

A műszaki-gazdasági paradigmák és az Ipar 4.0 stratégiai és szakpolitikai megközelítésben

Havas Attila
MTA KRTK KTI

Világgazdasági Tudományos Tanács
alakuló ülés, 2017. december 14.

Szerkezet

Fogalmak és fogalomhasználat

A stratégiai gondolkodás és cselekvés szükségessége

A fejlett országok gyakorlata

Lehetőségek és veszélyek a kis, közepesen fejlett országokban

Szakpolitikai ajánlások

Függelék

Fogalmak és fogalomhasználat

Eltérő fogalmak és fogalomhasználat

Miről beszél(j)ünk

- a KFI folyamat („keresés”) „rendezettsége”: technológiai paradigmák (Dosi)
- az innováció (a változás) szintje (Freeman, Perez)
 - termék, szolgáltatás, eljárás
 - műszaki-technikai rendszerek
 - *műszaki-gazdasági paradigma*
- ipari forradalmak
- termelési rendszerek

Nem “köldöknézés” a fogalmak tisztázása, a tiszta fogalomhasználat követelménye nemcsak a tudományos kutatás során alapvető: mit támogassanak a szakpolitikai eszközök?

Az egységes, tiszta fogalomhasználat esélye

Egy vagy több ipari forradalom?

Egyetlen ipari forradalom a 17. sz. közepétől

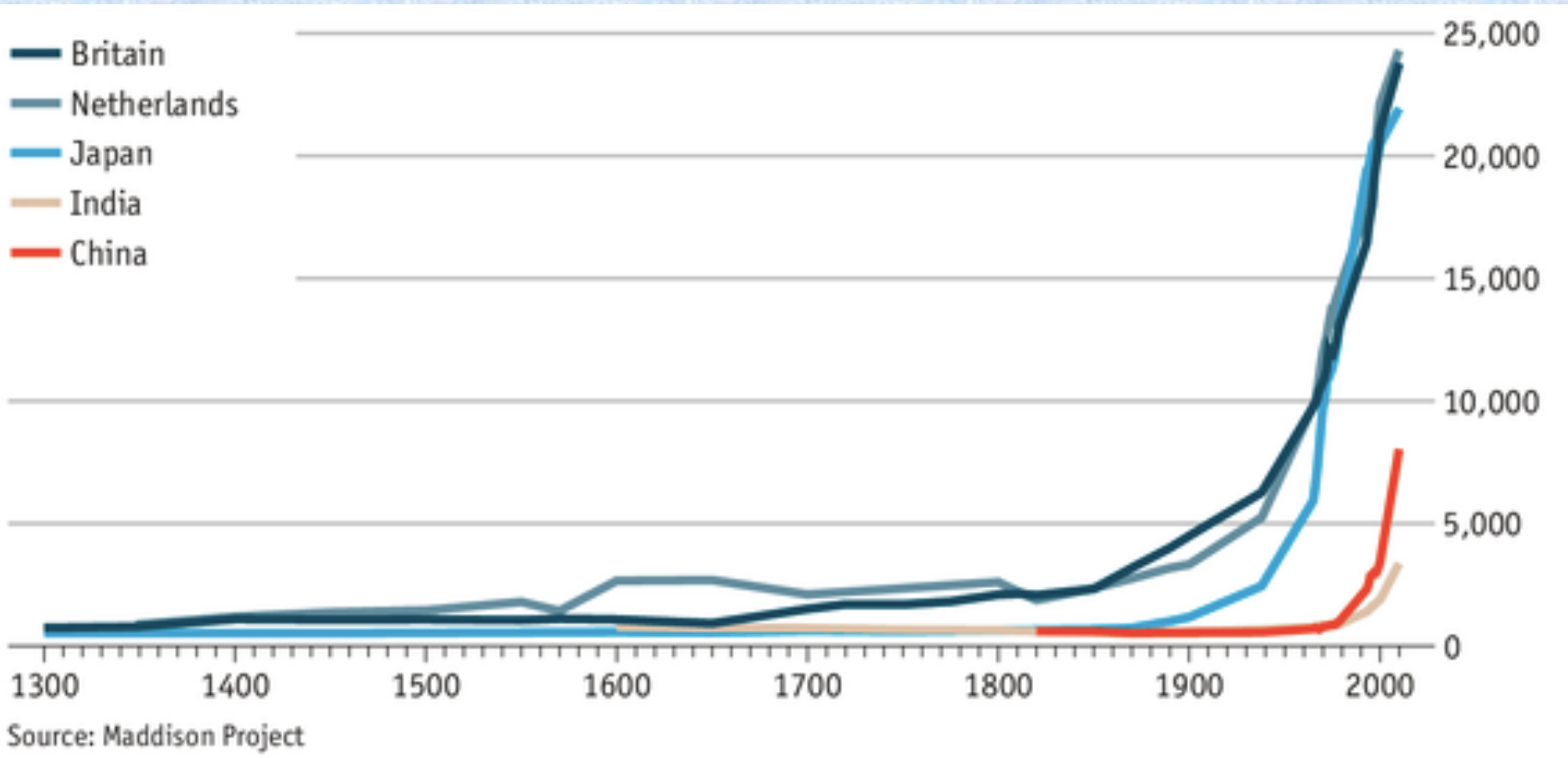
- az innováció azóta a gazdasági tevékenységek meghatározó tényezője
- gyorsan és széles körben terjednek az új megoldások (Howes, 2015)

