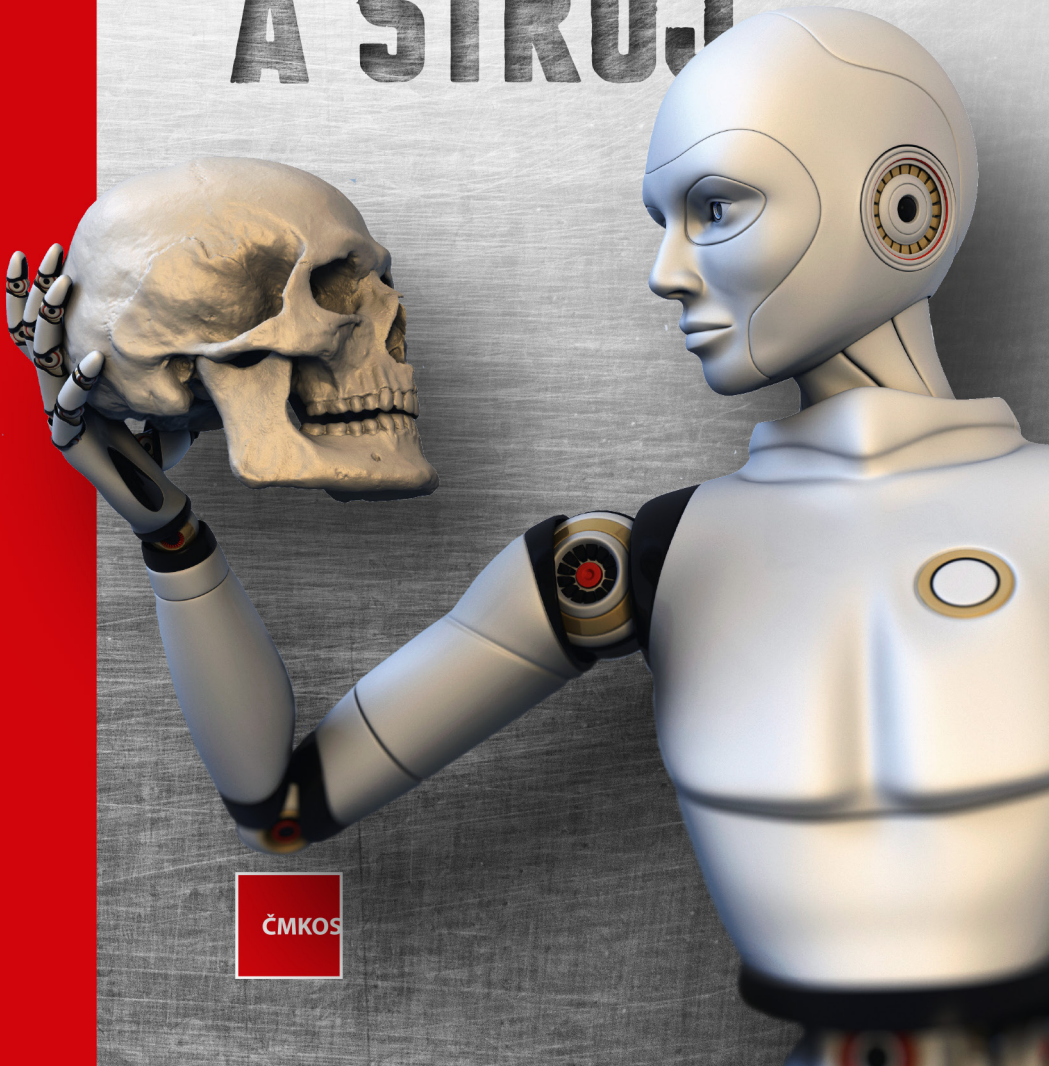
METODICKÁ PŘÍRUČKA

PRŮMYSL
VZDĚLÁVÁNÍ
PRÁCE
SPOLEČNOST
4.0

ČLOVĚK A STROJ



ČMKOS

Člověk a stroj

ČMKOS

Kolektiv autorů

Metodická příručka

červen 2017

Materiál byl realizován v rámci projektu ČMKOS 2017 „§ 320a ZP I. – Průmysl, vzdělávání, práce, společnost 4.0“, který je financován z prostředků státního rozpočtu ČR prostřednictvím MPSV ČR.

© Českomoravská konfederace odborových svazů
nám. Winstona Churchilla 2
130 00 Praha 3

ISBN: 978-80-86809-21-2

sondy s. r. o.
Praha, červen 2017

Obsah

Obsah ... **3**

Seznam použitých zkratek a symbolů ... **5**

Předmluva ... **7**

Úvod ... **8**

1 Průmyslové revoluce ... **9**
1.1 Vývoj lidské civilizace ... 9
1.2 Dosavadní průmyslové revoluce ... 11
1.2.1 První průmyslová revoluce ... 11
1.2.2 Druhá průmyslová revoluce ... 13
1.2.3 Třetí průmyslová revoluce ... 14
1.3 Čtvrtá průmyslová revoluce ... 16

2 Koncept Industry 4.0 ... **18**
2.1 Vznik Industry 4.0 ... 18
2.2 Popis funkce Industry 4.0 ... 19
2.3 Kategorizace a strukturalizace pojmů ... 21
2.3.1 Smart factory ... 22
2.3.2 Cyber physical systems ... 25
2.3.3 RFID technologie ... 26
2.3.4 Internet of Things, Services a People ... 28
2.3.5 Big Data ... 29
2.3.6 Cloud computing ... 31
2.3.7 Smart product ... 32
2.3.8 Smart sensors ... 32

3 Předpoklady České republiky ... **34**
3.1 Vymezení České republiky vůči Industry 4.0 ... 34
3.2 Iniciativa Průmysl 4.0 ... 34
3.3 Situace České republiky ... 35
3.4 Požadavky na stát ... 37

4 Koncept industry ve světě ... **39**
4.1 Evropský kontext ... 39
4.2 Německo ... 42

5 Podpora veřejných zdrojů 45
5.1 Podpora z Evropské unie 45
5.1.1 OP Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost 45
5.1.2 Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání 46
5.1.3 Operační program Zaměstnanost 46
5.1.4 Horizon 2020 46
5.2 Podpora ze strany institucí České republiky 47
5.2.1 Podpora Technologické agentury ČR 47
5.2.2 Podpora Ministerstva průmyslu a obchodu 48
5.2.3 Podpora CzechInvest 48
5.2.4 Podpora Ministerstva financí 48

6 Předpokládaný dopad Průmyslu 4.0 50
6.1 Očekávaný dopad Industry 4.0 na EU 50
6.2 Dopad na vývoj rozvržení světových výrobních kapacit 51
6.3 Dopad na dodavatelské řetězce 52
6.4 Očekávaný dopad na ČR 53
6.5 Dopad na zaměstnanost 55
6.6 Dopad na vzdělání 57
6.7 Dopad na výzkum a vývoj 58

