Mi az az Ipar 4.0?

Az „Ipar 4.0” a német „Industrie 4.0” kifejezésből származó fogalom. A kifejezést egy a 2011-es hannoveri haszongépjárművásáron a német kormány által indított ipari fejlesztési program meghirdetésétől eredeztetik [t12]. Az Ipar 4.0 egy olyan koncepció, amely talán a leginkább képes reprezentálni egy új, a negyedik ipari forradalom lehetőségeit, azonban a két fogalom nem ekvivalens. Egyrészt az Ipar 4.0 szinte márkanévnek tekinthető, hiszen kormányzati programok, nagyvállalati projektek címeiben található meg. A kifejezések „hatáskörének” terén is elég komoly a különbség, mivel az Ipar 4.0 egy európai fogalom, a német ipar fellendülésének lehetőségét hordozza magában, az esetlegesen kibontakozó új ipari forradalom viszont az egész világra hatást kell, hogy gyakoroljon – hiszen „kénytelen túlteljesíteni” az elődeit.

Másik komoly különbség a vállalatokra gyakorolt hatás. Az Ipar 4.0-programok elsősorban azt hangsúlyozzák, hogy érdemes minél hamarabb beruházni a technológiákba és minél előbb átszervezni

a vállalatokat, azok környezetét a digitalizáció, az automatizálás és az egyre kényesebb vevői igények maradéktalan kiszolgálása jegyében, tehát egy eléggé erőltetett, az innovatív cégeket és azok vezetőit megcélzó mondhatni hatásadás fogalom. Egy ipari forradalom ezzel szemben nem lehet erőltetett, annak pusztán a gazdasági érdekek szerint, a teljes piacra vonatkozóan kell megvalósulnia (bár ez már a harmadik ipari forradalomnál is kérdéses tényező volt). Magyarul a negyedik ipari forradalom, ha valóban „beüt”, azt nem fog kelleni támogatni, nem kell majd ösztönözni, hiszen lényegében magától ki fog bontakozni.

Az Ipar 4.0 tehát nem egy az egyben a negyedik ipari forradalom. Bemutatása azonban lényeges, mert technológiai és gazdasági szempontból azokat az újításokat hivatott megtestesíteni, amelyek valóban forradalmi hatást gyakorolhatnak a későbbiekben. Tehát azok az eszközök és elvek, amelyek az Ipar 4.0-t jellemzik nem csak az eredeti német elképzelésben jelentik a jövőt, hanem más gazdasági-ipari nagyhatalmak hosszútávú koncepcióiban is előkerülnek (pl. Industrial Internet Consortium – USA, Industrial Value Chain Initiative – Japán) [w24], tehát ha az Ipar 4.0 nem is negyedik ipari forradalom, annak egyértelműen az egyik alapját képezheti.

### 3.1.2 Az ipar 4.0 céljai

#### a. Gazdaságosság

Az Ipar 4.0 egyik legfontosabb célja a gazdaságosság, a zöld logisztika és a fenntartható fejlődés támogatása. Ez jelentheti az olyan nyersen gazdasági célok megvalósítását, mint a raktárkészletek, a felhasznált tér és a szükséges idő minimalizálása (Just In Time), illetve a hatékonyság maximalizálása, vagy az olyan hosszútávú veszélyek elkerülésének szándékát, mint a globális felmelegedés vagy a környezet pusztulása.

#### b. Egyediség a tömegben

A modern társadalom berendezkedésének, az egyre inkább széleskörű kommunikációs lehetőségeknek és a földrajzi helyzettől egyre kevésbé függő keresleti és kínálati körülményeknek köszönhetően mára a gazdaság (legalábbis a fejlett országokban) meglehetősen vásárlócentrikussá vált. A vásárlók mind egyének, szükségleteik mind minőség, mind mennyiség szempontjából egyediek. Az Ipar 4.0 célja a megfelelő elosztás (és a túltermelés elkerülése), illetve a tömegtermelés „egyediesítése” az előállítási folyamatok alapokig lenyúló komplex szervezése révén.

#### c. Fejlődési intenzitás növelése

A jelen gazdaság folyamatos fejlődésre és növekvő fogyasztásra épül. Ezt a folyamatos emelkedést mostanra már nemcsak az olyan váratlan, de viszonylag rövidtávon (pár évig) hatást gyakorló krízisek veszélyeztetik, mint a 2008-as gazdasági világválság, vagy a 2019 óta tomboló koronavírus-járvány, hanem a globális gazdaság méretéből és a folyamatosan, egyre hamarabb kitöltött, egyre szűkebb esetlegesen megjelenő gazdasági résekből adódóan mind inkább nehezebben kivitelezhető előrelépésből fakadó általános recesszióval fenyegető jövőképek is. Az Ipar 4.0 célja az is, hogy a gazdaságnak új lökést adjon, szorgalmazza a befektetéseket az olyan területek fejlesztésébe, amelyek előtt a legnagyobb növekedési lehetőségek állnak (automatizálás, AI, internetes szolgáltatások és kommunikáció).

### 3.1.3 Az Ipar 4.0 megoldásai

#### a. Horizontális és vertikális integráció

Az Ipar 4.0 egyik leglényegesebb újítása lehet az ellátási láncok lerövidítése, annak szereplői között a kommunikáció hatékonyabbá és gyorsabbá tétele, illetve az egész rendszer alapjaiban történő átalakítása: kétirányú értékláncok helyett többirányú értékhálózatok létrehozása [t7]. Ennek

kivitelezésében a leglényegesebb elem az egyes vállalatok belső és külső integrációja. A belső, vagy vertikális integráció a vállalat funkcionális elemeinek egységesítését, a külső vagy horizontális integráció a vállalatok, a beszállítók, vásárlók és egyéb partnerek közötti kohézió létrehozását jelenti [t13]. Az automatizálás, digitalizálás egyik legfontosabb eredménye a külső és belső szervezetek közötti határvonalak elhalványítása lehet, ezáltal sokkal rugalmasabb, jobban alkalmazkodó, mégis egységes termelési és szolgáltatási folyamatok alakíthatóak ki.

A fentiekből következik az elmúlt időben is nagy népszerűségnek örvendő azon tendencia folytatása is, mely szerint egy vállalat leginkább a saját értékteremtési folyamataira koncentrál, az attól eltérőket kiszervezi (Lean). A fejlett kommunikációból adódó „határelmosódások” megkönnyítik az outsourcing kivitelezését, az egész értékhálózat könnyű és gyors elérhetősége hozzájárul a gazdaságosabb, pontosabb, rugalmasabb, mégis koncentrált termelési és szolgáltatási tevékenységekhez.

### **b. Egyedi tömeggyártás**

Egy feladatot alapértelmezetten kétféleképpen lehet végrehajtani: monoton, általános módon, rutinszerűen (BAU) vagy minden alkalommal újratervezést követően egyedi módszerekkel kivitelezve (projekt). Az iparban azonban nem újkeletű dolog a két megoldási lehetőség ötvözése (pl. autógyártásban a szín és felszereltség változatossága), amely módszer megtestesülését egyes esetekben az „Ipar 3.5”-el azonosítják. Az Ipar 4.0 újszerű koncepciója ezt a termékcentrikusságot a nagy sorozatú és tömeggyártásban tovább folytatja, csak sokkal rugalmasabbá teszi az átállásokat (akár váratlan igények kielégítésére), nem csak a termelő gépek, hanem akár a termékek szintjén is. A mindent érintő szenzoros megfigyelés és a rengeteg keletkező adat feldolgozását végző gépi intelligencia lehetővé teszi a folyamat állandó irányítását, a termékmennyiség és -minőség folyamatos változtatását.

A vállalkozások részéről ezen a téren a kulcsot az ügyfelekkel való minél mélyebb és szorosabb kapcsolat kialakítása jelenti. Itt a legfontosabb elemeket az ügyfélkapcsolat-menedzsment fejlesztése, az ellátási láncok (hálózatok) vásárlóspecifikussá tétele, az adatelemzések széleskörű alkalmazása (Big Data, lásd: 3.2.1.2 *Big Data*), az egyedi specifikációkon alapuló termékfejlesztés és gyártás, illetve a fogyasztóorientált marketing kiépítése adják [t13].

### **c. Termékdizájn és -innováció**

Már jelenleg is igaz (illetve mindig is igaz volt), hogy az előállítást megelőzően a termékek kialakításának megtervezése és ezen kialakítás fejlesztése kiemelten fontos. Ennek oka elsősorban az, hogy bár maga a tervezés a tényleges költségeknek csupán 5%-át teszi ki, az a gyártás teljes költségének kb. 70%-át befolyásolja [t11]. Az Ipar 4.0-ban az elemzések, az adatbányászat, a fogyasztókkal való aktív kommunikáció és a piac folyamatos monitorozása révén a termékek koncepcióinak kialakítása gyorsabban és rugalmasabban végrehajthatóvá válik, a termelés flexibilitásának köszönhetően a tervek akár a termelési folyamat közben is módosulhatnak. Ezért az Ipar 4.0-ban a tömeggyártásban is igazzá válik, hogy a rendelés behatolási pont (OPP) egyre mélyebbre kerül, tehát a vásárlói igények nem csak a kész termék kiválasztásánál (MTS), nem is csak az összeállításnál (ATO), hanem a részelemek elkészítésénél (MTO) sőt, akár a tervezésnél (ETO) érvényesülhetnek [w29].

A tervezés és fejlesztés továbbá nem csak a termékek előállítására, kialakítására, anyagára, méretére, összetettségére vonatkozhat, hanem azok csomagolására, a tárolásuk (raktározás, kigyűjtés), szállításuk (egységgrakomány képző eszközök, szállítóeszközök), elosztásuk (disztribúciós megoldások, fizikai és e-kereskedelem) módjára, hiszen ezek is olyan tényezők, amelyek a fent említett célokat szolgálják.

#### **d. Digitális gazdaság**

Bár alapvetően az Ipar 4.0 szigorúan vett fogalma nem azonos a digitális gazdaság, vagyis a számítógépek, illetve az internet segítségével bonyolított tranzakciók és az e-kereskedelem fogalmával, mégis a kettő szorosan fűződik egymáshoz. A gazdaság teljeskörű digitalizációja közvetlenül kapcsolatban áll a fent felsorolt célok mindegyikével: gazdaságosabbá teszi a világot, hiszen automatizálja az idő és energiaigényes műveleteket, a szolgáltatásokat „házhoz szállítja”, a papíralapú ügyintézkést leváltja; földrajzi helyzettől függetlenül gyors, közvetlen kommunikációt biztosít, ezzel segíti a fogyasztói igények felismerését akár egyedi szinten; általánosságban véve hozzájárul a technológiák fejlődéséhez, és ezen fejlesztések elterjedéséhez.

### **3.1.4 Fejlődési lehetőségek az Ipar 4.0-ban**

#### **a. Stratégia**

Az Ipar 4.0 vállalati adaptálhatóságára vonatkozó egyik legrészletesebb elemzést a PWC Industry 4.0: Building a Digital Enterprise című tanulmánya adja, melyben annak szerzői egy a „digitális sikerhez vezető tervrajzot” vázolnak fel. Ennek hét lépcsőfokát sorrendben a digitális stratégia feltérképezése, a kezdeti pilot (vagyis Ipar 4.0 vonzatú kísérleti) projektek indítása, a képességek felmérése, az adatszakértelem elsajátítása, a digitális vállalattá válás és végül a digitális ökoszisztéma (belső és külső integráció, környezetre gyakorolt hatás) kiépítése adják. [t13]

A PWC tanulmánya a stratégia kiépítés témájában megkülönböztet négy különböző vállalati szintet az Ipar 4.0 elsajátíttóságának függvényében. Ezek közül a legalapvetőbb a „digitális kezdő”, amely szerepben a vállalat lényegében hagyományos szemléletet követ, a digitalizáció elsősorban, egyedileg alkalmazva jelenik meg. A kezdőt követi a vertikális integrátor, vagyis egy olyan szervezet, amely a saját digitális folyamatait egységesen képes kezelni: homogén IT-architektúra, standardizált belső folyamatok, továbbá digitális termék- és szolgáltatásportfólió jellemzi. A horizontális integrátor egy magasabb szint, itt a vállalat az egységes adatkezelést és kommunikációt a partnereire is kiterjeszti, velük folyamatosan összedolgozik. Ebben a felosztásban a legmagasabb szintet a „digitális bajnok” jelenti, amely cím „elnyeréséhez” a vállalatnak teljeskörűen digitalizálnak, vásárlócentrikusnak, a prediktív elemzéseket alapjaiban elsajátítani késznek és az ellátási láncokat részletekbe menően optimalizálni képesnek kell lennie. Nyilvánvalóan az egyes lépcsőfokokon való előrelépés párhuzamosan a vállalat részéről egyre magasabb szintek elérését hivatott szolgálni. [t13]

A PWC tanulmányát használta fel Nagy Judit is, aki az Ipar 4.0-hoz köthető technológiákat és szervezési megoldásokat szintén négy szinten jellemezte: eszközök és technológiák alkalmazása (műszaki jellegű változtatások), horizontális integráció (belső folyamatok valós idejű összeköttetése, adatmegosztás, digitális együttműködés, prediktív elemzések, szimulációk alkalmazása, tehát szervezési jellegű változtatások), vertikális integráció (partnerekkel való digitális együttműködés, egymásra építkezés), új, vevőközpontú üzleti modell. [t25]

Megemlíteném a fentiek mellett John Moavenzadeh az ipari termelésre vonatkozó fejlődési modelljét is, amely szerint az értéklánc fejlesztése során először a kis hozzáadott értékű elemektől kell haladni a nagyobb értékűek felé (a hozzáadott értéket az ellátási láncban ábrázoló „mosoly” közepétől annak szélei felé). Tehát a legelső fejlesztendő terület maga az előállítás, az adott szervezet fő tevékenységi köre, ezután jön az azt közvetlenül megelőző és követő beszerzés és disztribúció, majd a mindezek előtti termékdizájn, aztán a disztribúciót követő marketing, végül az egészet körülöleli (a modell legelejét jelentő kutatás-fejlesztés és legvégét adó értékesítést követő szolgáltatások révén) a termék- és folyamatfejlesztés. [t23]

Tehát megrajzolt pályák az Ipar 4.0 alkalmazását nyilvánvalóan belülről kifelé szorgalmazzák. A lényeg, hogy a változás először az egyes elemeket, a részegységeket, majd a vállalat egészét érintse, azután nőjön túl azon és ne csak a vállalati, hanem a vállalatok közötti integrációt is biztosítsa.

## **b. Gyors reagálás**

Az Ipar 4.0 bevezetésének egyik legnagyobb előnye, hogy az alkalmazott technológiák lerövidítik az egyre gyakrabban jelentkező és egyre jelentősebb mértékű vevői igény változásokat. A gazdaságosság és a folyamatos, progresszív fejlődés megköveteli, az azonnali átállási készséget nem csak a részfeladatokra, hanem a teljes működésre kiterjedően.

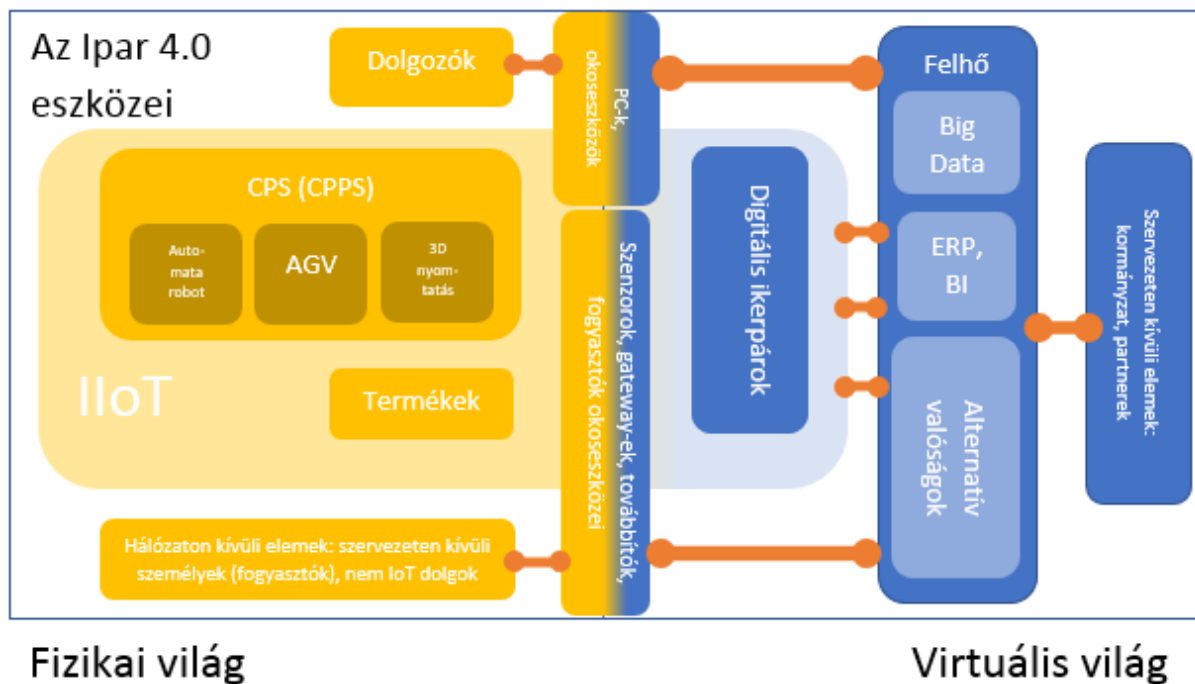
Egyrésztől lényeges tényező, hogy a gyors reagálás önmagában véve hozzájárul az optimális működés kialakításához. A logisztikában nem újkeletű hatás az úgynevezett „ostorcsapás-effektus”, amely azt jelenti, hogy a fogyasztóktól származó igények az ellátási láncban visszamenőleg az egyre nagyobb rendelési tételek miatt egyre nagyobb kilengéseket mutatnak: pl., amit a vásárló minden nap képes megvenni egy üzletben, abból a termékből a disztribútor hetente rendel a nagykereskedőtől, az havonta a gyártótól, az pedig háromhavonta az alapanyag kitermelőjétől egyre nagyobb és nagyobb tételben [t11]. Természetesen a már régóta létező JIT és a pull-elv ezen egyenetlenségből fakadó bizonytalanságot és az azzal párhuzamosan növekvő raktárkészletet elméletben képes kezelni, azonban gyakorlatban ezek kivitelezése rendkívül sebezhető. Amennyiben viszont az emberi tényező okozta egyenetlen termelési feltételek kiküszöbölhetőek, a teljes ellátási láncra (hálózatra) vonatkozóan megvalósul a gyors és letisztult kommunikáció, a különböző mintázatok pedig a teljeskörű adatgyűjtés révén kiismerhetővé válnak – tehát életbe lép az Ipar 4.0 –, a feltételek adottak lesznek ahhoz, hogy az elméleti mérleg, melynek az egyik oldalán a hatékonyság és gazdaságosság bevételei, a másik oldalán pedig a biztonság költségei szerepelnek, az előbbiek oldalán terhelhetőbbé váljon.

Emellett kiemelten fontos, hogy a vállalat a várható fejlődési intenzitás növekedéséből fakadóan megjelenő újszerű technológiákat képes legyen minél hamarabb észrevenni, megismerni és beépíteni. Több szakértő szerint is ([t20] [t23] [t31]) a modern információs alapú gazdaság alapjait úgynevezett „romboló innovációk” fogják uralni – tehát olyan fejlesztések, amelyek piaca robbanásszerűen megnő, viszont ezzel párhuzamosan más piacokat letarolnak. Az ilyen jellegű innovációk egyik jellemzője, hogy az elterjedtségük az idő függvényében a hagyományos szimmetrikus, dombszerű görbe helyett az úgynevezett „cápauszony” mintát követi, vagyis nem egy lassú és fokozatos növekedés és ugyanilyen ütemű csökkenés, hanem egy hirtelen ugrás jellemzi, amelyet több kisebb „korai figyelmeztetés” előz meg [t23]. (Tehát a piacra történő valódi „berobbanást” megelőzi egy-egy kisebb megugrás, amelyeket a korai belépők amolyan kísérleti próbálkozásai jelentenek, ez a minta az internet-alapú gazdaság sajátja [t23].) Az Ipar 4.0-ban ezen korai figyelmeztetésekre fel kell készülni, azok alapján a vállalatnak képesnek kell lennie arra, hogy eldöntse az adott innovációról, érdemes-e befektetni vagy sem.

Az alkalmazott technológiák egyik leglényegesebb eleme pont az az alkalmazkodási készség, amely egyes területeken kiválthatja az emberi megérzéseket és úgymond standardizálja azokat, amelyek korábban a tehetséges vezetők sajátjai voltak.



### 3.2 Az Ipar 4.0 eszközei



3. Ábra: Az Ipar 4.0 eszközeinek viszonyulása  
Forrás: Saját szerkesztés

Az Ipar 4.0-ban megjelenő technológiák elméleti rendezésére nem egy, akár egymásnak ellentmondó módszer is létezik. Ilyen felosztáscsoportok pl.: vertikális értékláncok integrációja és digitalizációja/termék-, szolgáltatásdigitalizáció/digitális üzleti modellek és vevőkapcsolatok [t26] vagy felhő alapú rendszerek/kiber-fizikai rendszerek/intelligens gyár [t27] rendszerezések.

Az egyes Ipar 4.0 eszközök meghatározása során talán a legkevesebb átfedést és önmagára mutató halmazt tartalmazó besorolási módot az elismert szerző, Klaus Schwab *The Fourth Industrial Revolution* (2016) című könyvében megjelenő ötlete adja. A műben a szerző a világot fizikai és digitális részre bontja, illetve meghatároz a kettő közötti kapcsolatot biztosító „ragasztókat”. Az egyes technológiák besorolásának alapjául Demeter K., Losonci D., Nagy J. és Horváth B. 2019-es tanulmányát használtam fel, melyben a különböző Ipar 4.0-ban jártas tanácsadó cégek (pl. BCG, PWC, McKinsey) által megnevezett megoldásokat a Schwab által meghatározott csoportokba osztották be [t7]. Fontos különbség viszont azon felosztás és a jelen dolgozat között az IoT besorolása, ugyanis a 2019-es tanulmányt szerzők azt a döntően digitális világba sorolták, én viszont annak hálózati elemei és a digitális „ikerpárok” jelenléte miatt inkább köztes szerepbe helyeztem, továbbá az említett tanulmányban a mesterséges intelligenciát nem nevezik meg.

Az egyes technológiák meghatározása – bár az erre vonatkozó állításaimat szakirodalmakra alapoztam – nem feltétlenül tekinthető maradéktalannak. Ennek két oka van: egyrészt az egyes megoldások újdonsága miatt ezek behatárolása terén sokszor nincs konszenzus, másrészt az Ipar 4.0 koncepció sajátja, hogy a technológiák határterületeken mozognak, szituációtól függően „átfolyhatnak” egy másik, hagyományos megfogalmazás szerint akár idegennek is mondható szerepbe. (Pl. mikortól felhő a felhő, vagy hol a határ egy kollaboratív robot és egy AGV között?)



### 3.2.1 Döntően digitális eszközök

#### 3.2.1.1 Mesterséges intelligencia

A mesterséges intelligencia (AI) a médiában sokszor a pszichológia, az informatika és a filozófia határterületeként mutatkozik meg, leginkább azért, mert definíció szerint is célja az emberi intelligencia működésének imitálása, annak mesterséges megvalósítása. Valójában egy elég egzakt, matematikai-műszaki alapú fogalomról van szó, tehát – bár sok félelem és remény övezi ezen a területen – alapjaiban véve közvetlenül nem a társadalom vagy a társas kapcsolatok átalakítása a célja. A mesterséges intelligencia feladata az, hogy az intelligens gondolkodás jellemzőit (szándékosság, rugalmasság, optimalizáltság) gépi környezetben is képes legyen biztosítani, ezzel lehetővé téve az összetett, nem ismétlődő feladatok automatizálását.

A mesterséges intelligencia megvalósításában az egyik legnagyobb gondot a problémamegoldás jelenti. Tehát van egy adott cél, illetve ehhez vezető megoldási útvonalak, amelyekhez akár értékeket is adhatunk, amely értékeknek köszönhetően a végeredmény validálhatóvá válik. A lényeg, hogy a feladatot végrehajtó eszköz képes legyen felmérni lehetőségeit, majd ezen lehetőségek közül válasszon, vagyis meg tudja különböztetni állapotokat, ezek eléréséhez pedig ismerje a megfelelő műveleteket, illetve az ezekhez tartozó költségeket, vagyis az energia-, idő- és anyagbefektetési igényt. A mesterséges intelligencia másik kiemelten fontos eleme a tanulás, a fejlődés, hiszen ez az, ami egy AI-t megkülönböztet egy kizárólag algoritmusok alapján működő szoftvertől (legyen az bármilyen összetett is). A mesterséges intelligenciának tehát része a gépi tanulás, vagyis az új tudás megszerzése, a korábban nem tapasztalt események feldolgozása és a rájuk való reagálási képesség, a gépi tanulásnak pedig része a deep learning (mélytanulás), ahol a fejlődéshez nincs szükség labor-szerű környezetre, még hozzáértő szakember közreműködésére sem [w33]. Tanulási módszerek lehetnek a besorolás alapú tanulás (legközelebbi szomszéd módszere, klaszterezés, osztályozás), a döntési fa alapú tanulás és az egyik legfejlettebb, a neurális hálózatok alkalmazása, amely az agyban működő neuronok működését hivatott szimulálni.

A mesterséges intelligenciának az alkalmazása lényegében a felismerés képességén alapul, legyen az egy fizikai feladat beazonosítása, a környezet és a felhasználható eszközök felismerése, vagy legyen az az elemzések és a prediktív vizsgálatok területe. Az egyik oldalon a fizikai környezet, tehát a fény-, hanghatások és egyéb impulzusok felismerése, vagyis a végrehajtó eszköz fizikai környezete, az akadályok és a „társak” beazonosítása jelenti a célt, a másik oldalon a digitális jelek, adathordozókon tárolt adathalmazok értelmezése a fő terület.

Alapvetően a mesterséges intelligenciát alkalmazni szinte bármelyik szakterületen lehet, tehát általános célú technológiának tekinthető. Az orvosi diagnosztikában például óriási segítséget jelenthet a daganatos sejtek megkülönböztetése során, az üzleti életben árfolyamok, látens vevői igények felismerésében jeleskedhet, a hétköznapi és a biztonságtechnika világában az arc- és hangfelismerés, a személyek általános azonosításában bizonyul számottevőnek, nem is beszélve az ügyfélszolgálatok kiegészítéséről pl. chatbotok révén [t32].

Az AI nem az Ipar 4.0 újkeletű eszköze, hiszen amióta számítógépek léteznek, az emberi intelligencia lemásolására azóta léteznek törekvések. A mesterséges intelligencia kiteljesedése és széleskörű üzleti alkalmazása viszont a negyedik ipari forradalom koncepciók területén bontakozhat ki igazán, az AI-hoz köthető ipari automatizációs és prediktív elemzésekkel kapcsolatos módszerek nélkül a széleskörű vállalati digitalizáció, illetve az okos gyárak, a kiber-fizikai rendszerek (lásd: 3.2.3 *Döntően fizikai eszközök*) nem lennének megvalósíthatóak. Az AI szerepvállalása nem ábrázolható, nem lehet konkrétan megjelölni, hogy a negyedik ipari forradalomban hol foglal helyet, hiszen mint a levegő, úgy szövi át a modern termelés és szolgáltatás innovatív műszaki megoldásait, és a levegőhöz hasonlóan fel sem tűnne mekkora szerepet vállal, hacsak hirtelen el nem tűnik.

### 3.2.1.2 *Big Data*

A Big Data értelmének megragadása nehéz dolog, ugyanis meglehetősen tág fogalom, elég sok mindenre rá lehet fogni, hogy beletartozik, éppen úgy, ahogy az adatkezelésnek sok aspektusát is önkényesen ki lehet zárni belőle. A legegyszerűbb magyarnyelvű megfogalmazást Szűts Z., Yoo J. az Információs Társadalom című folyóiratban megjelenő 2016-os cikke adja, miszerint a Big Data korábban sosem látott mértékű (?) és változatos adatok rögzítését, feldolgozását, elemzését, megosztását, illetve az eredmények vizualizálását foglalja magába [t33].

A szakirodalmak közös pontja a Big Data-ban megjelenő 3V (Lancy, 2012 alapján), amely a felhasznált adathalmaz méretét (volume), változatosságát (variety), illetve az adatok keletkezésének és feldolgozásának sebességét (velocity) jelenti, illetve az alkalmazott feldolgozási technológia ezen jellemzőinek fontosságára hívja fel a figyelmet. A 3V egyes forrásokban kiegészül további „V”-ekkel, mint például a változathatóság (variability), virtualitás (virtuality), integritás (veracity), érték (value) [t33]. A Big Data lényege tehát az, hogy lehetőség szerint mindent össze kell gyűjteni, a lehető leggyorsabban, majd azt a lehető legszélesebb körben fel kell használni, információvá kell alakítani. Lényegében nem egy elvről van szó, hanem különböző elméletek és technikák ötvözéséről, ilyen például a statisztika, az adatbányászat, a mesterséges intelligencia, vagy ilyenek a termelés monitorozására és menedzsmentjére vonatkozó módszerek.

A Big Data alkalmazása gyakorlatilag már az adatok gyűjtésével elkezdődhet. Ennek kivitelezésére általában szenzorok kihelyezése, helymeghatározó eszközök alkalmazása, vagy elektronikus eszközökre telepített szoftverek telepítése is megoldás lehet. A feldolgozás több fokozatban történhet, annak legfontosabb eszközei a nagykapacitású adatbázisok, adattárházak, az ezek felett működő adatbáziskezelők, illetve a gépi tanulással működő, mintakereső algoritmusok (pl. a MapReduce, egy szűrést, rendezést és összegzést végző algoritmus). A vizualizáció módja a feldolgozás mértékétől függ, tehát történhet egy magukat az adatokat gráfokon ábrázoló animációval (pl. Gephi), akár statisztikai analízis révén (pl. SPSS), de maga az eredmény lehet egy utasítás vagy tanács is (Big Data alapú döntéstámogató rendszerek).

A termelésben elsősorban az alapanyagok, félkész- és késztermékek minőségének és mennyiségének vizsgálata, az anyagmozgató- és termelőberendezések állapotának felügyelete a fő feladat, de éppúgy fontos az Ipar 4.0 tekintetében a vásárlói igények és a beszállítások megbízhatóságának ugyanilyen jellegű vizsgálata is. A cél egyértelmű: jövőbeli hibák felismerése és elhárítása (mind maguknál a termékeknél, mind az azok mozgatását és alakítását végző eszközöknél), a készletingadozások megszüntetése (akár a jövőbeli igények felismerése), illetve a kritikus logisztikai folyamatok aktualizálása, tervezése. [t8]

A Big Data szerepe igencsak hasonlít az iparban már évtizedek óta jelen lévő megoldásokéhoz. A vállalatirányítási rendszerek (ERP), üzleti intelligenciák (BI) és döntéstámogató rendszerek szintén az adatok gyűjtésére, azok értelmezésére, illetve a folyamatok átlátására, javítására törekszenek (természetesen emellett a kommunikációban is van szerepük). A Big Data azonban nem helyettesítheti ezeket a szoftvereket, sőt, azok sok esetben kifejezetten szükségesek annak megfelelő alkalmazásához, tehát a Big Data gyakorlatilag kiegészíti a vállalatok már alkalmazott digitális irányítási és döntéshozási módszereit.

Korábban említésre került, hogy a Big Data nem egy elv, hanem több elmélet összessége, tehát magának a koncepciónak az egyes elemei már jóval a XXI. század kezdete előtt jelen voltak. A Big Data újdonsága az, hogy a teljeskörű adatgyűjtés a Moore-törvényének megfelelő hardverkapacitás-fejlődés miatt csak a közelmúltban vált lehetőséggé. A korábbi adatgyűjtő módszerek a tárhelyek értéke miatt szigorúan vették azt, hogy mit szabad, illetve mit szükséges rögzíteni, tehát lényeges volt előre ismerni a feldolgozás és a felhasználás módját. Ez az alapelv viszont mára teljesen megváltozott, az adattárolás egyre olcsóbb, elérte azt a határértéket, ahol már megéri az adatot felhalmozni akkor is, ha esetleg közvetlenül nem kerül felhasználásra.

A Big Data alkalmazásában a problémát tehát nem a gyakorlati megvalósíthatóság, hanem az adatkezelést érintő hirtelen szemléletváltás jelenti. Az érintett technológiák és módszerek nemcsak jelenleg kifejezetten drága hardverek és szoftverek vásárlását, kifejlesztését igénylik, hanem a menedzsment és a döntéstámogatási rendszerek átalakítását is – röviden: nehéz beépíteni őket a folyamatokba. Másik oldalról nézve sokkal kézenfekvőbb probléma, hogy (főleg Magyarországon) hiányoznak a Big Data Ipar 4.0-szintű alkalmazásához szükséges szakemberek (üzleti adatelemzők) és a tapasztalat. A Big Data továbbá sokszor alkalmaz egyedi, akár heurisztikus megoldásokat, amelyek kialakításához egyelőre nincs szigorú, oktatható metodológia, tehát a megtérülés mértéke csak bevezetés közben, akár annak végeztével, vagy esetleg azt sokára követően válik egyértelművé. Emellett a vásárlói szokásokat érintő marketingcélzatú Big Data is kérdéseket vet fel, hiszen az Ipar 4.0-val kapcsolatos egyik legjelentősebb problémában, a személyes adatok kezelésével kapcsolatos kételyek kialakulásában vállal jelentős szerepet (lásd: 4.5.3.1 Személyiségi jogok).

### 3.2.1.3 Felhőtechnológia

A „cloud computing”, mint informatikai fogalom az Amerikai Nemzeti Szabványügyi Hivatal (NIST) szerint alapvetően olyan modell, amely révén a felhasználók igény szerint bárholnan hozzáférhetnek megosztott, beállítható informatikai erőforrásokhoz, melyeket a szolgáltató minimális adminisztráció és beavatkozás mellett bocsát rendelkezésre. A felhőszolgáltatások lényege tehát, hogy egy a fizikailag használt számítógéptől független eszközön (szerveren) egyes erőforrások (hardverek interfészei, alkalmazások, szolgáltatások, tárhely) elérhetőek az internet segítségével. A legjellemzőbb tulajdonságok a felhasználó szempontjából széleskörű, igény szerinti hozzáférés, önkiszolgálás, gyorsaság, rugalmasság és mérhetőség (adatforgalom, idő, tárhely stb.) [w4]. Fontos megjegyezni, hogy felhőtechnológia mérete és összetettsége miatt túlmutat az egyszerű szerver-kliens kapcsolaton (pl. egy szolgáltatást nem csak egy szervergép biztosít).

