

Čtvrtá průmyslová revoluce

Prof. Ing. Vladislav Musil, CSc.

Vysoké učení technické v Brně

Rožnov pod Radhoštěm 11.10.2016



Podtitul

Klíkaté cesty k plně automatizované výrobě

aneb

Co jste chtěli vědět o automatizaci,
inovacích a vzdělávání, ale báli jste se
zeptat



Krátké opakování 1

První průmyslová revoluce se odehrávala od konce 18. století, kdy lidskou práci poprvé začaly ve větším měřítku přebírat stroje. Stěžejní roli v tomto procesu sehrál **parní stroj**.

Masivní nástup mechanizace do průmyslu (nejprve lehkého) a později zemědělství vedl k prudkému růstu produktivity práce, a posléze i k rozsáhlým společenským, kulturním a politickým změnám.

Motto: pára – mechanizace (století páry)

Krátké opakování 2

Druhá průmyslová revoluce přišla asi o 100 let později (od začátku 20. století), kdy nastalo období elektrifikace a motorizace. Přelomovými vynálezy této éry byly elektrická žárovka (Thomas Alva Edison), elektrický transformátor (Nicola Tesla) a spalovací motor (Gottlieb Daimler).

Jiné označení je **Technická revoluce**.

Motto: elektřina – strojová velkovýroba

Krátké opakování 3

Třetí průmyslová revoluce začala na konci 60. let dvacátého století s nástupem výpočetní techniky, která umožnila automatizaci řady odvětví lidské činnosti a urychlila technický vývoj.

Alternativně se hovoří o tzv. **vědeckotechnické revoluci** (termín zavedl J.D.Bernal).

Motto: informační a komunikační technologie do výroby (ICT) - automatizace

4. Průmyslová revoluce

○ **čtvrté průmyslové revoluci** se začalo hovořit teprve nedávno na počátku aktuální dekády. Má to být revoluce pro 21. století.

Myšlenka čtvrté průmyslové revoluce pochází z průmyslu. Na veletrhu v Hannoveru v roce 2011 byl použit výraz **Industrie 4.0** neboli **Průmysl 4.0**.

4. Průmyslová revoluce

Na veletrhu v Hannoveru v roce 2013 již byl koncept Industrie 4.0 detailně rozpracován ve zprávě pracovní skupiny (iniciativy) Industrie 4.0 (H. Kagermann):

„... zavedení Internetu věcí a služeb do výrobního procesu představuje nástup čtvrté průmyslové revoluce.

V budoucnosti budou podniky založeny na globální síti, která bude zahrnovat jejich stroje, skladové systémy a výrobní zařízení v podobě kyber-fyzických systémů (Cyber-Physical Systems, CPS). ...

Motto: kyberneticko-fyzické systémy, automace

4. Průmyslová revoluce

První tři průmyslové revoluce proběhly spontánně jako důsledek dobového průmyslového rozvoje a teprve následně byly popisovány.

Iniciativa Industrie 4.0 však popisuje průmyslovou revoluci **dopředu** (to co ještě není).

Němečtí průmyslníci předpokládají, že jejím výsledkem bude **téměř naprostá automatizace výroby (=automace)**, včetně kontrolních a řídicích procesů, které dnes stále obstarávají lidé. Továrny v éře Industrie 4.0 se budou řídit kompletně samy.



4. Průmyslová revoluce

K názvosloví

Industrie 4.0 - Industry 4.0 - **Průmysl 4.0** – Práce 4.0

původ je v počítačové terminologii a můžeme generovat i další oblasti, např.

Kvalita 4.0 (i kontrolní procesy budou automatizovány)

4. Průmyslová revoluce

K názvosloví

mechanizace	automatizace	automace
mechanizovaný výroba	automatizovaná výroba	automatická výroba

ovládání	regulace	řízení
-----------------	-----------------	---------------

Je Průmysl 4.0 revolucí ?