Nincs 4. ipari forradalom:

“There is no *fourth industrial revolution*. Technological progress continues, in some areas it moves fast, in other areas it moves much more slowly, despite our society’s most pressing needs. Which technologies move fast, and which we neglect and allow to stagnate, are the results of the political and social choices we make, often tacitly. We might make better choices if our discussions of technology weren’t conducted entirely in terms of tired clichés.” (Jones, 2016: 5)

“The Great Divergence”:

GDP per capita in selected countries, 1990 constant \$



<http://www.economist.com/blogs/freeexchange/2013/08/economic-history-1>

Egy vagy több ipari forradalom? (2)

Alapvető változások \Rightarrow Több ipari forradalom

- termelési eljárások
- anyagok
- energia (források, tárolás, továbbítás)

Négy ipari forradalom?

BMBF, World Economic Forum, Deloitte Consulting, ...

1) mechanisation (water- and steam-powered engines)

2) mass production (electrical engines)

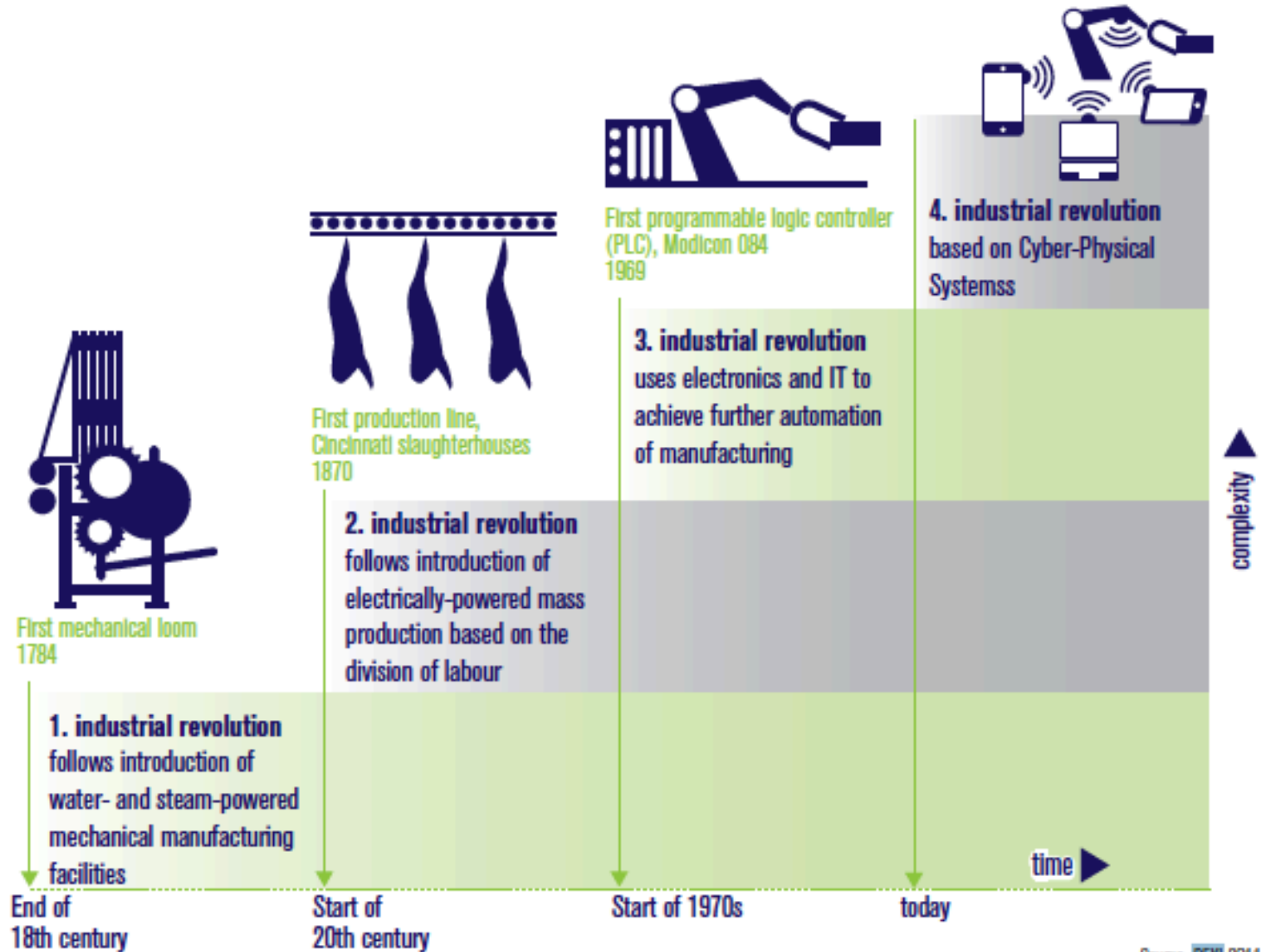
3) ICT, electronics, automation

4) Industry 4.0

internet of things (IoT), internet of services, internet of everything, cyber-physical systems, mass customisation, ...