A felhőszolgáltatások típusait alapvetően két szempont szerint különböztetik meg: felhasználói elérés és lehetőségek szempontjából szélesedő sorrendben („fentről lefelé”) szoftver (SaaS, pl. O365), platform (PaaS, tehát fejlesztési, futtatási környezet, pl. Microsoft Azure), infrastruktúra (IaaS, tehát hardveres környezet) típusú, hozzáférés szempontjából pedig privát (saját erőforrások) és nyilvános (bérelt erőforrások) megoldások léteznek. Az NIST szerint hozzáférés szempontjából ez az ábra kiegészül a privát és nyilvános felhők közötti átmenetet képező közösségi, tehát több szervezet által működtetett és használt, illetve a többi három tulajdonságait vegyesen tartalmazó hibrid típusokkal. [c32]

A felhőtechnológia az Ipar 4.0-ban elméletben a prediktív elemzésekhez és a kommunikációhoz használt adatok, szoftverek tárolását hivatott szolgálni. A technológia előnye, hogy az egyes hálózatba kapcsolt eszközök működéséhez minimális közvetlen erőforrás (számítási kapacitás, memória) is elegendő, azok mind elérhetőek a távoli, nagy teljesítményű számítógépeken. Az elsősorú feladat az adattárolás, de a helytakarékoság miatt, illetve a mesterséges intelligencia és az automatizáltság fejlődésével az egyes hardverek lassanként elérik saját fizikai korlátaikat, így szükségessé válik a számítási kapacitások kihelyezése, illetve az utópisztikus hatású egységesen gondolkozó összpontosított, gépi rendszerek (okos gyárak és városok) összhangját szolgáló „intelligens” szerverek beüzemelése is. A felhőszolgáltatásoknak ezen kívül nagy szerepe van az olyan alapelvek kibontakozásában, mint a Lean által szorgalmazott outsourcing (lásd: 3.1.3 Az Ipar 4.0 megoldásai), ezzel pedig az egész horizontális értéklánc egységesítését lendíthetik előre.

A felhőtechnológia, ha témától függetlenül nézzük, önmagában nem tekinthető tipikusan Ipar 4.0 technológiának, hiszen általános használata nem közvetlenül köthető az adatgyűjtés és -felhasználás, illetve az automatizálás témaköréhez, sőt a felhőtechnológiákat szolgáltató vállalatok (pl. Microsoft, Google) elsősorban a közvetlen emberi, egyéni felhasználást támogatják – ez természetesen nem mond ellent az Ipar 4.0-nak, de a technológiát így erősen elhatárolja annak többi elemétől. Azt, hogy a

felhőszolgáltatások leginkább kiegészítő szerepet játszanak és nem tekinthetők az innováció elsősorú indikátorainak, jól szemlélteti, hogy az Eurostat elemzése szerint azokat 2020-ban az EU-s szolgáltató vállalatok 76%-a használta levelezésre és csupán 27%-a CRM-hez (ügyfélkapcsolat-menedzsmenthez) szükséges alkalmazások futtatására. A levelezési lehetőségek kihasználását az Eurostat ezen listáján az adattárolás (a vállalatok 67%-a) és az irodai applikációk használata (a vállalatok 58%-a) követi, azonban az adattárolás is elsősorban csupán az irodai munkához szükséges dokumentumok és fájlok tárolását (pl. OneDrive, Google Drive használata), tehát nem az IoT és Big Data vonzatú adatok gyűjtését jelenti. Ebből következtethető, hogy az ipar, amely pedig az innovációkhoz a szolgáltató szektornál lassabban alkalmazkodik, még kisebb arányban támaszkodik a felhőkre. Azonban a fejlődésre akadnak törekvések, a Nemzeti Technológiai Platform felmérése alapján például a megkérdezett hazai vállalatok több, mint 40%-a tartja kiemelten fontos technológiának a felhőmegoldásokat [t12]. [w10]

Ha az egyes típusokat nézzük, akkor az Ipar 4.0 koncepcióban előfordul mind a három felhasználási és mindkét (mind a négy) hozzáférési típus. Azonban az eloszlás nem egyenletes: sokkal nagyobb szerep jut a privát, mint a nyilvános felhőknek (pl. a Statista.com 2015-ös felmérése szerint a regionális húzóágazatnak számító német autógyártásban az előbbi az érintett vállalatok 50%-ánál, utóbbi csak 19%-ánál fordult elő [w42] [w43]), illetve ezen belül a privát felhők általában teljes infrastruktúrát, a nyilvános felhők pedig leginkább csak szoftvert (illetve alacsony kockázatú adatokat érintő tárolást) szolgáltatnak. Ennek oka egyértelműen az adatok, illetve a tudás egyedi birtoklásának elvesztése miatti félelem, hiszen jelenleg az ilyen jellegű újításokba beruházó vállalatok élen járnak a know-how felhalmozásában, a bizalom pedig sem a partnerek, sem pedig az infrastruktúra irányában nem maradéktalan.

A bizonytalanságot gerjesztő egyik fő ok az, hogy a felhőszolgáltatásokat igénybe vevők gyakorlatilag lemondanak az érintett adataik feletti totális kontrollról [t34]. A szolgáltatások alkalmazásakor fellépnek technológiai aggodalmak is (pl. a kapcsolat stabilitása, a szolgáltatott infrastruktúra védelme a kártékony szoftverekkel, fizikai és hőhatásokkal szemben), de a legnagyobb kifogásokat inkább a szolgáltató és a szolgáltatás további felhasználóinak személye, azok megbízhatósága adja (pl. nem tisztázott SLA-k, a tárhelyeken fizikailag egymás mellett tárolódnak az egyes bérlők adatai) [t2]. A megoldásokat elsősorban a szolgáltatások nyújtói, azok fejlesztői biztosíthatják, ezek közül is a legfontosabbak a személyre szabott, a felhasználók által menedzselhető biztonsági funkciók, a bérlők adatainak fizikai elválasztása, a különböző biztonsági megoldások integrációja, illetve a környezeti, technológiai változásokhoz, illetve a bérlők igényeihez való alkalmazkodás [t2]. Emellett nem árt, hogyha a szolgáltatást nyújtó (amennyiben az külső cég) és az azt felhasználók közötti kapcsolat túlmutat a pusztán üzleti célokon: a felhőszolgáltatások szerepét nem szabad alábecsülni, azok olcsó és szinte korlátlan erőforrásaik révén lényeges szerepet játszanak az ipar digitalizálásában, automatizálásában, ezért nem túlzás az azt biztosítókat akár stratégiai partnerként kezelni.

### **3.2.1.4 Virtuális és kiterjesztett valóság**

A virtuális valóság (Virtual Reality) egy nehezen megfogható dolog, és ez leginkább abból eredeztethető, hogy a „valóság” fogalmának nincs konkrét megfogalmazása (elvégre egy VR-szemüveg és annak a képe is a valóság része). Ha nem filozófiai, hanem műszaki oldalról közelítjük meg a témát, akkor a VR-ra leginkább úgy lehet hivatkozni, mint az emberi érzékszerveket lefoglaló, azokat „megtévesztő”, más impulzusoktól elkülönítő mesterséges behatások összessége – tehát maga a fogalom meglehetősen emberközpontú, robotokra, számítógépekre általánosságban véve nem alkalmazható. Ez megtévesztülhet akár egy „ablakon”, egy monitoron, asztali számítógépen keresztül, megvalósulhat VR-felszereléssel (szemüveggel, kesztyűvel), de akár egy mesterséges álom is tartozhat ebbe a kategóriába.

A kiterjesztett valóság (Augmented Reality) a VR-hoz igencsak hasonló technológia, lényege azonban nem a valóság helyettesítése, hanem annak kiegészítése, tehát az érzékszerveinkhez eljutó

impulzusok szűrése, azokhoz további impulzusok hozzáadása. Az AR fontos eleme, hogy alkalmazkodjon az ábrázolt valósághoz tehát például egy kamerakép esetén érzékelnie kell a kamera mozgását, a közvetített fénynek, hangnak, érzetnek idomulnia kell a változáshoz. Gyakorlatban a kiterjesztett valóságra az okostelefonok kameráját és helyzetét használó alkalmazások a legelterjedtebb példák (filterek, játékok, tájékozódáshoz, vásárláshoz használt kísérleti applikációk), de már közel egy évtizede jelent meg (2013) a Google Glass is, amely egy általános célú, a vizuális érzeteket kiegészítő eszköz.

A virtuális és kiterjesztett valóságok implementálása az Ipar 4.0-ba azért lehet lényeges, mert kifejezetten emberközpontú technológiák, céljuk pedig pont az, hogy közelebb hozzák a gépek, a mesterséges intelligencia látásmódját az azokat alkalmazó személyekhez. Az egyik legérdekesebb VR-alkalmazási lehetőség a szimulációk, bemutatók szervezése a virtuális térben, ezáltal bejárhatóvá válhatnak még készülő épületek, láthatóak, tapinthatóak lehetnek még fejlesztés alatt álló prototípusok, de a törés- és tűrésteszték, a valóságot imitáló szimulációk is komoly költségmegtakarítást jelenthetnek. (A széleskörben elterjedt vizuális tervező mérnöki szoftvereket, mint pl. az AutoCAD, nem veszem a VR kategóriába, mivel azok az általános szakmai tervrajzokon alapulnak, így valójában nem a valóságot igyekeznek lemásolni.) Az AR alkalmazási lehetőségei ennél kissé földhözragadtabbak, de nem kevésbé hasznosak: az élőmunka kiegészítése, raktári, karbantartói feladatok megkönnyítése a kigyűjtés, vagy éppen a műszaki berendezések átlátásának segítése, illetve a betanuló munkaerő oktatása.

A VR és AR gyakorlati alkalmazása azonban az izgalmasnak tűnő lehetőségek ellenére még nem valósult meg teljességében sem a termelő vállalatoknál, sem a szolgáltatások területén. Bár a szimulációk, virtuális fizikai tesztek és vizsgálatok, telefonos applikációk a fejlett IT- és gépiparban elszórtan jelen vannak, más, szabadabban, „játékosabban” alkalmazott eszközök nem igazán tudtak megragadni. Az NTP felmérése szerint a magyar termelővállalatoknál az Ipar 4.0-hoz köthető eszközök közül a kiterjesztett valóság a legkevésbé fontosnak tekintett terület [t12], Walter Huber 2016-os művében, amelyben az Ipar 4.0 autógyártásra gyakorolt hatását szemlélteti, bár szinte az összes vizsgált neves német előállítónál szóba kerül a munkát kiegészítő eszközök, okos szemüvegek, kigyűjtést segítő fény- és hangjelzések alkalmazása, azokról csak kísérleti jelleggel esik szó, széleskörű alkalmazásuk továbbra sem alapvető terv még a fejlesztések terén élenjáró cégeknél sem [t7]. A VR és AR nehézkes térhódítására példa a már említett Google Glass is, amely a megjelenése idején szenzációkét járta be a médiát, de azt követően nem sokkal kikerült a reflektorfényből. Bár a későbbiekben egyszer-egyszer felbukkan (pl. a The Verge is írt róla cikket 2020-ban [c38]), azóta nem történt érdemi változás a témában. Hasonló a helyzet az oktatásban alkalmazott virtuális és kiterjesztett valóságokkal: egy évtizede még nagy jövő elé néztek, viszont mára nagyon kevés olyan oktatási intézmény van (ezek leginkább kísérleti iskolák), ahol valóban alkalmaznák őket.

Az ipari alkalmazás megtorpanásában szerepet játszó fő okok az alkalmazható technológia magas ára, az ehhez fűződő bizonytalan megtérülés, illetve a nagymértékben megváltozó munkakörnyezet miatti dolgozói ellenállás (generációs okok, kényelmi problémák) [t7]. Emellett fontosnak tartom megjegyezni például az oktatásban alkalmazott VR kudarcait is: itt a problémákat a költségek mellett a tisztázatlan alkalmazási lehetőségek, a nem megfelelő intézményi környezet, illetve a gyakorlati tapasztalatok, kísérletek hiánya okozza [t1] – az Ipar 4.0 VR/AR-központú megvalósítására törekvő cégeknek nem árthat ezen példákban is okulniuk.



### 3.2.2 „Ragasztók”

A „ragasztók” olyan eszközök, berendezések, melyek szerepet játszanak mind a fizikai, mind a virtuális térben, elsődleges céljuk pedig a két világ közötti kapcsolat fenntartása. Jelen helyzetben az alább látható két részfejezet között nincs éles határ, az érzékelők, szenzorok, kommunikátorok az IoT kiegészítésének is tekinthetők, de annak szigorúan véve nem feltétlenül részei.

#### 3.2.2.1 *Az Internet of Things háttere*

Az Internet of Things magyarul Dolgok (Tárgyak) Internete röviden az elektronikai (okos) eszközöket és ezek kommunikációját jelenti vezetékes és vezeték nélküli hálózatok segítségével. Maga a koncepció szoros kapcsolatban áll mind a felhőtechnológia, mind a Big Data elveivel, viszont azok nem részei, azoknak pedig nem része. Az IoT esetén nagy vonalakban a lényeg az M2M (gép-gép) kommunikáció emberi beavatkozás (H2H, H2M) nélkül, ezzel akár teljes folyamatok szintjén biztosítva az automatikus végrehajtást, de ettől még az IoT-n belül emberi beavatkozás lehetséges, sőt sok esetben szükséges lehet.

A mintaszerű IoT rendszer leírását a Nemzetközi Telekommunikációs Egyesület (ITU) egy 2012-es áttekintő tanulmányában is körülírta. Ebben a tanulmányban a lényeg a fizikai és virtuális világok megkülönböztetése, az IoT eszközök (device), IoT kapuk (gateway), illetve a virtuális és fizikai „dolgok” (things) meghatározása, azok csoportosítása (érezékelő-működtető, adathordozó, adatelfogó, általános eszközök), a közöttük fellépő kapcsolatok lehetőségeinek körülírása (kapuk segítségével, kapuk nélkül, közvetlenül, fizikai dolgok műveletei a virtuális dolgokon). [t17]

Az IoT további lényeges elemei a digitális ikerpárok, amelyeknek éppúgy fontos szerepe van a virtuális és kiterjesztett valóságok működésében is (lásd.:). A digitális ikerpárok esetén lényeg az, hogy a fizikai világban megjelenő tárgyak, eszközök leképezésre kerülnek a szoftveres környezetben is, így válnak elemezhetővé, a rajtuk végzett műveletek pedig tervezhetővé, szimulálhatóvá (ipar4.bme.hu).

Mára az IoT fogalmát szinte minden olyan folyamatra használják, amiben több összedolgozó intelligens berendezés alkalmazása vagy adatgyűjtés és -továbbítás automatizálása történik. Gyakran összetévesztik a Big Data-val, a mesterséges intelligencia technikáival, akár magával az Ipar 4.0-val, vagy annak amerikai megfelelőjével, az Industrial Internet Consortiummal is. Azonban az IoT mindössze a hálózatba kapcsolást és az eszközök közötti automatikus kommunikációt foglalja magába, nem tartozik bele az adatok gyűjtésének módja, azok feldolgozása vagy a gyártóberendezéseket működtető szoftverek alkalmazása sem.

Az IoT-nak mondhatni már most nagy szerepe van az életünkben. Az állandóan hálózatba kapcsolt okos eszközök (telefonok, háztartási gépek) folyamatos kommunikációt bonyolítanak le. A hétköznapiakban ez a kommunikáció leginkább csillag-elrendezésű (központosított) gráfként vázolható fel, tehát a végfelhasználói eszközök leginkább szerverekkel tartják fent az automatikus adatforgalmat, az egyes végfelhasználói eszközök közötti közvetlen internetes kommunikáció nem gyakori, bár egyre elterjedtebb (ilyen lehet pl. egy személy okosórája vagy okostévéje és -telefonja közötti kapcsolat).

A Dolgok Internete az intelligens gyár megvalósításának egyik sarokköve, vagyis pontosabban szólva ez inkább az ipari IoT (Industrial Internet of Things) feladata. Az IIoT alkalmazása a gyakorlatban jelenleg legtöbbször a Big Data kiszolgálását jelenti, de éppúgy fontos fejlesztésnek számít a rugalmas, automatikus gyártósorok kommunikációjának megvalósítása is: tehát mivel a hatékony, rugalmas, automatizált munka nem algoritmizálható, annak kivitelezéséhez szükség van az egyes eszközök egyedi működésének összehangolására, ez pedig az ezen eszközök közötti gyors és stabil kommunikáció révén valósítható meg. Ezen kívül az IIoT felhasználására egyszerű példa lehet a gyártósor monitorozott teljesítmények továbbítása kijelzőkre vagy a képzést és biztonságot szavatoló emberekkel kommunikáló szoftverek alkalmazása is (pl. OLMS) [t7].

### **3.2.2.2** *Kapcsolattartást segítő eszközök*

#### **a. Szenzorok és azonosítók**

Az Ipar 4.0-ban kiemelten fontos szerepe van a nyomon követésnek, illetve az érintett tárgyak állapotára vonatkozó folyamatos monitorozásnak. Erre több megoldás is létezik, ezeknél a legtöbb esetben szenzorok szükségesek. A szenzor vagy érzékelő lehet egy vonalkódolvasó, egy mérleg, egy rádiófrekvenciás-jelfogó, egy kamera, egy antenna, de akár egy SIM-kártya is. A szenzorok lényege, hogy a hozzájuk eljutó természetes vagy mesterséges jeleket, impulzusokat digitális, a háttérrendszerek által olvasható adattá változtassák.

A nyomonkövetés viszont nem csak termékeken kívüli (pl. mérlegek, lézeres kapuk, kamerák), hanem közvetlenül a gyártás alatt álló tárgyakhoz illesztett eszközök révén is megoldható. Ilyen jellegű adathordozásra használhatóak vizuális adathordozók, vonalkódok, QR-kódok – ezek a megoldások már évtizedek óta szerepet vállalnak a termékek és ipari berendezések azonosításában, segítségükkel az egyes eszközökről információ tárolható, az gyorsan, hatékonyan közvetíthető, nagy hátrányuk viszont, hogy automatikus leolvasásukhoz egy megadott irányba kell fordítani őket vagy az olvasófejet. Másik – a közelmúltban hirtelen reflektorfénybe kerülő – technológia a rádiófrekvenciás azonosítás (RFID). Az RFID lényege, hogy az információ továbbítása nem függ egy olvasófej helyzetétől, illetve a címke nem kopik el. Bár hátrányt jelenthet a tény, hogy a rádióhullámok folyamatos kibocsátása energiát igényel, de léteznek passzív RFID-eszközök is, amelyek egy a szenzor által küldött jeltől indukálnak elektromosságot, így tápegység nélkül tudják továbbítani a bennük rejlő információt. Az RFID további előnye a vizuális megoldásokkal szemben az, hogy a címkék akár írhatóak is, tehát azok tartalma folyamatosan aktualizálható.

A folyamatosan lekövethető, adatot tárolni és továbbítani képes azonosító címkék jelentik a kulcsot az „okos termékek” megvalósításában: az új technológiák révén lehetőség nyílik a termelés részleemenkénti teljes nyomonkövetésére, így a rugalmas gyártás kivitelezésére és a Big Data széleskörű alkalmazására. Ezen kívül a termelés „okosítása”, illetve a termelőberendezéseken túl a termékek nyomonkövethetősége az Ipar 4.0 egyik legjellemzőbb újítása lehet: az NTP felmérése szerint például a magyar ipari innovációhoz köthető szervezetek a szenzorok alkalmazását tekintették a legfontosabb technológiai fejlesztésnek (több, mint 60% kiemelten fontosnak tartotta), de megjegyzendő emellett az is, hogy ugyanezen felmérésben viszont az RFID-t meglehetősen gyengén értékelték (mindössze alig több, mint 30% tartotta kiemelten fontosnak).

#### **b. Új internetkapcsolat**

A félreértések elkerülése végett fontosnak tartom tisztázni, hogy maga az internet több, mint csupán az Ipar 4.0 egy (rész)eszköze. Az internet megelőzte a negyedik ipari forradalom elképzeléseit, jelentősen befolyásolta az élet szinte minden területét és jelenléte alapértelmezésnek tekinthető az összes eszköz esetében. Amiről jelenleg szó van, az nem az internet jelenségének megfogalmazása, hanem inkább az annak elérését biztosító újfajta megoldások megemlézése.

A lényeg, hogy az adatot, információt nem csak „kinyerni” és tárolni lehet, hanem azokat továbbítani is kell. Ebben a hagyományos gyáron belüli csatlakozási módok mellett a legfontosabb és legújabb szereplők a szélessávú vezeték nélküli (Wi-Fi) és az ötödik generációs mobilinternet-kapcsolat (5G). Ezek közül az Ipar 4.0-ra egyik legnagyobb hatást gyakorló elem az 5G. Az 5G újdonsága az, hogy a korábbi generációknál magasabb frekvenciatartományban működik. A legnagyobb mobilszolgáltatókat magába foglaló Next Generation Mobile Network Alliance (NGMNA) által megszabott 5G-kritériumok elsősorban a sebességre (pl. nagyvárosban 100 Mb/s) és a nagyobb lefedettségre vonatkoznak. Az élen járó fejlesztő vállalatok (Telekom, Samsung) mind a technológia széleskörben való elterjedését várják, annak a mindennapi életre gyakorolt hatásait hangoztatják, viszont nem szabad elfelejteni, hogy az az automatizált gyárak és a felhő-, illetve Big Data technológiák

fejlődését is nagyban fellendítheti (az NGMNA szerint a vezeték nélküli szenzoros hálózatokban többszázezer kapcsolat kialakítására is lehetőséget kell biztosítani).

### 3.2.3 Döntően fizikai eszközök

Az Ipar 4.0 kibontakozásának kulcsa talán pont itt rejtőzik a döntően fizikai eszközök között, hiszen a „hagyományos” (fizikai termelésre vonatkozó) forradalmi célok (termelékenység növekedés, gazdaságosság) ezen a területen testesülnek meg. A lényeg egyszerűen szólva az önállóság: általában véve mind a szoftveres, mind a hardveres technológia elérte azt a szintet, hogy a termelő vállalatok képesek legyenek önműködő, gyors, pontos és adaptív eszközöket működtetni [t32]. Az alábbiakban is ezek a jellemzők kerülnek majd a középpontba, illetve azok a berendezések, amelyek képesek megfelelni ezen kritériumoknak.

Jelen témában az egyik legfontosabb fogalom a kiber-fizikai rendszer (CPS), amely igazából egy határterület a digitális és fizikai világ között, de leginkább a mechanikai berendezések és számítógépek (szoftvrek) egységbe kapcsolását, azok folyamatos kommunikációját jelenti – tehát gyakorlatilag az önálló berendezések működését, ennek fizikai térben való megvalósítását takarja (nem azonos az IoT-vel). A CPS-ekhez szorosan kapcsolódik a beágyazott rendszerek fogalma, tehát olyan önállóan (a háttérben) működő számítógépek jelenléte, amelyek nem igényelnek felhasználói beavatkozást ahhoz, hogy számításokat végezzenek, utasításokat fogadjanak és küldjenek. A CPS ipari alkalmazása leginkább a kiber-fizikai gyártórendszerek (CPPS) területén valósul meg (Fülep I. et. al. ???). A CPS (és CPPS) meghatározása nem konkretizált, de ahol komplex M2M kommunikációról és emellett önálló gépi fizikai munkavégzésről beszélünk, lényegében megvalósultnak tekinthető.

#### 3.2.3.1 Szabad robotok

A robotok számos irodalmi és tudományos mű központi elemét képezik. Lényegében olyan eszközökről van szó, amelyek önálló erőforrással képesek mechanikai feladatokat végrehajtani. Szigorúbb környezetbe helyezve a dolgot a Japán Ipari Szabvány (JIS) szerint a robot egy automatikusan vezérelt, újraprogramozható, többcélú manipulátor, melynek három vagy annál több programozható tengelye van, jellegét tekintve vagy rögzített helyű vagy motoros funkciókkal ellátott eszköz, emellett pedig elsősorban ipari automatizációs alkalmazásban használatos [w7].

Az ipari robotok a harmadik ipari forradalom kulcsszereplői voltak (lásd: 2.3 *Hogyan tovább?*). Az eszközök gyorsasága, pontossága, illetve a monoton feladatok automatizálása révén az előállítási szektor ebben az időben új lökést kapott. Az elektrotechnikában, nehéz- és gépiparban ezen berendezések létfontosságú szereplők, sok ipari területen mind időben, mind minőségben meghaladják az emberi kéz teljesítményét.

Kialakítás tekintetében a legelterjedtebb típusok a csuklós robotok (emberi kar és kéz imitálása), SCARA robotok (minimum két vízszintes forgó és egy függőleges tengely összessége) vagy portálrobotok (bakdarura emlékeztető kialakítás). Felhasználás tekintetében az ipari robotok számítógép-vezérelt szerszámgépek (CNC-k), vagy áruk mozgatásához, továbbításához (vagy vizsgálatához) alkalmazható eszközök lehetnek.

A legfontosabb probléma a robotok jelenlegi alkalmazásában a szigorú monotonitás, a cél pedig az általuk végezhető feladatok szűkös kereteinek kiszélesítése. A robotok automatizálásában jelentkező eddigi tendencia leginkább a numerikus robotok (számszerű adatok alapján dolgozó gépek), szekvencirobotok (beállított mozgásokat végrehajtó robotok) és visszajátszó (mozgásmintákat lekövető) robotok alkalmazása volt [w7], de az utóbbi időben a mesterséges intelligencia megjelenése új szintre emelte a gépi tanulás és a szenzoros érzékelés segítségével végrehajtott feladatvégzést is. A gépi tanulás és a környezeti tényezők felismerése az elmúlt években robbanásszerű fejlődésen ment



keresztül (pl. orvosi diagnosztika, üzleti adatelemzés, stratégiai játékok), ez pedig hatással volt az ipari robotok flexibilitásának, specializálhatóságának előrelépésére is [t32].

Az Ipar 4.0-ban a robotok alkalmazásának két fő, egymást átfedő területe lehet: a kollaboráció és az önálló feladatvégrehajtás. A robotok kollaborációs képessége a gyakorlatban azt jelenti, hogy már nem szükséges a gépeket szigorúan elhatárolni más eszközöktől és az emberi munkaerőtől, ugyanis érzékelné képesek az őket környező akadályokat, azokat biztonságosan ki tudják kerülni, vagy adott esetben meg tudják szakítani a feladatok végrehajtását, sőt képesek improvizáltan együtt dolgozni ezekkel a „munkatársakkal” – ez pedig a közös kapocs az önálló feladatvégzéssel. Az önálló feladatvégzés lényege az, hogy egy ipari berendezés számára lehetséges, hogy hosszútávon ne csak szigorúan egy munkafolyamat végrehajtásában vegyen részt, képessé válik változatos, nem ismétlődő feladatok elvégzésére is (pl. javítás vagy személyre szabott termékek egyedi kialakítása).

### 3.2.3.2 *Önálló járművek*

Az automatikus vezérlésű jármű (AGV) olyan berendezés, amely emberi (legyen az közvetlen, vagy távirányítású) beavatkozás nélkül képes megtenni egy utat két meghatározott pont között. Egy AGV működéséhez két újító jellegű eszköz szükséges: a környezetet és az akadályokat érzékelné képes szenzorok, illetve egy a vezérlést és a kommunikációt végző számítógép.

Az AGV-k célja általánosságban véve megegyezik az ipari robotokéval: az emberi munkaerő leváltása, kiegészítése, az emberi munkaerő hiányának pótlása. Ezek biztosítására egy AGV-nek meg kell felelnie nem egy kritériumnak, ilyenek a biztonság, a hatékonyság és a dinamikus környezet megértése. Ezen felül az AGV-k egyik legfontosabb jellemzője a decentralizált döntéshozás, vagyis az adott járműnek önálló egyednek kell lennie a rendszerben (tehát egy előre beprogramozott gépi „koreográfia” nem minősül AGV-k összességének) [t22].

Az automata járműveknek alapvetően két típusát lehet megkülönböztetni, tehát csakúgy, mint az egyéb anyagmozgató logisztikai berendezéseknél léteznek kötött- és szabadpályás megoldások.

#### **a. Kötött működés**

A kötöttpályás megoldások egyik legkézenfekvőbb módja a konkrét sínek, előre lehelyezett, a járművet fizikailag rögzítő pályák alkalmazása. Ilyenre lehet példa egy olyan magasraktár, melyben a megbízható manőverezhetőség és a gyors kigyűjtés érdekében vízszintes és függőleges pályán mozgó emelővillával ellátott, automatikus berendezéseket alkalmaznak. Azonban a „sín” nem feltétlenül kell, hogy valóban sín legyen: az automatizált raktárrendszerek kialakításánál használt, a raktárak folyosóin telepített mágnescsíkok követése, vagy a szűkfolyosós rendszerek (pl.: VNA, a Jungheinrich indukciós elven alapuló technológiája), illetve a fordulópontoknál, rakodó-, tárolóhelyeknél elhelyezett RFID címkék révén a kötött működés szabadabban, egyszerűbben megoldható, mint egy teljes sínrendszer kialakításával [w37].

#### **b. Szabad működés**

Ha szabad mozgásról van szó, a lényeg a külső vezérvonalak vagy jeladók nélküli, „idegen” környezetben való önálló működés. A legfőbb eszközök ennek elérésére a környezetet letapogatni képes szenzorok, illetve a helymeghatározást segítő külső megoldások. Az érzékelés során a közlekedésben résztvevők, illetve az akadályok észlelésére, mozgásuk követésére már nem elegendő a kizárólag RFID címkéket érzékelő szenzorok, illetve a vészmegállásokért felelős egyszerű lézeres érzékelők alkalmazása, itt már pontos környezetfelismerésre van szükség: itt jönnek képbe a már említett gépi tanulási és mesterséges intelligenciát alkalmazó módszerek. A közúti közlekedésben emellett a világszerte pontos helymeghatározás képessége is létfontosságú lehet, itt szerepet játszik az olyan műholdas térképszolgáltató és lokációkövető rendszerek, mint a GPS folyamatos, pontos és megbízható használata.

Az, hogy melyik megoldás alkalmazandó, erősen függ a környezettől: determinisztikus környezetben a kötőpályás, sztochasztikus rendszerben viszont a szabadpályás kialakítások célravezetőek. A környezet meghatározhatósága fontos tényező, mert ugyan a szabadon mozgó AGV-k „bárho” használhatóak, a kötőpályás megoldások kis területen, gyakran használt útvonalakkal sokkal gazdaságosabban biztosíthatóak.

Az önműködő járműveket jelenleg raktári feladatok ellátására használják leginkább. A legalapvetőbb megoldások az egyszerű beltéri szállítóberendezések [w37], de ezen kívül léteznek villástargoncák is, amelyek nem csak az áruk, raklapok mozgatását, hanem azok ki- és betárolását is végzik. Azonban az AGV-k szerepe igazán akkor fog nagy hatást gyakorolni, amikor már nem csak ellenőrzött területeken, épületen belül, hanem a közutakon is alkalmazhatóvá válnak: az önvezető autók nem csak az áru-, hanem a személyszállítás területén is új korszakot nyitnak (ezen a piacon élen járó cégek a Tesla vagy a Volvo, de ezen a területen mutat jeles eredményeket az Amazon és a Google is). A lényeg a közlekedés automatizálásában nem csak az egyes járművek képessége az önálló működésre, hanem azok egymás közötti és az infrastruktúrával való (pl. navigáció, közlekedési lámpák) kommunikációja, amelyek lényeges kihívást jelentenek a szenzorokat és a háttérben működő intelligens szoftvereket fejlesztők számára.

### **3.2.3.3 3D nyomtatás**

Az additív termelés olyan eljárás, amely során nem az anyag elvonásával (esztergálás, marás, faragás, vágás), hanem az anyag hozzáadásával állítunk elő termékeket. Tehát az additív termelés maga egyáltalán nem újkeletű dolog: műanyagtermékek gyártásánál már évtizedek, vas és acél öntésénél már évszázadok óta ez az előállítás módja, de ha csak az élelmiszeriparra, illetve a kenyérsütésre gondolunk, gyakorlatilag az is additív technológiának tekinthető. Az Ipar 4.0-t a legnagyobb mértékben befolyásoló additív megoldás viszont a korábbi lehetőségeknél részletesebb és pontosabb 3D nyomtatás. A 3D nyomtatás lényege, hogy a nyomtató digitális modellek (CAD-modellek) alapján porból, folyadékból vagy apró lemezekből egymásra rakódó rétegeket képez. Az így készült termékek alapanyaga lehet műanyag (PLA, ABS stb.), fém (titánpor), de akár beton (geopolimer beton) is [c6].

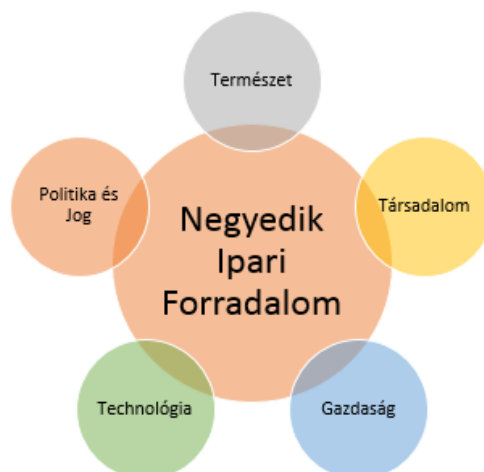
A 3D nyomtatás előnye, hogy nincs szükség különböző szerszámokra, sem pedig teljes gyártósorokra, illetve a munkaállomások közötti logisztika is megszűnik. Ebből fakadóan az erőforráshatékonyság is komoly pozitívum, mivel maga a módszer kevesebb energiát igényel és nem keletkezik felhasználatlan alapanyag sem, nem is beszélve az üzemi terület csökkenéséről. Az egységes alapanyagfelhasználásnak köszönhetően emellett az újrahasznosítás is egyszerűbbé válik. A flexibilitás, a pontosság és a gyorsaság ötvözésének köszönhetően egy a 3D nyomtatás révén előállított termék minőségének kontrollálása, illetve az egyedi megrendelések biztosíthatósága lényegesen könnyebb feladattá válik. A változékony vásárlói igények kiszolgálása olcsóbban és gyorsabban kivitelezhető (OPP, lásd: 3.1.3 Az Ipar 4.0 megoldásai).

Pillanatnyilag a 3D nyomtatás egyik legnagyobb hátránya a használt eszközök ára (több esetben a nyomtatáshoz megfelelő állapotú alapanyag ára is magas lehet, mint például a titánpor esetében, amely drágább, mint az egyszerű titán). További hátrány lehet még az is, hogy bár egyedi termelésnél az előállított termékek gyorsabban készülnek el, viszont a 3D nyomtatás alkalmazása tömeggyártásban lassítaná a teljes folyamatot. Ezen felül az alapanyagok terén sincs széles választási lehetőség (pl. nem lehet keményfát használni hozzá).

A 3D nyomtatás jelenlegi egyik legfontosabb alkalmazási területe a prototípusok és egyedi, egyszerű termékek előállítása (pl. több német autógyár is használja a 3D nyomtatást ritkán cserélendő, de adott esetben fontos alkatrészek pótlására) [t7]. Fontos terület az orvostudomány is, hiszen az egyedi protézisek, műszervek előállításában óriási előnyt nyújt a részletes tervezhetőség és a pontos kivitelezés, ezen felül viszont idő és alapanyagmegtakarítás érdekében a módszer amolyan kísérleti jelleggel jelen van az építőiparban is (pl. a Rancho Mirage Kaliforniában, amely egy nyomtatott házból álló teljes

városrész, [c35]). Az általános ipari használaton túl fontosnak tartom megjegyezni az otthoni előállítás lehetőségét is. A DHL jövőbeli logisztikai kihívásait fejtegető tanulmányában az egyik legnagyobb hatású találmányként az otthoni 3D nyomtatókat tekintik – Elterjedtségüket a mosógépekéhez hasonlítják, az otthon előállított termékekről pedig úgy vélik, hogy a jövőben akár teljességében átalakíthatják az ipar és a logisztika területét [t9].