Myšlenka Průmyslu 4.0 je revoluční, představuje kvalitativní myšlenkový skok v evoluční technologické křivce.

Revoluční zřetězení evolučních změn (revoluční evoluce).

Technologie jsou připraveny, nyní se jich musí chopit „průmyslníci/revolucionáři“, které musíme vychovat, než se revoluce stane skutečností.

Revoluce – Evoluce – **rEvoluce**

Slovo revoluce je zde také kvůli marketingu.

Kde začne Průmysl 4.0 ?

Vzorem pro Průmysl 4.0 jsou automobilové továrny, které již nyní pracují s vysokým stupněm automatizace.

Linky jsou vysoce automatizované, mají zabudované kontrolní systémy a mnohdy je automatizovaná i logistika dílů v rámci továrny. Průmysl 4.0 znamená další posilování tohoto trendu a jeho rozšiřování do dalších oblastí výroby, eventuálně i služeb. **Proto je to především evoluce.**

„Evoluce od vestavěných systémů ke kyberneticko-fyzikálním systémům“.

Další příklady: Osazování desek plošných spojů, výroba čipů integrovaných obvodů

Krátké opakování 4

Počítačová podpora výroby/inženýrských činností

Podporu inženýrské činnosti označujeme zkratkou **CAD (**Computer-Aided Design**).** Postupným vývojem vznikla řada dílčích počítačem podporovaných disciplín. CAD nyní označuje kreslení výkresů (drafting).

CAE - Computer-Aided Engineering, obsahem je podpora tvůrčí inženýrské práce, inženýrských výpočtů, ...

CAM - Computer-Aided Manufacturing (výroba),

CAT - Computer-Aided Testing (testování),

Krátké opakování 5

Počítačová podpora výroby/inženýrských činností

CIE (Computer Integrated Engineering)

= CAE + CAD + CAT

CIM (Computer Integrated Manufacturing)

= CIE + CAM + ASŘ.

Industry 4.0 silně podporuje a rozvíjí myšlenku **Smart Factory**), která vznikla zobecněním **CIM** (Computer Integrated Manufacturing), a to především díky rozvoji metod umělé inteligence i rozvojem počítačových a komunikačních technologií.



Hlavní myšlenka Průmyslu 4.0 je **Smart Factory**

Počítačovým propojením

a) výrobních strojů,

b) opracovávaných produktů a polotovarů

c) všech dalších systémů a subsystémů průmyslového podniku

vytvořit **inteligentní distribuovanou síť**, přičemž subsystémy pracují relativně autonomně, navzájem dle potřeby komunikují (a vývojově směřují k samostatné predikci).



Uživatel: Průmysl 4.0 je založen především na následujících 4 technologických konceptech (pilířích):

Kyberneticko- fyzikální systémy (CPS) jako základ průmyslu (Digitalizace, robotizace a automatizace výrobních procesů v průmyslu.) Technologie je nyní na takové výši, že lze bez problémů, pouze s mohutnými investicemi, předat úkony, které se dají automatizovat, do rukou strojům. Jmenovitě **aditivní výroba** (3D tisk)

Internet věcí (IoT) umožňuje vzájemnou spolupráci (ovládání) mezi systémy i jejich spolupráci s člověkem (ovládání na dálku za pomoci Internetu)

Internet služeb (IoS) a Digitální ekonomika. IoS nabízí nejrůznější služby uvnitř dílny, organizace i napříč organizacemi + zprostředkování počítačových služeb za pomoci Cloud systému i pro občany. Veškerý obchod a transakce lze provádět online

„Big Data & Clouds“ umožňují sběr, ukládání a analytické zpracování rozsáhlých souborů dat, umožňují pracovat se sémantikou a ontologiemi, analýzou lze detekovat „neviditelné procesy a vlastnosti“



Informatik: Průmysl 4.0 je založen na následujících programátorských/informatických konceptech:

Interoperabilita: schopnost CPS, lidí a všech komponent Smart Factories spolu komunikovat prostřednictvím IoT a IoS