Závěrečné shrnutí 59

Seznam zkratek a symbolů

B2B	Business to Business
BCG	The Boston Consulting Group
CPS	Cyber physical system (Kyber-fyzikální systém)
CPU	Central Processing Unit (Centrální procesorová jednotka)
CNC	Computer Numerical Control (Číslicově řízené stroje počítačem)
ČR	Česká republika
ČVUT	České vysoké učení technické v Praze
EU	European Union (Evropská unie)
EURO	Měna eurozóny
GB	Gigabyte
GTAI	German Trade and Invest
HDP	Hrubý domácí produkt
IaaS	Infrastructure as a Service
IBM	International Business Machines Corporation
ICT	Informační a komunikační technologie
IIoT	Industrial Internet of Things (Průmyslový internet věcí)
IoE	Internet of Everything (Internet všeho)
IoP	Internet of People (Internet lidí)
IoS	Internet of Services (Internet služeb)
IoT	Internet of Things (Internet věcí)
IP	Internet protocol (Internetový protokol)
IT	Infomation Technolnology (Informační technologie)
JIT	Just in Time
M2M	Machine to Machine
M2P	Machine to Person
MHz	Mega Hertz
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
MPSV	Ministerstvo práce a sociálních věcí
MSP	Malé střední podniky
MŠMT	Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy
OECD	Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj
OP	Operační program
OP PIK	OP Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost
OP VVV	OP Výzkum, vývoj a vzdělání
OPZ	OP Zaměstnanost
PaaS	Platform as a Service
PC	Personal Computer (Osobní počítač)
RFID	Radio Frequency Identification (Identifikace na rádiové frekvenci)
SaaS	Software as a Service

SAP PM	SAP Predictive Maintenance
SPČR	Svaz průmyslu a dopravy České republiky
SWOT	Strategická analýza
T2M	Thing to Machine
TAČR	Technologická agentura ČR
UK	United Kingdom (Spojené království)
USD	Americký dolar
VW	Volkswagen
Wifi	Bezdrátová internetová síť
WEF	World Economic Forum (Světové ekonomické fórum)

Předmluva

Nové technologie rychle mění tvář naší ekonomiky i náš způsob života. Čtvrtá průmyslová revoluce nepřináší zásadní změny pouze pro oblast průmyslové výroby. Ta sice stojí v jejím centru, přesah čtvrté průmyslové revoluce je však mnohem širší. Jedná se o zcela novou filozofii přinášející celospolečenskou změnu a zasahující řadu oblastí od průmyslu přes oblast technické standardizace, bezpečnosti, systému vzdělávání, právního rámce, vědy a výzkumu až po trh práce nebo sociální systém. Česká republika patří k zemím s nejdelší průmyslovou tradicí a naší ambicí je, aby i její budoucnost zůstala spojena s průmyslem. Čtvrtá průmyslová revoluce přináší řadu výzev, ale zejména jedinečnou příležitost k zajištění dlouhodobé konkurenceschopnosti České republiky v globálním konkurenčním prostředí. Žijeme ve výjimečné době a naše schopnost využít této příležitosti bude mít dopad na kvalitu života celých generací. Nestojíme na prahu čtvrté průmyslové revoluce, ona již totiž započala. Započala v nejrozvinutějších světových ekonomikách sice pod různými názvy, ale vedena stejnou snahou, a to snahou o udržení a posílení konkurenceschopnosti a technologického prvenství těchto států na světových trzích. Snahou o převzetí větší kontroly nad celým hodnotovým řetězcem, což je za současného stavu ceny pracovní síly a její dostupnosti v těchto zemích velmi obtížné. V neposlední řadě také snahou řešit narůstající společensko-ekonomické problémy a čelit novým demografickým a geopolitickým rizikům. To vede u mnoha globálních firem k přehodnocování stávající koncepce geografické alokace výrobních kapacit a k systematickému budování moderního modelu průmyslové výroby.

Iniciativy reagující na čtvrtou průmyslovou revoluci, ať již ta německá pod názvem Industrie 4.0, Industrial Internet Consortium nebo Smart Manufacturing Leadership Coalition v USA či obdobné programy Japonska i Číny, jsou především zcela novou filozofií systémového využívání, integrace a propojování nejrůznějších technologií při uvažování jejich trvalého a velice rychlého rozvoje. Vzhledem k šíři dopadu musí tato filozofie proniknout do myšlení celé společnosti. Její přijetí přinese nejen velké výzvy, ale také dnes ještě netušené příležitosti průmyslovým podnikům. Proto jsou to právě ony, které musí usilovat o to, aby na tyto změny reagovaly. Ignorování této nové reality by vedlo k postupné ztrátě konkurenceschopnosti nejenom jednotlivých firem, ale České republiky jako celku.

Úvod

Čtvrtá průmyslová revoluce neboli Průmysl 4.0 je označení pro současný trend digitalizace, s ní související automatizace výroby a změn na trhu práce, které s sebou přinese. Koncept vychází z dokumentu, který byl představen na veletrhu v Hannoveru v roce 2013. Základní vize čtvrté průmyslové revoluce se objevily v roce 2011. Podle této myšlenky vzniknou „chytré továrny", které budou využívat kyberneticko-fyzikální systémy. Ty převezmou opakující se a jednoduché činnosti, které do té doby vykonávali lidé. To bude provázet změna pracovního trhu, kdy by mohla být ohrožena zaměstnanost osob s nízkou kvalifikací. Měla by vznikat nová pracovní místa, která však budou vyžadovat vyšší kvalifikaci zaměstnanců. Díky efektivnější průmyslové výrobě by měla koncepce pomoci zvýšit konkurenceschopnost německých podniků.

Zavádět se bude pomocí metod strojového vnímání, autokonfigurace a autodiagnostiky a s počítačovým spojením strojů a dílů. Produkty i stroje dostanou čipy, pomocí nichž je bude možné kontrolovat a obsluhovat přes internet. Dále se budou využívat cloudová úložiště, 3D tisk, datová centra, automatické hlášení problémů či „chytré sklady", které samy informují o docházejících zásobách.

Pomocí metod a nástrojů Průmyslu 4.0 by mělo dojít k úsporám času a peněz a zvýšení flexibility firem. Mezi hlavní rizika patří hackerské útoky a zneužití dat. Průmysl 4.0 s sebou přináší naději na zvýšení kvality lidského života díky zvyšování produktivity práce a mizení monotónních a fyzicky náročných profesí. Automatizace, integrace systémů a vyšší efektivita díky propracovanější logistice jsou také nadějí pro snižování negativních lidských vlivů souvisejících s průmyslem a pro implementaci udržitelného rozvoje.

Reakcí České republiky je Iniciativa Průmysl 4.0, kterou vyhlásil v roce 2015 tehdejší ministr průmyslu a obchodu Jan Mládek. Obdobně se jedná o koncepci, jejíž hlavní myšlenkou je zvýšení konkurenceschopnosti českých podniků mimo jiné právě prostřednictvím důmyslnějšího využití zdrojů, které umožňují technologie zahrnuté v německé koncepci.

1 Průmyslové revoluce

1.1 Vývoj lidské civilizace

Přestože lze obsáhle diskutovat o tom, co mělo v lidské historii největší dopad na civilizační pokrok, tak všechny dlouhé diskuse, zda to byly přínosy egyptské Staré či Nové říše, několik staletí trvající expanze starověkého Říma, etablování křesťanství, hinduismu, případně zda to bylo objevení Ameriky Kryštofem Kolumbem nebo nějaký zcela zásadní objev či vynález apod., v zásadě nejsou pro účel tohoto textu dvakrát přínosné.