BMBF – DFKI

Figure 1:
The four stages of
the Industrial Revolution



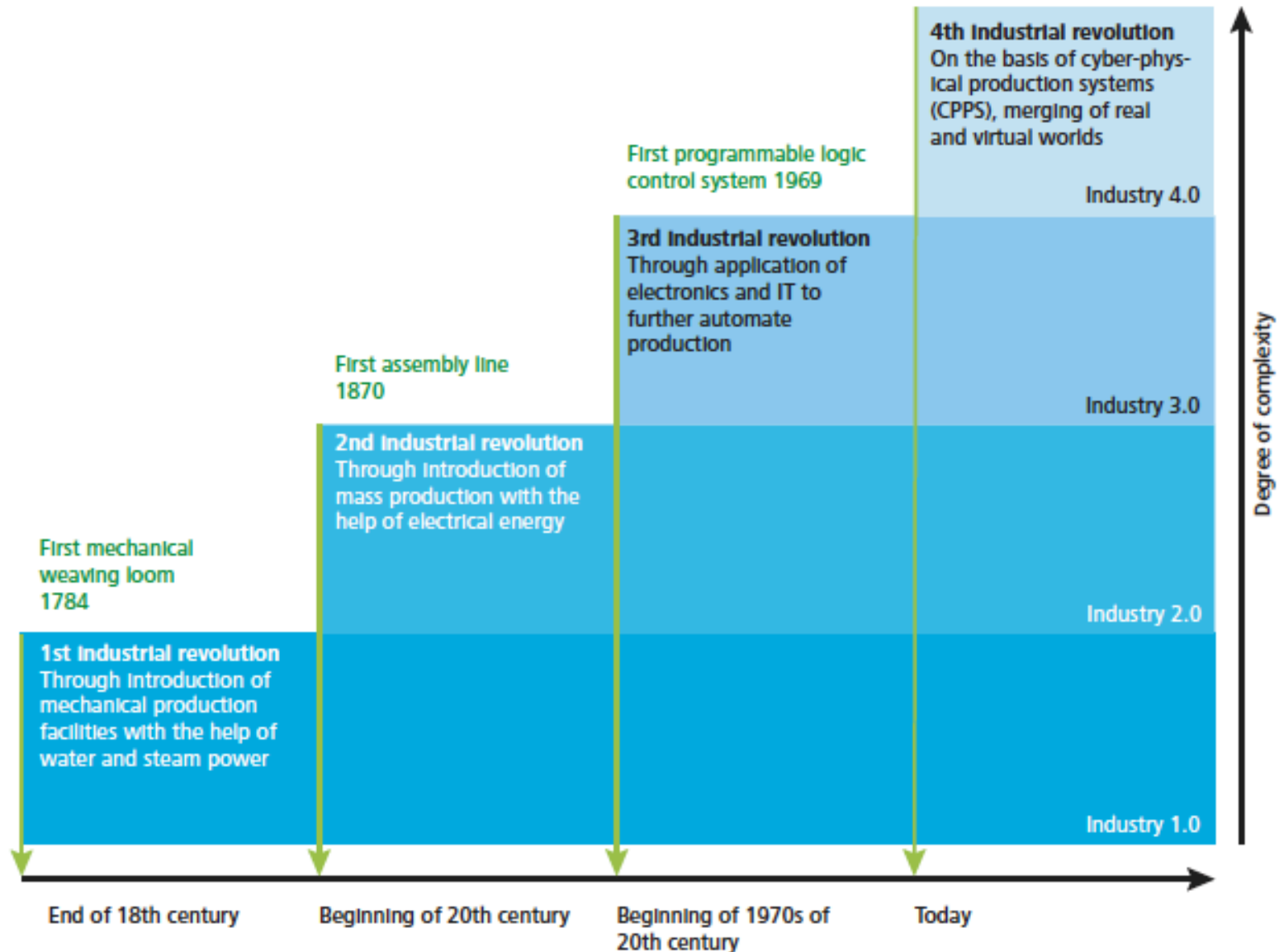
World Economic Forum

Navigating the next industrial revolution

Revolution	Year	Information	
	1	1784	Steam, water, mechanical production equipment
	2	1870	Division of labour, electricity, mass production
	3	1969	Electronics, IT, automated production
	4	?	Cyber-physical systems

?!?

Deloitte



Egy vagy több ipari forradalom? (3)

Egy másik megközelítés: 6 ipari forradalom?

1650-1820: instruments & measurement (Huygens, Harrison, etc.), mechanisation, tools and factories (Arkwright, Boulton, Bramah, Brunel Snr), water power (Sorocold), civil engineering (Yarranton, Smeaton, Brunel Jnr), iron (Darby, Cort), *inoculation and vaccination* (Montagu, Jenner), *early* steam power (Savery, Newcomen, Watt, Trevithick), *early* chemicals and rubber (MacIntosh), *food canning* (Donkin)

1820-1870: coal gas for heating & lighting (Accum, Malam), steam engines for transport on land and sea (Stephenson, Pettit-Smith), precision tools for mass production (Maudslay, Whitworth), steel Bessemer, Siemens), *mass hygiene and sanitation* (Arnott, Pasteur), *mass* industrial and agricultural chemicals including plastics (Lawes, Parkes), electric telegraphy (Cooke, Wheatstone, Diamond), hydraulic cement (Aspdin, Johnson), *refrigeration* (Harrison)

Egy vagy több ipari forradalom? (4)

1870-1914: *mass* electricity and its applications (Edison, Bell), *early* oil for transport (Benz, Diesel), production line (Ford), chemical fertilisers (Haber), early flight (Wright), *mass vaccination* (Pasteur), *mass steel use*

1914-1970: *mass* home machinery (i.e. washing machines), *mass* oil transport use, *antibiotics*, *early* computing, *early* mass electronic devices (i.e. TVs), *early* space flight, early non-fossil power, green revolution, *mass* plastic use

1970 - ?: *mass* silicon use, *mass* electronic devices, robots in production, *mass* flight, *mass* internet use, *early* communication-enabled asset sweating (i.e. sharing economy)