Virtualizace: schopnost propojování fyzických systémů s virtuálními modely a simulačními nástroji

Decentralizace: rozhodování a řízení probíhá autonomně a paralelně v jednotlivých subsystémech

Schopnost pracovat v reálném čase: dodržení požadavku reálného času je klíčovou podmínkou pro libovolnou komunikaci, rozhodování a řízení systémech reálného světa

Orientace na služby: preference výpočetní filosofie nabízení a využívání standardních služeb, to vede na architektury typu SOA (Service Oriented Architectures)

Modularita a rekonfigurabilita: systémy Industry 4.0 by měly být maximálně modulární a schopný autonomní rekonfigurace a automatického rozpoznání situace

Konvergence a propojování technologií - agentové technologie, komunikační technologie, datové a znalostní technologie, výpočetní prostředky

Kdy začne Průmysl 4.0 ? Již začal

Hlavní obsahem Průmyslu 4.0 má být digitalizace výroby – založená na rychlém Internetu. Všechny objekty, budou připojeny k Internetu. Důležitou roli mají hrát cloudová úložiště, trojrozměrný tisk, datová centra, automatické hlášení problémů či "chytré sklady" samy informující o docházejících zásobách.

Řadu těchto prvků lze samozřejmě vidět už i v Česku, po nástupu Průmyslu 4.0 mají všechny tvořit jeden velký systém. "Senzory, stroje, výrobky a informační systémy budou v rámci celého výrobního řetězce v každém podniku propojené. Díky internetovým protokolům si dokážou mezi sebou vyměňovat informace, analyzovat data, konfigurovat je, předcházet chybám a přizpůsobovat se změnám."

Rámec Evropské unie

Posílit konkurenceschopnost evropské ekonomiky je jednou z hlavních priorit Evropské unie.

Nejvýraznější formulací této priority politiky EU je **Lisabonská strategie**, přijatá na summitu Evropské rady v Lisabonu v březnu 2000.

(Lisabonská strategie posílení evropské konkurenceschopnosti)

Na ni navazuje tzv. strategie **Evropa 2020** pro období 2010 až 2020.

Klíčem k dosažení cílů strategie Evropa 2020 pro inteligentní, udržitelnou a solidární ekonomiku je projekt **Unie inovací** ze 6. října 2010 s cílem zlepšit rámcové podmínky a přístup k financím pro výzkum a inovace v Evropě, aby inovativní nápady mohly být přeměněny na výrobky a služby, které pak vytvářejí růst a pracovní místa.

[<http://www.businessinfo.cz/cs/clanky/strategie-evropa-2020-5155.html#!&chapter=1>]

[http://www.businessinfo.cz/cs/clanky/unie-inovaci-3928.html?utm_source=portal&utm_medium=web&utm_campaign=clanky_souvisejici]

Obdobné iniciativy ve světě

Po celém světě existuje několik sdružení a iniciativ, které jsou zaměřeny na digitalizaci výroby, mezi nejdůležitější patří:

Německo: INDUSTRIE 4.0

Koncept Industrie 4.0 má silnou podporu vlády v Německu a rovněž je podporován hlavními průmyslovými asociacemi, akademickou sférou a Fraunhoferovým institutem. Ostatní iniciativy mají k digitalizaci poněkud odlišný přístup a liší se také s ohledem na motivy svého založení a podpory ze strany vlády.