Pro náš účel je asi nejpoužitelnější přístup Iana Morrise.[1)] Ten použil pro srovnání stupně civilizačního rozvoje exaktní měření pomocí čtyř parametrů:

a) **získávání energie:** kalorie na osobu získané z prostředí pro výživu jak v domácnosti, tak pro tržní účely, pro pohon v průmyslu, zemědělství a dopravě,

Obrázek 1 – Index rozvoje lidské společnosti [2)]

[1)] *Morris I.: Why the West Rules – For Now: The Patterns of History, and What They Reveal About the Future. New York 2010. Farrar, Straus and Giroux.*

[2)] *Technický týdeník, Předpoklady úspěšných inovací.*

b) **organizace:** velikost největšího sídla,

c) **schopnost vést ozbrojený konflikt:** počet vojáků, síla a mobilita zbraní, logistika při vedení bojových operací,

d) **informační technologie:** důmyslnost v té době dostupných nástrojů ke sdílení a zpracování informací včetně rozsahu jejich využití.

Ian Morris všem skupinám jevů a procesů, přiřazeným ke každému z parametrů, přisuzuje stejnou váhu a jejich úroveň v konkrétních případech převádí na stupnici od nuly do 250. Při čtyřech skupinách je v součtu možno dosáhnout maximálně 1000 bodů. Pomocí takto strukturované klasifikace dosavadního civilizačního rozvoje postupně „ocenil" celkovou úroveň rozvoje všech známých velkých společností v horizontu posledních 10 tisíc let až do nedávné současnosti – roku 2000 a poté získané číselné hodnoty v podobě indexu rozvoje lidské společnosti převedl do grafické podoby.

Na vodorovné ose x je časová osa. Na levé svislé ose y jsou vyneseny odhadnuté hodnoty zmíněného indexu rozvoje lidské společnosti, na pravé svislé ose y zase odhady absolutního počtu světové populace.

Z hlediska statistiky je Obrázek 1 evidentně extrémně nezajímavý, protože nějakých 9800 let, tj. 98 % zachycené minulosti prakticky až do konce 18. století, se obě křivky – jak index rozvoje lidské společnosti, tak počet světové populace – zvedají opravdu jen velmi pomalu a v zásadě mají identický průběh. Z hodnot blízko nule ve starověku až na úroveň cca 40–50 bodů indexu a cca 350 milionů lidí někdy před čtvrt tisíciletím. Jako by se velmi dlouho, vlastně od nepaměti fakticky nic moc nedělo. Bráno současnými měřítky to tak lze skutečně nemilosrdně vyjádřit.

Důvodem, proč právě na přelomu 18. a 19. století dochází prakticky k 90° změně trendu obou křivek v Morrisově grafu, jsou masové efekty spojené především s nástupem fenoménu, který byl pojmenován jako období první průmyslové revoluce, které odstartovalo i etapu prvního věku strojů.

V dalším textu se pokusíme stručně specifikovat, co je velmi přehledně a heslovitě zachyceno v následujícím obrázku – Struktura rozvoje lidské společnosti v průběhu posledních 10 tisíc let. Samozřejmě s vědomím, že jde o velmi pragmatické zjednodušení dosavadní vývojové linie, že časová hranice mezi obdobími není tak ostrá, jak je naznačeno. Přirozeně se vedou diskuse, zda je možné ztotožnit čtvrtou průmyslovou revoluci se zahájením éry druhého věku strojů, jak v tomto smyslu chápat zařazení agendy Průmysl 4.0 a tak dále. Nechme tyto diskuse teoretikům, pro cíle tohoto textu zřejmě nejsou určující.[3)]

[3)] *Pohledy: Odbory a průmysl 4.0., Ing. Martin Fassmann, ČMKOS, 2016, Praha, ISBN: 978-80-86846-63-7, str. 54.*

Legenda	Období *předindustriální*	Období sledu jednotlivých průmyslových revolucí (*industriální epocha lidské civilizace*)			
Označení pořadí průmyslové revoluce a umístění v čase	Do druhé poloviny 18. století (přesně do roku 1760)	***První*** 1760 až 1830	***Druhá*** Cca od poloviny 19. století do poloviny 20. století	***Třetí*** Cca od konce 40. let do přelomu 80. a 90. let 20. století	***Čtvrtá*** *(Industry 4.0)* Jsme od přelomu 80. a 90. let v počátečním stadiu
Obvyklý název	Civilizace s naturálním charakterem	Věk páry	Věk strojů a tovární velkovýroby	Věk vědecko-technické revoluce a počítačů	Věk digitální
Občasné označení	Věk fyzické síly člověka a zvířat	***První věk strojů***			***Druhý věk strojů***

Obrázek 2 – Struktura rozvoje lidské společnosti[4)]

1.2 Dosavadní průmyslové revoluce

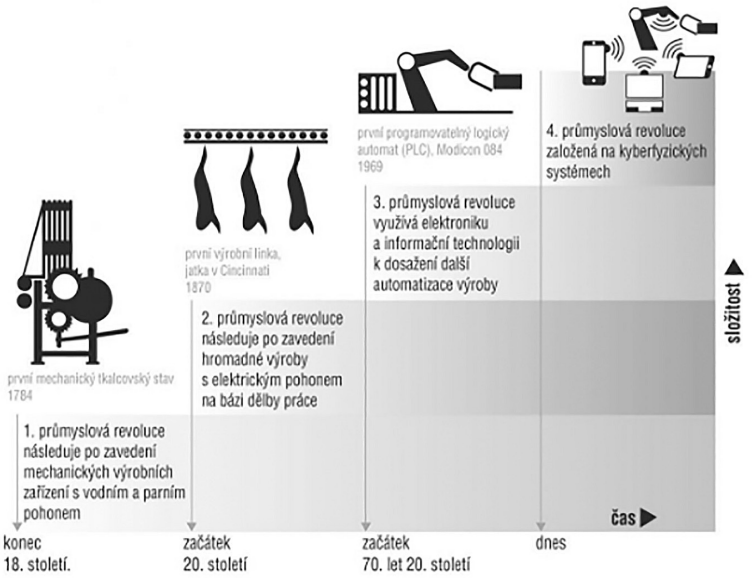
Když se řekne průmyslová revoluce, rozumíme časově ohraničené etapy buď nějak mimořádného zrychlení, či změny povahy jak výrobních/produkčních faktorů, nebo také vlastního procesu tvorby nových hodnot (produkce) a jejich směřování k dalšímu zpracovateli či ke konečnému spotřebiteli.

Plné a vzájemně podporované uplatnění všech inovací všech řádů nesených danou průmyslovou revolucí si vyžádalo více desetiletí, ne-li celou stovku let. Důvodů bylo více – počínaje strnulostí legislativy (často přímo blokující formou patentové či jiné ochrany) rozšíření dané inovace a konče nerentabilností aplikace inovace jednoduše proto, že námezdní lidská síla byla výrazně levnější, či byla dána přednost faktoru vyšší absolutní zaměstnanosti před faktorem absorpce technického pokroku s inovačním nábojem.