?: **all speculative:** *mass* computed industrial use of additive manufacturing (i.e. robot-designed and 3D printed buildings), biomanufacturing (i.e. applying agriculture to industry), *mass* space flight, *mass* renewable power and storage, *mass* home robots, engineered medicine (i.e. programmable viruses), slowed ageing, automated transport, *mass* asset sweating

Termelési rendszerek

Tudományos vállalatirányítás (Taylor)

Tömegtermelés (Ford) = Ipar 2.0?

- csereszabatos alkatrészek
- betanított munkások

Toyota (lean production system)

Műszaki-gazdasági paradigmák: a definíció főbb elemei, hatások

A set of interconnected *product, process, organisational, managerial and business model innovations* ⇒ fundamental changes in the entire economic system

Jump in productivity

A wide set of profoundly new business (investment and market) opportunities open up at the same time

Major changes in all aspects

- cost structures
- set of production possibilities
- organisation and management of firms
- business model
- set of production and technological capabilities
- distribution systems
- way of thinking

Az eddigi műszaki-gazdasági paradigmák

The first industrial revolution (mechanisation, water and steam as energy sources)

The age of steam engines, railways, and iron

The age of steel, electricity, and heavy industry

The age of oil and mass production (vehicle industry, home appliances, plastics, oil-based chemical industry)

The age of IT and communications

(Freeman and Perez, 1988; Perez, 2010)

Műszaki-gazdasági paradigmák: a terjedés folyamata

“the set of the most successful and profitable practices in terms of choice of *inputs, methods and technologies*, and in terms of *organisational structures, business models and strategies*. These mutually compatible practices, which turn into implicit principles and *criteria for decision-making*, develop in the process of using the new technologies, overcoming obstacles and finding more adequate procedures, routines and structures. The emerging *heuristic routines and approaches* are gradually internalised by *engineers and managers, investors and bankers, sales and advertising people, entrepreneurs and consumers*. In time, a *shared logic* is established; a new ‘common sense’ is accepted for investment decisions as well as for consumer choice. The old ideas are unlearned and the new ones become ‘normal’.”