Francie: INDUSTRIE DU FUTUR

Itálie: FABRICA INTELLEGGENTE

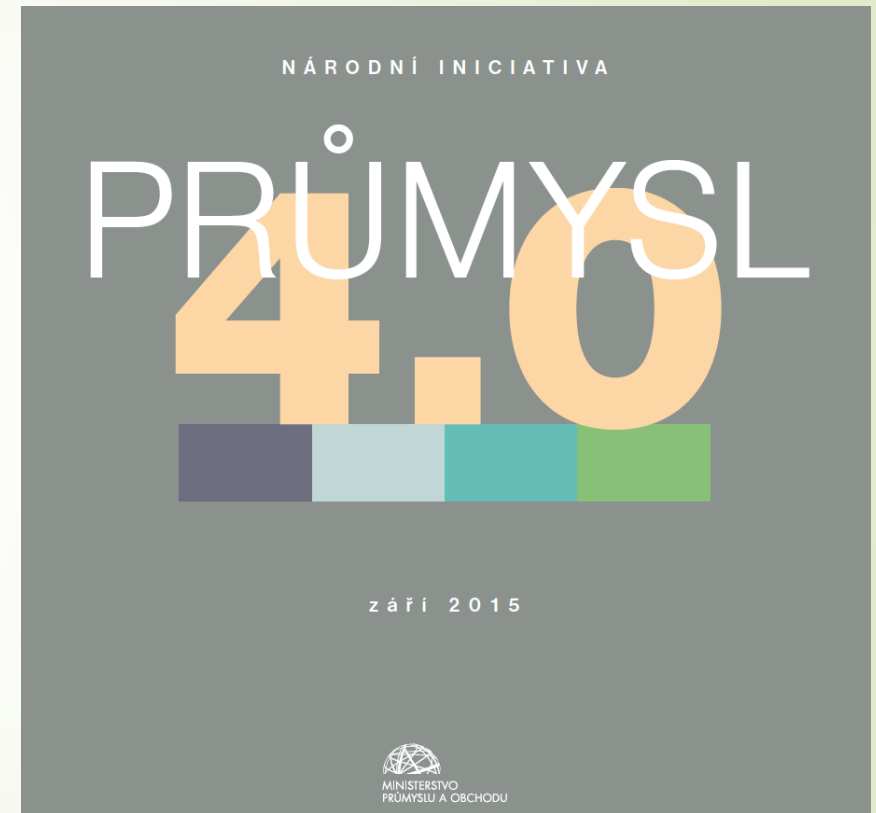
USA: Industrial Internet Coalition, Advanced Manufacturing Partnership 2.0,
Smart Manufacturing Leadership Coalition (pro Industrie 4.0 je vzorem/reakcí)

Čína: Made-in-China 2025

Japonsko: Robot Revolution Initiative, Industrial Value Chain Initiative

Rámeček České republiky

Vláda ČR na svém zasedání dne 24. srpna 2016 schválila **Iniciativu Průmysl 4.0**, předloženou Ministerstvem průmyslu a obchodu, jejímž dlouhodobým cílem je udržet a posílit konkurenceschopnost České republiky v době masového nástupu tzv. **čtvrté průmyslové revoluce** ve světě.





Rámeček České republiky

Ministr průmyslu a obchodu Ing. Jan Mládek, CSc.:

... je zapotřebí aktuálně reagovat na vývojové trendy v technologiích i ve společnosti, spojené s digitalizací, a skloubit je s praxí. Proto jsme také v tomto kontextu materiál připravili.“ ...

„Základem je aktivita podnikatelů, kteří se musí objektivnímu vývoji přizpůsobit jako první.“

[<http://www.ppp4.cz/prezentace/documents/pdf/prumysl-4-0-brozurka.pdf><http://www.prumysl.cz/prumysl-4-0-z-vladni-strany/>
<http://www.prumysl.cz/vlada-cr-schvalila-iniciativu-prumysl-4-0/>]



Iniciativa Průmysl 4.0 je zaměřena na podporu

- investic a standardizace
- aplikovaného výzkumu
- rozvoje lidských zdrojů a dalšího vzdělávání
- kybernetické bezpečnosti a příslušných právních úprav
- uplatnění inovačních technologií v energetice
- dopravy a Smart Cities
(v Brně experimentálně Smart Nový Lískovec)

Aplikace připravených opatření budou působit dvojím směrem:

- **inovačním efektem** (nové generace výrobků) a
- **racionalizačním efektem** (změna výrobních prostředků a technologických procesů, tj. nový způsob výroby a další tím vynucené změny).