## |4 A negyedik ipari forradalom környezete



|4. Ábra: A negyedik ipari forradalom és a STEEP-modell  
Forrás: Saját szerkesztés

Az alábbiakban a negyedik ipari forradalom környezetét és hatásait fogom elemezni. Célom nem az, hogy a leírtakkal előrejelzést, „jóslatokat” szolgáltatassak – hiszen közel sem valószínű, hogy a leírt következmények maradéktalanul vagy akár csak nagyjából bekövetkezzenek – hanem sokkal inkább az, hogy átfogó képet alkossak arról, hogyan is „tervezi” befolyásolni világunkat ez az újkeletű eseménysorozat. A célom az, hogy elméleti alapot szolgáltatassak az Ipar 4.0-hoz hasonlatos elképzelések megvalósításához, és összegyűjtssem az érintett körülményeket, illetve ezeket a körülményeket kontextusba helyezzem, rávilágítsak azokra a területekre, ahol változás lehetősége áll fent és behatároljam ezen változások irányát.

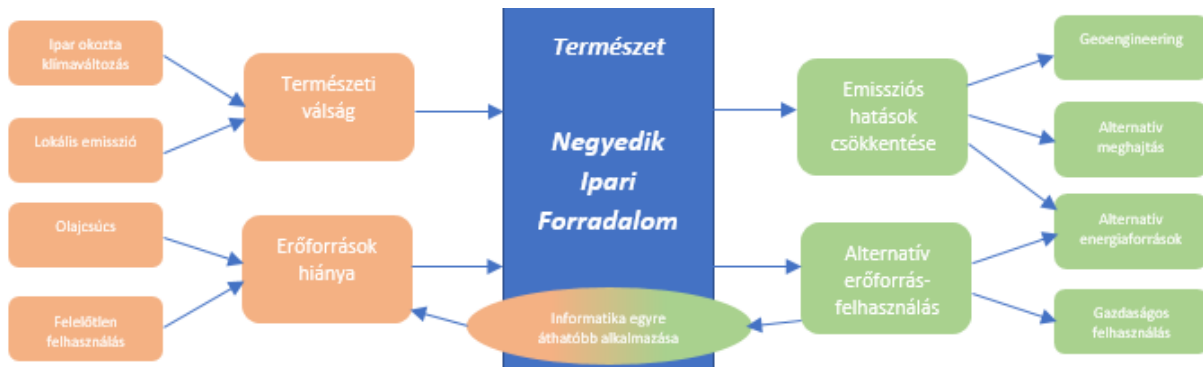
Elemzésem központi váza az úgynevezett STEEP modell. A STEEP modell egy kifejezetten egyszerű modell, melynek lényege egy vállalat környezetének vizsgálata, illetve a vállalat lehetőségeinek elemzése ebben a környezetben. A körülmények öt fő területen vizsgálhatóak, nevezetesen a társadalom (S), technológia (T), természet (E), gazdaság (E), illetve a politika és jog (P) területén.

Egy olyan műszaki központú eseményt, mint amilyen a negyedik ipari forradalom, egy a vállalatokat célzó elemzés középpontjába tenni elsősre meglehetősen karakteridegennek tűnhet, azonban nem szabad elfelejteni, hogy egyrészt a STEEP-modellben megjelenő tényezők általános hatásúak, tehát azokat nem csak szervezetek esetében, hanem akár projektekre, eseményekre vonatkozóan is vizsgálni lehet, másrészt pedig az előző fejezetben (lásd: 3 Az Ipar 4.0) kifejtett Ipar 4.0 (amely a negyedik ipari forradalom elképzelések egyik alapja) kulcseleme a vállalati adaptáció, tehát azok a tényezők, amelyek az Ipar 4.0-t alkalmazó (vagy azt alkalmazni tervező) vállalkozásokra hatással vannak, lényegében a lent látható modellben is szereplenek. Az alábbiakban általam foglalt nézőpont szerint akár a negyedik ipari forradalom tekinthető egy cégnek is, melynek tradicionális értékeit az 1. fejezet írja le, működése a 2. fejezetben foglaltakon alapul, működési területe pedig (többé-kevésbé) az egész világ.

Az elrendezés megalapozott, lényegében kívülről haladunk befelé, vagyis először az általános érvényű és nehezen befolyásolható természet, utolsóként pedig a gyakran (néha mondhatni önkényesen) módosuló, sokszor megkérdőjelezhető hatású politika és jog kerül terítékre. Az egyes alfejezetekben a cél megvizsgálni az adott téma környezeti elemeinek hatását a negyedik ipari forradalomra, majd a megvalósuló, „működő” ipari forradalom ezen tényezőkre ható befolyásoló erejének kifejtése.

## 4.1 Természet

# STEEP



15. Ábra: A negyedik ipari forradalom természeti előzményei és következményei  
Forrás: Saját szerkesztés

### 4.1.1 Természeti előzmények

#### 4.1.1.1 Globális környezeti válság

A világ melegszik. Az elmúlt mintegy 60-70 évben a Föld átlaghőmérséklete közel 1 °C-kal nőtt [c25]. Ha összevetjük az egyes táblázatokat, akkor láthatjuk, hogy ez a változás erősen összefügg az üvegházhatású gázok kibocsátásával, magyarul az iparral és a fejlődéssel, tehát a globális felmelegedés nagyrészt az emberi tevékenységből a légkörbe került üvegházhatású gázok által visszavert napsugaraknak köszönhető. A globális hőmérséklet emelkedése egyes becslések szerint 2100-ra elérheti az ipari forradalmak előttihez képest a 2-3 °C-ot is. Ez olyan szintű változás, amely az egész Föld klímáját katasztrofális mértékben befolyásolja: kiszámíthatatlanná teszi a tengeri és légi áramlatokat, az olvadó jégsapkák miatt megemeli az óceánok vízszintjét, ezzel elárasztva a világ sűrűn lakott, mélyen fekvő tengerpartjait, kiszámíthatatlanná teszi az időjárást, ezzel a termés hozamot, így okozva milliókat érintő katasztrófákat, éhezéseket, és persze még sorolhatnánk. Emellett felvetülő amolyan mellékes – de nem hanyagolható – problémák még a talaj- és vízszennyezés, illetve az ökoszisztémák világszerte lokális okokból, az ipari szennyezés miatt (textil, kozmetikumok, vegyészet) történő pusztulása is. Minden gyakorlatilag visszavezethető a fejlődéssel járó károsanyagkibocsátás, az emisszió folyamatos növekedésére.

A világban az üvegházhatású gázok kibocsátását elsősorban az energiatermelés vállalja magára (2016-ban a teljes kibocsátás mintegy háromnegyede). Ebből is a legkomolyabb szeleteket az ipar, a közművek és a közlekedés viszik. Az ok egyértelmű: a fosszilis tüzelőanyagokat felhasználó erőművek (összesen több, mint 40%) és járművek (kb. 16%) annak elégetése során szén-dioxidot és más káros anyagokat bocsátanak ki magukból, de ez éppúgy igaz a műanyagok (2%), a beton alapját képező cement (3%) és a műtrágya (6%, főleg metán, dinitrogén-oxid kibocsátás) előállításánál is. [c24]

Ez az ipari fejlődés szempontjából rossz hír, hiszen ahogy a világ termelés és értékhozzáadás tekintetében egyre inkább felfelé törekszik, ezek a területek mind egyre fontosabb tényezővé válnak. Az előállítás egyre komolyabb energiaszükségleteket mutat, a szállítmányozás egyre nagyobb méreteket ölt, egyre hosszabb távolságokat, egyre sűrűbb járatokat igényel, arról nem is beszélve, hogy a növekvő népesség folyamatos növekedésre készíti a komoly hatását (a kibocsátás majdnem 18%-áért felelős) mezőgazdaságot is.

#### 4.1.1.2 *Erőforráshiány*

Az ipari forradalmat megelőzően a világ energiafogyasztása a mai szintekhez képest gyakorlatilag nulla volt. Bár a vas-és acélfeldolgozás már létezett, egy hagyományos kovácsműhely közel sem igényelt annyi tüzelőanyagot, mint egy XIX. századi kohó. Gyakorlatilag minden szükséges erőforrás megújult, a természet gabona és a kitermelhető fa mennyisége legfeljebb rövidtávú ingadozásokat mutatott. Az ipari forradalom beköszöntével viszont minden megváltozott. A gépek óriási mennyiségű tüzelőanyagot igényeltek, a fejlődés azelőtt soha nem látott mértékű mezőgazdasági terméshozamhoz és népességrobbanáshoz vezetett. Az emberiség ökológiai lábnyoma – amely azt jelzi, hogy mennyi földterület szükséges annak ellátásához, ebbe beleértve az élelemtermesztést, állattenyésztést, a vizet, az energiahordozók kitermelését és a hulladékkezelést – az 1970-es évekre nagyobb lett, mint amennyit a Föld szolgálni képes. Ettől az időszaktól kezdve az egy főre eső ökológiai lábnyom a gazdaságosságra való állandó törekvésnek köszönhetően nem igazán nőtt 2,7 ha fölé, ezzel szemben a Föld terhelhetősége drasztikusan csökkent: míg 1961-ben a biokapacitás 3,1 ha/fő volt, addig ez 2017-re mintegy felére, 1,6 ha/fő-re zsugorodott, tehát a lehetőségekhez mérten 170%-os a terheltség. [w17] [w18]

A probléma nagyvonalakban két fő részre bontható: rossz gazdálkodás és a nem megújuló erőforrások fogyása. Az új korszak nagy kérdése ezeken a területeken nem az, hogy pénzügyileg és technológiailag van-e lehetőség az előrelépésre, hanem az, hogy a környezetünknek, a bolygónknak lesz-e rá kapacitása.

A rossz gazdálkodás nagyvonalakban annyit jelent, hogy az erőforrások elosztása nem tökéletes, kontrollálatlan, azt döntően rövidtávú fiskális célok vezérlik. Ez érint olyan területeket is, mint a vízgazdálkodás, vagy az élelemtermesztés: felmérések szerint 2025-re a világon mintegy másfél milliárd ember fog olyan területeken élni, amely vízhiánnyal küszködik (az amerikai Yale egyetem felmérései szerint a jelen közel-keleti konfliktusai már a víz feletti uralomért zajlanak [c41].) [c14], a termelt élelmiszerek jelentős része (az IFPRI szerint 2019-ben ezek 14%-a) a tárolás során, még a forgalomba hozatal előtt elveszik a szegény országokban hiányzó tárolási megoldások (tartósítás, hűtés) és a gazdagabbakban jellemző túltermelés miatt [c13]. A javuló életkörülmények a fogyasztói szokásokat is befolyásolják: Kelet-Ázsiában folyamatosan nő a nagy erőforrásigényű hús és tejtermékfogyasztás, az Egyesült Államokban a megvásárolt ételek 20-30%-a pedig a szemétben végzi [w14].

A rossz elosztás viszont jellemző más területeken is: az építőiparban általános portlandcement előállításához szükséges homok is egyre ritkább kincsnek számít. Alapvetően a betonépítményekhez is használható (tehát nem sivatagi) homok hiánya nem jelent azonnali problémákat, de a gazdasági fellendülésekkel (amit az Ipar 4.0-féle koncepciók is megcéloznak) járó építkezési óriásberuházások (amilyen Kínában is tapasztalható a század eleje óta) szükségessé teszik ennek a meglepően fontos alapanyagának a rendelkezésre állását [c9] [16]. Hasonló a helyzet a műanyagtermékek és csomagolóanyagok területén is. A műanyagok rendkívül jó tulajdonságokkal bírnak: hőtűrő, könnyen alakítható, mégis tartós anyagok, egyszerűen előállíthatóak – éppen ezek a pozitív tulajdonságok eredményezik a hosszútávon nem fenntartható egyszeri felhasználásra építő alkalmazást. Arról nem is beszélve, hogy a legtöbb műanyag előállításához szükséges egy a gazdaság számára kulcsfontosságú alapanyag a kőolaj...

A járműveinket és erőműveinket pillanatnyilag leginkább az olaj és más szénhidrogének (földgáz, kőszén) hajtják, a bökkenő pedig pont itt van: az olajcsúcs. Egyes kutatások szerint jelenleg az olajcsúcs korszakát éljük, vagyis a kitermelhető olaj mennyisége 2006-ban érte el a csúcsát. Bár az új lelőhelyek és az egyre specifikusabb feldolgozási, finomítási módszerek képesek „emelkedőben tartani” a görbét, de feltehetően legfeljebb évtizedek kérdése, mire téma lesz, hogy az olajalapon működő erőművek és járművek piaca egyszerűen a hiány miatt nem lesz tovább bővíthető. Az előrejelzések szerint hamarosan a többi nem-megújuló energiaforrás, a földgáz, a szén és az urán is követni fogja az olaj által vázolt mintát. Pillanatnyilag a kitermelő vállalatok részéről a szinten tartás a



cél, azonban ez közel sem elegendő, hogyha egy új, valóban hosszútávú hatást gyakorló ipari forradalmat akarnak szolgálni. [w15] [t11]

## 4.1.2 Természeti következmények

### 4.1.2.1 Zéró kibocsátás és a klímaváltozás hatásainak csökkentése

Az ipar és a logisztika történelemformáló átalakulása folyamatosan a média fősodrában kap helyet. Az, hogy ezen átalakulások sikeressége milyen arányban áll a hangzatoságukkal, már másik kérdés. Természetesen mindenki hallott már az alternatív üzemanyagokról, az elektromos, vagy gázüzemű járművekről. Az elektromos, illetve hibrid üzemeltetésű autók vásárlása most mondhatni divatos jelenség. A Bloomberg 2016-os (és egyelőre igencsak pontosnak ígérkező) előrejelzése szerint az elektromos autók száma az utakon 2040-re meghaladja a 400 milliót, és az ilyen módon meghajtott személygépkocsik több, mint 35%-át fogják kitenni az új eladásoknak [c4]. A fejlesztések természetesen nem korlátozódnak az egyéni személyszállításra, a Volvo, a Ford és a Tesla is rukkolt már elő teljesítményében versenyképes elektromos meghajtású kamionokkal [c8], Kínában pedig már 2017-ben vízre bocsátották az első elektromos meghajtású teherhajót [c5]. (A nagy távolságra, tömeges áru és emberszállításra alkalmas repülőgépekre még várni kell, mivel még a legfejlettebb lítiumion-akkumulátorok energiasűrűsége sem elegendő egy nagyméretű utasszállító megemeléséhez [c2].) A kérdés az, hogy ez vajon elég-e? Hiszen az autót vezető személy lehet, hogy jobban érzi magát attól, hogy a káros anyagok nem közvetlenül az ő járművéből távoznak a légkörbe, azonban ettől még az az energia, amit felhasznál, valahol létrejön (sőt még több tüzelőanyagot igényel, mint azelőtt – erre egy klasszikus vicc az olajgenerátorral közvetlenül működtetett elektromos töltőállomás). Az átalakítás tehát sokkal inkább az áramfejlesztő erőműveket kell, hogy érintse, mint a végfelhasználói eszközöket. Ezt a témát a következő alfejezet (lásd: 4.1.2.2 *Alternatív erőforrások és optimalizálás*) fejt ki részletesebben.

A globális felmelegedés kezelésében drasztikus változtatásokat vetít előre az úgynevezett geoengineering is. A geoengineering magyarul a klímaváltozás nagyszabású, mesterséges módszerekkel történő megfékezését, visszafordítását jelenti. Az Oxford egyetem ehhez kapcsolódó honlapja két kategóriába sorolja az erre vonatkozó megoldási lehetőségeket: napsugárzás menedzsment (SRM) és üvegházhatású gázok kivonása a légkörből (GGR). Ezekbe a csoportokba olyan utópisztikus megoldások sorolhatóak be, mint a felhők és a földfelszín reflektívabbá tétele, úrbéli tükrök (napellenzők) alkalmazása, illetve a sztratoszférában elszórt apró, fényvisszaverő részecskék felhasználása az SRM részéről vagy nagyszabású faültetési programok, a talaj és az óceánok szénmegkötő képességének növelése, világszerte elhelyezett, CO<sub>2</sub> kivonására alkalmazható létesítmények telepítése a GGR oldaláról. A Föld klímájának befolyásolása geoengineering révén nem feltétlenül tekinthető a negyedik ipari forradalom következményének, de annak módszerei nagyban elősegíthetik a kivitelezését. Mindenesetre maga a módszer nyilvánvalóan komoly kételyeket vet fel. Egyrészt a nagyszabású tervek némelyike óriási költséggel járna, másrészt azok drasztikus hatásai is elég bizonytalanok: felboríthatják a természetes klímaváltozás folyamatait is, az élővilágra gyakorolt hatások nem tisztázottak, elképzelhető, hogy a megoldások a visszájára fordítják a felmelegedést, ezzel globális lehűlést okozva. Nem mellesleg etikai (de akár racionálisnak nevezhető) szempontból is kérdések vetülnek fel: az ember által évszázadok alatt „természetesen” kialakított körülményeket pár év-évtized alatt szándékoltnak visszafordítani sokkal direktbben ellene megy a természet törvényeinek, mint maga a fokozatos iparosodás. [w39]

Igazság szerint a klímaváltozás elleni megoldások mind-mind a jólét és a gazdasági fejlődés folyamatos fenntartását szolgálják. A természet megóvásának egyetlen igazi megoldása van: a gazdaság és a jólét visszaesése – de ilyen áldozatot senki sem hajlandó meghozni.

#### **4.1.2.2 Alternatív erőforrások és optimalizálás**

##### **a. Élelmezés**

Az élelmezés, a vízfelhasználás problémáira a megoldást könnyedén jelenthetik az optimalizálás módszerei. Például sokat jelenthet a víz-infrastruktúra fejlesztése: az elosztás szabályozása, az esővízgyűjtés maximalizálása, a talajvízkészletek szenzoros, vagy adatbányászat, mesterséges intelligencia alapú felderítése, folyószabályozások, öntözés optimalizálás, stb. A mezőgazdaság egyértelműen célterülete lehet az Ipar 4.0 technológiák fejlesztőinek. A Big Data elemzések a hozammaximalizálás szempontjából kulcsfontosságúak lehetnek, a szenzoros, műholdas követés a legelő állatok tartását segítheti, a drónok, a mintafelismerő mesterséges intelligencia használata a növénytermesztésnek jelenthet előnyöket, de éppen úgy biztosíthat hozamnövekedést és időbeli nyereséget az automatikus mezőgazdasági gépek alkalmazása is. A globális ellátási láncok (hálózatok) kifejlődése az élelmiszeriparban lehetővé teszi az elmaradott területek becsatlakozását a technológiai fejlődésbe, elősegítheti az egyre olcsóbbá váló gépesítési, műtrágyázási és génmódosítási módszerek elterjedését. Az időnyereség, a tartósítási megoldások fejlődése a piac elemzésére irányuló tevékenységek mind szolgáltatást tehetnek a pazarlás és veszteségek csökkentésében.

Másik részről viszont ott van az ételekhez való modern korszakban jellemző általános hozzáállás és az étrend. A National Geographic szerint a világban megtermelt gabonának csak 55%-a kerül emberi fogyasztásra, a maradék (kiszárazt, 9%-ban a bioüzemanyagok előállítására is, viszont) nagyrészt az állattartomány etetésére (36%) szolgál. Ez a megoldás 100 kalóriányi terménnyel mindössze 40 kalóriányi állati élelmet termel, magyarul az ipari forradalom kezdete óta aránytalanul nagy húsfogyasztás rendkívül pazarló módszer [c22]. Ennek átalakítása talán az, amiben az ipari fejlődés nem sokat tud hozzátenni: a húsfogyasztás növekedése egyértelműen keresleti oldalú tendencia. Esetlegesen a változást a húshelyettesítők piaca hozhatja el, amely az elmúlt időszakban óriásit lépett előre, és előreláthatóan 2027-re a háromszorosára, 11 milliárdról közel 36 milliárd dollárra bővül [w41].

##### **b. Nem megújuló építő- és csomagolóanyagok**

Alapvetően a homok, a szilícium, így a mikroelektronika, az energiatárolók és napelemek piaca nincs veszélyben, viszont sokkal komolyabb problémákkal néz szembe az építőipar, hiszen a mindenhol használt portlandcement előállításához nem jó akármilyen homok, annak megfelelő durvaságúnak és szemcseméretűnek kell lennie. Az építőipari homok hiánya pillanatnyilag egy elég újkeletű, még nem egy minden oldalról vizsgált problémakör, de a folyamatos népességnövekedéssel és az Ázsiát, illetve Afrikát elérő óriási építkezési beruházásokkal egyre fontosabbá válik. Egyelőre a kérdéskör talán letudható volna annyival, hogy minimalizálni kell a homok felhasználását, értve ezalatt a geopolitikai, vagy turisztikai célú szigetépítések mellőzését (pl. Kínában, vagy az Egyesült Arab Emírátságokban), illetve a beton újrahasznosítását adalékanyagként. Mindazonáltal alternatívák is léteznek, ilyen például az Aircrete is, ami gyakorlatilag beton, amelyben légbuborékok vannak, így azonos méreteket sokkal kisebb tömeggel és kevesebb alapanyag felhasználásával lehet biztosítani, illetve a 3D nyomtatás építőipari alkalmazása, ahol ugyan szintén betont (geopolimer betont) használnak fel, de a módszer önmagában véve sokkal gazdaságosabb a hagyományos öntésnél. Nem kifejejtendő ezeken kívül a fa nagyszabású használata és az újrahasznosított műanyagokból (PET, PVC) készült – egyébként kifejezetten előnyös, olcsó, könnyű és jó hőszigetelő – építőanyagok lehetősége sem [c3].

A műanyagok fenntarthatatlan termelésére és az egyszeri felhasználás okozta hiányra a megoldást az újrahasznosítás jelentheti. Pillanatnyilag az újrahasznosítást a különböző médiumok a környezetet (lakóövezeteket, tengereket, erdőterületeket) érő amolyan „esztétikai” problémák csökkentése miatt emlegetik, és csak ritkán hozzák fel, hogy lassanként az eljárás nem lehetőség lesz, hanem szükség. A Veolia szerint az 1950 és 2015 között legyártott 8.3 milliárd tonnányi műanyagnak mindössze 9%-a került újrahasznosításra, és 45%-a hever szeméttelpeken (ez a jelenleg használatban lévő 30% másfélszerese). A műanyag újrahasznosításában az elmúlt időszakban sok jelentős gazdaság



előrelépett, ilyen India (60%), Dél-Korea (45%) és az EU (30%) is (Veoila, 2017), de ezek számai még mindig nem elegendők, hiszen a fenntartható működéshez 100% közeli (akár afölötti) hatékonyság szükséges. Itt is léteznek természetesen alternatívák, például a kőolaj helyettesítése növényi olajokkal, vagy ott van többek között a 3D nyomtatáshoz használt PLA, amelynek alapanyaga a kukoricakeményítő, de a kulcsot mégis inkább a felhasználás köré épült „kultúra” átalakítása jelentheti: a műanyagcsomagolásokat tartós, többször felhasználható módon volna érdemes alkalmazni, az előállításnál figyelembe kellene venni az egyes csomagolóanyagok tartósságát, tisztíthatóságát is. [w46]

### c. Nem megújuló energiaforrások

Az olaj és más fosszilis energiahordozók ára növekedni fog, az ipar és a technológia összességének fejlődési potenciálját megalapozó energiagazdálkodás pedig veszélybe kerül, nem beszélve a fosszilis energiahordozók okozta óriási károkról. Mi a teendő? Alternatívák felé kell fordulni: erre pillanatnyilag a legelterjedtebb megoldás az atomenergia felhasználása, de ennél a közelítő „uráncsúcs”, a magas ár, a fegyverkezéshez köthető tulajdonságai miatti politikai feszültségek, a lakosság bizalmatlansága, illetve a radioaktív hulladékok kezeléséből adódó problémák miatt lényegesen nagyobb reklámértéke van a szél- és vízerőművek, illetve a napenergiatelepek alkalmazásának. Ezek a fenntartható energiaforrások óriási fejlődésen mentek keresztül az elmúlt ötven évben, a nap- és szélenergia ára a töredékére csökkent, mára már olcsóbbá váltak, mint az olaj. Viszont a megújuló energiamegoldások 2019-ben még mindig csak a teljes energiatermelés 11%-át tették ki világszerte, ráadásul még komoly fejlődés elé kell, hogy nézzenek, ugyanis az ilyen jellegű erőforrások földrajzilag igen korlátozott mértékben érhetőek el, továbbá intenzitásuk állandó ingadozása miatt nehezen alkalmazhatóak stabil áramszolgáltatásra (arról nem is beszélve, hogy nagy területigényeik miatt sokszor a természetes élővilág kiirtásához kell folyamodni, a megépítésükhöz szükséges óriási nyersanyagigény pedig az acélgyártás okozta károsanyagkibocsátást erősíti).

A természet erőinek kiaknázása egy hatékony, de lassú folyamat, melynek megvalósítása rendszerszintű átalakításokat igényelhet. Viszont a jövő energiaellátásának lehetőségeihez tartozik még egy nagyon izgalmas téma, az úgynevezett fúziós erőművek alkalmazása is. A fúzió több, mint pusztán alternatíva, a két atommag egyesüléséből felszabaduló energia mértékéhez egyik korábban említett megoldás sem fogható. Ennek biztonságos és hatékony alkalmazására viszont még várni kell. Kísérletek ugyan léteznek, ilyen a Franciaországban épülő ITER is, amely feltehetően az első működő fúziós erőmű lesz a világon, ha egyszer üzembe helyezik [w25], de a módszer lehetőségei és veszélyei egyelőre tisztázatlanok. Minden esetre a fúziós energiába való beruházások mérete figyelemre méltó, ezek eredménye pedig nagy valószínűséggel a jövő „tisztá” energiára építő iparát is gyökeresen befolyásolni fogják.

Viszont a tartalékok megóvásáért nem csak a világ működésének gyökeres átalakításával, hanem a jelenleg meglévő módszerek módosításával is törekedni lehet. Például ott van az úgynevezett „zöld logisztika”. A zöld logisztika nem kizárólag a károsanyagkibocsátáshoz hozzájáruló energetikai megoldások leváltását jelenti: a kulcs talán nem is az erőforrások drasztikus átalakítása, hanem – kezdetben legalábbis – azok felhasználásának optimalizálása. Az egyik legkomolyabb kérdést például a logisztikában megjelenő üresjáratok és a nem előrelátó útvonaltervezés vetik fel (a Trans.eu szerint az egyes közúti teherszállítmányok egyötöde üresjárat [w45]). Ezek kiküszöbölésére a megoldást a kommunikáció, illetve a digitalizálás jelentheti. Például egy Európaszerte működő fuvarozó vállalat számára egy-egy kamion optimális megrakodása komoly költség- és kibocsátásbeli különbségeket jelenthet, akár csak a gazdaságos útvonalválasztás. Ezek tervezéséhez, szervezéséhez, illetve nyomon követéséhez a szoftveres támogatás alkalmazása a legideálisabb (pl.: TMS, Freightview, LogistaaS) [w45]. Viszont a rossz szervezés okozta pazarlás nem csak az országutakon, hanem sokszor termelőüzemekben belül is jelentkezik, ahol szintúgy a megfelelő tervezés és a folyamatos monitorozás, az IoT vagy a CPS-ek alkalmazása adja a megoldást – az automatikus működés számottevő

energiamegtakarítást jelenthet. Így van ez maguknál az előállított termékeknél is: mára már a jogszabályok világszerte célba vették a pazarló elektronikai berendezéseket (pl. 2014-ben az EU betiltotta az 1600 W-nál nagyobb teljesítményű porszívók forgalmazását, mondván, hogy azok 2005-ös európai szintű együttes fogyasztása 18 TWh volt [c23]), de a marketing területén is értékes lehet, hogy hány „plusz” szerepel az „A” után egy háztartási gép címkéjén, arról nem is beszélve, hogy a megjelenő okos termékek révén a pillanatnyi, egyedi fogyasztás ellenőrizhetővé és szabályozhatóvá válhat.

#### **4.1.3 Az informatika szerepvállalása a természetre gyakorolt hatásokban**

Vessünk egy pillantást az informatikára, illetve nem csak annak gyakran emlegetett pozitív, hanem ritkán megnevezett az erőforrásokat és természetet érintő negatív hatásaira. Itt nyilvánvalóan nem a hozzáadott érték jelent gondokat, nem az optimalizálás és a termelésirányítás terén nyújtott segítség az, ami elősegíti a környezet rombolását. Magától értetődő, hogy informatikai eszközeink leginkább az ipari termelés tárgya, illetve eredményeként, és nem annak részeként okozzák a környezetterhelési konfliktusokat: már maga az előállítás is komoly problémákat jelent, egy számítógép gyártásához szükséges káros vegyi anyagok tömegének tízszeresét teszik ki [c33].

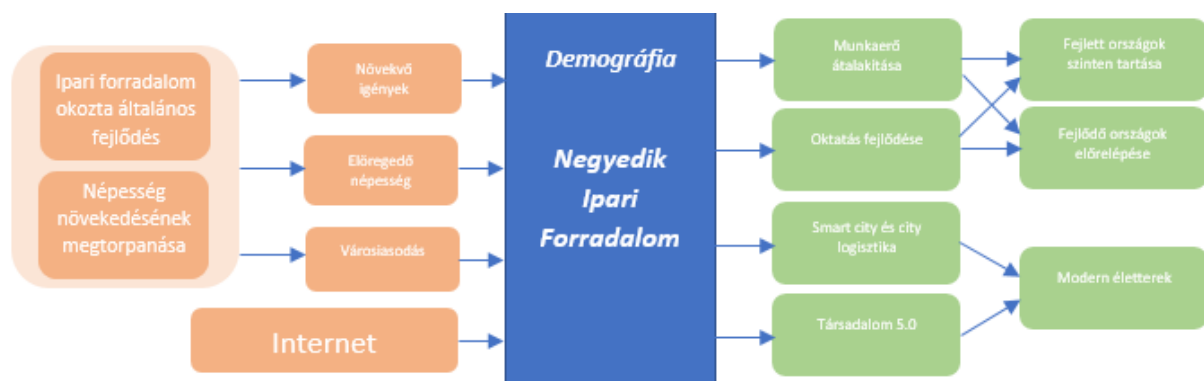
A számítástechnika komoly fejlődésen ment keresztül, ez viszont a nehézségeknek nem csak megoldója, hanem okozója is. Moore törvényének megfelelően a személyi és munkahelyi célokra használt készülékek egyre több adatot továbbítanak és dolgoznak fel, és ezzel együtt egyre több energiát is fogyasztanak: egy átlagos PC évente 746 kW-ot [c33], ezt pedig a Big Data és a beágyazott rendszerek elterjedése tovább növeli. Viszont a teljesítménynövekedés együtt jár a hatékonyság emelkedésével, vagyis a növekvő fogyasztás önmagában nem probléma, hiszen elvileg egy számítógép visszahozza ezeket a költségeket (pl. a számításokat termelés, vagy szállítmányozás optimalizálására, hiányában papírokra jegyzett adatok tárolásra használja fel, vagy másik irányból megközelítve a dolgot a felhasználó ahelyett, hogy autóba ülne és elmenne moziba, vagy vásárolni, otthon egy streaming-szolgáltató, vagy egy webáruház segítségével teszi meg ugyanezt).

Magánál az aktív használatnál nagyobb gondot jelent a nagymennyiségű energiaszemétermelés. Energiaszemétermelnek az otthon, vagy munkahelyen bekapcsolva (sőt, csak az elektromos hálózaton) hagyott gépek, ha nagyon szigorúan vesszük, még a mobiltelefonjaink, a gyári okoseszközök folyamatos hálózati kapcsolata is hozzájárulhat a pazarláshoz. De az energiaszemét kibocsátására jelent kiváló példát a gazdaság informatikai alapú forradalmasítását célzó kriptovaluták bányászása is: a Cambridge Egyetem Bitcoin Áramfogyasztási Indexe (CBECI) szerint a Bitcoin megszerzésére irányuló törekvések okozta energiafogyasztás vetekszik Argentína ökológiai lábnyomával [c36]. Azért sorolom a kriptovaluták bányászását az energiaszemét kategóriájába, mert az nagyvonalakban olyan, mint a tombolahúzás: az nyer többet, aki többet tesz bele, magyarul a hozzáadott munka önmagában véve nem térül meg, a bányászatra befogott nagyteljesítményű gépek gyakorlatilag egymással versenyeznek és akkor is energiát használnak fel, ha magához a titkosításhoz nem is tesznek hozzá (az allegóriát szem előtt tartva: egy bányában is sokkal több a kő, mint az arany). Tehát lényegében az informatikában megjelenő újító megoldások nem a fogyasztás és így a kibocsátás visszaszorítására, hanem inkább a megspórolt energia révén megnyíló piaci lehetőségek kihasználására törekszenek.

Az, hogy az elektronikára és informatikai megoldásokra a termelésben, a hétköznapiakban és akár az újfajta pénzügyi környezetben épülő gazdaság a hagyományos „füstös” szemléletnél károsabb lehet-e, még képlékeny, ennek figyelemmel kísérése, illetve optimalizálása jelentős feladat lehet a jövőben és a negyedik ipari forradalom koncepciójának tervezésében. Fontosnak tartom megjegyezni, hogy attól, hogy a számítógépek által biztosított hatékonyság és optimalizálás hozzájárul a „zöldítéshez”, az informatika még nem fog mentesülni az emisszió és a pazarlás felelőssége alól.

## 4.2 Társadalom

# STEER



16. Ábra: A negyedik ipari forradalom társadalmi előzményei és következményei  
Forrás: Saját szerkesztés

### 4.2.1 Társadalmi előzmények

Az elmúlt ezer évben, a világ népességének alakulása nagy vonalakban növekvő tendenciát mutatott. Ez a növekedés az első ipari forradalommal viszont óriási lendületet vett, 1800-ra az emberek száma a Földön elérte az egymilliárdot, a meredek emelkedés pedig tovább folytatódott, 1950-re kettő és fél-, napjainkra több, mint hétmilliárd a világban élők száma. Ennek oka egyértelmű: a modern technológiák és a fejlődő orvostudomány gyengítették az éhezést, a járványok és a betegségek hatásait, a gyermekhalandóság drasztikusan lecsökkent, ezzel pedig a várható életkor megnőtt.

Az ipari forradalmak kezdetétől szinte minden egyes nap elmondható, hogy „a világ még sosem volt olyan jó hely, mint ma” – legalábbis, ha az egyes mutatókat, például az emberi fejlettségi indexet (HDI) nézzük, amelyet a várható életkor, az iskolázottság átlagos mértéke és a bruttó nemzeti jövedelem alapján számolnak. Ez gyakorlatilag párhuzamosan változik a népességgel: az általános technológia, az élelmezés, az orvoslás javulása, így pedig az elérhető javak értékének növekedése hosszabb, egészségesebb, biztonságosabb életet eredményez. A népesség ilyen jellegű változása nem újkeletű vagy váratlan dolog: a XVIII. század óta igaz volt Angliára, Észak-Amerikára, a kontinentális Európára, majd Kelet-Ázsiára és Dél-Amerikára is, hogy először a népesség, majd pedig az életminőség növekedett ugrásszerűen.