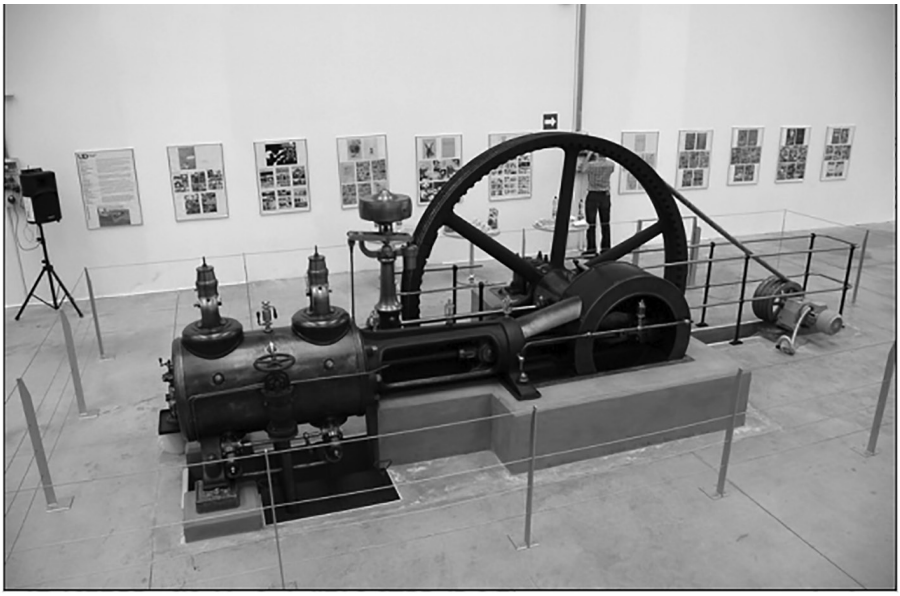
1.2.1 První průmyslová revoluce

První průmyslová revoluce – též technicko-vědecká revoluce – vypukla na konci 18. století. V té době se zásadně měnilo zemědělství, výroba, těžba a další hospodářské i průmyslové sektory. Lze ji charakterizovat změnou převažujícího způsobu dopravy, energetických zdrojů a přenosu informací.

[4)] *Pohledy: Odbory a průmysl 4.0., Ing. Martin Fassmann, ČMKOS, 2016, Praha, ISBN: 978-80-86846-63-7, str. 56.*



Obrázek 3 – Vývojové etapy průmyslové revoluce[5)]



Obrázek 4 – Parní stroj jako symbol průmyslové revoluce

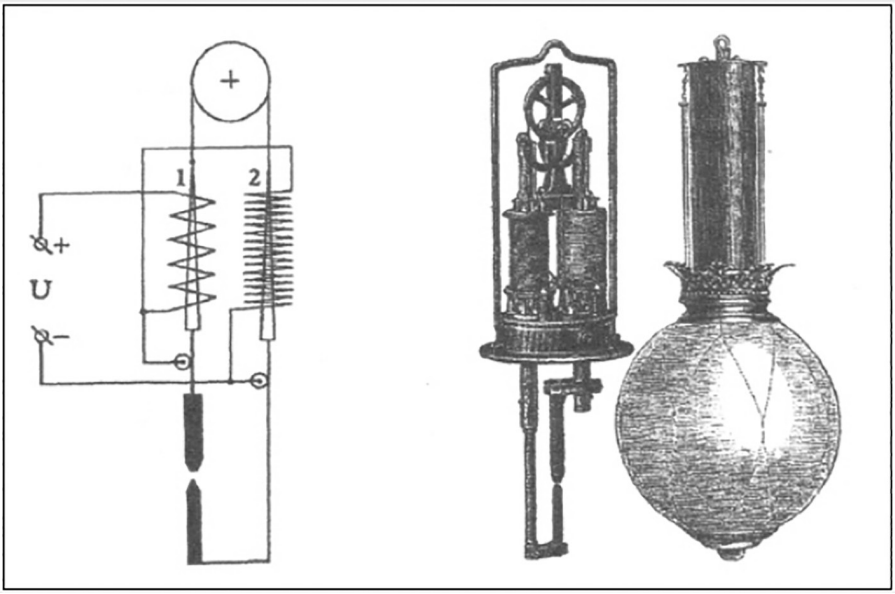
[5)] *Report Industrie ACATECH, 2013, str. 13.*

Zrod průmyslové revoluce je připisován roku 1779. Tehdy došlo k nasazení mechanických zařízení v dominujícím hospodářství. Tato zařízení byla poháněna vodní a parní energií. Parní stroj, vynalezený v roce 1765, je považován za symbol průmyslové revoluce a je připisován Jamesi Wattovi. Zařízení využívá princip kondenzace syté páry ve válci a využívá sílu vyvolanou podtlakem k čerpání vody. Ve výrobě se uplatňovala ruční výroba – tzv. manufaktura – za pomoci nových zdrojů energie (tehdy hlavně uhlí). Vzrůstala dělba práce a rozvíjela se industrializace. V průběhu první průmyslové revoluce docházelo k zásadním společenským, kulturním a politickým změnám ve většině států. První změny se projevily ve Velké Británii a pokračovaly v západních zemích. V tomto procesu hrály významnou roli vědecké a technologické objevy.

1.2.2 Druhá průmyslová revoluce

Druhá průmyslová revoluce začala o necelých sto let později – v roce 1870. Podobně jako se pára stala symbolem první průmyslové revoluce, symboly druhé průmyslové revoluce se stávají zejména elektrická energie, spalovací motory, chemie.

Tehdy k tomu napomohla masová výroba na základě dělby práce za pomoci elektrické energie, která se zároveň stala pro toto období největším symbolem. Elektřina byla používána k osvětlení, pohonu strojů, automobilů, tramvají a souvisí i s vynalezením kinematografie. Velkou zásluhu na rozvo-



Obrázek 5 – Oblouková lampa od českého vynálezce Františka Křižíka

ji druhé průmyslové revoluce má Thomas Alva Edison s vynálezem žárovky v roce 1879. Další významný vynález učinil Nicola Tesla konstrukcí transformátoru, který se používá dodnes při napájení elektrických spotřebičů, jako jsou pračky, ledničky, žehličky, k vytápění atd. Na elektrifikaci české země má největší zásluhu František Křižík, konstruktér obloukové lampy (viz obrázek 5). První elektrotechnickou továrnu u nás založil Emil Kolben. Zajímavostí je i první veřejná budova osvětlená elektrickými žárovkami u nás. V roce 1882 se poprvé rozsvítilo v prostorách brněnského Mahenova divadla.

V průběhu druhé průmyslové revoluce byl sestrojen první benzínový motor. V letech 1883–1886 se to podařilo německému konstruktérovi Gottliebu Daimlerovi. Ve stejné době sestavil benzínový motor i C. F. Benz. První automobil postavil v roce 1896 Henry Ford, jenž má zásluhu na první pohyblivé montážní lince a pásové výrobě. V České republice byl první český automobil sestaven až v roce 1898 v Kopřivnici. Byl jím model President. S příchodem automobilů jsou spojeny i motocykly (v roce 1899 jej představili vynálezci Laurin a Klement) a byly sestrojeny první konstrukce motorových letadel.

Objevy v průběhu druhé průmyslové revoluce se projevily i v oblasti chemického průmyslu. Bylo vynalezeno umělé hedvábí, hnojivo, celofán, film a zdokonalilo se zpracování kaučuku (nafukovací pneumatiky). Druhá průmyslová revoluce probíhala necelých sto let.