Přínosy pro firemní sféru v ČR

(podle představy autorů dokumentu s názvem Národní iniciativa Průmysl 4.0)

- délka přechodného děje 10 až 15 (max. 20) let
- úspora provozních a režijních nákladů v některých odvětvích až o 30 %,
- snížení nákladů na zpracování výrobků o 25 %,
- zvýšení produktivity práce o 30 %,

- řešení problému nedostatku pracovníků v řadě technických profesí,

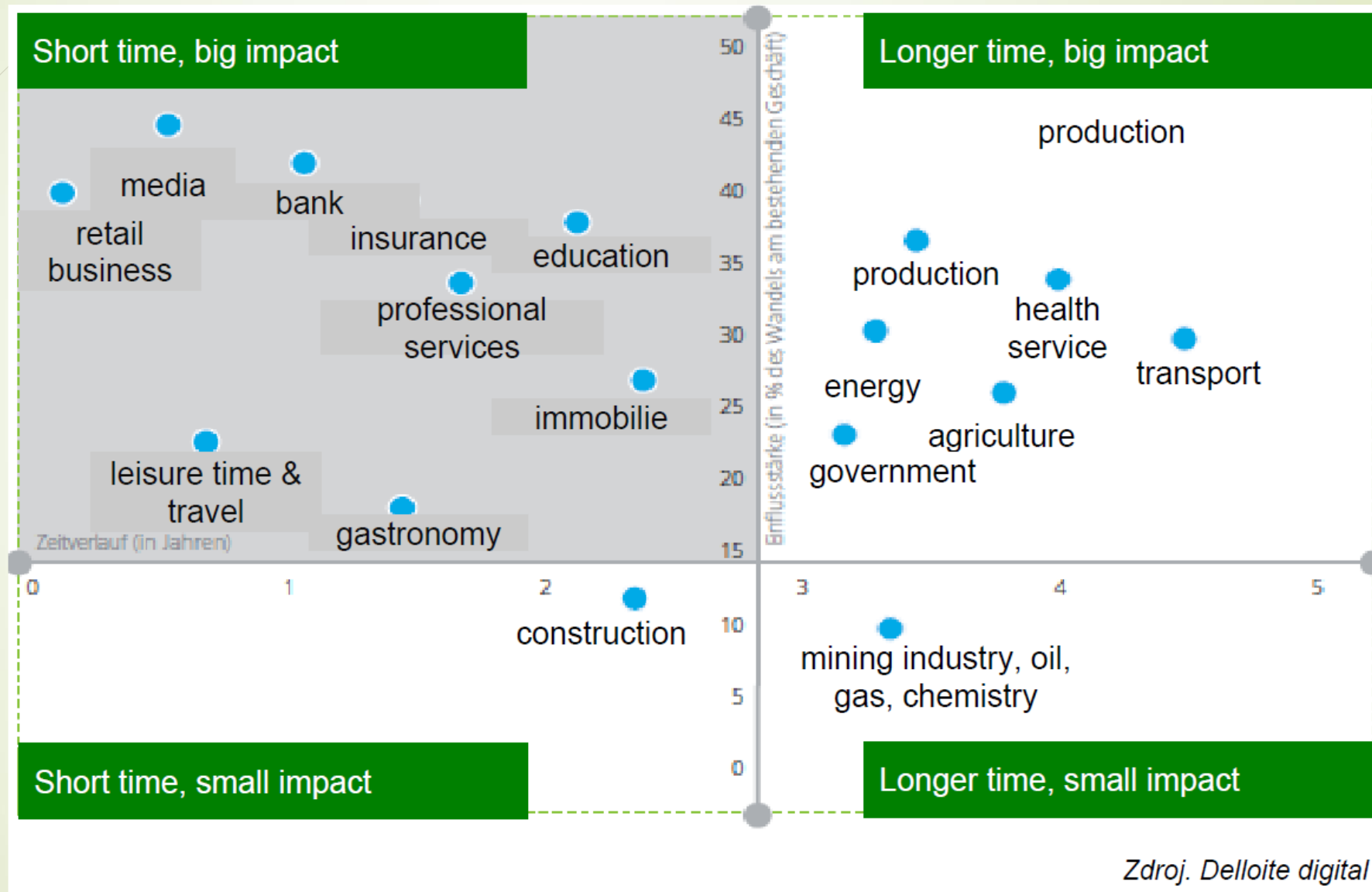
- zvýšení flexibility a kvality výrobních procesů,
- snížení energetické a surovinové náročnosti,
- vznik nových výrobních a obchodních procesů.