Furcsán hangozhat elsőre, de ahogy az elmúlt évszázadokban a jólét növelte a népességet, úgy 2100-ra a jólét fogja csökkenteni is. Erre a következésre többek között az ENSZ vizsgálatai jutottak, melyek több okra vezetnek vissza azt, hogy a század végére az emberek száma a Földön lassú csökkenésbe fog kezdeni. Ezek közül az egyik legalapvetőbb a termékenység visszaesése. Míg a népesség fenntartásához átlagosan egy nőnek 2,1 gyermeket kell világra hoznia, addig ez a szám világszinten az 1950-es 5-ről mára a felére, 2,5-re csökkent, 2100-ra pedig várhatóan bezuhan 2 alá. Ez a fajta termékenységcsökkenés nem egészségügyi, sokkal inkább társadalmi és gazdasági okokra vezethető vissza. A gazdaságilag fejlett társadalmakban, mint amilyen Európa, Észak-Amerika és amilyen az óriási népességű Kelet-Ázsia is, egy gyermek vállalását általában komoly tervezés és felkészülés előzi meg (pl.: karrier vagy család kérdése), ennek kivitelezésében pedig a szexuális kultúra (óvszergumi, fogamzásgátlók használata) és a terhességmegszakítás elérhetősége is szerepet játszik, arról nem is beszélve, hogy például Japánban már maga a párkeresés és a családalapítás is nehézségekbe, újonnan kialakuló társadalmi korlátokba ütközik. (Természetesen nem kifejejtendő a világ pillanatnyilag még legnépesebb országának számító Kína kormányzata által a közelmúltban alkalmazott, talán túlságosan is jól sikerült egygyerekes családokat támogató politikája sem.)

Tehát a legfontosabb demográfiai tendenciák, amelyek a negyedik ipari forradalmat befolyásolhatják, a népesség átlagos életminőségének javulása, illetve ezzel párhuzamosan ezen népesség növekedésének megtorpanása. (Az egyébként jelentős migrációs tényező egyedi vizsgálatától jelen témába való nehéz adaptálhatósága miatt most eltekintek.) Ezek a tendenciák három kiemelt területen testesülnek meg:

#### **a. Fogyasztói igények növekedése**

A fejlődő országokban az általános fejlődési indexek (pl. HDI) növekedést mutatnak, a fogyasztás mennyisége egyre nagyobb, a fogyasztott termékek és szolgáltatások minősége pedig szintúgy emelkedik. Ezek az országok elsősorban dél-kelet-ázsiai országok, ilyenek az indiai szubkontinentet érintő területek, Indonézia, de hasonló útra tér az afrikai szub-szaharai régió is. A vagyoni helyzet is erősen megváltozik, a mélyszegénységben aránya egyre csökken, az ezt ábrázoló táblázatokon a mélyszegénységen kívül élők (1,90 nemzetközi dollár feletti napi keresetűek) számát mutató terület tölcészerű formát vesz fel, vagyis nem csak arány javul, hanem a rossz életkörülmények között élők száma is egyértelműen csökken. Afrikában ez az érték változatlan – kb. 500 millió fő –, Ázsiában pedig erőteljesen zuhan, az 1990-es több, mint másfélmilliárdról kevesebb, mint kétszázmillióra csökkent (zmescience.com).

Az elsőszerű probléma az, hogy ezeket a területeket érinti a legjobban a modern népességrobbanás is. A kérdés adott: biztosítani lehet a növekvő mennyiségi igényeket az életminőség javulását mutató tendenciáknak megfelelő minőség biztosítása mellett?

#### **b. „Túlfejlődés”**

Ahogy a születési számok csökkennek, úgy növekszik az átlagéletkor is, ez pedig különösen igaz a jelen legfejlettebb országaira, például Nyugat-Európára, Japánra. Az Ipar 4.0 (Industrie 4.0) koncepciója nem titkoltan azt a célt is szolgálja, hogy csökkenő, elöregedő népesség mellett biztosítsa Németország és Európa világszinten elért gazdasági előnyét a megjelenő új versenytársak mellett.

Egyfelől a problémát az jelenti, hogy személyenként az egészségesen eltöltött életek egy felső plafonhoz konvergálnak, tehát az életminőség javulásából származó összes munkaév többlet nem ellensúlyozza a népesség fogyatkozásának hatását – ez ahhoz a problémához is vezet, hogy nemhogy kevesebb a „dolgozó kéz”, hanem ezeknek ráadásul több nyugdíj biztosítására elegendő termelést és adót kell biztosítaniuk. Másfelől a társadalmi fejlődésre törekvő területek általános tendenciája, hogy a magasan képzett népesség igyekszik elkerülni az operatív szint kis keresetű munkáit (pl. betanított munkás, közvetlen szolgáltatói feladatok végzése), ezeket pedig gyakran bevándorló vagy már eleve gazdaságilag alsóbb csoportokból származó munkaerővel pótolják, amely a társadalom szétszakadásához vezet. Az ipar, ahol jelenleg kifejezetten nagy szerepe van a fizikai munkavégzésnek és az alacsony képzettségű emberi erőforrásoknak, változtatás nélkül igencsak kiszolgáltatott helyzetbe kerülhet.

#### **c. Megvárosok kialakulása**

A városiasodás mind a mai napig tendencia, egy olyan tendencia, amely erős összefüggésben áll egy adott gazdaság fejlettségével: a városok biztosítják a lehetőséget sok ember biztos megélhetésére. A világban a városi lakosság aránya a 2000-es években először meghaladta a vidéki lakosság arányát, és az azóta megszerzett előny rohamosan növekszik: nemhogy a városokban élők számának növekedése gyorsabb, mint a vidéken élőké, a vidéken élők száma a közeljövőben várhatóan csökkenni kezd majd (a szegénységhez köthető grafikonhoz hasonló „tölcés” alakul ki). Ez számokban kifejezve 2017-ben a föld lakosságának több, mint felét, 4,13 milliárd embert jelentett a 3,4 milliárddal szemben. Azonban a városiasodásnak megvan a maga árnyoldala is: az angolul csak „slum” néven emlegetett nyomornegyedek, favelák népességének is jelentős az aránya, ez Ázsiában sok helyen 20% feletti,

Afrikában sok helyen 50%, vagy akár 90% körüli értéket mutat – csökkenés természetesen etéren is tapasztalható.

Ugyan az ipari forradalmakat megelőző időszakokkal ellentétben városlakónak lenni ma már nem feltétlenül erény, de az ezeken a területeken kialakuló logisztikai és gazdasági központok hatásai miatt (több munka-, vásárlási és kikapcsolódási lehetőség) továbbra is megéri ide költözni. A városiasodás ma már óriási méreteket ölt. Az ókori Róma óta első milliós várossá a XIX. század legelején váló London például még az előregedő, megfogyatkozó Európában is folyamatosan növekszik, mára a 9 millióhoz közelít a lakossága. Azonban ez eltölpül a kialakuló ázsiai megavárosokhoz képest, például Tokió agglomerációival együtt közel 40 millió főt számlál, vagy a Jangce folyó deltájában kialakult (YRD) megaváros népességben meghaladja a 200 milliót (az itt termelt GDP pedig egész Kína mintegy negyedét adja), de a közeljövőben várhatóan a nigériai Lagos is eléri a 30 milliós lakosságát.

Az akár országok népességével, és gazdasági termelésével felérő városok az elmúlt évszázadban még csak sci-fibe illő koncepciók voltak, mára viszont ezek már minden utó- és disztópiájukkal együtt, a szemünk láttára válnak valósággá. A fő problémák az évszázadok során keveset változtak: hova helyezek el ennyi embert, hogyan biztosítom az áruk és a munkaerő olajozott mozgását, hogyan teszem működőképesé a szolgáltatásokat biztosító infrastruktúrát?

A hosszútávú fejlődési mintázatok mellett azonban szerepe van az olyan mondhatni újkeletű változásoknak is, mint az internetes társadalmak kialakulása. Az internet egy túlzás nélkül világrengető találmány. Pofon egyszerű, mégis elképesztően bonyolult, mindennapi életünk alapvető része, mégis kiszolgáltatottává tehet, szabad, alapvetően felhasználói központú rendszer, mégis nagyon komplex szabályrendszer és műszaki háttér áll mögötte.

Az internet számos, a hétköznapiakat megkönnyítő lehetőséget kínál, ezek közül viszont a legjelentősebb talán a közösségi média térhódítása. A különböző internetes közösségek (internetes társadalmak) 15 éve még jelentéktelenek voltak, mára a legelterjedtebb platform, a Facebook felhasználóinak száma a két és félmilliárdhoz közelít, ezen felhasználók pedig meglehetősen aktívak: a jelentős részüket kitevő fiatalok (14-24) a fejlett országokban átlagosan több, mint négy órát töltenek valamilyen közösségi média felületen (ourworldindata.org).

A mobileszközök elterjedésének és a vezeték nélküli hálózati kapcsolatok rohamos fejlődésének köszönhetően az emberek közötti interakciók leegyszerűsödtek, a vásárlás, a szórakozás, a tanulás, a munka mind helytől és időtől függetlenül lehetségessé vált. Az óriási mennyiségű tudás, amelyet a hálózat magában foglal jelentősen felgyorsítja az új információk keletkezését, átalakítja a szaktudás és a műveltség fogalmát, teljesen új kompetenciákat helyez előtérbe, mint például az internetes tájékozódási készség, vagy a hiteles információk felismerése, illetve a rengeteg különböző irányból érkező információ megfelelő feldolgozása és ezek értékesítése – ezen készségek nem csak társadalmi, hanem gazdasági szinten is sikeressé tehetnek valakit.

## **4.2.2 Társadalmi következmények**

### **4.2.2.1 Munkaerő és oktatás**

A megváltozó mennyiségi és minőségi igények, a megtorpanó népesség, illetve az életterek megváltozása tehát egyértelműen a termelés és a szolgáltatások átalakulását igényli. Ha a különböző innovációs irányvonalak nem változnak hirtelen meg, illetve nem csak „divatról” beszélünk, akkor ez az átalakulás maga a negyedik ipari forradalom lehet.

A negyedik ipari forradalom koncepciók fejlődést (növekvő termelékenységet) biztosító egyik legjelentősebb eleme az önálló munkavégzés, az okosgyárak, okosotthonok elterjedése, a gépesítés nem csak a fizikai, hanem az intellektuális környezetben is. Ezek megvalósításához alapvetően a kapcsolódó

technológiák meghonosítása, így a munkaerő átalakítása szükséges. Ez az átalakulás elsősorban új munkahelyek megjelenését jelenti: óriási lesz az igény üzleti adatelemzőkre, AI-mérnökökre, -programozókra, továbbá megnő a kereslet az IT-biztonsági tanácsadókra, internetes marketingszakértőkre is. A megjelenő új állásokkal viszont több régi megszűnhet, a monoton fizikai munkák, az adminisztrációs feladatok végzői, sofőrök, gépkezelők, minőségellenőrök stb. az automatizálás révén feleslegessé válhatnak (ez szerint az USA-ban a munkahelyek 47%-át, az EU-ban ezek 53%-át jelentheti).

A feladatok a már évszázadok óta jellemző módon fizikailag könnyebben kivitelezhetőek lesznek, de emellett az elméleti képességek szükségessége is átalakul: a tanácsadás vagy számvitel nem fog igényelni monoton számításokat, ismétlődő műveleteket, sőt, sok helyen a megérzések helyét is kiválthatja egy-egy Big Data elemzés eredménye. Lényegesebbé válnak az humán készségek, az EQ, a vezetői képességek, de ugyanúgy jelen lesz a kreativitás szükségessége, az újdonságok és egyedi megoldások igénye akár műszaki téren is.

A fenti változásokat sok aggodalom övezi. Egyrésztől problémát jelenthet az egyenlőtlenségek növekedése, hiszen a tehetősebb társadalmi szinteken élők tanultabbak, általában összetettebb, nehezebben automatizálható feladatokat hajtanak végre, míg a kevésbé tehetősek munkája nagyrészt kiváltásra kerülhet. Ebből jön a másik kérdés, hogy akik elvesztik a munkájukat egyáltalán találnak-e újat, hiszen a gépesítés az általános vélekedés szerint – ha jól működik – kevesebb emberi munkát hoz létre, mint amennyit kivált.

Véleményem szerint a fenti aggodalmak egyike sem megalapozott. Ennek egyik fő oka az, hogyha pénzügyi érdekű fejlesztésekről beszélünk, akkor az innovációkat a vállalkozások többsége nem stratégiai alapon vezeti majd be, hanem sokkal inkább reaktív módon, a piachoz alkalmazkodva. Tehát egyrésztől az automatizálás olyan helyeken fog végbe menni, ahol eleve munkaerőhiány tapasztalható (pl. a nyugat-európai országokban az operatív feladatok szintjén, ahogyan ez az előző alfejezetben már említésre került), másrésztől pedig egy lassú folyamatról van szó, amely alatt az egyes munkaköröknek van lehetősége az átalakulásra. Megjegyezném továbbá, hogy az MIT és az EY kutatásai arra a következtetésre jutottak, hogy az AI és az automatizáció több munkát teremtenek, mint amennyit megszüntetnek (Lóth L., 2019). Ehhez jön hozzá például az is, hogy a tömeges munkanélküliség egy fellendülő gazdaságban nem jellemző, az általában rövid időn belül normalizálódik, a munkaadók fokozatosan megtalálják, hogy hol tudják hasznosítani a felszabadult munkaerőt – bár megjegyzendő, hogy a fejvadászathoz használt Big Data elemzések révén a munkaadók a munkakeresőkkel szemben fölénybe kerülhetnek, ezzel növelve a munkaerőpiac rugalmasságát, tehát csökkentve a bérek emelkedésének ütemét is [t20]. A kormányzatok szerepét sem szabad elfelejteni, amelyek vélhetően védeni fogják az emberi dolgozók érdekeit, ráadásul a jogalkotás lassú folyamata is ezt segíti, pl. ha a közúti önvezetés egyszer lehetőséggé válik, az nem fogja azonnal megszüntetni a sofőrök alkalmazását, nekik az automatizált működés mellett is feltehetően kötelező, amolyan ellenőr-szerepük lesz.

Az negyedik ipari forradalom nem egységes érintettsége miatt kialakuló esetleges egyenlőtlenségek miatti félelmek is eloszthatóak. Bár konkretizálni nem igazán lehet, hogy a gyakorlatban ezek az egyenlőtlenségek forráspontjai hogyan testesülnek majd meg, feltételezések azért akadnak, pl. ilyen feszültséget keltő esemény a már említett munkaerőpiaci átalakulás (a gazdagabb és szegényeb rétegek között a munkaerőpiacon megnő a rés) vagy az automatizált, fejlettebb technológiák kisajátítása a vagyonosabb, tanultabb személyek által (erre lehet példa a dél-koreai Szongdo, az okosváros, melynek lakói az ország legtanultabbjai és leggazdagabbjai). A technológia fejlődése és elterjedése azonban a történelem során általánosságban véve a félelmekkel ellentétes hatást gyakorolt, a társadalmi egyenlőtlenségeket a fejlett társadalmakban sokkal inkább a politikai döntések (illetve azok hiányosságai) váltják ki – összességében az innovációs hajlam és az egyenlőtlenségekre vonatkozó GINI-index között negatív korreláció tapasztalható (blogs.lse.ac.uk). Ráadásul a szabad, internetes



információáramlás és gazdaság – amely az Ipar 4.0 egyik alapeleme – is az egyenlőtlenségek ellen gyakorol hatást.

Természetesen a munkakörnyezet átalakulása magával hozza a képzés és oktatás változásának szükségességét is. Nyilvánvaló, hogy az új szerepek megjelenésével új kompetenciák válnak fontossá. A szabályszerű végrehajtásra, egy-egy konkrét feladat elvégzésének ismeretére egyre kisebb szükség lesz, az interdiszciplináris tudás szerepe megnő. Emellett az ember-ember és ember-gép kommunikációs készségek szükségességének mértéke tovább emelkedik, csakúgy, mint a K+F szektor jelentősége.

Az, hogy a világban a képzés és oktatás hogyan módosul, erősen függ az egyes országok, területek gazdasági, demográfiai helyzetétől, vagyis attól, hogy „fejlett” vagy „fejlődő” gazdaságokról és társadalmakról beszélünk-e. A fejlődő, népesség szempontjából erősen növekvő területeken a „harang”, vagy „piramis”-szerű korfákon is látható módon egyre magasabb a fiatalok száma, így az iskolarendszer, a gyerekek és fiatal felnőttek képzése válik kulcsfontosságúvá (nem véletlen, hogy pl. az erősen fejlődő India is élen jár az egyetemi oktatás fejlesztésében, csakúgy, mint ahogy Kína is korábban nagy hangsúlyt fektetett az iskolarendszerére). A fejlett országokban is fontos marad a munkaerőpiacon még nem megjelenők oktatása, de talán még nagyobb jelentősége lesz a már képzett szereplők adaptációjának, illetve a képzetlenek megfelelő elhelyezésének – ennek kivitelezése komoly akadályokba ütközik, mivel az idősebb vagy már képzett generációk kevésbé fogékonyak az új készségek elsajátítására, az új technológiák befogadására.

Továbbá nem szabad elfelejteni, hogy a negyedik ipari forradalom nem egy kizárólag iskolában tanulható fogalom, fontos szerepe van a társadalom alakulásának, a diffúz képzésnek is. A társadalom általános „digitális műveltségének” egyik legjobb fokmérője az internetfelhasználók száma, aránya lehet [t19]. Ennek oka egyértelmű: az internet elterjedtsége egyenesen arányos a digitális gazdaság térhódításával és szorosan összefügg az egy főre eső GDP-vel, nem mellesleg ez az elterjedtség kísértetiesen hasonlít az írás-olvasás készségének általánossá válására. Természetesen azt sem kell külön kiemelni, hogy a korábban megemlített technológiák (lásd: 3 Az Ipar 4.0) szinte mindegyike érintett az internet működésében, azok adaptációja nélkül nem lehetséges. Ilyen szempontból az EU és az USA kifejezetten jól állnak, de itt is fenyegetően közeleg a javuló életminőséget mutató India és Kína, ez pedig ezen országok jövőjének és jövőbeli GDP-növekedésének alapját jelentheti, hiszen a tény, hogy valaki jártas az internet világában és aktív felhasználónak tekinthető, lényegében már megalapozza a lehetőségét annak, hogy a negyedik ipari forradalom társadalmának hasznos, munkaképes tagja legyen.

Összességében véve egy új ipari forradalom érdeke lehet mindenkinek. Egyrészt a „Nyugatnak”, a fejlett gazdaságoknak lehetőséget teremt arra, hogy fenntartható módon tovább javíthassák az általános életminőséget a népesség fogyatkozásának ellenére (ami elengedhetetlen, mivel ezeknek a területeknek a nemzetközi gazdasági szerepvállalása miatt, ezen előny hiánya erős visszaeséshez vezethet), másrészt esélyt jelent a fejlődő területeken élőknek a felzárkózásra a népesség hirtelen megugrásának dacára. A negyedik ipari forradalom megvalósításában ezek a célok nem jelentenek kérdést, a bizonytalanságot inkább a rendelkezésre álló eszközök hatékonysága okozza: ezeket a célokat valóban csak műszaki forradalom révén lehet elérni?

#### 4.2.2.2 Új életterek

A fizikai és virtuális tér nem csak a gépek, hanem lassanként az emberek számára is összefolyik. Ami virtuális, egyre valósabb, a valóság egyre jobban közelít a virtuálishoz, és ebben a COVID-19 járvány is katalizátor-szerepet játszik. A fizikai és digitális világ összekapcsolásában mindkét területnek folyamatosan konvergálnia kell a másikhoz. Erre jelentenek törekvést az Ipar 4.0 módszerei is: a Big Data, a Felhőtechnológia, a virtuális valóság egyre közvetlenebb, egyre valósabb forrásból nyerik az adatokat, illetve ezek a megoldások a fizikai térben jelentkező igények automatizált, maradéktalan kiszolgálását célozzák.

### **a. A negyedik ipari forradalom városai**

A változások egyik kulcsszereplője a jövőbeli (vagy már jelenleg is létező?) okos-megaváros. A különböző smart city koncepciók egyre népszerűbbek, megvalósításuk viszont nem tisztázott, az, hogy mi is jelenti a kulcsot az egyre nagyobb városok élhetővé tételében, gazdasági hatásaik növelésében egy sokváltozós egyenlet eredménye.

Az egyik ilyen változóra a megoldás talán a city logisztika alkalmazása. A city logisztika, mint elmélet alapvetően egy európai, „nyugati” fogalom, azonban a gyakorlatban akaratlanul előbukkan a világ nagyvárosaiban. A növekvő népsűrűség és az olyan relatív újdonságok, mint a Just In Time elv elterjedése megnövelték az egyes városokban mutatkozó forgalmat és jelentősen leszűkítették az életteret, a belvárosi vállalkozások raktárhelyeit. A city logisztika alapvetően a belvárosi áruszállítást, annak optimalizálását, a közlekedési hálózatok fejlesztését foglalja magában, célja a városok gazdasági termelésének növelése, az egyes területek összeköttetésének javítása, illetve a városi forgalom egészségre és környezetre gyakorolt káros hatásainak csökkentése. Ezek elérésére a city logisztika több eszközt is felhasznál, ezek közül némelyek szervezési alapúak – városi parkolás korlátozása, útdíjak, teherforgalmi, autósforgalmi tilalmak, tömegközlekedés előmozdítása – mások komoly beruházásokkal járó módosítások, például az úthálózatok fejlesztése, a city logisztika számára alapvető disztribúciós központok telepítése, új útvonalak kialakítása, akár hidak, alagutak építése, illetve alternatív járművek alkalmazása: metrók, vagy az egyelőre még csak koncepcionális városi légiforgalmi eszközök (áruszállító drónok, esetleg olyan jól manőverezhető helikopterek, mint a CityAirbus) használata. A city logisztika kiteljesedése a negyedik ipari forradalomban a „smart city” koncepciók révén várható.

Smart city – tehát a sűrűn lakott óriási városok és az így kialakult közösségek „okosítása”, vagyis a gazdaság, a közművek, az városvezetés, a környezet és a lakosok informatikával és digitalizációval való „átítása”. Bár léteznek olyan tervezőasztalon megálmodott elképzelések, amelyek az okos városokat azonnal egy különálló egységként működő komplex rendszer formájában vizualizálják, azonban – bár ezek az elképzelések letisztultságuk miatt magas marketingértékkel bírnak – ez a fajta top-down (nagyvállalati, állami projektként megvalósuló) kivitelezés nem célravezető. Erre jelent kiváló példát a már említett Szongdo, de az olyan kormányzati „fellegvárak” is, mint a kazahsztáni Nursultan vagy a tervezett Új Kairó koncepciója is: a fejlett technológiák csak a társadalom felsőbb rétegei számára elérhetőek, ráadásul azok nem feltétlenül illeszkednek tisztán még a magasan képzett lakók igényeihez sem – emellett nem véletlen az sem, hogy ezek a városok nem rendelkeznek kifejezetten magas lakosságszámmal. Sokkal sikeresebbek – bár lényegesen lassabbak és kevésbé látványosak – az olyan bottom-up (lakossági és helyi közösségek által kezdeményezett) vállalkozások, mint pl. Amszterdam. Amszterdamban a különböző fejlesztéseket nem a K+F közvetlen támogatása, vagy a politikai kampányok, hanem a funkcionális szükségletek szorgalmazzák, pl. a kerékpáros- és tömegközlekedés, az oktatás, a kultúra, illetve az energia-, víz és hulladékkezelés fejlesztése. Az önkormányzat, a lakosság és a helyi vállalkozók közös projektjéről van tehát szó, melyben internet közösségformáló erejét is bevetik: a mindenki által elérhető fórumon bárki tájékozódhat a fejlesztésekről, mindenki kifejezheti a véleményét. A siker további kulcsa a holland főváros esetében az lehet, hogy nem egy-egy nagy projektet indítanak megbízott technológiai óriáscégek vezetésével, hanem több kisebbet ezen nagyvállalatok és helyi startupok közreműködésével.

Ha a legnépesebb országok legnagyobb városait is eléri a negyedik ipari forradalom és az Ipar 4.0 újításai, akkor azok jelentősége tovább erősödhet, hatásuk akár az őket övező nemzetállam befolyását is túlnőheti. Az egyik legfontosabb feladat etéren megtalálni az egyensúlyt a csomópont szerep és a túlszűfolttság között. Ebben kifejezetten nagy szerepet játszhat az automatizáltság, a közlekedés, az infrastruktúrák, a kereskedelem önműködővé, nem mellesleg fenntarthatóvá tétele, illetve a városi szereplők közötti összhang, tehát az önkormányzatok, a magáncégek, a polgárok és az automatizált szolgáltatások (járművek, épületek) közötti kommunikáció biztosítása folyamatosan,



minden téren (arról nem is beszélve, hogy ezek biztosításában a gépi kommunikáció és mindenre kiterjedő szenzoros adatgyűjtés komoly támogató szerepet játszhat).

## **b. Társadalom 5.0**

Egy igencsak jelentős változást jelenthet majd az oktatás változása és a fejlődő egyéni életterek kialakulása révén egy individualista társadalom létrejövetele. A home office-megoldások, illetve az internetes vásárlási, tanulási, szórakozási, ügyintézési lehetőségek sok szolgáltatást, illetve az adminisztratív munkakörök zömét képesek az irodából és az üzletekből, hivatalokból az otthoni környezetbe áthelyezni. (Az AON Hewitt már 2017-ben is 1,3 milliárd otthoni környezetbe átkerülő állást jósolt a közeljövőben, a koronavírus csak felgyorsította ezt folyamatot [w3].)

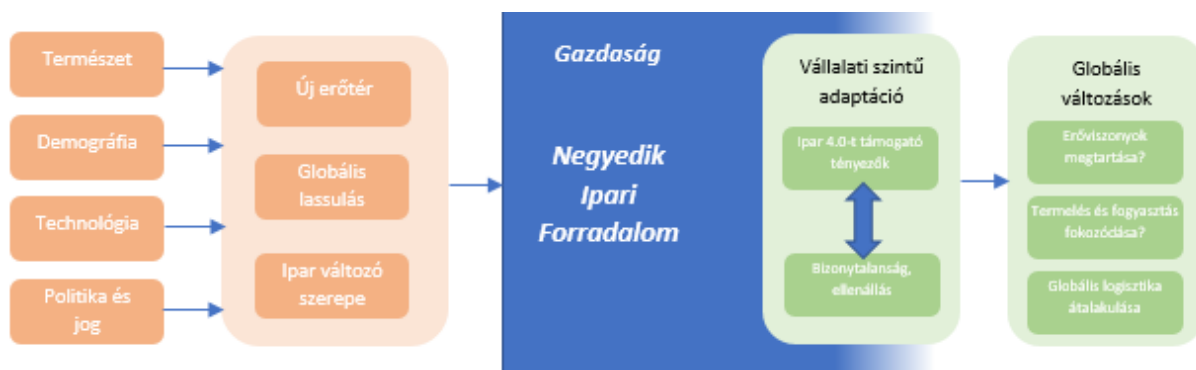
Az internetkultúra, az otthoni munkahelyek, a javuló házhozszállítás és az egyre könnyebben elérhető egyéni digitális szórakozási lehetőségek a pénzkeresést, a vásárlást, a szocializálódást, a kikapcsolódást, a világot a lakásunkba sűrítik bele. Ez a tendencia legfejlettebb társadalmakra jellemző, éppen úgy, ahogy az ebből fakadó újszerű szociális és egészségügyi problémák is: mérgező internetes közösségek, társadalmi felelősségvállalás megszűnése, elszigetelődés, nehéz informálódás, magány, depresszió, a rossz étkezésből és mozgáshiányból származtatható szív- és érrendszeri, illetve daganatos megbetegedések. De a gazdaságnak is le kell tudnia reagálni azt a változást, amit a digitalizáció jelent: az AON szerint a fejlődő társadalmakban a dolgozói elkötelezettség mértéke folyamatosan zuhanni fog, a munkahelyeknek pedig többet kell majd tenniük alkalmazottaik megtartásáért [w3].

A „Társadalom 5.0” egy japán, nem titkoltan az Ipar 4.0 koncepció inspirálta kezdeményezés. Alapvetően a Társadalom 5.0-t az első négy (vadászó-gyűjtőgető, mezőgazdasági, ipari, információs) szociális berendezkedési formát követő lépcsőfokként, digitális társadalomként jellemzik kiötlői. A „Társadalom 4.0” (információs társadalom) miatt kialakuló – már említett – problémákra több módon is megoldást igyekszik találni. Ezek közé tartozik az egyént elárasztó információáradat leszűrése, az egészségi állapot és aktivitás monitorozása, az emberek közötti közvetlenebb távolsági kommunikáció kialakítása, amely segíti a csoportok összedolgozását és a kapcsolattartást, a jobb minőségű ember-gép (H2M) és gép-gép (M2M) kapcsolatok biztosítása (magyarul a robotok beépítése a társadalomba, illetve a virtuális élettér minél valóságosabbá, egységesebbé tétele. A Társadalom 5.0 célja az, hogy a társadalmat felzárkóztassa az új ipari forradalomhoz, illetve biztosítsa a gazdaság és az életminőség párhuzamos fejlődését, segítse a technika előrelépésével egyre elhanyagoltabbá vált rétegeket, a nehéz körülmények között vagy fogyatékkal élőket, időseket. [w21] [t4]

A Társadalom 5.0 tehát a példa arra, hogy a társadalmat érő digitális átalakulás igenis a fejlődést szorgalmazó szervezetek, kormányzatok látókörében van. A digitalizáció, a számítógépek használata az élet minden területén hatékony és kényelmes – annak kell lennie, különben nem terjedne rohamosan. Viszont attól, hogy hatékony és kényelmes, nem biztos, hogy maradéktalanul „jó” hatással van a mindennapi életünkre. A digitális életterek megjelenése azt jelenti, hogy gyakorlatilag elszakadunk a fizikai valóságtól, teljesen más kontextusba helyezzük a létszükségleteket, „hagyományos” szemmel nézve jelentéktelen dolgok válnak problémává, céllá. Az egy dolog, hogy a Társadalom 5.0 megalapozza a lehetőségeit annak, hogy szabadon éljünk a digitális valóságban, de attól nem óv meg, hogy ott ragadjunk. Talán már inkább filozófiai, mint társadalomtudományi-informatikai kérdés, hogy érdemes-e egy olyan bizonytalan környezetben, mint a jelen világunk (lásd: 4.1 Természet) ilyen kényes alapokon nyugvó, de nagy hatású életteret kialakítani, ennyire kevés akár formális, akár informális szabályozással, mint ami jelenleg rendelkezésre áll.

## 4.3 Gazdaság

# STEEP



7. Ábra: A negyedik ipari forradalom gazdasági előzményei és következményei  
Forrás: Saját szerkesztés

### 4.3.1 Gazdasági előzmények

Bár a felsorolt öt STEEP-tényező között szoros a kapcsolat, és lényegében mindegyikre jellemző, hogy a többi négy (közvetlen vagy közvetett módon) befolyásoló hatással bír rá, ez a gazdaság témakörében kifejezetten igaz: a természeti, társadalmi, technológiai és jogi-politikai környezet igen jelentős mértékben befolyásolja a mikro- és makrogazdaságot. Maga a klímaváltozás és az ebből következő kampányok és jogszabálybeli, vállalati szintű lépések, a társadalom globális és lokális jellegű átalakulása, az új elvárásoknak megfelelően fejlődő technológiai megoldások a világ- és vállalati gazdaság közvetlen alakítói. Jelen témában ezen tényezők globális gazdaságra gyakorolt hatása lehet a legjelentősebb tényező, hiszen maguk a globális változások szorgalmazzák a negyedik ipari forradalomhoz köthető programok és fejlesztések megjelenését.

Az egyik legfontosabb ilyen változás a globális gazdasági tömegközéppont eltolódása. Az IMF adatbázisa szerint a jelenlegi tendenciák mellett a jövő legnagyobb gazdaságai között Kína, India és a visszaszoruló Egyesült Államok mellett olyan országok is ott lesznek, mint Indonézia, Brazília, Nigéria, a Fülöp-Szigetek, az európaiak pedig (az ipari forradalmak története során először) kikerülnek az élmezőnyből. Ezek a számok egyértelműen azt mutatják, hogy a jelenlegi tendenciák mellett a jövő Ázsiáé (és Afrikáé), Európa és Észak-Amerika pedig lassanként elveszíti gazdasági vezető szerepét. Ennek oka a már említett társadalmi átalakulás (lásd: 4.2 Társadalom) mellett az olyan tényezők, mint Japán, Dél-Korea és Kína, így ezek környezetének fokozatosan növekvő szerepe az innováció területén (robotika, távközlési eszközök), illetve a dél-kelet-ázsiai országok politikai stabilizációja és így a globális kereskedelemben való egyre jelentősebb részvétele az elmúlt évtizedekben.

Nagy hatású változás az is, hogy a globális gazdaság erősen lassuló tendenciát mutat, legalábbis ha a GDP-t nézzük, összességében az éves növekedés egyre kisebb: míg ez 2017-ben 3,3% volt, addig 2019-re 2,36%-ra zsugorodott [w31], tehát az eddig exponenciális növekedést mutató görbe lassanként ellaposodhat. A lassulásnak több oka is lehet. Egyrészt az imént említett súlypontáthelyeződés, vagyis a fejlett országok lassulása egyelőre nagyobb hatást gyakorol a világ GDP-jére, mint a fejlődő területek előretörése. Másrészt a 2008-2009-es gazdasági válság utóhatása is jelentkezhet: az óvatos gazdálkodás alacsony inflációt, de alacsony növekedést is jelent [t19]. Ezen felül pedig ott van a tény, hogy a pénzügyi szektornak egyre nagyobb a jelentősége a reálgazdasággal szemben, magyarul a pénzügyi befektetések szerepe megnőtt, ami a vállalati beruházások mértékét és így az innovációs hajlam csökkenését eredményezte [t19].