1.2.3 Třetí průmyslová revoluce

Se třetí průmyslovou revolucí má většina lidí osobní zkušenosti, ať dobré či špatné. Délka této průmyslové revoluce je tentokrát nejkratší, jen asi čtyřicetiletý časový úsek zhruba od konce 2. světové války do konce 80. let 20. století.

Obrázek 6 – První osobní počítač IBM PC 5150

Začátek této revoluce se datuje od ne moc slavného milníku v lidských dějinách, a to od svržení atomových bomb na japonská města Hirošima a Nagasaki v srpnu 1945. Využití technologie řízené termojaderné reakce atomových bomb nastartovalo třetí průmyslovou revoluci. Její ukončení spadá do počátku 90. let, do doby

nástupu decentralizovaného spojení postupně tisíců, poté milionů lidí prostřednictvím internetovské sítě s využitím osobních počítačů a mobilních telefonů.

Pojem počítač byl používán již v průběhu 70. let 20. století, kdy společnost Apple a řada dalších uvedly první osmibitové osobní počítače na trh. Je obecně velmi málo známo, že systémy technologicky velmi podobné tehdejším prvním mikropočítačům Apple již tenkrát vyráběly i jiné společnosti, kupř. společnost Hewlett-Packard či Texas Instrument aj. Jako další zlomové datum je uváděn leden 1977, kdy vyšlo první číslo časopisu Personal Computing Magazine. Ale teprve s uvedením počítače (viz obrázek 6) IBM PC (IBM 5150) na trh v srpnu 1981 se ustálilo označení PC (Personal computer) pro počítač s procesorem Intel x86 kompatibilním (tj. vnitřní architekturou a tím i komponentami a programovým vybavením slučitelný) s tímto modelem.

Třetí průmyslová revoluce bývá často označována za období vědecko-technické revoluce a jak už bylo řečeno za nástup počítačů, a to především do průmyslu, ale i do dalších odvětví. Jejím obsahem je plošný průnik vědecko-technického rozvoje do výrobního procesu, na jehož základě dochází k inovacím až IV. řádu,[6] k zásadním změnám techniky a technologie na základě nových objevů v automatizaci a kybernetice, energetice, ve výzkumu atomové a molekulární struktury hmoty v biologii, genetice, kosmologii.[7]

Reakcí na zásadní přeměny ve výrobních silách jsou adekvátní posuny v marketingu a v řídících procesech,[8] zejména v nástupu automatizovaných systémů řízení nejen výrobních linek, ale třeba dopravy a složitých strojů a přístrojů.

To vše se poměrně dramaticky promítá do trhu práce. Ten je oproti období předchozích dvou průmyslových revolucí – ne náhodou ve vazbě v ekonomickém mainstreamu odchodem od keynesiánství a přechodem na neoliberální koncepty a jejich praktické aplikace zejména ve Velké Británii a v USA – pod rostoucím tlakem. Jednak se zvyšuje tzv. přirozená míra nezaměstnanosti, kdy rostoucí tlak na konkurenceschopnost vytlačuje na okraj pracovního trhu rostoucí masu lidí, kteří z nejrůznějších důvodů nejsou schopni nastoupit do zaměstnání, jednak tempo nabídky pracovních pozic, vyžadujících jen minimální kvalifikaci, se stále výrazněji opožďuje za populačním růstem v daných věkových kohortách.

---

[6] Viz M. Toms. Měření efektů v socialistické ekonomice – nástin teorie. Svoboda. Praha 1981, str. 202 a násl.

[7] Pohledy: Odbory a průmysl 4.0., Ing. Martin Fassmann, ČMKOS, 2016, Praha, ISBN: 978-8086846-63-7.

[8] Srov. Peter F. Drucker. Inovace a podnikavost. Praxe a principy. MANAGEMENT PRESS. Praha 1985. ISBN 80-85603-29-2.

Nastupuje fenomén tzv. strukturální nezaměstnanosti, odrážející opožďování rekvalifikace pracovní síly za tempem strukturálních přesunů v ekonomice, což se týká nejen klasických zaměstnanců v dělnických profesích, ale v rostoucí míře i příslušníků střední třídy. Novým jevem ve vyspělých zemích se stává tzv. pracující chudoba, resp. flexicurita.

Na konci třetí průmyslové revoluce – s nástupem globalizace, zmíněného neoliberalismu, oslabování státu a pozice odborů – se drsné metody kapitálu, používané dosud „úspěšně" především v rozvojových zemích, poměrně rychle přenášejí do bloku postkomunistických zemí, aby mohly být následně imputovány i ve vlastních vyspělých západních státech s dříve poměrně silnou ochranou pracovního trhu.

1.3 Čtvrtá průmyslová revoluce

Již výše bylo uvedeno, že pojem čtvrtá průmyslová revoluce je poněkud matoucí, neboť navozuje dojem, že jde v zásadě jen o další – podle konsensu v pořadí již čtvrtou – fázi revolučních změn primárně v oblasti průmyslové výroby. Rozumí se samo sebou, že i s obvyklými dopady do dalších národohospodářských odvětví, potažmo do „obvyklých změn" celé společnosti. Potíž je v tom, že tento koncept čtvrté průmyslové revoluce zřejmě trochu platit bude, ale trochu platit nebude.

Shoda je nyní v tom, že jsme již asi dvě dekády tu a tam svědky prolínání prvků a rysů třetí a čtvrté průmyslové revoluce, podobně jako se prolínala revoluce první s druhou a druhá se třetí, kdy nebylo možné určit konkrétní datum „před" a „po". Za kontinuální proces je to možné označit v případech, kdy předpokladem pro přechod do vyššího vývojového stupně je osvojení si stupně předchozího. Proto má smysl dál pracovat s pojmy a kategoriemi, které jsme si osvojili v popisu dosavadních fází průmyslové revoluce.

Na druhé straně není možné přehlížet názory, které se již na nástup čtvrté průmyslové revoluce dívají velmi skepticky. Například prof. Milan Zelený otevřeně tvrdí, že tzv. Industrie 4.0 je pouhý marketingový tah sousedního Německa, že to ve skutečnosti „… není žádná revoluce, ale jen fáze technologického vývoje směrem k robotizaci, automatizaci, digitalizaci, internetu věcí atp. Jejím hlavním znakem je vyšší produktivita, snížená potřeba zaměstnanců a nižší náklady na jednotku.[9)]

Pokud má M. Zelený i tentokrát ve svém úsudku pravdu, což není vyloučené a rozsoudí to jistě až budoucnost, tak zatím veďme jeho stanovisko v patrnosti a konstatujme jen to, co se již nyní zdá být nezpochybnitelné.

Předně se zdá, že čtvrtá průmyslová revoluce oproti minulosti pravděpodobně přinese spoustu diskontinuity, že výrazně ovlivní například vědu

[9)] *Viz www.milanzeleny.com, na jeho webu umístěno v lednu 2016.*

a výzkum, právní rámec, systém vzdělávání, sociální systém nebo trh práce. Zde lze očekávat vznik/zánik některých pracovních míst, dojde k dalšímu prostorovému odpojování zaměstnanců od místa pracoviště, k rozšiřování forem a oblastí e-komunikace.