Přínosy pro firemní sféru v SRN

(podle Boston Consulting Group)

"Díky vyšší míře automatizace už nebudou potřeba někteří nejméně kvalifikovaní pracovníci, kteří vykonávají jednoduché a opakující se úkoly. Zároveň však budou potřeba vysoce kvalifikovaní zaměstnanci, kteří dokážou továrnu budoucnosti hlídat a řídit," uvádí analýza Celkově by podle ní měla **míra zaměstnanosti stoupnout – v příštích deseti letech o šest procent. Produktivita by tam měla stoupnout o pět až osm procent**, přičemž u automobilek dokonce o deset až dvacet procent.

Na která odvětví bude mít dopad Průmysl 4.0





PŘEDPOKLADY, VÝZVY a DOPADY zavedení Průmyslu 4.0

Předpoklady zavedení Průmyslu 4.0

- dlouhá tradice průmyslové výroby, solidní technické schopnosti a vyspělost zaměstnanců
- relativně příznivá úroveň inovační výkonnosti české ekonomiky mezi zeměmi střední a východní Evropy
- kvalitní úroveň technického vzdělání

Výzvy (slabá místa) zavedení Průmyslu 4.0

- nízké povědomí o Průmyslu 4.0, častá záměna za prostou digitalizaci
- vysoká vázanost pracovních sil v kvalifikačně méně náročných výrobcích a profesích
- nízká připravenost vzdělávacích institucí
- Evropa a ČR v globalizovaném světě (koncentrace a centralizace...)

Dopady zavedení Průmyslu 4.0 na

- zaměstnanost
- vzdělávání
- infrastrukturu
- bezpečnost (kybernetickou)

Společenské souvislosti

Předseda Českomoravské konfederace odborových svazů **Josef Středula**: "V České republice je ohroženo až čtyřicet procent pracovních příležitostí,"

Oborníci se domnívají, že čtvrtá průmyslová revoluce zvýší produktivitu práce až o jednu třetinu. To se bezesporu neobejde bez zániku řady pracovních míst, dost možná provázeného dočasnými sociálními otřesy. Zkušenosti z minulých průmyslových revolucí však dávají důvod k optimismu. Ještě v roce **1928**, tedy dlouho po první i druhé průmyslové revoluci, pracovalo v zemědělství **35 procent** obyvatel Československa. Byli jsme přitom vyspělou průmyslovou zemí, v mnoha státech byl podíl zemědělství na celkové zaměstnanosti ještě vyšší. Dnes pracují v zemědělství pouhá **tři procenta** obyvatel ČR.

Společenské souvislosti

Předseda Českomoravské konfederace odborových svazů **Josef Středula**: "V České republice je ohroženo až čtyřicet procent pracovních příležitostí,"

V průmyslu a stavebnictví dnes pracuje 38 procent lidí. Dnes nikdo neumí spolehlivě říct, co budou za patnáct a dvacet dělat všichni ti zaměstnanci, kteří dnes pracují ve výrobě. Díky předchozím průmyslovým revolucím věříme/předpokládáme, že zástupů dlouhodobě nezaměstnaných se obávat nemusíme (?).