A harmadik jelentős globális változás a szekunder szektor hozzáadott érték-arányának csökkenése, illetve ennek lehetősége. Az ipari forradalmak kezdetétől fogva az egyes ágazatok közötti GDP megoszlás a fejlett országokban világszerte azonos változást mutat: a szolgáltatások jelentősége folyamatosan növekszik (50-80%-ot tesz ki), az ipar eleinte erős növekedést mutat, majd stagnálni kezd (20-40%), az agrárgazdaság pedig lassanként szinte elfogy a táblázatokról, ebben országonként egyes helyi események, illetve az ipari forradalom megjelenésének időpontja adhat különbségeket (ourworldindata.org). A világ felfogása tehát arról, hogy mit hogyan „ár az be”, a technológia fejlődésével és az életkörülmények javulásával egységesnek tűnik: a szolgáltatások jelentősége egyre nagyobb, az agrárszektor, bár termelése növekszik, értéke a többi ágazathoz képest csökken. A primer szektor helyzetének alakulása azért lehet jelentős számunkra, mert ez vetítheti előre az ipar jövőjét is: a szolgáltatások lassanként „maguk alá gyűrik”, a megjelenő kvaterner (kutatás-fejlesztés) ágazat pedig megugró értékével tovább torzít az arányokon. Ez a változás teljesen megváltoztatja az szekunder szektor szereplőinek gazdasági hozzáállását: az ipari termékek árában már most nagyobb szerepe van a befektetett szolgáltatásoknak, az egységnyi javak köré épített infrastruktúrának, a marketingnek, a disztribúciónak, illetve a K+F-ből adódó értékeknek, mint magának az alapanyagoknak és az előállításához szükséges munkának (Moavenzadeh J.). Az ipar tehát egyre jobban „beépül az alapba”. A közvetlen termék minősége már egyre kevésbé kérdéses, azok gyártóinak neve már nem olyan jelentős, mint a márka, vagy az egyes márkák közötti típusok (pl.: ilyenek voltak az okostelefonok, amíg nem váltak általánossá vagy ilyen az SUV-k forgalmazása az autóiparban). Az előállítás elveszik a háttérben, egyre kevesebben fognak közvetlenül részt venni az egyre nagyobb igények kielégítésében, egyre stabilabbá válnak az előállítási körülmények, egyre kevésbé tolerálható az egyes ipari termékek az igényektől eltérő mennyiségi ingadozása a boltok polcain, lassanként fontosabbá válik a termék szolgáltatója vagy a termék révén elérhető szolgáltatók, mint az maga – ezeket a tendenciákat saját példákon keresztül is tapasztalhatjuk.

## 4.3.2 Gazdasági kibontakozás és következmények

### 4.3.2.1 Mikrogazdaság

A negyedik ipari forradalomhoz köthető elképzelések, mint amilyen az Ipar 4.0 is, alapvetően „felülről” kezdeményezett koncepciók, céljuk összességében országok és régiók fejlesztése. Azonban ennek kivitelezése országos vagy akár kontinentális szinten nem indítható el, abban a vállalatoknak egyenként, (többé-kevésbé) önállóan kell részt venniük, tehát a negyedik ipari forradalom gazdaságformáló hatásai mikro szinten kezdődnek. Az Ipar 4.0 megfogalmazása is elsősorban az ipari termelő cégek egyéni szerepvállalására vonatkoznak – a PWC-féle bevezetési szintek is [t13] a vállalat belső folyamatainak fejlesztését tekintik a legalapvetőbbnek –, ezen felül a reklámszerű tanulmányok és cikkek a legtöbbször a bevezetésre kerülő technológiák vállalati szinten realizálódó jövőbeli megtérülését emelik ki.

Ezeket az előnyöket a „legnyersebb” formában a költségek visszaszorítása és a hatékonyság növelése jelentik – az Ipar 4.0 ezekre vonatkozó céljai már említésre kerültek (lásd: 3.1.2 Az Ipar 4.0 céljai). A költségek visszaszorítására ad példát az Európai Bizottság 2016-os adatbiztonsággal kapcsolatos tanulmánya, melyben a száz legnagyobb EU-s vállalat esetében 2020-ig összesen több, mint 400 milliárd euró megtakarítást jósoltak a Big Data és az internet révén [t19]. De a PWC 2016-os vizsgálatainak eredményében is megmutatkoznak ezen előnyök: az Ipar 4.0-nak köszönhetően minden vizsgált iparágban jelentős, évente átlagosan 3,6%-os költségmegtakarítást és 4,1%-os hatékonyságnövekedést jósolnak [t13]. Emellett a digitális gazdaság jelentőségét sem szabad hanyagolni, hiszen az átalakuló társadalomnak, illetve az új típusú koronavírus-járványnak köszönhetően az internetes szolgáltatások jelentősége nem csak a kifejezetten erre építő cégeknél, hanem az egyéb

szolgáltató- és termelővállalatoknál is új piaci réseket nyit. Az automatizáció lehetőségeiről még szó sem esett, pedig annak révén feltehetően nemcsak növekszik az egy főre eső termelékenység, hanem új, a „robotársadalomra” építő iparágak is létrejöhetnek. További ösztönzőket jelentenek még a fejlesztéseket célzó kormányzati támogatások és pályázatok, illetve az ipar „zöldítésére” vonatkozó nemcsak marketingalapú előnyök, hanem a környezetvédelemhez köthető adók, büntetések elkerülése is.

Elindulni a negyedik ipari forradalom útján azonban nem egy egyértelmű döntés: ahogyan lehetőségek, úgy veszélyek is várnak az innovációra kész vállalatokra. Nagy Judit 2019-es tanulmányában például megnevezi azon tényezőket, amelyek az Ipar 4.0 megvalósításának gátló tényezői lehetnek, ilyen az adatbiztonság és az intellektuális vagyon feletti kontroll elvesztésének lehetősége, a nem meghatározott szabványok, a munkaerő átalakulásának és ellenállásának veszélyei, a megtérülés kockázata, illetve legfőképpen az egyértelmű digitális stratégia hiánya [t25]. Ezek mind a bizonytalanságból eredeztethetőek, hiszen a siker nem minden esetben garantált. A nehézségeket leginkább az jelenti, hogy nem tisztázott konkrétan hogyan is kellene belefogni az Ipar 4.0 adaptálásába, hogyan is lehet a különböző technológiákat egymásra építeni, mekkora beruházást és tervezést is igényel egy-egy ehhez kapcsolódó projekt, illetve a kiszolgáltatottság lehetősége is komoly kétségeket vet fel.

Azonban nem a bizonytalanság az innováció kizárólagos ellenlábasa. Egyrészt az vehető észre, hogy az új technológiák – mint amilyen a mesterséges intelligencia – bevezetésével az innováció területén fejlettebb óriásvállalatok és techcégek szereznek előnyt, ezzel tehát kijelenthető, hogy az újítások az allokációs hatékonyságot növelik, vagyis a már termelékenyebb cégek által hozzáadott érték növekszik a legnagyobb ütemben [t19]. Ez a minta azt üzeni a kisebb vállalkozásoknak, hogy „nem éri meg beszállni”, hiszen a stabilabb, nagyobb tőkével rendelkező, a K+F területén élenjáró vállalkozásokkal nem képesek felvenni a versenyt. Bár konkrétan az okos gyár kivitelezés területén egyelőre nem jöttek létre monopóliumok vagy oligopóliumok, a már előrehaladottabb alkalmazási területeken, mint amilyen a célzott internetes szolgáltatások és hirdetések világa, már tapasztalható, hogy erős túlsúlyba kerülnek az adatokhoz szélesebb körben hozzáférő, így a Big Datát, a mesterséges intelligenciát, a felhőtechnológiát és más Ipar 4.0 megoldásokat kisebb kockázattal kifejleszteni és hatékonyabban alkalmazni képes óriásvállalatok (pl. Google, Facebook, Amazon, Huawei), ráadásul a fejlődő infokommunikációs technológia jellemzője, hogy ennek már földrajzi korlátai sincsenek – ebben az esetben az innovatív KKV-k a gyors reagálás és a megjelenő piaci rések kitöltésének kockázatos módszereivel érhetnek el sikereket.

Másik szemléletet tükröz az NTP kutatásainak eredménye, melyben az mutatkozik meg, hogy a megkérdezett vállalatok szerint Magyarországon a legnagyobb akadályt munkaerő, vagyis a szakképzettség hiánya és a digitális írástudatlanság jelenti. Ebben a felmérésben szűkülő piaci lehetőségek és a bővítési lehetőségek hiánya csak a lista végén található, csakúgy, mint az új üzleti modellek adaptálása a legnagyobb kihívásokat vizsgáló táblázaton, amelyben az első helyen szintén a munkaerő képzése szerepel.

Továbbá nem szabad elfelejteni a negyedik ipari forradalom egyértelmű ellenérdekelteit sem: azokat a dolgozókat, akik az automatizáció révén elveszíthetik munkájukat, vagy legalábbis kiszolgáltatott, kényelmetlen helyzetbe kerülhetnek az újítások miatt, illetve azon hagyományos iparágak (taxisok, hotelek, lakáspiaci szereplők, lemezkiadók) képviselőit sem, akiket az új digitális szolgáltatók (Uber, Airbnb, Spotify) gyorsaságuknak, hatékonyságuknak és könnyebb elérhetőségüknek köszönhetően egyszerűen letarolnak.

#### **4.3.2.2 Makrogazdaság**

Tehát felmerül a kérdés: megvalósíthatóak egyáltalán a negyedik ipari forradalommal kapcsolatos globális vagy legalábbis nemzetgazdasági szintű elképzelések? Erre a kérdésre a válasz nyilvánvalóan nem egy igen vagy nem, hanem ennél árnyaltabb. Egyrészt azért, mert negyedik

ipari forradalom koncepció folyamatosan változik, gyakorlatilag alkalmazkodik a változásokhoz, így mondhatni biztosan sikeres lesz, mint egy futballszakértő, aki a gól után meg tudja mondani hol hibázott a védelem. Másrésztől azért, mert a mikroszinten megmutatkozó természetes és mesterséges ösztönző és gátló tényezőknél nem tisztázott, hogy milyen irányban és mértékben befolyásolják az innovációt (még a – egyébként egyre inkább piaci jellegű – kínai tervgazdaság esetén sem, bár annak lehetnek előnyei az innováció irányának megszabásában, lásd: 4.5.2.2 *Az ipar szabályozása*).

Az előzmények alapján felsejlik három olyan gazdasági terület, amelyek a negyedik ipari forradalomra hatást gyakorolnak. Ezen témakörök jelentősége a következmények terén is megmarad, tehát a globális erőviszonyok átrendeződése, a gazdaság lassulása és az ipar szerepének megváltozása minden bizonnyal olyan területek, amelyekre a fejlesztésekben szerepet játszó (főleg kormányzati szinten) hatást akarnak gyakorolni, illetve ki akarják használni ezen tendenciákat.

#### **a. Erőviszonyok**

Szóba került már, hogy pl. az Ipar 4.0 Németország ipari jövőjét hivatott megalapozni. Nyilvánvaló, hogy a német kormányzat az ipar révén igyekszik felpörgetni saját, ezzel pedig az egész EU gazdaságát, a probléma viszont ott van, hogy ebben nincs egyedül: a növekvő népességű és az oktatásra nagyobb hangsúlyt fektetni képes (lásd: 4.2 *Társadalom*) fejlődő országok természetébe van építve az innováció – erre a történelemben maga Németország szolgáltatott példát még a második ipari forradalomból, ahol új belépőként Angliát megelőzve Európa legnagyobb termelőjévé vált. A modern korban az olcsó munkaerő révén a Föld „gyárnegyedévé” változó Kína és Dél-Kelet-Ázsia természetes alapot szolgáltatott a fejlődésnek a szekunder szektorban, a kínai elektronikai termékek, műszaki cikkek és autók ipara természetükből adódóan lehetőséget adtak az ország ipari szereplőinek, hogy mondhatni „lendületből” előzzék meg a képzett munkaerejüket drágán foglalkoztató, saját helyi versenytársaikra koncentráló európai és amerikai termelőket. Természetesen korlátja a felzárkózó országok termelékenységének is van, pl. a kínai gazdasági csoda is az elmúlt években megtorpanni látszott: a 2008-2009-es gazdasági világválságot követően az ország exportjaiban erős visszaesés mutatkozott, majd ez egy rövid emelkedést követően 2016-ra megint csökkenő pályára állt, ezután 2018-ban az ismételt növekedés újabb megállásra kényszerült [t11] [c11]. Ettől függetlenül viszont Ázsia teljesítménynövekedésének hatása elvitathatatlan, a kontinens pedig már egyre kevésbé csak Kínára, Japánra vagy Dél-Koreára számíthat, ha fejlődésről van szó.

Az Egyesült Államok, Európa és Japán előnyének megtartásában további hátráltató tényezőt jelenthetnek még a negyedik ipari forradalom sajátos változásai is. Ezek közül az egyik az, hogy a digitalizáció, az internet elterjedése, illetve a szabad piacokra építő gazdaság természetükből adódóan a nemzetállamok, illetve az egyes kulturálisan, gazdaságilag elszigetelődő tömbök érdekeivel ellentétes hatásúak. Tehát maguk a globális kereskedelmi kapcsolatok, illetve az egységesített központ nélkül működő internetes gazdaság (továbbá a történelmi szempontból rendkívül hosszú ideje tartó békés időszak) elmoszák a határokat, megkérdőjelezzik az egyes kormányzatok fennhatóságát, tehát az egyes területek fejlődése gyakorlatilag a nemzeti érdekektől függetlenül, egyre jobban piaci alapon történik. (Persze túlzás volna ugyan azt állítani, hogy a kormányzatok szerepe a negyedik ipari forradalomban megszűnik, ez közel sem igaz, de hatásuk egyre inkább eltörlődik a „természetes” változásokéval szemben.) Bár az Egyesült Államokra, vagy Németországra korántsem lehet azt mondani, hogy elleneznék a globális kereskedelmi kapcsolatokat, vagy a digitális gazdaság innovációit, éppen ellenkezőleg, viszont az ezekhez köthető nagyszabású fejlesztésekben részt venni leginkább csak akkor hajlandóak, hogyha vezető szerephez is jutnak benne – ez pedig fokozottan igaz Kínára és feltehetően igaz lesz a jövő további távol-keleti kihívóira (India, Indonézia, Fülöp-Szigetek) is.

Az erőviszonyok megtartásának területén problémákat vet fel az is, hogy az innovációban jártas globális nagyvállalatoknak egyre kevésbé érdeke az „anyaország” gazdasági helyzetének fellendítése. Példa lehet erre az IKT-ban élenjáró Microsoft, hiszen hazájában, az USA-ban ugyan a Windows

operációs rendszerek komoly versenytársa az Apple iOS-e, Kelet-Ázsiában ilyen szintű ellenfelekkel nem találkozik szembe, de a világ változásából szerez előnyt az Ipar 4.0-hoz köthető Logisztika 4.0-ban jártas DHL logisztikai vállalat is, amely bár német cég, stratégiaileg fontos számára Afrika és Ázsia fejlődése, hiszen ezeken a területeken is jelentős a piaci részesedése – tehát a „nyugati” cégeknek rövidtávon még érdeke is lehet a „kelet” fejlődése. Azzal, hogy a negyedik ipari forradalomban vezető szerepet játszó óriásvállalatok jelentősége még nagyobbá válik, az IKT fejlődésével pedig szolgáltatási (és lasanként termelői) területeik korlátai megszűnnek, gyakorlatilag függetlenné válnak a nemzetállamoktól (ráadásul ugyanez jellemző a megavárosok kialakulása esetén is, *lásd: 4.2.2.2 Új életterek*).

### **b. Termelés és fogyasztás**

A következő évszázad a különböző előrejelzések szerint a csúcok, évszázada lesz (pl. fosszilis energiahordozók, *lásd: 4.1.1.2 Erőforráshiány*; népszerűség, *lásd: 4.2.1 Társadalmi előzmények*), tehát gyakorlatilag a XVIII. század óta először világszintű, tartós hanyatlás veheti kezdetét. A világban a termelés és fogyasztás alapját általánosságban véve a folyamatos növekedés, a népszerűség és a természeti erőforrások kitermelésének növelése alapozta meg. Ezek megszűnésével a jövő – és így a negyedik ipari forradalom – egyik legnagyobb kihívása az lesz, hogy a gazdasági növekedést „önerőből”, fenntartható módon a meglévő piacok bővülésének csökkenése mellett valósítsa meg (vagy találjon alternatívát a jelenleg uralkodó, szinte kizárólag növekedésen alapuló berendezkedésre).

A termelékenység növelésének alapját a fogyasztók életszínvonalának emelése jelentheti, az Ipar 4.0 pedig ebben kifejezetten fontos szerepet vállal. Az egyedi igényeket kielégítő tömegtermelés kialakulása például pontosan ezt szorgalmazza. Azonban az egyedi igények maximális biztosítása a jelenlegi fogyasztói területeken talán közelebb van, mint hinnénk, a hosszútávú növekedéshez új piacokra is szükség lehet, ilyenek lehetnek az okos otthon jellegű területek, a robotika, az újszerű internetes és felhőszolgáltatók, a robotizáció és a mesterséges intelligencia, a zöld ipar és szolgáltatások. Mindezek biztosításához pedig az egy főre eső termelékenységet, illetve a termékek diverzitását is biztosítani kell, itt jön képbe az automatizáció, ennek nagyfokú adaptálásához pedig az erőforrások innovációja (*lásd: 4.1.2.2 Alternatív erőforrások és optimalizálás*, ezek egyébként az újszerű piacokon is szerepelnek). Összefoglalva tehát a kulcs új, K+F igényes, magas hozamú piacok megnyitása, ezen piacokon a jelentkező igények teljeskörű kielégítése az emberi munkaerő nagyarányú kiváltása és az alternatív energiaforrások alkalmazása révén.

A változás viszont természetesen nem ilyen egyszerű, ehhez a növekedésre és fejlődésre elszánt vállalkozások és a részükről az új területek felé irányuló törekvéseknek kell jelen lennie. A növekedés és fejlődés szándéka általában véve nem kérdés, de megjegyzendő, hogy a 2008-2009-es pénzügyi válság, illetve a koronavírusjárvány érezteti hatását, az innovációk mértéke a piacvezető vállalatok kivételével a legtöbbször megragad a lehető legalacsonyabb szinten. Emellett az új piacok felé nyitás is nagy kockázatokkal jár, sőt a legtöbbször lehetetlen körülményeket teremt egy-egy vállalat számára (pl. fosszilis energiahordozók kitermelése vagy a jelen helyzetet egyébként látszólag jól kezelő autóipar).

### **c. A globális logisztika átalakulása**

Pillanatnyilag globális termékkereskedelem uralkodik: a kis költségeket igénylő kelet-ázsiai munkaerő miatt az olcsó termék a világ egyik feléből áthajózik a másikba, ezzel óriási pénz- és időbeli költségekkel terhelve az elosztásért felelős vállalatokat. Ha a termelés valóban hatékonyabbá, ezzel olcsóbbá – így jelentéktelenné téve az alacsony bérért dolgoztatható munkaerő földrajzi elhelyezkedését – és üzemektől függetlenül standardizálhatóbbá válik, a digitális környezet pedig egyre fejlettebb lesz, a globális kereskedelem már sokkal kevésbé a fizikai termék mozgásáról, mint inkább az információ áramlásáról fog szólni.



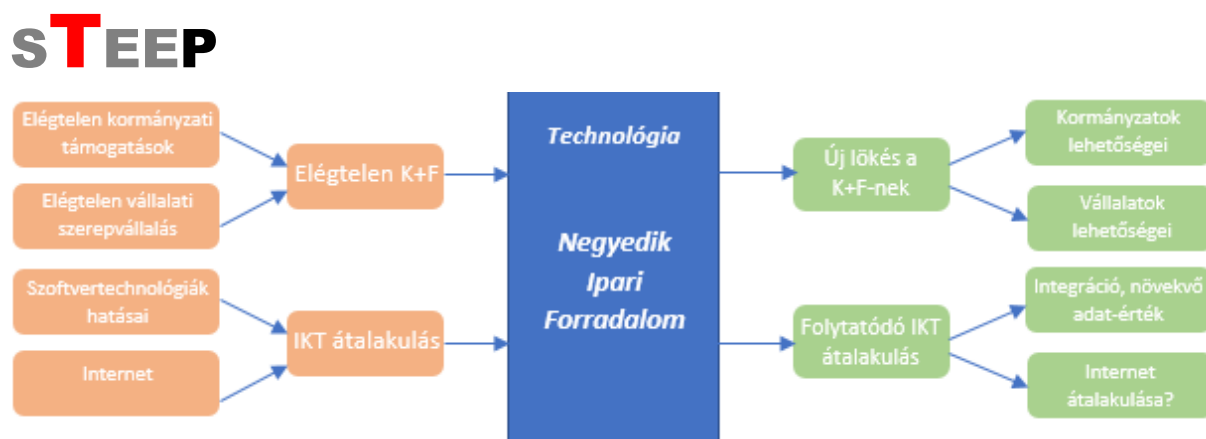
Tehát egy világgpiaci termelőnek jobban meg fogja érni telepíteni egy-egy üzemet több kontinensen, mint termékeit előállítani egy helyen, majd azt több ezer kilométeres távolságokon utaztatni. Ehhez felhozható példaként az élelmiszeripari óriás Nestlé, amely a több kontinensen azonos márkajelzésű termékeit sem egy helyen állítja elő, hanem régióként eltérő üzemekben, más-más forrásokból szerzett alapanyagokból (itt azonban az „új iparral” ellentétben nem a munkaerőpiaci különbségek jelentőségének visszaesése, hanem az alapanyagok és a késztermékek eltarthatósága a legnagyobb befolyásoló tényező).

A termék-előállításnak az alsó határává a közeljövőben maguk az egyes fogyasztók válhatnak a 3D nyomtatás révén, tehát maga a gyártás olyan szolgáltatássá válik, amely akár kiváltható otthoni eszközök alkalmazásával. A DHL Logistics 2050 című tanulmányában például az egyik jövőt felvázoló forgatókönyve a 3D nyomtatást olyan nagy hatású találmánnyként vázolja, amely teljesen átalakítja az ipari termelést és az ehhez kapcsolódó logisztikát, hiszen a kevésbé összetett termékek mind előállíthatóvá válnak otthoni környezetben. Ezzel a késztermékek mozgása feleslegessé válik, sokkal nagyobb lehet az egységes alapanyagok előállításának, szállításának, illetve a már nem használt késztermékek visszutas logisztikájának a jelentősége. [t9]

Továbbá érdekes következmény lehet, hogy azáltal, hogy az ipar számára már nem lesz érdemes földrajzilag az olcsó (tehát gyakorlatilag szegény) munkaerőhöz alkalmazkodva elhelyezni a termelőüzemeket, Afrika „fejlődő” országai feltehetően nem fogják az ázsiai elődök gyártáscentrikus fejlődési útját követni.

Természetesen egy olyan kijelentés, hogy a késztermékmozgásnak nem lesz jelentősége az ipar fejlődésével, eléggé szűk látókörű megállapítás és csak egy alapvető irányt adhat a változásnak. Nyilvánvaló, hogy a termelés leosztása régióként jogi-politikai akadályokba ütközik, nem is beszélve természeti, éghajlati tényezőkről, amelyek bizonyos termékek előállítását tovább gátolhatják (pl. túl páras, sós, hideg vagy meleg levegő), illetve az egyes természeti erőforrások ritka fellelhetősége is gondokat jelenthet. Az viszont feltételezhető, hogy az automatizálás és a gyors kommunikáció révén kivitelezhető gyártási decentralizáció előbb-utóbb a nemzetközi áruforgalom visszaesését vagy legalábbis átalakulását eredményezheti.

## 4.4 Technológia



8. Ábra: A negyedik ipari forradalom technológiai előzményei és következményei  
Forrás: Saját szerkesztés

Mielőtt belemerülnék a technológiai előzmények és következmények kifejtésébe, fontosnak érzem tisztázni, hogy mit is fog pontosan érinteni ez a téma. A „technológia” a jelen szakdolgozatban az egyik legtöbbször előforduló szó – ez nem véletlen, hiszen az eszközök, műszaki berendezések, elméleti megoldások és ezek alkalmazása egy ipari forradalom talán legjelentősebb eleme. Alapvetően a negyedik ipari forradalomhoz köthető újszerű technológiákról már szó esett (lásd: 3 Az Ipar 4.0), ebben az alfejezetben nem ezek konkrét átalakulásáról, alkalmazásáról, hanem sokkal inkább az őket övező körülmények változásáról lesz szó. Tehát nem közvetlenül azt vizsgálom (ismét), hogy hogyan fognak kinézni a negyedik ipari forradalommal megjelenő és megváltozó eszközök, sokkal inkább azt, hogy ezekre milyen tényezők és ezek milyen a technológiában érintett más tényezőkre gyakorolnak hatást.

### 4.4.1 Technológiai előzmények

#### 4.4.1.1 K+F bizonytalanság

A technológiák megújítását, a műszaki és tudományos fejlesztéseket mára már nem képes egy jól átgondolt elképzelés vagy zseniális ötlet önmagában megalapozni (mint ahogyan az történt a múlt század elejéig, vagy akár a számítógépek és szoftverek esetében annak végéig), ehhez lényegében egy külön gazdasági szektor, a kutatás és fejlesztés (K+F), vagyis a kvaterner szektor szükséges. A K+F szerepe már az első ipari forradalomban is megjelent, a XX. század vége felé pedig egyre inkább hangsúlyosabbá vált annak jelentőségét a jövőben. Ez a jövő elérkezett, viszont a K+F GDP-ben megjelenő részesedésének exponenciális növekedése elmaradt, a világ pedig nem úgy néz ki, mint ahol a folyamatos innováció az emberek mindennapi életében jelen volna – ugyan a fogyasztói társadalom tendenciája, hogy a vásárolt, főleg elektronikai termékeket folyamatosan megújítsuk, de összességében véve az elmúlt években a mindennapi használatú eszközeink terén nem (de széles körben az iparban és a logisztikában sem) jelentek meg kifejezett újdonságok, legalábbis a fejlődés nem gyorsul.

Az elvárások alulteljesítése számokban is megmutatkozik: az EU 2020-ra kitűzött K+F-re vonatkozó tervezetét sok tagállam meg sem közelíti, az összesített 3%-os GDP-arányos kiadási cél 2017-ben alig haladta meg a 2%-ot (ez a 2008-as értékhez képest alig néhány tized százalékpontos növekedés), az elvárásoknak lényegében csak azok az országok tudtak megfelelni, amelyek 2008-hoz képest kevesebb, mint 1 százalékponttal helyezték feljebb a léct, de hasonló a helyzet 2008-2017 között Japánban és az USA-ban is: növekedés nem sőt, inkább csökkenés tapasztalható, annak ellenére, hogy

pl. az 1970-es években a K+F-re való aggregált kiadások növekedése az említett területeken nagyobb volt, mint a GDP-é [t10].

A kutatás és fejlesztés nemzetgazdasági szintű gyenge teljesítményének feltárásához leginkább az abban részt vevő szervezetek hozzáállását érdemes vizsgálni. Elsősorban azt, hogy kik is azok, akik ezekhez a számokhoz hozzátesznek. Először is megemlítendő, hogy ezen költsékeken elsősorban négy terület, a nonprofit magánszektor, a kormányzatok, a felsőoktatási intézmények és a profitorientált vállalatok területe osztozik. Ezek közül a nonprofit magán szektor értéke elhanyagolható (az összes költség néhány százaléka, GDP arányosan ezred százalékok), talán ettől a területtől nem is érdemes többet várni, viszont sokkal érdekesebb a különbség az állami intézmények (kormányzat és felsőoktatás) és az üzleti célú vállalkozások között az utóbbi javára. Az EU-ban 2011 és 2017 között mindössze a profitorientált cégek voltak képesek növelni a GDP-arányos kiadásaikon, ezzel az összes értékének nagyjából kétharmadát tették ki (az OECD országokban ez 70% körüli érték [w42]) [t10]. Azonban ez nem jelenti azt, hogy a cégek kiadásai világszinten kielégítőek volnának: a legjelentősebb cégeket magában foglaló Fortune 500 listájából 2018-ban azoknak kevesebb, mint fele (47%-a) adott szignifikáns összegeket a K+F-re (!), ehhez jön hozzá az is, hogy minél nagyobb egy cég bevétele, arányaiban annál kevesebbet költ az innovációra – utóbbi részben annak is köszönhető, hogyha kicsi a verseny, felbukkanhat az úgynevezett monopol innováció, amelyben a nagyvállalatok lassabb fejlesztéseket szorgalmaznak, mivel azzal tudnak tartósan magasabb profitot elérni. Ezek a hozzáállások jelenállás szerint az előrelépéshez elégtelennek mutatkoznak. [c12]

További jelentős probléma a legnagyobb romboló innovációkra építkező vállalatok területi eloszlása is, ugyanis a húsz legnagyobb techcég mind USA-beli vagy kínai, az európai cégek nincsenek köztük, ráadásul az úgynevezett „unikornisok” (nagyértékű, milliárd dolláros startupok) megoszlásában is alul teljesít a kontinens, azok száma fele a kínaiak és negyede az USA-beliek számának, nem is beszélve az említett országokban megjelenő technológiai konglomerátumok itteni hiányáról (pl. GAFA, BATX). Ennek oka az, hogy bár az EU összesítve a világ egyik legerősebb és harmadik legnagyobb gazdasága, az mégsem tekinthető olyan egységesnek, mint az USA vagy Kína piaca. Az egységesség hiánya a belső nemzeti és jogszabálybeli különbségeknek köszönhető, illetve az EU azon lépéseinek, melyekkel meggátolja nemzetközi nagyvállalatainak szövetségeit vagy összeolvadását (pl. ), hogy védje az egyes tagországok szuverén piacait, vagyis feláldozza a nemzetközi versenyképességét a belső versenyképesség érdekében. Tehát Európa innovációs szerepe erősen megkérdőjelezhető, ezzel pedig jelentősen hozzá tehet a jelenlegi világszerte gyenge innovációs törekvésekhez. [w50]

#### **4.4.1.2 IKT és szoftverek**

A negyedik ipari forradalom szempontjából fontos magában látni az egyes területek előrelépését talán leginkább befolyásoló infokommunikációs technológia (IKT) fejlettséget. Az IKT fejlettségét az IKT fejlettségi index (IDI) jellemzi a legjobban, melynek számításához a vizsgált területeken a technológiákhoz való hozzáférhetőség, a használati és a kapcsolódó képességek elterjedtségének ismeretére van szükség. Az IDI a világban az elmúlt években jellemzően növekedett, hiszen az olyan tényezők, mint az internetlefedettség és -használat (már 2017-ben is a népesség közel fele aktív felhasználó volt) vagy a mobiltelefonok használata (világszinten több, mint egy működő eszköz fejenként) fokozatosan nő ráadásul úgy, hogy az IDI-ben szerepet játszó rögzített telefonok száma összességében csökkent [t17]. A trend az IDI esetében is a népességi és jóléti mutatók mintáját követi: bár az észak- és nyugat-európai, észak-amerikai, japán és dél-koreai értékek vezetnek a listákat, a fejlődő Dél-Kelet-Ázsia és Afrika rohamosan közelítenek.

Ami viszont egyértelműen és általánosan fejlődik, az a szoftvertechnológia. Ha van tanulsága a harmadik ipari forradalomnak, akkor az a szoftveres megoldások döntő szerepének felismerése: a XXI. századra a fejlett gazdaságokban már nem volt olyan nagyvállalat, amely integrált vállalatirányítási és menedzseri rendszerek alkalmazása nélkül képes lett volna releváns hozzáadott értéket nyújtani (*lásd:*

2.3 *Hogyan tovább?*), az NTP felmérésében nyilatkozó vállalatok az ilyen rendszereket a fejlődés egyik legfontosabb elemeként jellemezték [t12]. Nem hanyagolhatóak azonban el az újonnan széleskörű alkalmazásnak örvendő önálló területként is működőképes Ipar 4.0 módszerek sem, mint a mesterséges intelligencia, a Big Data, vagy az internetet alapú ügyfélkapcsolat-menedzsment rendszerek, pl. a képfelismerés hibaszázaléka, az AI területén egyik általános jelentőségű mérőszám a 2010-es 29%-ról 2018-ra kevesebb, mint 3%-ra csökkent, a hang, a beszéd és az írott szöveg felismerése szintúgy jelentősen javult, a feladatot végző gépek betanítására szánt idő szignifikánsan (6-8%) csökkent [t32] de ott van az a már említett, az EU-s nagyvállalatoknál jelentkező több, mint 400 milliárd eurós, a Big Data elemzések hozzájárulásával szerzett megtakarítás [t19] (lásd: 4.3.2.1 *Mikrogazdaság*) vagy a CRM szoftverek révén elért eladások növekedése, így az ezt szolgáltatók bevételeinek várható exponenciális emelkedése is [c34].

Bár az imént említett megoldások akár offline is működőképes technológiák, azok felhasználása az internet nyújtotta előnyök nélkül nem nevezhető logikus döntésnek, hiszen világháló gyorsasága és a rendszer által biztosított világszerte elérhető, olcsó hálózat azonnali, akár személyes szintű elérést biztosíthat, amely így nem csak az ember és ember, illetve ember és gép közötti, hanem a gép-gép (M2M) kommunikációhoz is alapot ad. Az imént említés szintjén szóba került, hogy a lefedettség mértéke és a felhasználók száma erősen emelkedik, ez számszerűen azt jelenti, hogy a Föld lakosságának mintegy fele, a fejlett országokban akár 80-90%-a is felhasználó, a szélessávú internethez hozzáférők aránya 2017-ben közel 14% volt. Az internet technológiailag azonban nem nevezhető éppenséggel szigorúan szabályozott és tisztán átlátható eszköznek, vagyis inkább „jelenségnek”. Bár az internet nyújtotta lehetőségeket átlátható szerződéseken keresztül internetszolgáltatók biztosítják, illetve vannak országonként ehhez köthető jogi szervek, azok szerepe gyakorlatilag a hálózaton zajló kommunikáció szabályozásában nem számottevő, és bár egy elméletileg egzakt területről van szó, a teljes hálózat lekövethetetlen, arról nem is beszélve, hogy fizikailag a chat-üzenetek is ugyanazokon a kábeleken futnak végig, mint a titkosított levelezések – a biztonság tehát kizárólag a tudásból származó előnyön múlik. Jelentős kérdés, hogy vajon lehet-e megbízhatóan a negyedik ipari forradalomhoz illő mértékben építeni egy olyan közel sem transzparens rendszerre, mint az internet.

#### 4.4.2 Technológiai következmények

##### 4.4.2.1 K+F

Alapvetően „baj” nincs. Nemes egyszerűséggel a K+F területén is érződik az a lassulás, ami (Európa mellett) a világgazdaság egészét is jellemzi (lásd: 4.3.1 *Gazdasági előzmények*). Sőt, az elmúlt időszakban a világon a K+F kiadások GDP-hez viszonyított aránya hosszú idő óta először mutatott szignifikáns növekedést: 2007-től 2013-ig ez az érték 2% körül mozgott, 2018-ra viszont 2,3% környékére emelkedett [w42] – persze adatok híján jó kérdés, hogy ez egy hosszútávon jellemző trend kezdete-e, vagy csak kiugró érték, ennek tisztázására még éveket kell várni. Továbbá az is megjegyzendő, hogy ezek a kiadási arányok nem feltétlenül adnak tiszta képet, hiszen nem egyértelmű mi is tartozik a K+F területéhez – pl. olyan tervezési, fejlesztési tevékenységek is hozzájárulhatnak az innovációhoz, amelyek szolgáltatásnak tekinthetőek –, illetve az sem nyilvánvaló, hogy a kiadások növekedése egyértelműen visszaadja-e a fejlődést – ennek korrigálására létezik a globális innovációs index (GII), amely országokat rangsorol az innovációs kapacitás, illetve az abban elért sikerek szerint, de még ez sem feltétlenül mérvadó, hiszen csak egymáshoz viszonyítja az egyes területeket, ehhez jöhetnek még olyan indexek is, mint pl. az innovációs hatékonysági mutató. (Ráadásul a forrásaim sem teljeskörűek, sok ország teljesítményéről nincs információ, vagy csak hiányos adatsor érhető el.)