(Perez, 2010: 194; kiemelések – HA)

Eltérő fogalmak és megközelítések: szakpolitikai következmények

Zavaros, tisztázatlan fogalmak

- ⇒ Nem ismerhetjük fel a változásokat okozó tényezőket, nem érthetjük meg az összefüggéseket és a folyamatokat
- ⇒ Nem mérhetjük fel a várható következményeket
- ⇒ Nem alkothatunk átlátható, elfogad(tat)ható, meggyőző és megvalósítható stratégiát
(nemzeti, regionális, vállalati)

Ipar 4.0: széles körben, általánosan használt fogalom

- elméleti szempontból pontatlan, megkérdőjelezhető
- kitüntetett figyelmet élvez (politikusok, szakpolitikusok)
- elvonja a figyelmet fontos témáktól (?)
- erősíti a technikai determinizmust (?)

Eltérő fogalmak és megközelítések: szakpolitikai és gazdasági következmények (2)

Folyamatosság és megszakítottság

- nincs világos “korszakhatár” (ipari forr., műszaki-gazdasági paradigmák)
- az átállás költségei (és időzítése)
felhalmozott termelőeszközök és tudás; rutinok; fizikai, szervezeti és intézményi infrastruktúra
- „sailing ship effect” és/vagy fordított „sailing ship effect”
(Mendonça, 2013)

Ipar 4.0: hatásos hívószó (a műszaki-gazd-i paradigma nem ...)

DE:

Az átgondolatlan használata káros lehet

Mi a meghatározó: műszaki és/vagy egyéb tényezők?

Az egyoldalú megközelítés veszélyei

(vállalati stratégiák, szakpolitikai tervezés)

A stratégiai gondolkodás és cselekvés szükségessége

bővebben: Havas, Weber (2017)

Komplex, egymásra ható folyamatok

- 3D printing and scanning
- Internet of Things, M2M and P2M communication
- Advanced robotics, HMI