Řada lidí nalezne uplatnění v oborech, které dnes ještě neexistují. Uvádí se: vývojář mobilních aplikací, specialista na optimalizaci webových stránek pro vyhledávače nebo správce firemních profilů na sociálních sítích. Ovšem natáčení videí na YouTube nebo publikováním fotografií na Instagramu nebude asi ani v budoucnu zaměstnání pro desetitisíce lidí. Uvidíme jak na tom budou sportovní instruktoři, osobní trenéři, finanční poradci atd.

Společenské souvislosti

Předseda Asociace malých a středních podniků **Karel Havlíček**: ... **samotná revoluce musí začít hlavně ve firmách**. ... "Pokud změna nebude vycházet přímo z nich, pak to nikdy nebude plnit účel. Firmy musí dospět k tomu, že to pro ně má význam." **Od firem by směrem k vládě měly vzejít například požadavky na změnu zákonů**.

"Bude-li to opačně, vytvoříme nejen legislativní zmetek, ale i umělé podnikatelské prostředí.

...

Musíme se vyvarovat toho, jak vznikaly například technologické parky. Za miliardy jsme vytvořili centra, za další stamiliony se vybavila vším možným a pak se náročně sháněli nájemníci."

Evropa a ČR v globalizovaném světě

ČR se musí do Průmyslu 4.0 zapojit, **aby neztratila konkurenceschopnost**, je dobře připravena + spolupráce s Německem, řešení pro Českou republiku v konkurenci se zbytkem světa

- Námitka - digitální revoluce je zatím spíše snem poskytovatelů připojení a softwarových firem.
- Přesun výroby z asijských zemí – zvýšení zaměstnanosti zde + snížení zaměstnanosti v Asii, může vzniknout krize a migrace
- Řešení nezaměstnanosti – tzv. základní nepodmíněný příjem
- Internet služeb a Internet věcí – velké nebezpečí pro soukromí člověka
- Digitální ekonomika bez peněz, nesmí vzniknout nějaký zásadní problém v globální síti

Jak je to s inovacemi ve vztahu k vědě a technologii?

- ▶ **Tradiční schéma:**

„myšlenka – základní výzkum – aplikovaný výzkum – průmyslový vývoj – inovovaný produkt“

- ▶ Situace na začátku 21. století – Názor popularizátorů vědy a techniky, že **inovace neplynou z vědy, ale z technologie**. Dokonce se poměr obrací i ve vztahu vědy a technologie – věda je dcerou technologie.
- ▶ Dílčí závěr: **Inovace nemusí mít žádnou přímou souvislost s výzkumem, zejména tím základním.**
- ▶ Představa, že lze nalít dotační (státní) peníze do vědy, která je veřejným statkem, a z vědeckých ústavů budou plynule vycházet technologie a inovace, je jednostranná.

Příklady: elektronová litografie, GaAs x Si,



Matt Ridley: Racionální optimista. Argo 2013

- ▶ Nepřetržitě běžící stroj inovací nevděčí za svou existenci ani vědě (která z něj těží víc, než k němu přispívá), ani penězům (které nejsou vždy limitujícím faktorem), ani patentům (které často překážejí), ani vládám (které v inovacích vůbec nevynikají).
- ▶ Není to proces směřující shora dolů, Je to spíše směna myšlenek a nápadů, co stojí u zrodu inovací.



Bez inovací to opravdu nepůjde!

- Vyspělá společnost se stává společností inovace a jenom trvalý technologický vývoj jí může zajistit budoucnost v tvrdé globální konkurenci.
- Odbornost a vynalézavost dnes vydělává mnohem více než v minulosti.
- Bohužel - **Není přímá korelace mezi vyšší vzdělaností a ekonomickou výkonností země.**