Ha elvonatkoztatunk a számoktól és gyakorlatiasan nézzük a K+F előrelépését, akkor is vannak olyan változások, amelyeket érdemes kiemelni, pl. nem szabad elfelejteni az Ipar 4.0 egészét, az újszerű

IKT megoldások kialakítását, az autonóm berendezéseket, a fejlődő közlekedési megoldásokat (pl. mindenhova eljutni képes drónok, nagysebességű mágnesvasutak vagy a SpaceX „újrahasznosítható” rakétái), az alternatív energiaforrásokat (lásd: 4.1.2.2 *Alternatív erőforrások és optimalizálás*), az olyan újszerű alap- és vegyi anyagokat, amelyek a 3D nyomtatáshoz vagy a költséghatékony, könnyű és környezetbarát termékek létrehozásához szükségesek (pl. a világ legkönnyebb anyaga, az aerogél vagy a rendkívül stabil és kiválóan formázható grafén), illetve ezek jövőbeli rohamos elterjedésének lehetőségét sem szabad elfelejteni.

#### a. Kormányzati innováció

De ha baj pillanatnyilag még nincs is, attól függetlenül az innováció szükségessége a negyedik ipari forradalomban tovább fog fokozódni. Erre vonatkozóan a kormányzatok szerepe kiemelten magas lehet. Egyrészt az államilag finanszírozott oktatás jelentősége nem csak a munkaerő fejlesztésében (lásd: 4.2.2.1 *Munkaerő és oktatás*), hanem a K+F-hez hozzáadott közvetlen értékben is megmutatkozik: az egyetemek és főiskolák kutatómunkája nem elhanyagolható. Ezen a téren az Egyesült Államok meglehetősen jól áll, a fejlődő országoknak pedig a növekvő számú magas szintű képzést igénylő fiatal révén megvan a lehetősége az előrelépésre. Ezzel szemben viszont az EU-ban az oktatásra fordított kiadások csökkenő tendenciát mutatnak (pl. ), Magyarország esetében (de akár Európánál is) jellemző, hogy az érintett vállalkozások és szervezetek az állam Ipar 4.0 törekvéseit leginkább az oktatás fejlesztésében tartják relevánsnak. Az negyedik ipari forradalom döntő technológiai következménye lehet a nagyvárosok felsőoktatási intézményeinek fejlődése, amelyek katalizátorként hathatnak a helyi infrastruktúra fejlődésére is.

A kormányzatok azonban az oktatáson kívül más módokon is tehetnek közvetlenül a fejlesztésekért – az ehhez kapcsolódó szervezetek (pl. ) jelentősége a jövőben azonban kérdéses, hiszen az egyre inkább piaci alapon működő gazdaságban a lassú, központosított, állami pénzből működtetett innováció versenyképessége ritkán mutatkozik meg. Egy területen azonban az állami irányítású fejlesztések mindig is előrébb jártak, mint a magáncégek, ez pedig a hadiipar: bár a K+F-re költő vállalatok között az élen az Amazon áll éves szinten 22 milliárd dollárral, az Egyesült Államok hadserege ennek mintegy ötszörösét, több, mint 100 milliárd dollárt emészt fel ilyen célokra [c12]. Érdekes, a témától kissé elütőnek tűnő kérdés, hogy lehetséges-e, hogy a hosszútávú stagnálást a világviszonylatban példátlanul hosszú ideje tartó békés időszak okozza-e. Ez a felvetés jogos, hiszen ha belegondolunk, a XX. század legnagyobb szabású fejlesztéseit, a rádióhullámokat, a számítógépet, az internetet, a titkosítást, a nukleáris energiát, az űrtechnológia egészét mind-mind a világméretű konfliktusok, a két világháború és a hidegháború alakították ki. A jelenkorban ilyen mértékű indikátorról nem beszélhetünk: elképzelhető, hogy az innováció csupán azért rekedt meg, mert a piaci verseny túlságosan kényelmes körülményeket biztosít, az ebből fakadó kilengések egyre kisebbek, azok egy biztonságos, nyugalmi állapot felé tartanak – talán a közelgő klímakatasztrófa vagy egy esetlegesen kialakuló világméretű konfliktus felpörgetheti a világ gazdaságát és a kutatás-fejlesztés területét, de ezek támogatása (szerencsére) a legfejlettebb, legerősebb hatalmaknak pillanatnyilag nem célja (lásd: 4.5.1.1 *A technológiai fejlődés politikai következményei*).

A kormányzatok számára további lehetőség a piac befolyásolása támogatásokkal. Az EU pl. beállhat a negyedik ipari forradalom mögé azzal, ha támogatja a nagyvállalati törekvéseket, azonban ebben az esetben erősen védenie kell a KKV-kat is, hiszen ezzel még tovább tágulhat az a rés, amely így az allokációs hatékonyság növekedéséből adódó problémákhoz vezet (lásd: 4.3.2.1 *Mikrogazdaság*). A negyedik ipari forradalom egyik jelentős változását jelentheti az EU teljes szervezeti átalakulása is, illetve az integráció növelése – ennek sikeressége nyilvánvalóan nem garantált. De nem csak az Európai Unió szorulhat rá az ilyen jellegű szövetségekre, elképzelhető, hogy Közép- és kelet-Afrika, Dél- és Közép-Amerika, illetve Dél-Kelet-Ázsia kisebb országai is rá fognak kényszerülni az ilyen jellegű összhangra és a regionális szinten tevékenykedő, innovatív óriásvállalatok közös segítésére, hogyha

versenyképesek akarnak maradni az óriási népességű és termelékenységgű USA, Kína vagy a feltörekvő India mellett.

#### **b. A vállalati szektor innovációi**

Mit tehetnek a profitorientált vállalkozások az innováció fejlesztéséért? Vagyis inkább: miért költsenek többet ezek a vállalkozások a K+F-re, mint eddig?

A kérdés jogosnak tekinthető. Egyik oldalról nézve a dolgot elmondható ugyanis az előzmények kifejtése során elhangzó jelenség, miszerint a legnagyobb innovátorok tekintetében a bevétel és a K+F kiadások ehhez viszonyított aránya között negatív korreláció tapasztalható, vagyis nem az látszódik, hogy egy nagyvállalatnak érdeke volna növelnie a kutatásra és fejlesztésre vonatkozó költségeit, hiszen az nem jelent számára szignifikáns bevételemelkedést (legalábbis rövid távon ez biztosan nem éri meg). Továbbá lényeges szempont, hogy a pénzügyi szektor túlsúlyba kerül a reálgazdasággal szemben, vagyis az, hogy a gazdaság „pénzből csinál pénzt” hosszútávon erősen visszavetheti az innovációs törekvéseket (lásd: 4.3.1 *Gazdasági előzmények*) – a Fortune 500 cégek kapcsolódó listáját nézve is szembetűnő, hogy a legtöbb pénzügyi vállalat keveset, vagy egyáltalán nem költ K+F-re [c19].

Ezen a területen is hangsúlyozandó, hogy „nincs baj”, de hangsúlyosabban hozzá kell tennünk, hogy „még”. Természetesen a megoldást nem az jelenti, hogy az elégtelen számokat felmutató cégeknek hirtelen nagy mennyiségű pénzt kellene költeniük mindenféle innovációs stratégia kidolgozása nélkül a K+F-be. Egyrészt az innováció területén is lehetőség van szervezetek közötti üzletre, vagyis beszerzés alapú innovációra. Beszerzés alapon fejleszt például a világ egyik legjelentősebb vállalata is, a Walmart, amely bár számvitel szempontjából a bevételeinek 0%-át költi K+F-re, mégis stratégiai elhatározása, hogy egyszerű disztribútorból „high-tech innovátorra” váljon, nemes egyszerűséggel úgy, hogy – figyelemreméltóan az új szemléletnek megfelelően – startupoknak szervezi ki az ehhez köthető tevékenységeket [c10]. Ez a fajta megoldás „méltó” a negyedik ipari forradalom és a Lean elméleteihez, és egyértelműen követendő példa lehet, hiszen egy olyan vállalat, amely kifejezetten a kutatás-fejlesztés témakörével foglalkozik, sokkal hatékonyabb és tisztább eredményeket biztosíthat, mint egy a szervezeten belül „kényszeresen” létrehozott munkacsoport, amelyben sem a tapasztalatra, sem a szakértelemre nincs garancia.

Továbbá lényeges hangsúlyozni, hogy az innovációs befektetéseket nem szabad elsietni, a negyedik ipari forradalomban ezeknek – némileg meglepő módon – inkább a technológiák adaptálásából fakadó következménynek, mint annak alapjának kell lennie, vagyis amíg egy vállalat nem kezd bele az autonóm gyártásba és raktározásba, felesleges ilyen téren fejlesztenie, de ott van a Big Data is, amely lényegében ezen fejlesztésekhez szolgáltat információt, pl. elegendő megemlíteni a PWC, John Moavenzadeh, vagy Nagy Judit munkásságait ([t13] [t23] [t25], lásd: 3.2.4 *Fejlődési lehetőségek az Ipar 4.0-ban*), melyekben mind először a fizikai, operatív feladatok átalakítását hangsúlyozták, majd csak ezt követően emelték ki az értékláncok, a stratégia fejlesztését vagy magának a K+F-nek a területét.

#### **4.4.2.2 IKT**

##### **a. Szoftvertchnológia-fejlődés**

Amiben a negyedik ipari forradalom egyértelműen újdonságot jelenthet a harmadikkal szemben, az a technológiák integrálása. Az előző fejezetben (lásd: 3 *Az Ipar 4.0*) szinte folyamatosan előkerült az a tény, hogy a modern technológiák egyenként közel sem adnak olyan hatékonyságot, mint együtt, hiszen a szinergiahatás a szoftveres alapú automatizált működés esetén kifejezetten nagy. Pl. ott van az általános célú mesterséges intelligencia, amely a digitális szolgáltatásoktól kezdve az M2M kommunikáción át az autonóm robotizációig mindenhol (szignifikáns) szerepet játszik. Vagy vegyük csak a felhőtechnológia ötvözését a Big Data-val: a megosztott erőforrások tovább tudják növelni a már eleve jó hatásfokú adatelemzéseket. A lényeg tehát az egységbe kapcsolás nem csak az egyes elemek (gépek, szoftverek), hanem a különböző eszköztípusok között is, mondhatjuk azt is, hogy a jövő „okos



létesítményeinek” egységbekapcsolásai túlmutatnak a horizontális és vertikális integráción, itt már az elméletek közötti, interdiszciplináris egyesülésnek kell megvalósulnia, vagyis nem csak a gép és gép, szoftver és szoftver, gép és szoftver teremt kapcsolatot, hanem a VR és az AI, az AGV és a Big Data, a 3D nyomtatás és a felhőtechnológia: magukat az eszközöket megalapozó elméletek is egyesülnek egymással.

Az ezen a területen jelentkező folyamatos fejlődés gyakorlatilag éppen úgy alkothat új iparágakat és ellátási láncokat, mint ahogy azt tette a gyártás megjelenése a XVIII. században: ahogyan egy gyár fejlődött, mind az építőanyagok, mind az üzemi berendezések iránti igény megnőtt. A negyedik ipari forradalomban a növekedést tápláló „élelem” egy kicsit könnyebb, elegánsabb, mint a vas vagy a beton, de értékét tekintve semmivel sem kevesebb azoknál: a modern technológiák építőköve az adat. Az adatok mindennek az alapját képezik, hiszen azok adják a működéshez és elemzéshez szolgáltatott információt, magukban hordozzák a múltat a jelent és a jövőt. Pl. John Moavenzadeh 2015-ben arra a következtetésre jutott, hogy az autóiipari szakértők 88%-a szerint 2030-ra legalább egy nagy autógyártó több bevételt fog generálni adatok és mobilitási szolgáltatások révén, mint fizikai termékek értékesítéséből [t23]. Ez a merésznél tünő kijelentés azt engedi következtetni, hogy a negyedik ipari forradalomban már nem az anyagi javak fogják adni a fejlődés kulcsát, hanem sokkal inkább a virtuális értékek: az adat, az információ – egy szoftver egy kódsor már nem csak az eszköze lesz a kívánt értékek megszerzésének, a társadalom digitalizációjával (lásd: 4.2.2.2 Új életterek) az lesz maga a termék (és ez a fajta fejlődés túlmutat a szórakoztató médiumok – játékok, filmek – területén). Ez talán megmagyarázza azt a jelenséget is, hogy miért hagynak alább a fejlesztések: a negyedik ipari forradalomban már sokkal kevésbé fog számítani, hogy mit használunk (hiszen szinte minden eszköz „okos” lesz) és sokkal nagyobb jelentősége lesz annak, hogy ezeket mire használjuk.

## **b. Internet**

Az internet korlátlanága a jövő egyik legfontosabb szükséglete lesz, viszont éppen ez a korlátlanág lehet az, amiben aztán a különböző fejlesztések végül elbotlanak.

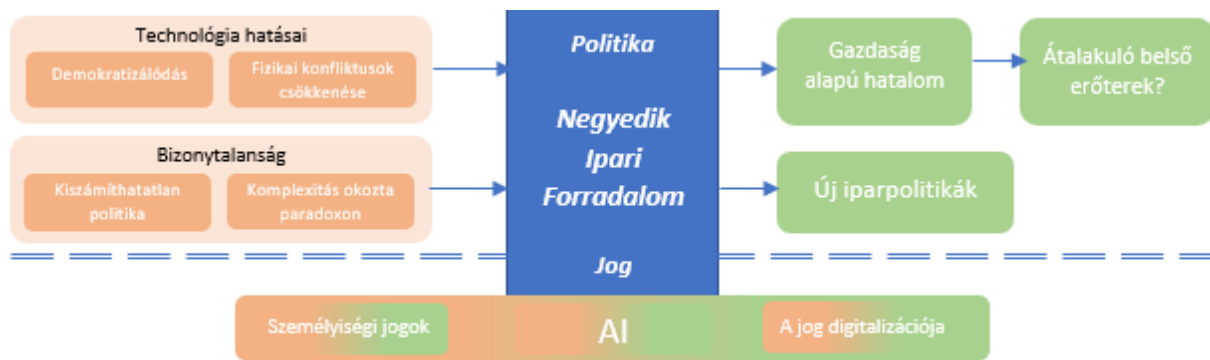
Az egyik legfontosabb veszély, amivel a negyedik ipari forradalom eszközeit fejlesztőknek szembe kell nézniük, néha maga a rendszer, amin dolgoznak. Az internetbe kapcsolt eszközök ugyan példátlanul hatékonyak és gyorsak lehetnek, de ugyanakkor ki vannak téve adathalászatnak, lehallgatásoknak. Ha egy vállalat „digitális bajnokká” akar válni (lásd: 3.1.4 Fejlesztési lehetőségek az Ipar 4.0-ban) képesnek kell lennie arra, hogy minden adatát és know-how-ját digitalizálja, hogy azok az egységesített rendszeren belül az érintett eszközök számára elérhetőek legyenek. Éppen ez jelenti a problémát, hiszen az a vállalat, amely vezető innovátorként vállal szerepet, tisztában lesz vele, hogy azok a fejlesztések, amelyekben élen jár, mennyire kiforratlanok lehetnek és mennyire kiszolgáltatathatók az adatlopásnak. A teljes digitalizáció és „felhőbe költözés” tehát összességében egy lassú és fokozatos folyamat, emellett pedig fokozottan igényli az IT-biztonság nem csak fenntartását, hanem folyamatos fejlesztését is, hiszen annak alapja, hogy egy lépéssel előrébb kell járni, mint azok, akik a károkozásban érdekeltek.

De lehet, hogy a negyedik ipari forradalom igényelni fog olyan innovációkat is, amelyek túlmutatnak az IT-fegyverkezési versenyen és olyan alapvető jelenségek átalakulásához vezetnek majd, mint maga az internet. Ha egy vállalat azt tervezi, hogy az internetet stratégiai eszközként alkalmazza, akkor be kell tudnia látni, hogy bár „jó sodrású vizeken evez”, ha nem ügyel, a „hullámok könnyen maguk alá gyűrhetik a hajóját”. Nem véletlenül kerül elő a felvetés, hogy vajon az internet átalakítható, formalizálható-e. Az internet, bár az informatika formalizált protokolljain alapul, lényegében nincsenek igazi szabályai. Az interneten nincs igazi, az országok törvénykezéseihez hasonlítható szervezetség, nincs igazi alá-fölérendeltség (gyakorlatilag bérbeadók és bérlők összetett hálózatáról van szó), a megbízhatóság leginkább az egymáshoz köthető üzleti érdekekből, mintsem a szankcióktól való félelemkből fakadnak (nem véletlen, hogy az internetes bűnözésben sokkal könnyebben vesznek részt

az emberek, pl. kalózkodni is nyilván többen hajlandóak, mint egy DVD-t leemelni a bolt polcáról). Bár az internet működése lehet biztonságos, az sokszor rengeteg költséget, és körültekintő felhasználói hozzáállást igényel (pl. netbankok, kétlépcsős beléptetés, online fizetési megoldások, pénztárcák), és még ez sem jelent garanciát. Az internet formális felügyelete, az internetes és fizikai személyek összeegyeztethetőségének szorgalmazása azonban erősen szembe megy annak alapelveivel és erősen visszaveheti azt az „erős sodrást”, ami olyan vonzóvá és népszerűvé teszi, nem is beszélve a társadalmi felháborodásról, amit feltehetően keltene. Az internet átalakítása olyan lehetőség, amelyet leginkább csak az erősen autoriter országok engedhetnek meg maguknak, de még itt is a kérdést igazából az jelentheti, hogy vajon megéri-e feláldozni a szabadságból építkező, nyilvánvalóan kockázatos, de óriási lehetőségekkel kecsegtető „világot” egy átlátható, de kiismerhető, ezért kevés új lehetőséget felmutató rendszerre.

## 4.5 Politika és jog

### STEEP



19. Ábra: A negyedik ipari forradalom politikai-jogi előzményei és következményei  
Forrás: Saját szerkesztés

### 4.5.1 Politikai előzmények

#### 4.5.1.1 A technológiai fejlődés politikai következményei

Az ipari forradalmak történelmi vizsgálatának területén egyfajta tyúk-tojás jellegű kérdésként vetül fel, hogy vajon a politikai stabilitás és a demokráciák kialakulása vezetett a technológiai fejlődéshez, vagy inkább a technológiának köszönhető, hogy megvalósíthatóvá váltak a parlamentáris rendszerek. Ez egy vitatható témakör és igazából mindkét oldalon lehet megalapozott érveket és ellenpéldákat is felhozni (pl. a középkor európai demokráciái – Velence, San Marino – közel sem voltak releváns technológiai nagyhatalmak, ellenben a XIX. századi Német Birodalom vagy a jelenkor Kínája autoriter működésük ellenére jelentős innovátorok). Talán megfelelő, kompromisszumos kijelentés lehet az, hogy mindkét tényező hatással van a másikra, viszont jelen helyzetben fontosabb elsősorban a technológia politikára gyakorolt hatását vizsgálni, mintsem fordítva.

Már korábban említésre került, hogy a technológia általános fejlődése óriási hatással van az életszínvonalemelkedésre (lásd: 4.2.1 Társadalmi előzmények), ezzel pedig közvetve csökkenti a bűnözési rátát, a korrupciót, fokozza az emberek biztonságérzetét és csökkenti a társadalmi egyenlőtlenségeket. Ezek a hatások nyilvánvalóan befolyással bírnak a politikára is. Az informáltság, a tanultság, a stabil gazdasági háttér lehetőséget biztosít arra, hogy működőképes, nyílt parlamentáris rendszerek alakuljanak ki és választások alapján lehessen döntést hozni. Nem véletlen az sem, hogy a

XIX. században jelentek meg a különböző dolgozói szakszervezetek, illetve felütötték fejüket a munkásmozgalmak is (kv!): egy korabeli fejlett országban pusztán erőszakkal nem lehetett elnyomni a tömegeket, az irányító szerepben lévők sikere már nem alapulhatott csak az alsóbb osztályok egy-egy csoportja feletti erőfölényen, hanem ezen személyeknek képessé kellett válnia arra is, hogy „üzletet kössenek” a társadalommal (természetesen ezzel nem állítom azt, hogy a középkori és kora-újkori hatalom kizárólag a katonai szervezeteken alapult volna). Az ipari forradalmakkal párhuzamosan tehát a fejlett országokban egymást követve kerültek elő a hagyományos személyközpontú rendszereket leváltó jogállamok, a politikai szerepvállalás pedig már nem csak származás kérdése, hanem karrierjellegű lépések eredménye (is) lett.

Emellett elmondható, hogy a technológiai fejlődés révén területi hatalmi érdekek (a feudális rendszerekkel párhuzamosan) az elmúlt két-háromszáz évben jelentéktelenebbé váltak, azokat pénzben tisztán kifejezhető gazdasági érdekek váltották fel. Az első és a második ipari forradalom határán kibontakozó kapitalizmus, a nagytőkések hatalmának megjelenése, az államoktól függetlenül működő óriásvállalatok felbukkanása teljesen felforgatta az ipari forradalmak országainak belső működését – a pénz lett az úr. Nem is beszélve a demokratizálódásról: a hatalom és a köznép közeledése, az érdekegyeztetések és érdekvédelmek lehetősége megváltoztatta, leszűkítette a döntéshozók és irányítók mozgásterét.

A technológia fejlődésének eredménye az is, hogy a nemzetközi és társadalmi kapcsolatok stabilizálódtak. Az élet értékesebbé válik, az időelőtti halál és az erőszakos konfliktuskezelés személyes és nemzetközi szinten is fokozatosan csökken. Természetesen nem szabad kifelejteni a történelem két levéresebb háborúját, amelyeket pont a modern technológiának (illetve az abból származó pusztítás alábecslésének) köszönhetően követeltek összesen több, mint 50 millió életet, de hosszú távon az tapasztalható, hogy az életszínvonal emelkedésével (illetve a modern technológia veszélyeinek ismeretével) az elmúlt évtizedekben a béke soha nem látott mértékben növekedett (pl. ). Összetűzések, forrópontok még mindig vannak és lesznek a világban, azonban ezek jelentősége összességében már kevésbé gyakorol hatást, mint a piaci versenyek, illetve a gazdasági- és vámháborúk ténye. A mai világ fejlett országainak vezetőinél már hanyagolható tényező az, hogy az illető rendelkezik-e katonai tapasztalattal és hadvezérhez méltó képességekkel, ellenben nélkülözhetetlen számára a gazdasági, jogi ismeret és tehetség.

Bár a katonai hatalom nem mondható jelentéktelen tényezőnek (pl. az USA külpolitikai stratégiájának a hadsereg és a kikényszerített agresszió továbbra is meghatározó eleme, Pakisztán és India között pedig ugyan alacsony szinten, de atomfegyverkezési verseny zajlik), de összességében a GDP arányos költések a világban csökkennek (pl. a mennyiségileg legnagyobb kiadásokkal operáló USA költései napjainkra a GDP arányában mindössze 3-4%-ot tesznek ki a '60-as években tapasztalható 8.9%-kal szemben, amely még mindig elenyésző a második világháború több, mint 37%-ához képest [w34]). Továbbá az is jelentős változást jelent az ipari forradalmakat megelőző időkhöz képest, hogy a legnagyobb gazdasági súllyal rendelkező országok nem azonosak a katonailag legütőképesebbekkel: pl. a nyugat-európai középhatalmak a Szovjetunió felbomlása után fokozatosan építették le a haderejüket (bár a közelmúltban merültek fel ezzel kapcsolatos aggályok, például egy EU-hadsereg létrehozása is terítékre került), ellenben Észak-Korea katonák számában a világ egyik legnagyobb haderejét tudhatja magáénak, annak ellenére, hogy a globális gazdasági szerepe szinte jelentéktelen. A katonai konfliktusok szerepe egyértelműen átalakult, stabil országok közötti összetűzések megoldására, illetve nagyléptékű, hirtelen terület- és befolyásszerzésre már nem alkalmas ez a megoldás. Az a hozzáállás, amellyel az ókori Római Birodalom vagy az újkorban a gyarmatosító európai hatalmak éltek, mely szerint a katonai befolyásra építették gazdaságukat, mára nem életképes. Az évezredekig tartó tendencia, amiben a területek, gyarmatok szerzése és ezzel a természeti erőforrások, illetve az őslakos népesség felhasználása alapozták meg a termelékenységemelkedést, átalakult és mára inkább a már meglévő

gazdasági előny hozza magával a katonai erőszakszervezeteket, mint a védelem és a nyomásgyakorlás eszközeit.

#### **/4.5.1.2 Politikai bizonytalanság**

##### **a. A politika kiszámíthatatlansága**

Alapvetően a politika a legkiszámíthatatlanabb az összes STEEP tényező közül. A politikában és a jogalkotásban hozott döntések erősen függenek a többi négy („STEE”) tényező hatásától, illetve attól is, hogy azokat a döntő szerepekben lévők hogyan értelmezik. A legnagyobb hatalmak esetében is akár néhány évente teljes fordulat következhet be a politikai célkitűzések terén, és ehhez még csak nem is kell, hogy az egyes rezsimeket leváltsák. Erre a bizonytalanságra nem nehéz példát találni, néha elegendő egy adott témában két egymáshoz képest egy hónap távolságra kiadott hírt elolvasni, pl. ott van az USA és Oroszország kapcsolata a Trump-kormányzat alatt, vagy Kína, esetleg Irán nemzetközi megítélése, Észak- és Dél-Korea viszonya, illetve az összeegyeztetetlen EU-s migrációs stratégia, de országokon belül is láthatjuk az ilyen jellegű hirtelen változásokat: a Brexit egész története, egyes országok (Brazília, Nagy-Britannia) bizonytalan, csapongó válságkezelési megoldásai a koronavírusjárvány alatt, vagy idehaza az EU-s támogatások nagyarányú felhasználása az Unióval szembenő retorika ellenére.

Jelen pillanatban nem lehet eldönteni, hogy a jövő a békés, szabad gazdaságra építkező tendenciát fogja tovább vinni, vagy éppen (akár az előző alfejezet megállapításaival – lásd: 4.5.1.1.1 *Technológiai fejlődés* – némileg szembe menve) egy globális szintű konfliktus van kibontakozóban. Nem lehet eldönteni, hogy egy országot a vezetői milyen irányban tervezik tovább vinni, illetve a modern demokráciáknál sokszor az sem tisztázott, hogy vajon az egymást követő kormányzatok mennyiben építenek, építhetnek az elődeik (ellenfeleik) terveire. Nem lehet eldönteni azt sem, hogy ezek a vezetők hogyan látják az innovációt, mennyiben hajlandóak az iparra építeni, illetve milyen stratégiát alkalmaznak a negyedik ipari forradalom alkalmazására: Elegendő a kizárólag pénz-jellegű támogatás? A gazdaság mely területeibe kell befektetni? A feltörekvő hazai, vagy a már fejlett külföldi vállalatokat kell előnyben részesíteni? Versenytárs, vagy szövetséges egy másik kormányzat?

##### **b. Fejlettségi paradoxon**

Ahogy a világ egyre kisebbé válik és a kommunikáció egyre csak gyorsul, minden más területhez hasonlóan a döntéshozás és az állami szintű vezetés is egyre komplexebb és egyre jobban információközpontú feladattá válik. Az események nem lineárisan következnek egymásból, többszörös áttétek jelentkeznek, „az egyik mérleg jobb karja egy másik bal karja”. A gazdaság bonyolultsága sokszor bonyolult megoldásokat igényel, amelyeknél rövid távon nem realizálódik az eredmény, arról nem is beszélve, hogy ezen hosszútávú elképzelések kivitelezése rengeteg buktatóval járhat.

A modern gazdasági korokban rejlő paradoxont az jelenti, hogy a nemzeteket és társadalmakat érő összetett problémákat, illetve az azokra reagáló megoldásokat nem lehet egyszerűen, egyoldalúan a választók elé tárni, így azok hajlamosak az olyan populista vagy autoriter vezetők felé fordulni, akik karizmatikus, rövid, de a legtöbbször erősen hiányos választ adnak a felvetülő kérdésekre. Tehát bár az emberek egyre önállóbbak és szabadabbak, mégis képesek lehetnek önmagukat „szolgátságba” taszítani, bízva abban, hogy a megválasztott vezetők kampányaiknak megfelelően gyorsan és magabiztosan kezelik a kihívásokat, de a valóságban azok általában a lehető legkevésbé vonják be szavazóikat a döntésekbe, arról nem is beszélve, hogy ez a hozzáállás a gazdaságot és a társadalmat is erősen destabilizálhatja (pl. Venezuela – Nicolás Maduro, Belarusz – Alekszandr Lukasenka). [t21]

## 4.5.2 Politikai következmények

### 4.5.2.1 Megváltozó irányító szerep

#### a. Liberalizáció vagy protekcionizmus?

Egyrészt ott van a már említett individualizmus (lásd: 4.2.2.2 Új életterek), amely egyre komolyabb hatást gyakorol a gazdaságra is, a negyedik ipari forradalom pedig ezt a hatást „örömmel” ki is használja: az Ipar 4.0 egyik alapvető célja az egyéni fogyasztói igények kiszolgálása. Ezt a fajta egyén-központú társadalmat erősítik meg a digitális közösségek is, az otthonok, munkahelyek automatizálása: valahol minden fogyasztó főnökké, vezetővé válik, a technológia pedig készségesen kiszolgálja őket ehhez. Ezekkel a tényezőkkel pedig megnövekedhet az informáltság, a tanultság, a koncepcionális, összefogó jellegű tudás birtoklásának mértéke, így az egyéni felelősségvállalás is, az önrendelkezés és szabályozás pedig működőképes lehetőséggé válhat (a nagyobb jólétben élő országokban mind a korrupció és bűnözés, mind pedig a munkához és feladatokhoz való hozzáállás fejlettebb, mint a szegény körülmények között élőkénél, ezek a körülmények a szabályozás és ellenőrzés mértékét is erősen visszafoghatják.)

A kiszámíthatatlanság és a vezetői problémák komplexitásának emelkedése viszont a liberalizációval éppen ellentétes hatást gyakorol. A jólét és a technológiai fejlődés ugyan erős behatással bírnak, de ezek nem feltétlenül válnak elérhetővé mindenki számára: ne felejtjük el, hogy pl. a katonai célokra fejlesztett megoldások (mobil-készülékek, járművek, számítógépek, az internet) sokszor évekkel, évtizedekkel később jutottak csak el a fogyasztói piacra, azokat a kormányzatok képesek kordában tartani, vagy vegyük ismét Kínát, amely társadalmának jólétét annak önállóságáért és magánéletéért cserébe biztosítja, a széleskörű megfigyelés és a szociális kreditrendszer erősen megkérdőjelezi szabadság fogalmát, ellenben az országban műszaki téren tagadhatatlan a fejlődés, de mellékesen megemlíthető a feltételezhetően létező orosz „kiberháborús” stratégia is, amely valószínűleg a lefeléhaladottabb titkosítási és a hálózati fejlesztéseket tudhatja maga mögött úgy, hogy ezek célja mégis a destabilizáció. Ez a végtelenségig hosszútávon gátat vethet a fejlődésnek (hiszen az autoriter rendszereknek a fejlődés csak a nemzetközi versenyképesség érdekében lehet fontos), illetve elszigetelheti az egyes politikai tömböket egymástól, vagyis erős protekcionizmust (titkosításokat, a szabad verseny gátlását, a belföldi cégek erőltetését, rugalmatlan jövőtervezést) válthatnak ki.

Annak megállapításához, hogy a negyedik ipari forradalom megvalósulását követően (vagy aközben) a két végpont között milyen irányba tolódik el az egyes szereplők hozzáállása, először meg kell válaszolni a kérdést, hogy a jövőben a politikát milyen behatások fogják érni. Stabil, felfelé törekvő gazdasági körülmények között az emberek bizalma nagyobb, a kockázatkerülés alacsonyabb, a felelősségvállalás magasabb, a kormányzatok engedékenyebbek. Instabil, bizonytalan jövőt vázó körülmények között viszont nemcsak a döntéshozók hoznak létre szigorúbb szabályokat, hanem az emberek ráadásul (többségében) igénylik is ezeket az egyszerű, de egyértelmű utasításokat, nem véletlen, hogy a populizmus is a 2008-2009-es világválságot követő években ütötte fel a fejét. Ebben az összevetésben a stabilitást, a technológiai fejlődést, a szabadság növekedését tekinthetjük alapnak, hiszen közgazdasági alapvetés, hogy a gazdasági szereplők erre törekszenek (kv!), tehát annak kiközösítése aktív behatásokat igényel – vagyis a következő nagy kérdés az, hogy milyen események lehetnek a jövőben, amelyek ezt kiváltják. Ez egyrészt lehet maga a globális felmelegedés, vagy lehetnek más természeti katasztrófák, járványok, de lehet egy gazdaságilag sikertelen, „renegát” hatalom destabilizációs törekvése is (gondoljunk csak arra, hogy az iszlamista terrorszervezetek az elmúlt húsz évben milyen nagy mértékben tudták befolyásolni az általános közhangulatot, annak ellenére, hogy gyakorlatilag nem is tekinthetőek országoknak, vagy emlékezzünk Észak-Korea fenyegetéseire), de lehet szó gazdaságilag eredményesnek mondható országok közötti érdekellentétekről (pl. Irán és az Egyesült Államok konfliktusa, Kína Tajvant célzó annexiók

törekvései), illetve a mindezekkel karöltve járó tényezőről, az alapvetően a fejlődés egyik velejárójáról, a recesszióról, válságról is.

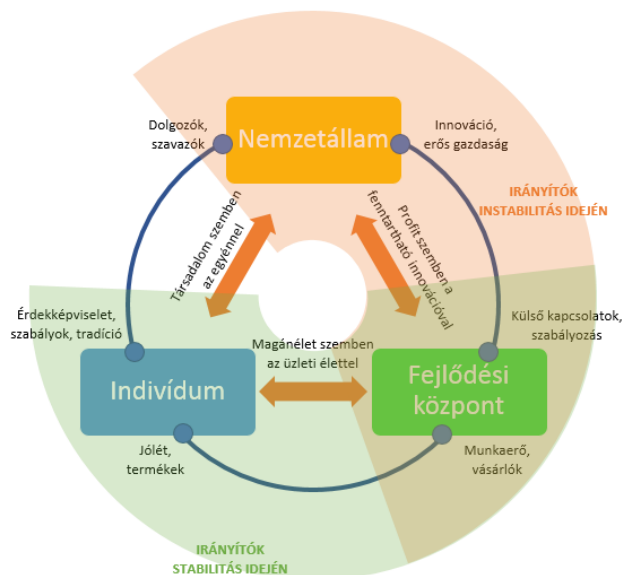
#### **a. Rendhagyó erőviszonyok**

Ha a negyedik ipari forradalom kiteljesedését vesszük alapul, akkor feltételezhető, hogy a gazdasági és politikai szereplők hatalmi egyensúlya nagymértékben át fog alakulni, mégpedig elsősorban az előző pontban megnevezett végpontok (egyéni szabadság és konzervatív, közspontositott irányítás) függvényében.