New technologies

- Bio- and nano-based materials

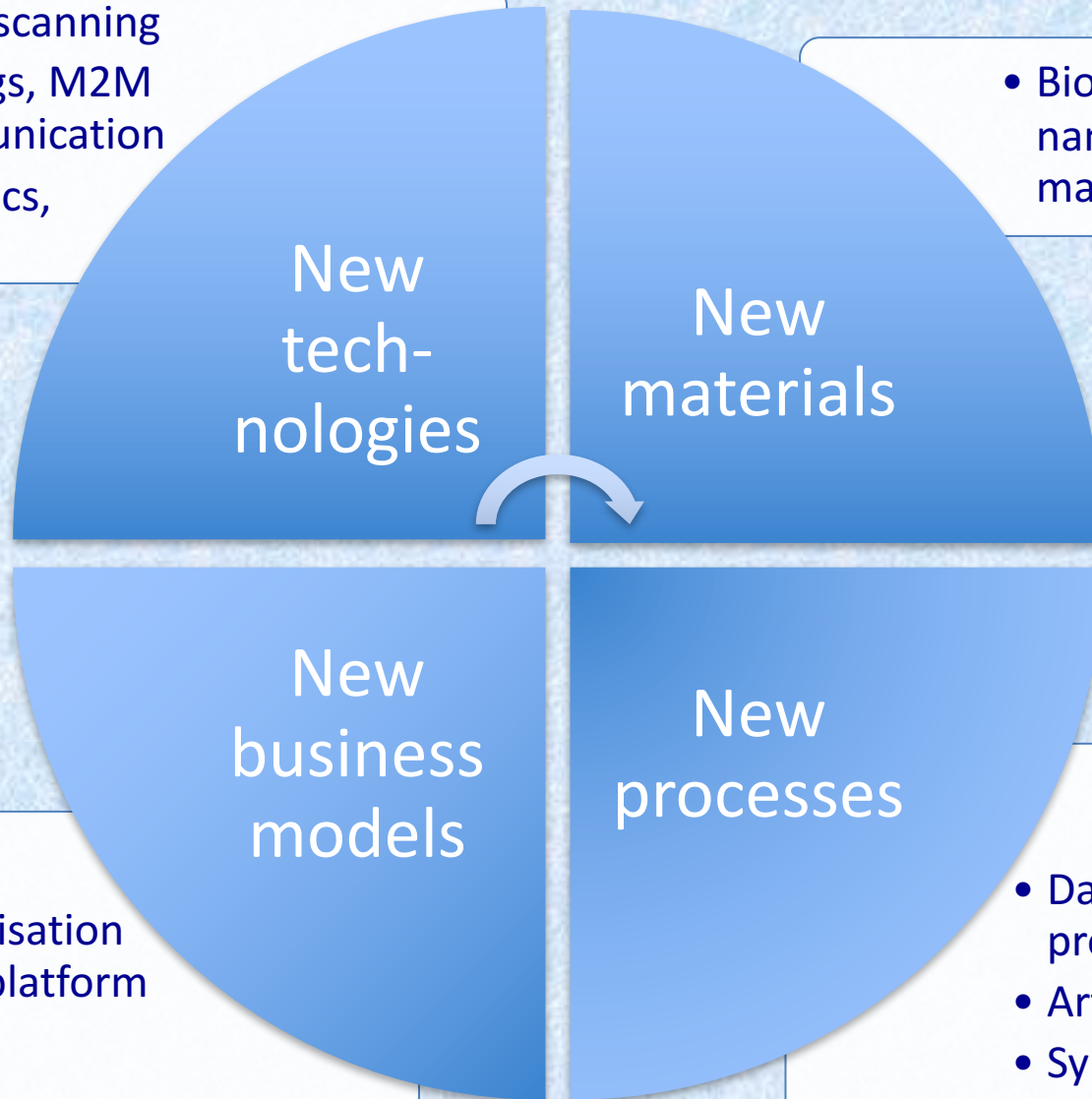
New materials

New business models

- Mass customisation
- Sharing and platform economy
- Servitisation

New processes

- Data driven production
- Artificial intelligence
- Synthetic biology



Előretekintés (foresight) és a 6. m-g-i paradigma

Komplex változások, mélyreható döntések

- magas költségű befektetések a elkészüléshez, jelentős versenylőnyök – vagy súlyos hibák, nagy veszteség
- bizonytalan hatások: a foglalkoztatás szintje és szerkezete, a jövedelmek szintje és eloszt(l)ása, jólét
- mélyreható szervezeti és vezetési változások
- új képességek, tudás, rutinok
- új szakpolitikai célok, új döntési (al)rendszerek és módszerek (policy governance sub-systems)
- új szabályozási keretek (IPR, szabványok, felelősség, munkapiac)
- biztonsági és etikai következmények

Vállalati szint és innovációs rendszerek (ágazati, regionális és nemzeti)

Előrettekintés, szakpolitikai döntés-előkészítés

Átfogó, mélyreható
változások

Eltérő jövőképek elemzése

Sok résztvevő eltérő,
egymást kiegészítő tudása,
tapasztalatai

Növekvő bizonytalanság
(nem kockázat!)

Az előrettekintési folyamat
során kialakuló közös
jövőkép csökkenti a
bizonytalanságot

Rendszerszintű változások

Transformative foresight: a
cél az innovációs rsz-ek
(alrsz-ek) átalakítása

Fejlett országok stratégiai dokumentumai: eltérő módszerek és megközelítések

	S&T focus	Focus on innovation and production systems
Expert-based	<i>Productive Nanosystems: A Technology Roadmap, US, 2007</i>	<i>Making Value for America: Embracing the Future of Manufacturing, Technology, and Work, The US National Academy of Engineering, 2015</i>
Participatory	<i>Exploiting the Electromagnetic Spectrum, UK Foresight, 2004</i>	<i>The Future of Manufacturing: A new era of opportunity and challenge for the UK, UK Foresight, 2013</i>

Eltérő hatások várhatók a különböző stratégiai megközelítésektől

További példák (nemzeti és makro-regionális szint)

USA

“Making Value for America: Embracing the Future of Manufacturing, Technology, and Work”,
US National Academy of Engineering, 2015

Japán

“Revitalisation of the Japanese Industry” 2013, 2014
“Japan’s Robot Strategy”, 2015

EU-szint

“Future of manufacturing in Europe 2015-2020 – the challenge for sustainable “Development (FutMan)“, 2001-2003