Závěr

- ▶ Prognóza do budoucnosti je optimistická, 4. průmyslová revoluce může v krátkém horizontu přinést užitečné výsledky.
- ▶ Neexistuje žádný zázračný recept na prosperitu a úspěch.
- ▶ ČR jako malý stát se nestane určujícím na poli elektroniky ani strojírenství, ale může získat přiměřený díl světové výroby a obchodu.
- ▶ I nadále bude platit, že za úspěchem (za inovacemi) stojí znalosti, tradice a nadkritická masa lidských a materiálních zdrojů.
- ▶ Univerzity mohou přispět především kvalitními absolventy a dále poznatky základního a aplikovaného výzkumu.
- ▶ Univerzity mají velké rezervy v zapojení studentů magisterského stupně do výzkumu a vývoje, příliš spoléhají na akademické pracovníky a výzkumníky, kteří jsou přetížení.
- ▶ Není naděje (politická vůle), že by strukturované studium (bakalář-magistr) zaniklo.
- ▶ Musíme vyřešit profil bakaláře (v inženýrství) tak, aby byl použitelný pro praxi.
- ▶ Motivovat absolventy gymnázií ke studiu na technických oborech (jak? maskulinizací profesorského sboru?).

Použitá literatura

Paulinyi, A.: Průmyslová revoluce: o původu moderní techniky. Praha, 2002, ISBN 80-86642-02-X.

Purš, J.: Průmyslová revoluce v českých zemích. Praha, SNTL, 1960.

Purš, J.: Průmyslová revoluce: vývoj pojmu a koncepce. Praha, Academia, 1973.

Mařík, V. a kol: Průmysl 4.0. Výzva pro Českou republiku. Management Press, 2016, ISBN 978-80-7261-440-0

Mařík, V.: Je Industry 4.0 opravdu revolucí? Prezentace na cyber.felk.cvut.cz

Mařík, V.: Česká republika může na Industry 4.0 hodně vydělat. In: <https://www.businessinfo.cz/cs/clanky/vladimir-marik-ceska-republika-muze-na-industry-40-hodne-vydelat-73668.html>

Průmysl 4.0. In: <http://www.ppp4.cz/prezentace/documents/pdf/prumysl-4-0-brozurka.pdf><http://www.prumysl.cz/prumysl-4-0-z-vladni-strany/>

Vláda ČR Schválila iniciativu průmysl 4.0. In: <http://www.prumysl.cz/vlada-cr-schvalila-iniciativu-prumysl-4-0/>

<http://www.businessinfo.cz/cs/clanky/strategie-evropa-2020-5155.html#!&chapter=1>

Honda vytiskla auto. In: <https://www.novinky.cz/auto/417347-honda-vytiskla-auto.html>

Holanová, T.: Nová průmyslová revoluce. Nezaspěte nástup Práce 4.0 - Aktuálně.cz

Končí éra globalizace? Co bude dál? Inspirativní polemika ekonomů Zeleného a Zámečnicka.

<http://hlidacipes.org/konci-era-globalizace-co-bude-dal-inspirativni-polemika-ekonomu-zeleneho-a-zamecnika/>

Zelený, M. – Košturiak, J.: Lokální výroba a služby. In: <http://www.milanzeleny.com/cs-CZ/stranky/1/-/0/432/lokalni-vyroba-a-sluzby>

Zelený, M.: Neprožíváme krizi, ale změnu ekonomického systému. In: http://ceskapozice.lidovky.cz/milan-zeleny-neprozivame-krizi-ale-zmenu-ekonomickeho-systemu-psz-/tema.aspx?c=A150717_123221_pozice-tema_lube

Auta budoucnosti se tisknou a létají. In: <https://www.novinky.cz/auto/407800-auta-budoucnosti-se-tisknou-a-letaji.html>

V Dubaji vyrostla první tištěná kancelářská budova. In: <https://www.novinky.cz/bydleni/tipy-a-trendy/404522-v-dubaji-vyrostla-prvni-tistena-kancelarska-budova.html>

http://www.businessinfo.cz/cs/clanky/unie-inovaci-3928.html?utm_source=portal&utm_medium=web&utm_campaign=clanky_souvisejici