Proto konstatujme, že jsme zřejmě již nějakou dobu na konci první éry strojů a že postupně – zhruba od přelomu 80.–90. let minulého století – přichází druhá éra strojů. Od té očekáváme, že tentokrát napomůže uvolnit síly lidskému důvtipu a kreativitě, tedy znásobit duševní síly.

2 Koncept Industry 4.0

2.1 Vznik Industry 4.0

Náš svět se neustále mění. Dnes je kladen stále větší důraz na vývoj nových technologií, které usnadní a zároveň optimalizují nejen výrobu, ale i každodenní život. Odborníci na průmyslovou výrobu i futurologové se ustavičně ptají, jak bude vypadat výroba v budoucnu. Počátek 21. století je spojen s raketovým rozmachem internetu, chytrých technologií a jejich proniknutí do všech oblastí lidských činností. Neustálé inovace, optimalizace anebo efektivnost jsou klíčem k získání konkurenční výhody na současném trhu. Klasický obchodní model se mění, jelikož současná výroba nedokáže uspokojit požadavky stále náročnějších zákazníků. Zákazník má pořád více požadavků a jejich náročnost stoupá, navíc chtějí mít vše v co nejkratším čase. Klasický obchodní model založený na masové produkci již nedostačuje. Vše zmíněné bylo podkladem pro vytvoření německého konceptu Industry 4.0.

Koncept Industrie 4.0 (originální název) vznikl na základě zadání německé vlády, která v roce 2006 spustila projekt „High Tech strategy", jež reprezentuje první národní koncept a měl spojit klíčové odborníky za účelem posunu ve vývoji nových špičkových technologií. Tento projekt je podporován prostředky všech vládních ministerstev, byly vyčleněny miliony eur ročně na podporu vývoje nových technologií. Cíle „High Tech strategy" byly dále přeměněny a rozšířeny do struktury nového projektu „High Tech strategy 2020" v roce 2010, která byla následně schválena roku 2012. Podle této strategie by Německo v roce 2020 mělo být největším poskytovatelem a rozhodujícím trhem s CPS (kyber-fyzikální systém). Dosáhnout tohoto cíle se má pomocí investic do výzkumu, prohlubováním spolupráce mezi vědou a průmyslem včetně neustálého zlepšování podmínek pro další vývoj. V akčním plánu, jak dosáhnout nastavených předsevzetí, je deset klíčových projektů, mezi které patří i koncept Industri 4.0. Iniciátorem bylo ministerstvo vzdělávání a výzkumu, které shromáždilo odborný tým. Za vznikem této nadějné koncepce stojí 21 významných vědecko-výzkumných institucí včetně špičkových firem, konkrétně 661 dotázaných expertů z průmyslové praxe úzce spolupracujících na vizi, kam by se měl průmysl ubírat.[10] Po rozsáhlém výzkumu představili v lednu 2011 první představu, nazvanou Industrie 4.0., kterou dále rozvíjeli. Samotný název Industrie 4.0 odkazuje na čtvrtou průmyslovou revoluci. Konečná vize byla sepsána ve finální zprávě vývojového týmu jako nástroj pro zabezpečení budoucnosti německého průmyslu. Ta byla publikována v dubnu 2013.[11] Oficiálně byl představen koncept Industrie 4.0 veřejnosti na veletrhu Hannover Messe téhož roku.

[10] *SPATH, D. a kol. Studie Produktionsarbeit der zukunft – Industrie 4.0. Stuttgart: Fraunhofer IAO, 2013. ISBN 978-3-8396-0570-7.*

[11] *MCDOUGALL, W. Industrie 4.0 – smart manufacturing for the future. Berlín: Germany trade and Invest, 2014.*

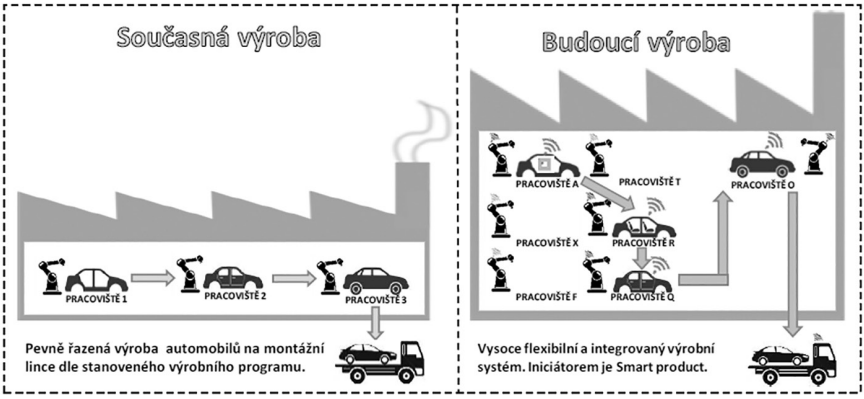
2.2 Popis funkce Industry 4.0

Díky nové německé koncepci budou průmysloví výrobci v budoucnu budovat flexibilní výrobní provozy, jež budou způsobilé k produkci i malých dávek výrobků, které jsou konfigurovány na základě požadavků zákazníků, tudíž v různých modifikacích ve velmi krátkém výrobním a dodacím čase.[12)]

Industry 4.0 je postavena na základních čtyřech bodech, které ji nejen charakterizují, ale i odlišují od současné tradiční výroby:

- vertikální propojení výrobního systému,
- horizontální integrace pomocí nové generace globálních sítí hodnotového řetězce,
- toková výroba skrz celý hodnotový řetězec,
- urychlení pomocí Smart technology.

Industry 4.0 je tedy zaměřena na Smart process, což je velká změna oproti současné konvenční výrobě (viz obrázek 7). Základním kamenem koncepce je vytvoření Smart factory. Tyto továrny budou schopny zvládnout výkyvy poptávky, budou více odolné vůči poruchám, zároveň dokážou vyrábět maximálně efektivně. Stroje, lidé a prostředky spolu dokážou nejen komunikovat, ale i spolupracovat. Stroje se samy ohlásí údržbáři, navíc přesně definují problém. Výrobek za pomoci čipu s radiofrekvenční identifikací (RFID) je schopen řídit svůj tok výrobou, zná, z kterých dílů se skládá a kam má být později doručen. Sám výrobek se tedy aktivně podílí na procesu výroby. V infrastruktuře takového podniku je propojena Smart logistic, Smart grid, Smart buildings



Obrázek 7 – Současná a budoucí výroba ve Smart factory[13)]

[12)] *EGGER, H. Industrie 4.0 – model pro výrobce elektroniky ve střední a východní Evropě (nebo po celém světě)? AUTOMA, 2015, 3. ISSN 1210-9592.*

[13)] *Report Industrie ACATECH, 2013, str. 64.*

a Smart distribution. Jinými slovy transformace z tradičního hodnotového řetězce ke zcela novému. Koncept Industry 4.0 nevidí řetězec jako jednotlivé články hodnotového řetězce pracující izolovaně, ale vše je propojeno a efektivně spolupracuje. Charakteristické budou velmi úzké vazby mezi dodavateli, výrobci i zákazníky.