Alapértelmezetten megkülönböztethetünk három olyan szerepkört, amelyek egy technológiára és a digitalizációra építő rendszerben megjelenhetnek, ezek a nemzetállamok (és hivatalos, politikai szervezetek), a fejlődési központok (megavárosok, versenyre berendezkedő innovatív óriásvállalatok, konglomerátumok), illetve maguk az egyének (fogyasztók, dolgozók, választók). A hatalmi egyensúly középpontja a világ és így az erőviszonyok átalakulásával vélhetően ezen három szerepkör között fogja változtatni a helyét. A fentieknek megfelelően alapul véve az innovációk megragadását – legyen annak oka a stabilitás vagy az instabilitás – elmondhatjuk, hogy ezen szerepkörök mindegyike jelentős behatással bír, egymással ellentmondásban állnak, viszont ezzel együtt szoros kapcsolatban vannak. Az ellentmondásokat az alapvető célokban mutatkozó ellentétek jelenthetik: a nemzetállamok (vagy hatalmi szervezetek) célja lehet a rend, a stabilitás megtartása, a nemzetközi vezetős szerep elsajátítása, illetve lehet a nemzeti érdekek védelme; a fejlődési központoknak is lehetnek kollektív érdekeik pl. megavárosok esetében, de itt sokkal inkább gazdasági célok feltételezhetőek: növekedés, profit, gazdaságosság; az individumok, magánszemélyek esetén az egyéni érdekek dominálnak, a stabil magánélet, családi és pénzügyi háttér. Ezek a célok egyértelműen egymás ellen hatnak, napjaink és a közeljövő jellemző konfliktusa lehet pl. az egyén és a társadalom ellentmondása (szabadságunkat mások szabadsága „korlátozza” a nemzetállamok és az egyének viszonyában), a folyamatos előrelépés és „moneymaking” összeegyeztethetlenségének kérdése (a fejlődési központok és az egyének viszonyában), illetve a kollektív irányításért való versengés, a stabil profit és a fenntartható innováció ellentmondása (nemzetállamok és a fejlődési központok viszonyában). Azonban az is nyilvánvaló, hogy a fenti ágaknak szüksége van egymásra: a nemzetállam az egyénektől adózó munkaerőt, szavazókat kap, a fejlődési központok számára innovációt és további jövedelmet biztosítanak; a fejlődési központok a nemzetállamtól védelmet, szabályokat kapnak, az egyének a dolgozóikat és vásárlóikat adják; az egyéneket a nemzetállamokhoz a szabályok mellett a nemzeti öntudat kötheti, a fejlődési központok számukra javuló életminőséget biztosíthatnak.

Nyilvánvaló, hogy az instabilitás egyértelműen a kollektív rendszerek felé, a fejlődési centrumok, de sokkal inkább a nemzetállamok irányába viszi el a tömegközéppontot (a fejlődési központoknál a jövő megavárosainak kormányzatai lehetnek alkalmasak szigorú irányításra), míg a stabilitás inkább az egyének önállóságára és az újító vállalkozások innovációira fekteti a hangsúlyt.





[10. Ábra: Újszerű politikai hatalmi egyensúly  
Forrás: Saját szerkesztés

#### 4.5.2.2 Az ipar szabályozása

Az ipar politikai szemmel nézve jelenleg egy igencsak ellentmondásos terület, hiszen egyrészt a fejlett, önálló gazdaságok számára annak stabilitása és hozzáadott értékének szinten tartása komoly jelentőséggel bír, viszont a termelés és a hozzá kapcsolódó logisztika miatti környezetterhelés az elmúlt időszakban egyre nagyobb jelentőségnek örvendő „zöld politikában” sok esetben negatív kontextusba helyezte. Ez például Németországban különösen igaz, de hasonlóan ellentmondásos az Egyesült Államok, sőt még az ilyen téren konzervatív Kína helyzete is (Kína elnöke Hszi Csin-ping, mint a legnagyobb ipari termelő és szén-dioxid kibocsátó ország vezetője, 2020 végén bejelentette, hogy 2060-ra karbonsemlegesé teszik az országot, az ok – a nyilvánvaló fenntarthatatlanság mellett – vélhetően a külső megítélés javításának szándéka (c40)). Az Ipar 4.0 vagy az Industrial Internet Consortium és a Industrial Value Chain Initiative példa lehet arra, hogy a legjelentősebb ipari termelők hogyan egyeztessék össze a klímacélokot (pl. Párizsi Klímaegyezmény) és a gazdaság ipar révén történő fellendítését.

Azonban a jövőben elképzelhető, hogy a stratégiáknál egy kicsit többre lesz szükség. Az ipar megjelenése idején, a XVIII-XIX. században pl. létezett az úgynevezett iparpolitika alkalmazása. Az iparpolitika lényege egy országban a belföldi ipar védelme és fellendítése [w27]. A jelenlegi, szabadpiacokra építő gazdaságban az iparpolitika szerepvállalása két okból csökkent: egyrészt az, hogy az állam egyes iparágakat önkényes döntés alapján kiemeljen, tehát „mesterségesen” határozza meg mely iparágak adnak hozzá az ország gazdaságához, melyek nem, a gazdaságra káros hatással lehet, másrészt ebből következően a kiemelt iparágak képviselői jelentős túlsúlyba kerülhetnek, lényegében az államot is befolyásolni képes hatalomra tehetnek szert (pl. ott van John D. Rockefeller olajmonopóliuma a XIX. századi Egyesült Államokban). Bár alapvetően egy elég régi, mondhatni elavult fogalomról beszélünk, alapjaiban véve még mindig létezik (pl. az EU-s iparpolitika a klíma, illetve a KKV-k védelmében igyekszik tenni, illetve célja az integráció növelése) sőt, elképzelhető, hogy jelentősége a negyedik ipari forradalomban még növekedhet is: a „vad” piacgazdaságot jelenleg korlátozó erők valószínűleg nem lesznek elegendők: a természeti válságok miatt erősen meg kell gondolni, hogy mely iparágak okozzák a legnagyobb kárt és azokra mely más iparágak jelenthetnek alternatívát, továbbá a KKV-k és nagyvállalatok között nyíló rést (lásd: ) kordában kell tartani – ezeken a területeken az iparpolitikai szabályozások döntőek lehetnek. Nyilvánvaló, hogy a modernkori

nagyszabású alkalmazás nem a XIX. században jelentkező következményeket akarja kiváltani, lényeges, hogy az iparpolitika alkalmazkodjon más szakpolitikai ágakhoz és képes legyen megfelelő szabadságot biztosítani a gazdaságnak úgy, hogy annak közben az állam ne váljon „foglyává”. [t19] [t20]

Azonban nem az iparpolitika az egyetlen olyan „régimódi” megoldás, amely a negyedik ipari forradalomban komoly szerepet kaphat. A szabályozás melletti gazdasági fejlődés egy jelenleg is elismerhetően működőképes modellje a tervszerű vagy szocialista piacgazdaság. A Kínai állam által alkalmazott „felügyelt kapitalizmus” az ország méretének és termelékenységének köszönhetően megrengette az USA évszázados gazdasági előnyét és feltehetően a jövőben túl is fogja nőni azt. Azonban nem szabad elfelejteni, hogy az a szintű állami befolyás, amely Kínában jelen van (bár a hagyományos tervgazdálkodáshoz képest már sokkal szabadabb) a versenyt is az állami érdekeknek szenteli, tehát a vállalkozások mind ki vannak téve a vezetés önkényének. Emellett probléma lehet a tervszerű piacgazdaság alkalmazásával, hogy az csak addig szolgálja az innovációt, amíg az a hatalom érdeke (tehát nemzetközi, politikai vetélytársak nélkül a fejlődés erősen alábbhagyhat).

### **4.5.3 Jogi kérdések a negyedik ipari forradalomban**

#### **4.5.3.1 Személyiségi jogok**

Az egyik legjelentősebb kérdés a digitalizáció és a Big Data előérbe kerülésével az egyénre vonatkozó jogok kérdése, nevezetesen a személyes adatok és az adott személyre vonatkozó információk gyűjtése, továbbítása, felhasználása. A negyedik ipari forradalom hatásai ilyen téren egymást ellentétesen befolyásolják, hiszen egyrészt az egyén és annak igényei egyre fontosabbá válnak, másrészt viszont ennek kiszolgálásához behatóbb ismeret szükséges: a fogyasztó egyszerre válik közeli, megbízható ügyfélle és az elemzések lélektelen tárgyává. Egyre fejlettebb eszközökkel rendelkezünk, ezzel együtt viszont egyre egyszerűbben szolgáltatjuk ki keresési és földrajzi adatainkat, pl. nemrégiben két kutató kifejlesztett egy térképes applikációt, annak érdekében, hogy megvizsgálják mennyi adat is gyűjthető össze kizárólag a tartózkodás ismeretéből: mindössze 69 felhasználóból hozzávetőlegesen 5000 személyes és társadalmi jellegű adatot tudtak összegyűjteni – az emberek tartózkodása nem csak a lak- és munkahelyüket vagy az általuk preferált boltokat, üzleteket képes megadni, hanem akár egészségi állapotukra (mennyit gyalogol, milyen gyakran jár egészségügyi intézményekben), vallásukra is következtetni lehet [w9].

A személyi jogok védelme újkeletű dolog. Az EU-ban 2016 április 27-én bevezetett általános adatvédelmi rendelet (GDPR) például jelentős részben kitér arra, hogy hogyan is kell kezelni a felhasználók adatait, illetve az azzal kapcsolatban cselekvő vállalatoknak milyen tájékoztatási kötelezettségeik vannak. A GDPR-ban szereplő alapelvek közé tartozik az adatok jogszerű, tisztességes és átlátható kezelése, illetve az, hogy az adatok érintettjének (kivételes esetektől eltekintve) tudomása legyen a folyamatról, illetve lehetősége legyen tudomást szereznie arról, továbbá kiemelt fontossággal bír az is, hogy az adatkezelő kizárólag a számára (a működéséhez, szolgáltatásához) szükséges adatokat és azokat indokolt mértékben gyűjtse. A GDPR az egész személyi jogi kérdéskörhöz hasonlóan megosztó: bár nagyban elősegítheti a tájékoztatást és a tisztánlátást, illetve az adathalászat leszűrését, mégis a legtöbb a rendelet értelmében szankcionált vállalat inkább hibát vét és ezért szegi meg a rendkívül széleskörű és mély jogszabály valamely pontját, mintsem önérdéből sértene meg az érintettek jogait. [j1]

Ellenben ott van a másik véglet is: a kínai kommunista vezetés például nem titkoltan azt tervezi, hogy a közeljövőben országszerte megfigyelteti állampolgárait (a 2019-es Huawei-botrányban az is felvetült, hogy nem csak őket, bár ennek híresztelésében inkább az USA protekcionista hozzáállása vállalat szerepet), és egy szociális kreditrendszer keretein belül értékeli őket, ami alapján külön jogosultságokat, illetve szankciókat helyez kilátásba. Ez az úgynevezett kreditrendszer bár még

hivatalosan nem lépett életbe, több kínai nagyvárosban is zajlanak azzal kapcsolatosan kísérletek sőt, az országban több techcég (pl. Tencent) elismerten részese a pilot projekteknek, többszázmillió felhasználóról gyűjtenek adatokat és vannak le ezekből következtetéseket. A médiában a legnagyobb hangsúlyt a koncepció „társadalmi becsületesség” része kapja, amely a magánszemélyek megfigyelésén alapszik, azonban ugyanúgy fontos tényező az egész ötlet alapját adó, a vállalkozásokat érintő „üzleti becsületesség” és az állami szervekre vonatkozó „őszinteség a kormányzati ügyekben” is. Nem szabad elfelejteni, hogy a rendszer lényege nem az egyének ideológiai hűségének vizsgálata, hanem sokkal inkább a vállalatok megbízhatóságának növelése éppen a kapitalizmus irányába mutató hitel-alapú gazdaság meghonosítása érdekében. A rendszer kollektív előnyei elvitathatatlanok: a kísérletek alapján a pontok szerzésével a vállalkozások hajlamosabbak önmagukat pontosabban ellenőrizni, az adókat tisztességesen befizetni, ezzel az állami ellenőrzéseket is teljeskörűvé, ugyanakkor olcsóbbá téve; a társadalmi felelősségvállalás „kikényszeríthető”, a kihágások visszafoghatóak, a közösségért tett cselekedetek száma növelhető – természetesen erre vonatkozóan egymás mögött sorakoznak a morális aggályok is. [c32]

A személyes adatok felhasználása, az adatelemzések alapján történő predikció készítése óriási változásokat sejtet az egyén érdekeire nézve mind pozitív, mind pedig negatív irányban. Hiszen az, hogy a böngészőnk vagy közösségi oldalink hirdetései és hírfolyamai, illetve kedvenc márkáink előállítói tudják mire van szükségünk növelheti a jólétet, sőt, az állami szintű megfigyelés akár a személyes biztonságot is, de az, hogy ugyanezek a szervezetek tisztában legyenek egészségi állapotunk és magánéletünk részleteivel, esetleges „szükséges” kihágásainkkal, titkainkkal, már komolyan kiszolgáltatottá tehetnek bennünket, arról nem is beszélve, hogy annak lehetősége, hogy valakit pl. (még) el nem követett bűncselekmények vagy csak annak kockázata miatt szankcionáljanak úgy, hogy a végrehajtók még az erre utasító szoftverek „gondolatmenetével” sincsenek tisztában, egyenesen Orwellt idézi [s2].

A negyedik ipari forradalom egyénre szabott gazdaságában a legjelentősebb kérdés az, hogy az egyén és a társadalom képes legyen megtalálni az egyensúlyt a technológia és az adatgyűjtések jelentette kényelem és kiszolgáltatottság között. A technológiai fejlődés ezen a területen morális akadályokba ütközik, az innováció egyedi szinten történő továbbvitele sebezhetővé válhat. Annak tisztázása, hogy hol van az optimális egyensúly a magánélet, illetve a Big Data nyújtotta jólét és biztonság között, vagy annak elérése, hogy az egyén alkalmazkodjon az így létrejövő rendszerek nyíltságához a negyedik ipari forradalomban nem csak komoly jogi, hanem társadalmi és pszichológiai tényezőket is érinthet.

#### **4.5.3.2 A mesterséges intelligencia jogai**

A robotok joga egy mondhatni Asimov-féle kérdéskör [s1]. Első hallásra talán kissé gyermeketeg felvetésnek, egy tényalapú tanulmány elbagatelizálásának tűnhet... Mindaddig, amíg rá nem jövünk, hogy a mesterséges intelligencia, amelynél, ha követi az eddigi útját és valóban képes lehet önálló feladatvégzésre, emberi interakciókra és gondolkodásra, felvetül az ezekkel járó jogi felelősség is. Ott van pl. Sophia, a robot, aki állampolgársággal rendelkezik – persze ebben az esetben érezhetjük, hogy inkább az AI fejlesztését övező reklámról, mint valódi jogi lépésről van szó (hiszen ezt az állampolgárságot Sophia a meglehetősen autoriter szabályozású Szaúd-Arábiától kapta) [t28]. A Sophiához hasonló elvettett eseteken kívül viszont vannak sokkal közvetlenebb problémák is: az önvezető autók témája a felelősség kérdését veti fel, a balesetek és károk okozásának jogi kérdéseire, az esetlegesen nem teljeskörűen megfogalmazott szabályok hiányosságaira hívja fel a figyelmet. Azonban azt sem szabad elfelejteni, hogy az autók nem egyedüliek az önműködő gépek és járművek világában, üzemi területeken önműködő targoncák, robotizált gyártósorok, de még a jól elkülöníthető pályán mozgó más közlekedési eszközök (pl. a 4-es metró) is működőképeseek mindenféle nagyszabású jogi átalakítások nélkül – az autóknál a probléma mindössze annyi, hogy az ahhoz köthető technológia még nem elég kiforrott a működési környezetének biztonságos átlátására.

Ahol az AI igazán jelentős problémákba ütközhet, az nem csak az ember teljes helyettesítésére irányuló tevékenység, hanem abból fakadóan annak felelősségének, jogainak és kötelességeinek átvétele. A mesterséges intelligencia jogi interpretálása több kérdést is felvet: Önálló döntéshozó-e a gép, vagy annak működése a tulajdonosok, fejlesztők felelőssége? Hat-e – szükséges-e, hogy hasson – a jogi alapú büntetés egy gépre? Lehet-e jogalany egy gép és ha igen, természetes személyiséggel bír? [t28] Azonban mindezek összességében egy pontban futnak össze: mi értelme van jogokkal felruházni egy AI-t? Alapértelmezés szerint a jog, mint jelenség azért jött létre, hogy ember és ember között szabályozzon egy társadalmi alrendszeren belül. Azonban nem szabad elfelejteni, hogy a robotoknál az egyes egyedek ebbe a rendszerbe már eleve beleépülnek, annak szabályai – nem morális vagy jogi, hanem nyilvánvaló funkcionális okokból – a mesterséges intelligencia részét képezik, tehát a teljesen kifejlesztett gép működési környezetében nincsenek nem egyértelműsíthető ellentmondások. Emellett az is megjegyzendő, hogy az emberi viselkedés egyik sajátja és biológiai „szűrési”, fejlődési módszere az egyedek közötti ellentmondás (vagyis a „jó” a „rossz” vagy a „bűn” fogalmi), amely a mesterséges intelligencia alkalmazása során nem szükséges tényező, mivel az AI létjogosultságát pont a formalizálhatóság, a szabályozottság indokolja – ettől függetlenül persze az emberi személy nem feltétlenül válik lemodellezhetetlenné, csak hogy az emberek világába funkcionális okokból nem biológiai alapú módszerekkel embereket alkotni feleslegesen összetett és költséges lépésnek tűnik. A negyedik ipari forradalomban az AI feltehetően nem abban az irányban és nem arra a szintre fejlődik, ahol annak kötelezettségei és jogai vita tárgyát képezhetik. Mindazonáltal a lehetőség megvan erre a típusú változásra és érdemes felkészülni rá.

#### *4.5.3.3 Jogi digitalizáció*

Érdeemes rávilágítani a modern kor egy másik problémájára is, amely a negyedik ipari forradalomban még jelentkezhet, ez pedig nem más, mint a jog a technológia fejlődését gátló ereje: ahogyan gyorsul a fejlődés, úgy kerül egyre nehezebb helyzetbe a törvényhozás és a törvényértelmezés is. Például a személyiségi jogokkal és az adatok tulajdonjogával kapcsolatban is merülnek fel írásban tisztázatlan kérdések, vagy ott vannak az olyan, elsősorban jogilag közönségesnek tűnő témák is, mint pl. a drónok használatára vonatkozó szabályozások itthon. Ezekben a helyzetekben a törvényhozók általában késleltetéssel reagálnak, tehát a vitatott körökben a tevékenységeket korlátozzák, tiltják, mindaddig, amíg életképes megegyezés nem születik.

Talán már túlmutat nem csak jelen szakdolgozat, hanem a legtöbb témába vágó tanulmányjellegű teoretikus okfejtésen is a kérdés, hogy vajon a jelenleg működő jogi rendszerek elég transzparenssek, vagy gyorsak a fejlődés ütemének követéséhez, illetve, hogy a hagyományos (emberi fogalmazású és értelmezésű) törvénykezés megfelel-e a digitális gazdaság és társadalom követelményeinek, hogy nincs-e szükség teljes átformálásra, a szabályok meghozatalára és értelmezésére, alternatívák megalkotására. Amennyiben azt a választ kapjuk a fejlődés során, hogy a jelenlegi jog nem alkalmas a negyedik ipari forradalom gazdasági és technológiai átalakulásának szolgálatára és átalakításra van szükség, teljes megoldást még így sem adtunk a problémára, hiszen maga a digitalizáció uralma a jogban (szó szerint és átvitt értelemben is) embertelen közigazgatást eredményezhet, vagyis a jog alapvető központi eleme, az ember már sem alanyként, sem pedig a jog gyakorlójaként nem lesz egyedül.

Ezen kérdéskörrel a jog területe már kísérletezik, például már eleve fontos különbséget tenni online és digitális bíróságok között: előbbi csak annyit tesz, hogy a bíróság digitális térben működik, az a bíróság épületétől függetlenül működőképes (a koronavírusjárvány idején ez a terület is nagyot fejlődött), utóbbi viszont magát a szoftvertechnológiát használja fel a döntéshez. A Big Data elemzések szerepe a bírósági döntéshozásban meglehetősen izgalmas témakörnek számít, hiszen a bűncselekmények, peres ügyek eljárásai jól dokumentáltak, azok esetén rengeteg a gyűjthető adat, így százalékos arányok alapján ítélethozatal a legtöbb esetben gyakorlatilag mélyreható jogismeret nélkül

adható. Ennek veszélyei nyilvánvalóak, hiszen valóra váló disztópiákat megelőző alapvetésnek tűnik a szabály: nem engedhető meg, hogy az emberek fölötti ítéletet gépek hozzák meg. Azonban az előnyök sem vitathatóak el: a mesterséges intelligencia révén hozott döntések magas arányú helyessége más területeken is kiemelkedő eredményeket hozott – vajon tényleg tévedés lenne, ha valóban mindenki a gépi viszonylatban megérdemelt szankciókkal kellene, hogy szembenézzon, illetve, hogy az ártatlanok nagyobb valószínűséggel mentesüljenek a felelősségre vonás alól, ráadásul gyorsabban, mint korábban bármikor?

#### 4.6 A STEEP-modell áttekintése

A modell felépítésével célt az volt, hogy a lehető leghatékonyabb módon, de azért részletesen körülírjam az egyes környezeti elemek területén a negyedik ipari forradalomra hatást gyakorló tényezőket, majd gyakorlati, számszerű és teoretikus tanulmányok, illetve saját rendszerezési, kritikai és intuitív képességeim alapján következtetéseket vonjak le arra vonatkozóan, hogy nagyvonalakban maga a negyedik ipari forradalom milyen hatást is gyakorol a világra. A modell természetesen nem alkalmas arra, hogy kísérleteket, interjúkat vagy méréseket kiváltson, de azokhoz igyekszik idomulni, azoknak kidolgozását, értelmezését segíteni.

De miért is kell vizsgálni a negyedik ipari forradalmat? Ironikus módon erre a kérdésre a fenti vizsgálódás adott számomra valamelyest választ. A negyedik ipari forradalom a történelem során először egy olyan hosszútávú, aktív gazdasági esemény lehet, amelyet nem a lehetőségek, hanem az észszerűség tart kordában. A gondolkodás, a tervezés, a prediktív elemzések: ezek azok a tevékenységek, amelyek nemcsak a fejlődést szolgálják, hanem óva is intenek attól, a kialakuló természetes és mesterséges szabályrendszerek pedig lassanként úgy formálódnak, hogy ne csak felelőtlenül növeljék, hanem épségben is tartsák a rendszereket, amelyeknek vázát képezik – ahogy a modern korban emberként túlsúlyosnak lenni, úgy már vállalatként, államként „mehízni” sem divatos vagy egészséges. A negyedik ipari forradalmat azért kell vizsgálni, hogy ezt az észszerű gondolkodásmódot meggyőzzük arról, hogy igenis érdemes fejleszteni és beleállni az innovációba (vagy azért kell vizsgálni, hogy letörjük a meggondolatlan lelkesedést, ami a vesztünkbe vihet). „Fejlődni a magunk alkotta korlátok között” – talán ez lehet a negyedik ipari forradalom jelmondata. Előrelépni, közben nem csak arra figyelve, hogy hova tesszük a lábunkat, hanem arra is, hogy honnan vettük el azt. Ez a fajta hozzáállás a fejlődésnek nem lehet gátja, azt indikátorként kell felfogni, hiszen értékrendi átalakulás van folyamatban, és bár a mennyiség vagy a rövidtávon elérhető jövedelmek és jutalmak továbbra is fontosnak mutatkoznak, a minőség válik meghatározóvá, és egyre inkább a jövő kerül a figyelem középpontjába.

A fenti körülmények egy másik kérdéskörre is rávilágítanak: A negyedik ipari forradalom egy radikális vagy egy evolutív folyamat? Tehát tényleg forradalomról van szó, vagy csak most vettük észre (ismét), hogy lassanként változik a világ? Egyrésztől érzékelhető egyfajta lineáris fejlődési modell: még nem tartunk ott, hogy ez a fent említett észszerűség és gazdaságosság teljes mértékben megvalósuljon, hiszen még mindig jelen vannak a kibocsátás és a fogyasztás óriási mennyiségi mutatói, illetve a világ egy-egy kapcsolatban álló pontja között mutatkozó erőteljes különbségek, azonban – minden negatív felhang ellenére – a változások már zajlanak, a negyedik ipari forradalomhoz szakirodalmak és tapasztalati következtetések szerint vélhető következmények lassanként elkezdtek kibontakozni. Másrésztől azonban ott vannak a törekvések, az újítási szándék, az észszerűség és a válsághelyzetek fenyegetése által vezérelt változási kényszer, a hirtelen, de kezelhető váltások és az egyre rövidebb határidőre kitűzött innovatív projektek: ha nem is növekedésben, de a változásban tempóváltás tapasztalható, villámgyorsan lezajló események bontakozhatnak ki, akár egy forradalomban.

Ha magáról a STEEP konkrét „szereplőiről” akarunk összegzést mondani anélkül, hogy azoknak tanulságait egyenként, a további öt alfejezet szerint értelmeznénk, akkor leginkább arra az



ellentmondásra kell ráirányítanunk a figyelmünket, hogy bár nagy vonalakban mind a célok, mind a hatások hosszútávon szemrevételezésre kerülnek, mégis az egyes témák (legyenek azok a fő STEEP-tényezők, vagy az azok alatt felsorakozó részelemek) között hiányoznak az egyértelmű kötőelemek, nem érzékelhető a jövőben az ipari forradalmat összetartó szinergia, ezeket a legtöbbször önállóan kell hozzátenni, „elképzelní”. Ez a jelenség a kapcsolódó irodalmak vizsgálatakor is feltűnik: egyértelmű és magabiztos állításokat csak a kezdeti, vagy marketingcélzatú tanulmányok képesek tenni, az időben újabb, mélyebb vizsgálatokat, több forrást maguk mögött tudó irodalmak mind éreztetnek egyfajta bizonytalanságot, mind hangsúlyozzák, hogy a témában óvatosság és türelem szükséges – pedig nem újkeletű dologokról van szó. Ezeknek az oka nem az, hogy hiányoznának a gyakorlati fejlesztések, nem is az, hogy ne lenne meg a tudás a háttérben, sokkal inkább a kettő összeegyeztetése, az ismeretek „ipar 4.0-sítása” az, ami még várat magára.

A hiány abban is jelentkezik, hogy a megvalósításban még szükséges lehet egy bizonyos „plusz”, a kényszer a javításra, a fejlődésre: egy új konfliktus, egy válsághelyzet. Van azonban lehetőség szándékoltan lökést adni a változásnak: egy stratégia, egy terv kidolgozása révén – egy terv, amely képes új, értéket biztosítani, egy terv, amely kockázatmentesen képes végigvezetni a változást, egy terv, amelynek akár a fenti, vagy egy az ahhoz hasonló modell is alapot szolgáltathat. Fontos azonban, hogy ez a terv nem foroghat felmagasztalt elméletek körül, nem tekinthet „vallásos áhitattal” az Ipar 4.0 vagy a hozzá hasonló kezdeményezések elméleteire. Tisztában kell lenni azzal, hogy ezek az elképzelések mit takarnak ugyan, viszont nem szabad megfeledkezni arról sem, hogy a tervezés ne csak annak tárgyát, hanem alanyait, az ipari forradalomhoz kapcsolódó koncepciókat is átformálja. Ez pedig ennek a STEEP-modellnek egy másik fontos tanulsága: ahhoz, hogy igazán felfogjuk a negyedik ipari forradalom értékeit, el kell tudnunk vonatkoztatni tőle és képesnek kell lennünk azt valamelyest átírni, ha arra szükség mutatkozik.



## 15 Összefoglalás

A Negyedik Ipari Forradalom tanulmány nem azt a célt szolgálja, hogy tudományos értekezések kivonatát nyújtsa, nem is azt, hogy önálló számszerű mérések és terepgyakorlatok, vagy megvalósuló projektek révén mutassa be annak alanyát. Céлом ezeknek a tevékenységeknek elébe menni és egy műben összefoglalni, letisztázni, hogy mi is ez a jelenség, mi ez a negyedik ipari forradalom, mi is az a világ, amelyben pillanatnyilag élünk. Céлом az elemzések és tanulmányok teljeskörű, rendszer- és folyamatszempléletű összegzése, hogy az olvasó egy átfogó képet alkothasson, és ezalapján képes legyen gyorsabban és egyszerűbben értékelni a műszaki fejlődést, a körülmények változását végig a negyedik ipari forradalmat tartva fókuszban, illetve képes legyen egyszerűbben és gyorsabban megalapozni annak részelemeire vonatkozó kutatásait, fejlesztéseit. A dolgozat felépítése is ennek megfelelően került kialakításra: tisztáztam az előzményeket, azt, hogy mi is az, ami a vizsgált esemény alapjául szolgál; tisztáztam az elméleti és gyakorlati háttért, egységbe helyeztem és egymáshoz viszonyítva egy működő rendszerként értelmeztem az Ipar 4.0-t, a negyedik ipari forradalom zászlóhordozó „mozgalmát” alkotó részelemeket; végezetül felvázoltam azt, hogy a jelenkorban milyen „harcmezőn”, milyen szándékolt és vélhető eredményekkel működhet ez a jelenség, megvizsgáltam az előzményeket és cikkeken, tanulmányokon, adatsorokon, illetve önálló véleményen alapuló következtetéseket vontam le.

Összességében azonban mint oly sok szerzőnél, nálam sem hiánytalan az erre a témára vonatkozó vizsgálódás: a negyedik ipari forradalom területén nincs átlátható fogalomkör, sem pedig megegyezés annak még pusztá létére vonatkozóan sem, a felrajzolt ábrák nem tökéletesen szimmetrikus hatás-ellenhatás párosulásokról vagy tökéletes egyensúlyi helyzetekről tanúskodnak, az egyes vizsgált területek árnyaltak, átfedések tapasztalhatóak: a Big Data-ra és a mesterséges intelligenciára vonatkozó cikkek gyakran közös pontokat és problémákat említenek, a címükben a negyedik ipari forradalmat vagy az Ipar 4.0-t a társadalommal, vagy gazdasággal összevető értekezések akaratlanul is beleszőpöntenek a politika, vagy a természet témakörébe – ez alól jelen dolgozat részfejezetei sem jelentenek kivételt. Ez a nehezen átlátható és szerteágazó szerkezet azonban nem feltétlenül jelent problémát és egyáltalán nem jelenti azt sem, hogy a negyedik ipari forradalom koncepciói hibásak lennének, éppen ellenkezőleg: ez a természetes szertelenségbe rejtett szabályozottság pont azt igazolja, hogy maga az esemény nem egy üzleti célú kreálmány, amely csak azért van, hogy a jelen változásainak keretét adva márkákat építsen. Az új ipari forradalmat érő kritikák és a nem makulátlan fejlődési modellek éppen annak természetes kiépülését szolgálják.

Úgy tartom, hogy a negyedik ipari forradalom továbbra sem egy nyilvánvalóan jelenlévő dolog. Egyrésztől nem lehet nem jelentőséget tulajdonítani a történelmi tisztázatlanságnak, a jelenkor félrevezető eseménykövetésének, másrésztől pedig (bár maga a koncepció és a kapcsolódó lehetőségek léteznek) látnunk kell, hogy a kibontakozás szükségessége (még) nem teljesen nyilvánvaló (*lásd: 4.6 A STEEP-modell áttekintése*). Ez talán annak is köszönhető, hogy pillanatnyilag az Ipar 4.0 hype cycle görbéjének [w16] alján vagyunk, de legalábbis ahhoz közelítünk, vagyis az az elmúlt tíz évben egy óriási lelkesedési hullámot lovagolt meg, mígnem a 2016-környéki csúcsot követően mára leszállóágba került. Ez sem feltétlenül jelent gondot, sőt, az, hogy a negyedik ipari forradalomhoz fűződő elméletek ilyen hosszú időt megértek csak azt jelzi, hogy valóban van igény azok fenntartására. Az pedig köztudott, hogy a hype cycle görbéjén a leszállóágot egy a kezdetinél kisebb, de stabilabb emelkedés követi majd, tehát mondhatjuk, hogy a tömegek érdeklődésének csökkenése talán tovább fogja mélyíteni a negyedik ipari forradalom arcvonásait, hosszútávon pedig támogatni és jutalmazni fogja az amellet állók elhivatottságát.

Tehát alapvetően részemről az a kijelentés, hogy pillanatnyilag nem egy ipari forradalomban élünk (vagyis az, hogy még nem nevezhetjük annak), egyáltalán nem jelenti, hogy ellene mennék az ezzel a névvel illetett fejlődésnek és az ezzel járó elméleteknek. A 4. fejezet is azt mutatja, hogy személy szerint egyáltalán nem a negyedik ipari forradalom koncepciója ellen vagyok, sőt, éppenséggel

csodálom annak lehetőségeit, és előszeretettel vizsgálom lehetséges indikátorait, következményeit. De ugyanakkor nem szabad elfeledkezni a realitásokról: egy ipari forradalmat nem lehet kollektívan tervezni, irányítottan létrehozni. Egyik oldalról fontos, hogy a felhasznált technológiáknak, és módszereknek önállóan alkalmazhatóknak kell lenniük: az erre vonatkozó egyedi fejlesztések központja nem lehet az, hogy az adott eszköz, legyen az hardveres vagy szoftveres, hogyan fog beleilleszkedni a negyedik ipari forradalom elveibe, hiszen ez talán pont a természetes fejlődés ellen hatna. Másik oldalról pedig a környezet ismerete az ahhoz való idomulás felismerése, mintsem annak „leigázása” lehet a cél, hiszen a műszaki jellegű forradalmak sokkal jobban ki vannak szolgáltatva a természeti, társadalmi, gazdasági, technológiai és politikai-jogi környezetüknek, mint ahogyan az elsőre látszana.

Összességében elmondható, hogy a negyedik ipari forradalom szélesebb körben történő, átfogó jellegű vizsgálatainak decentralizált mivolta miatt a kibontakozási folyamat során egyre nagyobb jelentőséget kaphatnak. Egyértelmű jövőképet kialakítani azonban képtelenség, hiszen a teljes jelenséget kontroll alatt tartani nem lehetséges, fejlődési irányokat felvázolni makro szinten pedig meglehetősen nehéz. Ami viszont kiszűrhető a témában íródott különböző tanulmányok, cikkek és irodalmak tömegéből, az egyértelműen (és ezt személyes tapasztalat alapján is állíthatom) az elemzések során szükséges önállóság kiütközése, hiszen mindenki más és más módon közelíti meg a modern korszak fejlődési lehetőségeit. Ez a fajta önállóság újszerű és kreatív megközelítésekhez vezet, vagyis érvényesülni látszik a negyedik ipari forradalom gyakorlati alkalmazásában is felvetülő készségek és képességek szükségessége: az interdiszciplináris ismeretek, a kollektív látásmód, a folyamatközpontú, integrált gondolkodás nem csak a felhasznált gépek és szoftverek működésében és az érintett emberek gondolkodásában, hanem már magának az egész jelenségnek a vizsgálatában is komoly jelentőséggel bírnak – vagyis azzal, hogy vizsgáljuk a negyedik ipari forradalmat, lényegében mi magunk is részévé, módszereinek alkalmazóivá válunk.