“Manufacturing Visions – integrating diverse perspectives into pan-European foresight (ManVis)“, 2003-2006

European MANUFUTURE technology platform

További példák (2)

Németország

BMBF Foresight (egymást követő stratégiai folyamatok, nem egyszeri kezdeményezés)

German High-Tech Strategy

UK: három ciklus az 1990-es évek óta

“Exploiting the Electromagnetic Spectrum” (2004)

“The Future of Manufacturing: A new era of opportunity and challenge for the UK” (2013)

300 résztvevő 25 országból; 37 háttér tanulmány 2 év alatt;
műhelytanácskozások 3 földrészen

Finnország

Governmental Foresight Report
minden parlamenti ciklusban 1992 óta

Lehetőségek és veszélyek a kis, közepesen fejlett országokban

Lehetőségek

Alapos stratégiai tervezés, megfelelő módszerek
(**vs.** irreleváns példák másolása, “guruk”)

Néhány példa

- A meglévő tudás újfajta hasznosítása
 - IKT, matematika
 - anyagtudományok
 - élettudományok
 - kreatív iparágak
- Új üzleti modellek fejlesztése
- Új innovációs ökoszisztémák létrehozása
 - testreszabott tömegtermelés (mass customisation)

Lehetőségek (2)

A K+F tevékenységek megújítása, újfajta együttműködések

- a vállalatok a közfinanszírozású K+F szervezetek között
- a nagyvállalatok és a KKV-k között
- a KKV-k között

A hazai vállalatok „feljebb léptetése” (upgrading) a nemzetközi termelési (és innovációs) hálózatokban

A szakpolitikai kormányzás (policy governance) megújítása (szervezet, módszerek, új résztvevők, ...)

Átgondolt, alapos felkészülés a 6. műszaki-gazdasági paradigmára (függelék)

Veszélyek

Kimaradás a mélyrehatóan átalakuló nemzetközi termelési és innovációs hálózatokból

⇒ A tudás-intenzív tevékenységek arányának még alacsonyabb szintje

⇒ Alacsony bérek, a tehetségek kiáramlása az országból

⇒ Ördögi kör

Az alacsony képzettséget igénylő, robotokkal könnyen helyettesíthető munkahelyek elvesztése

⇒ Súlyos társadalmi-gazdasági következmények

Szakpolitikai következtetések, ajánlások

Szakpolitikai következtetések, ajánlások

Kutatások indítása a m-g-i paradigmák, különösen az 5. és 6. paradigma trendjeinek, működési törvényeinek alapos megismerése, az ehhez szükséges fogalmi, elemzési keret és módszerek kialakítása érdekében

Más országok stratégiai és gyakorlati tapasztalatainak tanulmányozása, a sikeres megoldások alkotó átvétele

Egyszerre több területen várható alapvető változások:

- új technológiák és anyagok
- új folyamatok
- új üzleti modellek, új innovációs ökoszisztémák

⇒ A technikai determinizmus hiba lenne

Szakpolitikai következtetések, ajánlások (2)

Új, a legfontosabb érintettek bevonására építő (participatív) stratégiakészítési módszerek bevezetése

A szakpolitikai (TTI, oktatás-, ipar-, verseny-, befektetés-ösztönzési és területfejlesztési politikai) célok és eszközök összehangolása a „Lehetőségek” megragadása és a „Veszélyek” elkerülése érdekében

Szabályozási feladatok

- IoT, 3D nyomtatás, big data, nagy informatikai rendszerek, AI, robotizáció ⇒ új IPR, etikai, adatvédelmi, biztonsági, ... szabályrendszerek
- Nemzetközi (globális) összehangolás, együttműködés a szabályok kialakítása, betartatása érdekében

Szakpolitikai következtetések, ajánlások (3)

A 5. és 6. m-g-i paradigma szempontjából releváns szakpolitikai törekvések és eszközök összehangolása