Automatizace i firemní systémy jsou horizontálně propojeny s vertikálními výrobními procesy, tak budou způsobilé v reálním čase flexibilně reagovat na změny a kolísavou poptávku. Taková výroba bude maximálně efektivní a trvale optimalizována. Horizontální integrace odkazuje na propojení rozličných firemních informačních systémů a oddělení využívaných v odlišných etapách výroby, plánovacího procesu včetně zabezpečení materiálů, energií i informací do továrny, a dokonce i mezi jednotlivými továrnami. Vertikální integrace odkazuje na provázání informačních systémů i do hierarchie společnosti, to znamená do všech oddělení, plánováním výroby počínaje až po distribuci. Cílem propojení všech oblastí a procesů je zajistit end-to-end řešení.[14] Klíčem k dosažení výše zmíněné Smart factory je využití CPS. Díky této technologii mohou stroje i zařízení samy řídit výrobní proces, aby bylo dosaženo vysoké efektivity, optimálního využití materiálu, vyladění výrobního taktu dle poptávky zákazníků, zajištění malých dávek výrobků v různých modifikacích, a to vše v reálném čase. Všechny stroje, dopravníky, nakladače, vozíky i samy produkty jsou autonomní a decentralizované. Dochází k propojení reálného světa s virtuálním. Stroje komunikují mezi sebou, ale i s lidmi. Dokážou reagovat na případné poruchy. Současně dokážou velice promptně upravit výrobu, aby nedošlo k zastavení linky. To povede k minimalizaci plýtvání, chyb, velice krátkému výrobnímu času v řádu hodin, maximálně několik dnů a v konečné fázi k úspoře dělnického personálu. Fyzicky náročnou rutinní práci obstarají pouze stroje a lidé se soustředí na kreativnější úkoly. Důraz bude kladen na vytvoření schopných pracovníků, kteří budou požadavky zákazníků transformovat do jazyka strojů. Bude tedy potřeba kvalitních programátorů, kteří pomocí tohoto konceptu dosáhnou optimálního poměru mezi časem stráveným v práci a volným časem (též nazýváno work-life-balance – vyvážení mezi pracovním a soukromým životem).

Internet za pomoci CPS propojuje lidi, stroje a software. Virtuální svět se začne sbližovat s reálným. V konceptu Industry 4.0 jsou pro výrobu řízenou počítači zahrnuty trendy Internet of Things (IoT), Big data, Cloud computing, M2M, M2P a T2M komunikace. Všechny tyto zmíněné technologie umožňují, aby CPS pracoval maximálně efektivně. Právě za pomoci IoT jsou výrobky schopny komunikovat se stroji, současně řídit výrobu. Informační tok, řízení a kontrola jsou na digitální bázi skrz internetový protokol. Nejen výroba bude požadovat prostor pro mnoho rozličných dat – historická data, data ze

[14] *HELBIG, J. – WAHLSTER, W. – KAGGERMAN, H. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report oft he Industrie 4.0 Working Group. 2013.*

senzorů, výrobní časy atd. Tyto velké objemy dat nazýváme Big data, která se ukládají do Cloudu. Jsou velice důležité pro analýzy, diagnostiku výroby a podkladem pro rozhodování včetně optimalizace.

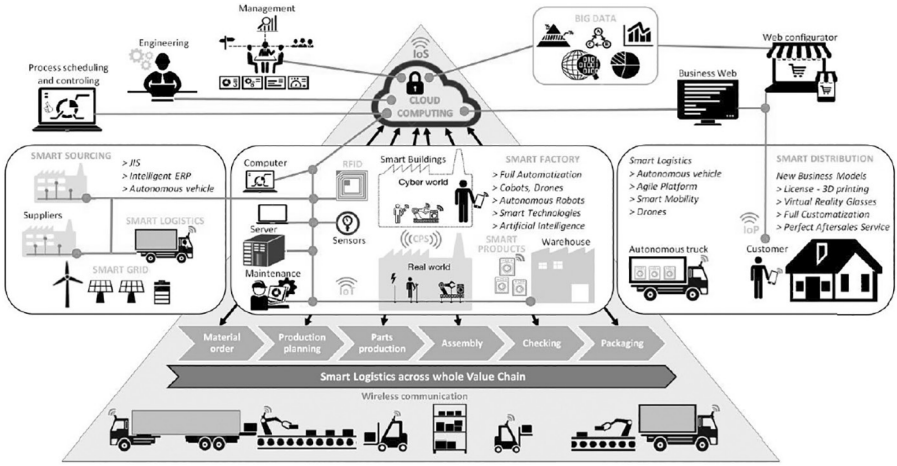
V reálné situaci bude tento koncept fungovat například následujícím způsobem. Požadavky individuálních zákazníků poplují online pomocí internetu a webového konfigurátoru rovnou na výrobní linku, díky tomu mohou zákazníci dostat výrobek za velkosériovou cenu. Celý výrobní proces je propojen od vývoje až po servis. Požadavek zákazníka je zpracován automaticky počítačem za dohledu programátorů. Ze skladu se automaticky uvolní materiál. V polotovaru výrobku je zabudován RFID mikročip, který bude řídit výrobní program včetně odvolávek na příslušné díly. Za asistence senzorů, kamer, čteček, vysílačů, CPS a internetu se továrna řídí autonomně. Hotový výrobek společně s počítačovým programem naplánují optimální trasu. Doručení proběhne pomocí dronů až ke dveřím zákazníka. Díky digitalizaci a robotizaci dostává zákazník nakonfigurovaný výrobek již několik hodin po zadání objednávky.[15)]

Stručně řečeno, koncept Industry 4.0 je novým výrobním modelem, který sbližuje a urychluje celý hodnotový řetězec. Vertikální i horizontální integrace IT a zároveň automatizovaná výroba povedou k end-to-end řešení. Pomocí IT, IoT, Internet of Services (IoS) a v neposlední řadě CPS spolupracují stroje i výrobky s lidmi. Pomocí RFID čipu je iniciátorem výrobního procesu sám výrobek. Tím lze dosáhnout flexibilní výroby, malosériové výroby v různých modifikacích podle individuálních požadavků zákazníka v co nejkratším čase. Je eliminována fyzicky náročná práce, která je nahrazována programátorskými místy, kontrolory a údržbáři, kteří aktivně spolupracují se stroji, navíc se dokážou vzájemně od sebe učit. Tím bude zajištěna work-life-balance. Zásadní bude vývoj dalších technologií, především jejich včlenění do výroby, jako například 3D tisk, využití dronů, umělá inteligence, roboti a nanotechnologie vedoucí ke zrychlení a větší efektivitě výrobních procesů. Chytrá řešení, jako Smart mobility, Smart grid nebo samotná Smart factory, jsou základními kameny budoucího hodnotového řetězce. Díky tomuto konceptu dokáže firma vybojovat výsadní postavení v průmyslovém odvětví 21. století.

2.3 Kategorizace a strukturalizace pojmů

Obsahem této subkapitoly je podrobně rozebrat pojmy spojené s konceptem Industry 4.0. Pojmy budou vysvětleny na obrázku níže, aby si čtenář mohl představit, jakou pozici zaujímají v hodnotovém řetězci a proč je na ně kladen takový důraz. Z hlediska funkcionality jsou tyto pojmy klíčové.