## |6 Források

### |6.1 Weboldalak

[w1] Aircrete

<https://www.aircrete.com/>

Letöltve: 2021. 05. 08.

[w2] Amsterdam Smart City

<https://amsterdamsmartcity.com/>

Letöltve: 2021. 05. 09.

[w3] AON Hewitt, *How Is Global Uncertainty Impacting Employee Engagement Levels?*

<https://www.aon.com/engagement17/index.aspx>

Letöltve: 2021. 05. 09.

[w4] Bitport, *Mi az a számítási felhő?*

<https://bitport.hu/megoldasok/szamitasi-felho-cloud-computing-definicio>

Letöltve: 2021. 05. 05.

[w5] BME Ipar 4.0 Technológiai Központ, *Ipar 4.0*

<http://www.ipar4.bme.hu/ipar-4-0/#page-content>

Letöltve: 2021. 05. 05.

[w6] BSDC, *The Shark-Fin Effect: the Alternative Adoption Process for Digital Disruptive Products*

<https://bsdigitalconsulting.wordpress.com/2018/03/15/the-shark-fin-effect-the-alternative-adoption-process-for-digital-disruptive-products/>

Letöltve: 2021. 05. 10.

[w7] CNC, *Az ipari robotokról*

<https://www.cnc.hu/2019/09/az-ipari-robotokrol/>

Letöltve: 2021. 05. 05.

[w8] ENSZ, *Population*

<https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/>

Letöltve: 2021. 05. 08.

[w9] EurekAlert, *Location tracking apps and privacy implications*

[https://www.eurekalert.org/pub\\_releases/2021-02/udb-lta021921.php?fbclid=IwAR0Sim8xJHTdxO15hTcVhaqCWq36bMocgOvsIEk-MdmSq9yPh8DLVsIIBtw](https://www.eurekalert.org/pub_releases/2021-02/udb-lta021921.php?fbclid=IwAR0Sim8xJHTdxO15hTcVhaqCWq36bMocgOvsIEk-MdmSq9yPh8DLVsIIBtw)

Letöltve: 2021. 05. 12.

[w10] Eurostat, *Cloud computing – statistics by the use on enterprises*

[https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Cloud\\_computing\\_-\\_statistics\\_on\\_the\\_use\\_by\\_enterprises](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Cloud_computing_-_statistics_on_the_use_by_enterprises)

Letöltve: 2021. 05. 05.

[w11] Európai Parlament, *Az EU iparpolitikájának általános elvei*

<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/hu/sheet/61/az-eu-iparpolitikajanak-altalanos-elvei>

Letöltve: 2021. 05. 10.

[w12] Érettségi.com, *Az ipari forradalom gazdasági vonatkozásai*

<https://eretsegi.com/tetelek/tortenelem/az-ipari-forradalom-gazdasagi-vonatkozasai-a-xviii-xix-szazadban/>

Letöltve: 2021. 05. 12.

[w13] ÉRV Zrt., *A Föld vízkészlete*

<https://www.ervzrt.hu/a-vizrol/a-fold-vizkeszlete/>

Letöltve: 2021. 05. 08.

[w14] FoodPrint, *The Problem of Food Waste*

<https://foodprint.org/issues/the-problem-of-food-waste/>

Letöltve: 2021. 05. 08.

[w15] Föld Napja Alapítvány, *Fogvóban az olaj, változik az éghajlat*

<https://fna.hu/vilagfigyelo/olajcsucs>

Letöltve: 2021. 05. 08.

[w16] Gartner, *Gartner Hype Cycle*

<https://www.gartner.com/en/research/methodologies/gartner-hype-cycle>

Letöltve: 2021. 05. 12.

[w17] Global Footprint Network, *Country Trends*

[https://data.footprintnetwork.org/?\\_hstc=30107296.92bba16aa279e0a3e12d5c2521169b61.1616665547478.1616665547478.1616665547478.1616665547480&\\_hssc=30107296.1.1616665547480&\\_hsfp=1705653952#/countryTrends?cn=5001&type=BCpc,EFCpc](https://data.footprintnetwork.org/?_hstc=30107296.92bba16aa279e0a3e12d5c2521169b61.1616665547478.1616665547478.1616665547478.1616665547478.1616665547480&_hssc=30107296.1.1616665547480&_hsfp=1705653952#/countryTrends?cn=5001&type=BCpc,EFCpc)

Letöltve: 2021. 05. 08.

[w18] Global Footprint Network, *Ecological Footprint*

<https://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint/>

Letöltve: 2021. 05. 08.

[w19] Good to SEO, *What Is Industry 4.0, Anyway?*

<https://www.goodtoseo.com/what-is-industry-4-0-anyway-engineering-com/>

letöltve: 2021. 05. 12.

[w20] Government of Japan Cabinet Office, *Society 5.0*

[https://www8.cao.go.jp/cstp/english/society5\\_0/index.html](https://www8.cao.go.jp/cstp/english/society5_0/index.html)

Letöltve: 2021. 05. 09.

[w21] IBRD, *Research and development expenditure (% of GDP)*

<https://data.worldbank.org/indicator/GB.XPD.RSDV.GD.ZS?end=2018&start=1996>

Letöltve: 2021. 05.10.

[w22] IMF, *WEO Database*

<https://www.imf.org/en/Publications/SPROLLS/world-economic-outlook-databases#sort=%40imfdate%20descending>

Letöltve: 2021. 05. 09.

[w23] Industry4, *Fogalomtár*

<http://industry4.hu/hu/fogalomtar/>

Letöltve: 2021. 05. 5.

[w24] Industry4, *Ipar 4.0*

<http://industry4.hu/hu/ipar4>

Letöltve: 2021. 05. 05

[w25] ITER

<https://www.iter.org/>

Letöltve: 2021. 05. 08.

[w26] ITU, *The ICT Development Index (IDI): conceptual framework and methodology*

<https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/publications/mis2017/methodology.aspx>

Letöltve: 2021. 05. 12.

[w27] Kislexikon, *Iparpolitika*

<http://www.kislexikon.hu/iparpolitika.html>

Letöltve: 2021. 05. 09.

[w28] Lean Technology, *AGV*

<http://leantechnology.hu/agv/>

letöltve: 2021. 05. 08.

[w29] Logistiikan maailma, *Order penetration point – OPP*

<https://www.logistiikanmaailma.fi/en/production/order-penetration-point-opp/>

Letöltve: 2021. 05. 05.

[w30] Macrotrends, *World GDP Growth Rate 1961-2021*

<https://www.macrotrends.net/countries/WLD/world/gdp-growth-rate>

Letöltve: 2021. 05. 05.

[w31] Marketing blogger, *STEER-elemzés*

<https://marketingblogger.hu/steer-elemzes/>

Letöltve: 2021. 05. 05.

[w32] MECOMETER

<http://mecometer.com/>

Letöltve: 2021. 05. 09.

[w33] Microsoft, Deep learning vs. machine learning in Azure Machine Learning

<https://docs.microsoft.com/en-us/azure/machine-learning/concept-deep-learning-vs-machine-learning>

Letöltve: 2021. 05. 10.

[w34] Mtholyoke.edu, *Military Costs of Major U.S. Wars*

<https://www.mtholyoke.edu/acad/intrel/afp/warcosts.htm>

Letöltve: 2021. 05. 12.

[w35] NKP, 28. Az ipari forradalom kibontakozása

[https://www.nkp.hu/tankonyv/tortenelem\\_10/lecke\\_03\\_028](https://www.nkp.hu/tankonyv/tortenelem_10/lecke_03_028)

Letöltve: 2021. 05. 12.

[w36] NYUDRI, *From Aid to Equality*

<https://www.nyudri.org/what-the-new-hdi-tells-us-about-africa>

Letöltve: 2021. 05. 08.

[w37] Okoslogisztika, *Targoncatörténelem: automata targoncától önvezető járművig*

<https://okoslogisztika.hu/raktaruzemeltetes/targoncatortenelem-automata-targonca-onvezeto-targonca/>

Letöltve: 2021. 05. 05.

[w38] Our World in Data, *Shares of GDP by economic sector*

<https://ourworldindata.org/grapher/shares-of-gdp-by-economic-sector?country>

Letöltve: 2021. 05. 09.

[w39] Oxford Geoengineering Programme, *What is Geoengineering?*

<http://www.geoengineering.ox.ac.uk/www.geoengineering.ox.ac.uk/what-is-geoengineering/what-is-geoengineering/>

Letöltve: 2021. 05. 05.

[w40] Science Business, *Businesses account for 70% of R&D expenditure growth in OECD countries*

<https://sciencebusiness.net/news-byte/businesses-account-70-rd-expenditure-growth-oecd-countries>

Letöltve: 2021. 05. 05.

[w41] Statista, *Forecasted market value of plant-based meat worldwide from 2019 to 2027*

<https://www.statista.com/statistics/877369/global-meat-substitutes-market-value/>

Letöltve: 2021. 03. 25.

[w42] Statista, *Usage of private cloud computing in companies in Germany 2015, by industry sector*

<https://www.statista.com/statistics/488862/private-cloud-computing-usage-by-industry-sector-germany/>

Letöltve: 2021. 05. 05.

[w43] Statista, *Usage of public cloud computing in companies in Germany 2015, by industry sector*

<https://www.statista.com/statistics/488786/public-cloud-computing-usage-by-industry-sector-germany/>

Letöltve: 2021. 05. 05.

[w44] Telekom, *Az 5G segítségével a Tettek Hálózata még gyorsabb lesz, hogy tettekkészséged korlátlan legyen!*

<https://www.telekom.hu/lakossagi/szolgáltatások/internet/mobilinternet/5g>

Letöltve: 2021. 05. 05.

[w45] Trans.eu, *Zöld logisztika a digitalizálás révén*

<https://www.trans.eu/hu/blog/logisztika-4-0/zold-logisztika-a-digitalizalas-reven/>

Letöltve: 2021. 05. 08.

[w46] Veolia, *Toward a New Use of Plastic*

<https://www.planet.veolia.com/en/new-use-plastic-pollution-environmental-challenges>

Letöltve: 2021. 05. 08.

[w47] Water Footprint Network, *Virtual Water Trade*

<https://waterfootprint.org/en/water-footprint/national-water-footprint/virtual-water-trade/>

Letöltve: 2021. 05. 08.

[w48] World Bank Group, *Research and development expenditure (% of GDP)*  
<https://data.worldbank.org/indicator/GB.XPD.RSDV.GD.ZS?end=2018&start=2007>  
Letöltve: 2021. 05. 05.

[w49] Youtube – Dr. Stats, *Top 10 Countries by GDP PPP (1981-2100)*  
<https://www.youtube.com/watch?v=21KYVQw09f8>  
Letöltve: 2021. 05. 09.

[w50] Youtube – Into Europe, *Where are Europe's Innovative Companies?*  
<https://www.youtube.com/watch?v=NlrQ5C-fEFs>  
Letöltve: 2021. 05. 12.

[w51] Youtube – Tom Scott, *The Problem with Renewable Energy (and how we are fixing it)*  
<https://www.youtube.com/watch?v=5uz6xOFW4A>  
Letöltve: 2021. 05. 08.

Szemelvények a Wikipédiából:

*Aerogél; Big data; Global Innovation Index; Grafén; Green Loistics; Industrial internet of things; Internet of things; List of countries by research and development spending; Peak oil; Radio-frequency identification; Socialist market economy; 3D nyomtató; 5G; Citylogisztika; Gini-index; Okos város; Ökológiai lábnyom; Társadalmi kreditrendszer; Virtuális valóság*  
<https://www.wikipedia.org/>

## 6.2 Tanulmányok

[t1] Aczél Petra: *Virtuális valóság az oktatásban – Ment-e a VR által az oktatás elébb?* | 2017  
[http://real.mtak.hu/74564/1/it\\_2017\\_4\\_1\\_aczel.pdf](http://real.mtak.hu/74564/1/it_2017_4_1_aczel.pdf)  
Letöltve: 2021. 05. 05.

[t2] Al Morsy Mohamed, Grundy John, Müller Ingo: *An Analysis of the Cloud Computing Security Problem* | ?  
<https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1609/1609.01107.pdf>  
Letöltve: 2021. 05. 05.

[t3] Bakker Gerben: *Money for nothing: How firms have financed R&D-projects since the Industrial Revolution* | 2013  
<https://www.lse.ac.uk/Economic-History/Assets/Documents/WorkingPapers/Economic-History/2013/WP182.pdf>  
Letöltve: 2021. 05. 05.

[t4] Becskeházi Attila: *Verziók evolúciója (Ipar 4.0 és Társadalom 5.0) A valóság verziói* | 2019  
[https://ajk.kre.hu/images/doc5/dokumentumok/Ipar\\_4\\_0\\_cimu\\_kotet.pdf](https://ajk.kre.hu/images/doc5/dokumentumok/Ipar_4_0_cimu_kotet.pdf) (37. o.)  
Letöltve: 2021. 05. 05.

[t5] Birher Nándor: *A közigazgatás új kihívásai az Ipar 4.0 társadalmában* | 2019  
[https://ajk.kre.hu/images/doc5/dokumentumok/Ipar\\_4\\_0\\_cimu\\_kotet.pdf](https://ajk.kre.hu/images/doc5/dokumentumok/Ipar_4_0_cimu_kotet.pdf) (221. o.)  
Letöltve: 2021. 05. 05.

[t6] Borbás Péter István: *Additive manufacturing in supply chain mahagement* | 2019  
[http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/3958/1/Borbás\\_174.pdf](http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/3958/1/Borbás_174.pdf)  
Letöltve: 2021. 05. 05.

[t7] Demeter Krisztina, Losonci Dávid, Nagy Judit, Horváth Bálint: *Tapasztalatok az Ipar 4.0-val – Egy esetalapú elemzés* | 2019  
[http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/4058/1/VT\\_2019n4p11.pdf](http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/4058/1/VT_2019n4p11.pdf)  
Letöltve: 2021. 05. 05.

[t8] Dobos P., Tamás P., Illés B., Balogh R.: *Application possibilities of the Big Data concept in Industry 4.0* | 2018  
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/448/1/012011/pdf>  
Letöltve: 2021. 05. 05.

[t9] Deutsche Post DHL: *Delivering Tomorrow – Logistics 2050 A Scenario Study* | 2012  
<https://www.dhl.com/global-en/home/insights-and-innovation/thought-leadership/case-studies/logistics-2050.html>  
Letöltve: 2021. 05. 12.

[t10] Európai Bizottság: *Europe 2020 indicators - R&D and innovation* | 2020  
<https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/pdfscache/50448.pdf>  
Letöltve: 2021. 05. 05.



- [t11] Fehér Norbert: *Ipar 4.0 -> Logisztika 4.0, avagy milyen lesz a logisztika a jövő gyárában* | 2016  
<https://leansixsigma.hu/files/Logisztika-4pontnulla.pdf>  
Letöltve: 2021. 05. 12.
- [t12] Fülepp István, Nick Gábor, Várgedő Tamás: *Zászlón a digitalizáció – Ipar 4.* | 2018  
[https://eprints.sztaki.hu/9523/1/Fulepp\\_45\\_3397203\\_ny.pdf](https://eprints.sztaki.hu/9523/1/Fulepp_45_3397203_ny.pdf)  
Letöltve: 2021. 05. 05.
- [t13] Geissbauer Reinhard Dr., Vedso Jesper, Schrauf Stefan: *Industry 4.0: Building the digital enterprise* | 2016  
<https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf>  
Letöltve: 2021. 05. 05.
- [t14] Gulyás András dr.: *Városi áruszállítás, city-logisztika* | 2013  
[http://www.fomterv.hu/mmk/sites/default/files/19\\_Varosi\\_arusallitas\\_city-logisztika\\_Gulyas\\_Andras\\_Dr.pdf](http://www.fomterv.hu/mmk/sites/default/files/19_Varosi_arusallitas_city-logisztika_Gulyas_Andras_Dr.pdf)  
Letöltve: 2021. 05. 09.
- [t15] Gyuris Ferenc: *A kínai gazdasági csoda okai és korlátai* | 2017  
[https://foldrajzitasasag.hu/downloads/foldrajzi\\_kozlemenyek\\_2017\\_141\\_evf\\_3\\_pp\\_275.pdf](https://foldrajzitasasag.hu/downloads/foldrajzi_kozlemenyek_2017_141_evf_3_pp_275.pdf)  
Letöltve: 2021. 05. 11.
- [t16] Greenwood J.: *Third Industrial Revolution: Technology, Productivity and Income Inequality* | 1997
- [t17] ITU: *Measuring the Information Society Report 2017 – Volume 1* | 2017  
[https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/misr2017/MISR2017\\_Volume1.pdf](https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/misr2017/MISR2017_Volume1.pdf)  
Letöltve: 2021. 05. 11.
- [t18] ITU: *Series Y: global information infrastructure, internet protocol aspects and next-generation networks*  
<https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.2060-201206-I>  
Letöltve: 2021. 05. 12.
- [t19] Kovács Olivér: *Az Ipar 4.0 komplexitása I.* | 2017  
[http://real.mtak.hu/60073/1/07\\_KovacsA\\_u.pdf](http://real.mtak.hu/60073/1/07_KovacsA_u.pdf)  
Letöltve: 2021. 05. 12.
- [t20] Kovács Olivér: *Az Ipar 4.0 komplexitása II.* | 2017  
[http://real.mtak.hu/61366/1/05\\_KovacsA\\_u.pdf](http://real.mtak.hu/61366/1/05_KovacsA_u.pdf)  
Letöltve: 2021. 05. 12.
- [t21] Kovács Olivér: *Inkluzív kormányzás az Ipar 4.0 korában – Japán, mint az európai gazdasági kormányzás szenszeje?* | 2020  
<http://real.mtak.hu/114766/1/7%20csatolmany.pdf>  
Letöltve: 2021. 05. 12.
- [t22] Mehama Jasprabhjit, Mawi Mauludin, Zhong Ray Y.: *Smart automated guided vehicles for manufacturing in the context of Industry 4.0* | 2018  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978918308205>  
Letöltve: 2021. 05. 05.
- [t23] Moavenzadeh John: *The 4th Industrial Revolution: Reshaping the Future of Production* | 2015  
[https://na.eventscloud.com/file\\_uploads/fe238270f05e2dbf187e2a60cbcd68e\\_2\\_Keynote\\_John\\_Moavenzadeh\\_World\\_Economic\\_Forum.pdf](https://na.eventscloud.com/file_uploads/fe238270f05e2dbf187e2a60cbcd68e_2_Keynote_John_Moavenzadeh_World_Economic_Forum.pdf)  
Letöltve: 2021. 05. 05.
- [t24] Nagy Csongor, Molnár Ernő: *Az ipar 4.0 területi összefüggései a robotizáció tükrében: milyen hatásai lehetnek a folyamatnak Magyarországon?* | 2018  
[http://real.mtak.hu/100050/7/2018\\_Nagy\\_Molnar\\_Terinn0-3-18.pdf](http://real.mtak.hu/100050/7/2018_Nagy_Molnar_Terinn0-3-18.pdf)  
Letöltve: 2021. 05. 05.
- [t25] Nagy Judit: *Az Ipar 4.0 fogalma és kritikus kérdései – Vállalati interjúk alapján* | 2019  
[http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/3869/1/VT\\_2019n1p14.pdf](http://unipub.lib.uni-corvinus.hu/3869/1/VT_2019n1p14.pdf)  
Letöltve: 2021. 05. 05.
- [t26] Némethy Krisztina, Poór József: *A jövő munkahelye az IPAR 4.0 tükrében* | 2018  
<http://www.opuseteducatio.hu/index.php/opusHU/article/view/251/424>  
Letöltve: 2021. 05. 09.

- [t27] Oláh J.: *Az Ipar 4.0 keretrendszere, valamint a kapcsolódó technológiák* | 2019  
<https://ojs.lib.unideb.hu/IJEMS/article/view/5348>  
Letöltve: 2021. 05. 11.
- [t28] Pódör Lea: *Robotok és jogalanyiség – problémák és megoldási javaslatok* | 2019  
[https://ajk.kre.hu/images/doc5/dokumentumok/Ipar\\_4\\_0\\_cimu\\_kotet.pdf](https://ajk.kre.hu/images/doc5/dokumentumok/Ipar_4_0_cimu_kotet.pdf) (203. o.)  
Letöltve: 2021. 05. 10.
- [t29] Rifkin J.: *Third Industrial Revolution: How Lateral Power Is Transforming Energy, The Economy And The World* | 2011
- [t30] Stine G. H.: *The Third Industrial Revolution* | 1979
- [t31] Szalavetz Andrea: *Az Ipar 4.0 technológiák gazdasági hatásai – Egy induló kutatás kérdései* | 2016  
<http://real.mtak.hu/39363/1/Ipar40.pdf>  
Letöltve: 2021. 05. 09.
- [t32] Szalavetz Andrea: *Mesterséges intelligencia és technológiavezérelt termelékenységemelkedés* | 2019  
<https://szalavetz.com/files/downloads/mesterseges-intelligencia-es-technologiavezerelt.pdf>  
Letöltve: 2021. 05. 05.
- [t33] Szűts Zoltán, Yoo Jinil: *Big Data, az információs társadalom új paradigmája* | 2016  
[http://real.mtak.hu/43454/1/it\\_2016\\_01\\_1\\_szuts\\_yoo.pdf](http://real.mtak.hu/43454/1/it_2016_01_1_szuts_yoo.pdf)  
Letöltve: 2021. 05. 05.
- [t34] Tószegi Zsuzsanna: *A felhőtechnológia: szolgáltatási szintek, adatvédelem, szerzői jogi kérdések* | 2016  
<https://core.ac.uk/download/pdf/92737655.pdf>  
Letöltve: 2021. 05. 11.
- [t35] UNDP – Regional Bureau for Africa: *Income Inequality Trends in sub-Saharan Africa* | 2017  
<https://www.africa.undp.org/content/rba/en/home/library/reports/income-inequality-trends-in-sub-saharan-africa--divergence--dete.html>  
Letöltve: 2021. 05. 09.
- [t36] Wolf Wayne: *Cyber-physical Systems* | 2009  
[http://people.cs.ksu.edu/~danielwang/Investigation/CPS\\_Concept/Cyber\\_physical\\_Systems.pdf](http://people.cs.ksu.edu/~danielwang/Investigation/CPS_Concept/Cyber_physical_Systems.pdf)  
Letöltve: 2021. 05. 05.

## 6.3 Cikk

- [c1] AirPortal – Kotulyák Tamás ifj.: *Egyre közelebb kerülünk a városi légi járművek korszakához* | 2021  
<https://airportal.hu/egyre-kozelebb-kerulunk-a-varosi-legi-jarmuvek-korszakahoz/>  
Letöltve: 2021. 05. 09.
- [c2] BBC – Baraniuk Chris: *The largest electric plane ever to fly* | 2020  
<https://www.bbc.com/future/article/20200617-the-largest-electric-plane-ever-to-fly>  
Letöltve: 2021. 05. 08.
- [c3] BBC – Cestari Sibebe: *Why plastic waste is an ideal building material* | 2020  
<https://www.bbc.com/future/article/20200819-why-plastic-waste-is-an-ideal-building-material>  
Letöltve: 2021. 05. 08.
- [c4] Bloomberg – Randall Tom: *Here's How Electric Cars Will Cause the Next Oil Crisis* | 2016  
<https://www.bloomberg.com/features/2016-ev-oil-crisis/>  
Letöltve: 2021. 05. 08.
- [c5] Business Insider – Calcuttawala Zainab: *China just launched the world's first electric cargo ship* | 2017  
<https://www.businessinsider.com/china-just-launched-the-worlds-first-electric-cargo-ship-2017-12>  
Letöltve: 2021. 05. 08.
- [c6] Építészforum – Móró Levente: *Nyomtassunk házakat!* | 2019  
<https://epiteszforum.hu/nyomtassunk-hazakat1>  
Letöltve: 2021. 05. 08.
- [c7] Forbes – Gil Press: *A Very Short History of Big Data* | 2013  
<https://www.forbes.com/sites/gilpress/2013/05/09/a-very-short-history-of-big-data/?sh=aff53a265a18>

Letöltve: 2021. 05. 05.

[c8] GreenBiz – De Socio Mike: *Keep your eyes on these 9 electric truck and van companies in 2021* | 2021  
<https://www.greenbiz.com/article/keep-your-eyes-these-9-electric-truck-and-van-companies-2021>

Letöltve: 2021. 05. 08.

[c9] Greenpeace – Weyler Rex: *Sand depletion* | 2018  
<https://www.greenpeace.org/international/story/19351/sand-depletion/>

Letöltve: 2021. 05. 08.

[c10] GreyB – Singh Wipin, Kaur Mitthatmeer, Vashisht Priya, Kumar Sushant: *Walmart Strategy: A Combination of Innovation, Technologies, and Acquisitions* | 2020  
<https://www.greyb.com/walmart-strategy/>

Letöltve: 2021. 05. 05.

[c11] HVG – MTI: *Mintha megtorpant volna a kínai gazdasági csoda* | 2018  
[https://hvg.hu/gazdasag/20181209\\_Mintha\\_megtorpant\\_volna\\_a\\_kinai\\_gazdasagi\\_csoda](https://hvg.hu/gazdasag/20181209_Mintha_megtorpant_volna_a_kinai_gazdasagi_csoda)

Letöltve: 2021. 05. 11.

[c12] Idea to value – Skillicorn Nick: *Top 1000 companies that spend the most on Research & Development (charts and analysis)* | 2019  
<https://www.ideatovalue.com/inno/nickskillicorn/2019/08/top-1000-companies-that-spend-the-most-on-research-development-charts-and-analysis/>

Letöltve: 2021. 05. 05.

[c13] IFPRI – Gustafson Sara: *FAO SOFA report 2019: New insights into food loss and waste* | 2019  
<https://www.ifpri.org/blog/fao-sofa-report-2019-new-insights-food-loss-and-waste>

Letöltve: 2021. 05. 08.

[c14] Index – Hanula Zsolt: *Vagy víz fog folyni, vagy vér* | 2015  
[https://index.hu/kulfold/2015/03/22/azert\\_a\\_viz\\_az\\_ur/](https://index.hu/kulfold/2015/03/22/azert_a_viz_az_ur/)

Letöltve: 2021. 05. 08.

[c15] Index – Kővári Gyöngyi Krisztina: *Amikor a gép itél a bíró helyett* | 2020  
[https://index.hu/belfold/2020/10/05/mesterseges\\_intelligencia\\_online\\_birosagok\\_digitalizacio\\_itelet\\_biroi\\_dontes\\_informacios\\_tecnologia/](https://index.hu/belfold/2020/10/05/mesterseges_intelligencia_online_birosagok_digitalizacio_itelet_biroi_dontes_informacios_tecnologia/)

Letöltve: 2021. 05. 10.

[c16] Index – Iván D. (?): *Ez lesz a 21. század egyik legfontosabb erőforrása* | 2016  
[https://index.hu/gazdasag/2016/05/22/homok\\_dubaj\\_kereskedelem\\_kina\\_haboru\\_epitkezés\\_maffia/](https://index.hu/gazdasag/2016/05/22/homok_dubaj_kereskedelem_kina_haboru_epitkezés_maffia/)

Letöltve: 2021. 05. 08.

[c17] Index – Laza Bálint, Halmos Máté: *Hamarosan vesét is nyomtathatunk* | 2013  
[https://index.hu/tudomany/egeszseg/2013/06/28/hamarosan\\_veset\\_is\\_nyomtathatunk/](https://index.hu/tudomany/egeszseg/2013/06/28/hamarosan_veset_is_nyomtathatunk/)

Letöltve: 2021. 05. 05.

[c18] Investing.com – Tverberg Gail: *World Energy Consumption Since 1820 in Charts* | 2012  
<https://www.investing.com/analysis/world-energy-consumption-since-1820-in-charts-116764>

Letöltve: 2021. 05. 08.

[c19] Investopedia – Kenton Will, James Margaret: *Research and Development (R&D)* | 2021  
<https://www.investopedia.com/terms/r/randd.asp>

Letöltve: 2021. 05. 05.

[c20] LSE Blog – Hopkin Jonathan, Lapuente Victor, Moller Lovisa: *Lower levels of inequality are linked with greater innovation in economies* | 2014  
[https://blogs.lse.ac.uk/politicsandpolicy/lower-levels-of-inequality-are-linked-with-greater-innovation-in-economies/?utm\\_content=bufferf2222&utm\\_medium=social&utm\\_source=twitter.com&utm\\_campaign=buffer](https://blogs.lse.ac.uk/politicsandpolicy/lower-levels-of-inequality-are-linked-with-greater-innovation-in-economies/?utm_content=bufferf2222&utm_medium=social&utm_source=twitter.com&utm_campaign=buffer)

Letöltve: 2021. 05. 05.

[c21] Minnpost – Johnston Louis D.: *History lessons: Understanding the decline in manufacturing* | 2012  
<https://www.minnpost.com/macro-micro-minnesota/2012/02/history-lessons-understanding-decline-manufacturing/>

Letöltve: 2021. 05. 09.

[c22] National Geographic – Foley Jonathan: *A five-step plan to feed the world* | ?  
<https://www.nationalgeographic.com/foodfeatures/feeding-9-billion/>

Letöltve: 2021. 05. 09.

- [c23] Origo – Grimm Balázs: *Hétfőtől korlátozzák a nagy teljesítményű porszívókat* | 2014  
<https://www.origo.hu/itthon/20140829-hetfotol-betiltjak-a-nagy-teljesitmenyu-porszivokat.html>  
Letöltve: 2021. 05. 08.
- [c24] Our World in Data – Ritchie Hannah: *Sector by sector: where do global greenhouse gas emissions come from?* | 2020  
<https://ourworldindata.org/ghg-emissions-by-sector>  
Letöltve: 2021. 05. 08.
- [c25] Our World in Data – Ritchie Hannah, Roser Max: *CO<sub>2</sub> and Greenhouse Gas Emissions* | 2020  
<https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>  
Letöltve: 2021. 05. 08.
- [c26] Our World in Data – Ritchie Hannah, Roser Max: *CO<sub>2</sub> Emissions* | ?  
<https://ourworldindata.org/co2-emissions>  
Letöltve: 2021. 05. 08.
- [c27] Our World in Data – Ritchie Hannah, Roser Max: *Renewable energy* | 2020 (?)  
<https://ourworldindata.org/renewable-energy>  
Letöltve: 2021. 05. 08.
- [c28] Our World in Data – Ritchie Hannah, Roser Max: *Urbanization* | 2019  
<https://ourworldindata.org/urbanization>  
Letöltve: 2021. 05. 05.
- [c29] Our World In Data – Roser Max, Ritchie Hannah, Ortiz-Ospina Esteban: *Internet* | 2015-2019 (?)  
<https://ourworldindata.org/internet>  
Letöltve: 2021. 05. 05.
- [c30] Pew Research – Cilluffo Anthony, Ruiz Neil G.: *World's population is projected to nearly stop growing by the end of the century* | 2019  
<https://www.pewresearch.org/fact-tank/2019/06/17/worlds-population-is-projected-to-nearly-stop-growing-by-the-end-of-the-century/>  
Letöltve: 2021. 05. 08.
- [c31] PTE Könyvtár és Tudásközpont – Kókay Péter: *Mit kell tudni a felhőtechnológiáról?* | 2017  
<https://kalauz.lib.pte.hu/felho-technologia/>  
Letöltve: 2021. 05. 05.
- [c32] Rakéta – Bobák Zsófia: *Kína társadalmi kreditrendszere nem orwelli valóság, de nem is megnyugtató utópia* | 2021  
<https://raketa.hu/kina-tarsadalmi-kreditrendszer>  
Letöltve: 2021. 05. 10.
- [c33] Scienceing – Maier Casandra: *How Do Computers Pollute the Environment?* | 2019  
<https://sciencing.com/how-do-computers-pollute-the-environment-13660586.html>  
Letöltve: 2021. 05. 08.
- [c34] SuperOffice – Taylor Mark: *18 CRM statistics you need to know for 2021 (and beyond)* | 2021  
<https://www.superoffice.com/blog/crm-software-statistics/>  
Letöltve: 2021. 05. 05.
- [c35] Telex – Pál Tamás: *3D-nyomatással, a kaliforniai sivatagban épül a jövő városa* | 2021  
<https://telex.hu/kulfold/2021/03/19/3d-nyomatatas-haz-kalifornia-coachella-volgy-rancho-mirage>  
Letöltve: 2021. 05. 08.
- [c36] The Guardian – Aratani Lauren: *Electricity needed to mine bitcoin is more than used by 'entire countries'* | 2021  
<https://www.theguardian.com/technology/2021/feb/27/bitcoin-mining-electricity-use-environmental-impact>  
Letöltve: 2021. 05. 08.
- [c37] The Guardian – Smithers Rebecca: *Tesco sets 300% sales target for plant-based alternatives to meat* | 2020  
<https://www.theguardian.com/business/2020/sep/29/tesco-sets-300-per-cent-sales-target-for-plant-based-alternatives-to-meat>  
Letöltve: 2021. 05. 08.
- [c38] The Verge – Hollister Sean: *Google Glass is adding Meet so remote supervisors can see through field workers' eyes* | 2020  
<https://www.theverge.com/2020/10/14/21516402/google-glass-meet-beta-enterprise-edition-remote-work-skype-microsoft-hololens>  
Letöltve: 2021. 05. 12.
- [c39] Történelem Klub – Harmat Árpád: *Az ipari forradalom története* | 2014

<https://web.archive.org/web/20140405122520/http://www.tortenelemklub.com/ujkor/a-19-szazad/326-az-ipari-forradalom-toertenete>

Letöltve: 2021. 05. 12.

[c40] Világgazdaság – Gros Daniel: *Európa „zöld Kína”-kihívása* (magyar fordítás) | 2020

<https://www.vg.hu/velemeney/velemeney-rovat-hirei/europa-zold-kina-kihivasa-2-3127039/>

Letöltve: 2021. 05. 12.

[c41] Yale Environment 360 – Pearce Fred: *Mideast Water Wars: In Iraq, A Battle for Control of Water* | 2014

[https://e360.yale.edu/features/mideast\\_water\\_wars\\_in\\_iraq\\_a\\_battle\\_for\\_control\\_of\\_water](https://e360.yale.edu/features/mideast_water_wars_in_iraq_a_battle_for_control_of_water)

Letöltve: 2021. 05. 08.

[c42] ZME Science – Andrei Mihai: *The world's poorest are escaping extreme poverty faster than ever — but not everything is getting better* | 2020

<https://www.zmescience.com/other/pieces/world-poverty-pieces-27072020/>

Letöltve: 2021. 05. 05.

## |6.4 Jogszabályok

[j1] Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2016/679 rendelete | 2016. 04. 27.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:32016R0679#d1e1767-1-1>

Letöltve: 2021. 05. 10.

## |6.5 Szépirodalom

[s1] Asimov Isaac: *Alapítvány* | 1942

[s2] Orwell George: *1984* | 1949