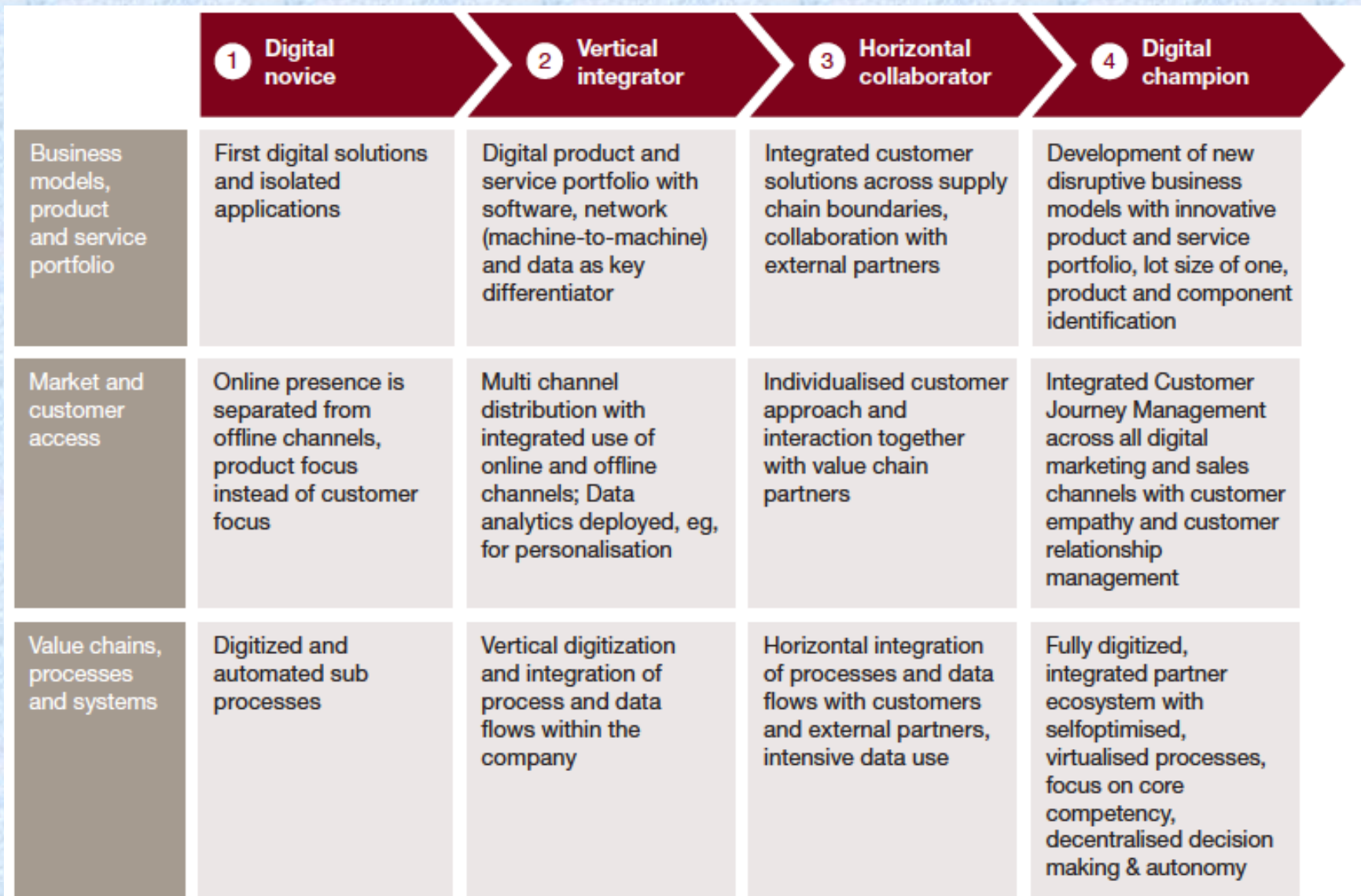
- foglalkoztatás-, munkapiaci és oktatáspolitikai (területfejlesztés, lakás, ...)
- digitális technológiák fejlesztése és alkalmazása a fenntartható fejlődés, a „körkörös” gazdaság (circular economy) szolgálatában
mass customisation, smart logistics, smart cities, smart homes

Köszönöm a figyelmet!

havas.attila@krtk.mta.hu

Függelék

Developing I4.0 skills and capabilities



Source: Strategy&, PwC (2014): Industry 4.0: Opportunities and challenges of the industrial internet

Developing I4.0 skills and capabilities (2)

	1 Digital novice	2 Vertical integrator	3 Horizontal collaborator	4 Digital champion
Compliance, legal, risk, security and tax	Traditional structures, digitization not in focus	Digital challenges recognised but not comprehensively addressed	Legal risk consistently addressed with collaboration partners	Optimising the value chain network for legal, compliance, security and tax
Organisation and culture	Functional focus in "silos"	Cross functional collaboration but not structured and consistently performed	Collaboration across company boundaries, culture and encouragement of sharing	Collaboration as a key value driver

Source: Strategy&, PwC (2014): Industry 4.0: Opportunities and challenges of the industrial internet