[15)] *KORBEL, J. Průmyslová revoluce 4.0: Za 10 let se továrny budou řídit samy a produktivita vzroste o třetinu. Hospodářské noviny, 2015.*



Obrázek 8 – Pojmy spojené s Industry 4.0[16)]

2.3.1 Smart factory

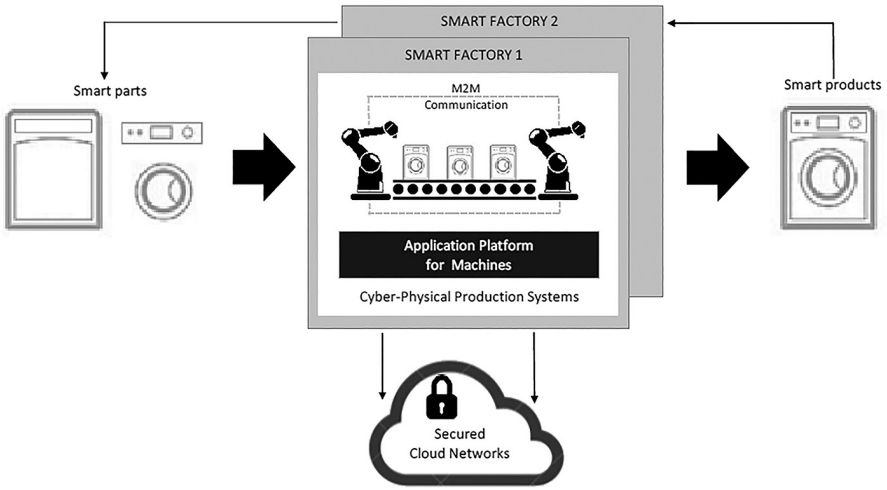
Tento termín má velké množství definic, které se vzájemně nepatrně liší. Co ale mají všechny společné, je digitalizace výroby, propojení pomocí internetu za pomoci CPS a využití Smart technologií, které jsou hlavním motorem nové průmyslové revoluce. Níže je výčet některých definic a v závěru této podkapitoly je stručný popis funkce na základě vyznačených definic.

German Trade and Invest (dále GTAI) definuje tento pojem takto: „Propojování virtuálního světa s reálným skrz CPS plynoucí z fúze technickým procesů a obchodních procesů vedoucí k nové průmyslové výrobě nazvané Industry 4.0.“[17)]

Podle GTAI je srdcem Smart factory zavedení CPS, které propojuje Smart products, zdroje a procesy (viz obrázek 9). Toto propojení poskytuje sledování procesu v reálném čase, optimální distribuci zdrojů, zkrácení časů, vyšší produktivitu, a především nižší náklady v porovnání s klasickou výrobou. Taková továrna je vytvořena za účelem trvale dosažitelných servisně orientovaných obchodních praktik. Výrobek je vysoce individualizován a výroba probíhá na základě objednávky produktu. Samotná výroba je vysoce automatizovaná. Pomocí vysoce flexibilních výrobních systémů, které jsou schopny reagovat v reálném čase, dochází k maximální možné optimalizaci výrobního procesu.

[16)] *Germany Trade and Invest – Industrie 4.0 Smart manufacturing for the future, 2014.*

[17)] *GTAI. Smart Factory – The Future of Automated Manufacturing [online]. Germany Trade & Invest, 18. března 2014. Str. 6.*



Obrázek 9 – Koncept Smart factory[18)]

Podle studie uveřejněné na Mezinárodním sympoziu Inteligentní výroby a automatizace, na kterém spolupracovaly dvě významné dánské univerzity, je definice následující: „Smart factory je průmyslové řešení, které nabízí tak flexibilní a adaptivní výrobní procesy, že dokážou řešit problémy z výroby v dynamicky se měnících podmínkách ve světě vysoké komplexnosti. Na jednu stranu je to řešení podpořené vysokou automatizací, která je charakteristická sloučením hardware software s mechanizací. To povede k redukci nepotřebného personálu, plýtvání zdroji a v konečném důsledku k optimalizaci. Na druhou stranu lze pohlížet na tuto perspektivu jako na spolupráci mezi odlišnými průmyslovými i neprůmyslovými partnery a díky chytrým řešením dosáhnout dynamické organizace.“[19)]

Dr. Heiner Lasi uvedl Smart factory jako jednu z klíčových dílčích implementací konceptu Industry 4.0 a popisuje ji následovně: „Výroba bude kompletně vybavená senzory, kamerami a autonomními systémy. Za využití Smart technology, související s holistickými digitálními modely továrny (Digital factory), výrobku využívající CPS a simulace, dosáhneme plně autonomní továrny.“ Hlavními přínosy takové továrny jsou kratší procesy, individualizace produktu pro zákazníka, flexibilita, decentralizace a hospodárnost.

Claus Hilger, ředitel společnosti HARTING, tvrdí, že Smart factory je výroba

[18)] *Germany Trade and Invest – Industrie 4.0 Smart manufacturing for the future, 2014, str. 11.*

[19)] *RADZIWON a kol. The Smart Factory: Exploring Adaptive and Flexible Manufacturing Solutions. Procedia Engineering, 2014, 69: 1184-1190. ISSN 1877-7058. Str. 118.*

řízená komponenty a především produkty. Řízení je decentralizované a autonomní. Výrobní procesy jsou podpořeny různými technologiemi. Pomocí senzorů detekují objekty prostředí i svůj stav, což vytváří podmínky pro Smart maintenance. Díky mikročipům a propojení pomocí internetu jsou objekty ve Smart factory snadno dohledatelné, zároveň je možné do paměti ukládat informace. Z takto propojených objektů se po přidání Embedded systems stávají CPS.[19)] Tento koncept vznikl, jelikož tradiční systémy již nedokážou splnit proměnlivé požadavky zákazníků. Proto je výsledkem této koncepce maximální flexibilita, výroba malých sérií výrobků upravených dle přání zákazníka při zachování příznivého zisku.

Pohledem z druhé strany Smart factory nebude liduprázdná budova přeplněná stroji, mechanizací a kabely. Stále budou potřeba lidští pracovníci. Rozdíl bude v tom, že bude eliminována těžká rutinní práce. Pracovní síla bude kontrolovat a podporovat výrobu od počítačů. Expertní software lidem usnadní práci, proto budou efektivněji a snadněji pracovat. Decentralizace v tomto případě neznamená naprosto autonomní řízení továrny stroji a systémy. Stále bude nutný dozor včetně řízení společnosti člověkem v některých případech. Pouze se urychlí plánování pomocí systémů a počítačů. Trendem Smart factory bude komunikace mezi stroji, zařízeními, produkty a lidmi. Díky senzorům a CPS dokonce jejich spolupráce. Výroba bude probíhat ve vysoce automatizované hale s roboty, dopravníky a obráběcími stroji.

Z definic výše je patrné, že Smart factory přináší řadu výhod – snížení výrobních nákladů, hospodárnost zdrojů, individualizované produkty v jednokusové výrobní dávce, flexibilní, autonomní a adaptivní výrobu, vyšší produktivitu, orientaci na zákazníka, poskytování lepšího servisu, zkrácení procesů i průběžných časů.

Smart factory lze vnímat jako továrnu, která dokáže dynamicky reagovat na změny na trhu. Nabízí zákazníkovi možnost upravit si výrobek dle vlastních potřeb, rychlou dodávku a perfektní poprodejní servis za využití PULL principu. Smart factory obsahuje mnoho prvků. Srdcem továrny je CPS neboli propojení strojů, pracovníků, chytrých systémů a především výrobků do sítě, díky níž dokážou komunikovat a vzájemně efektivně spolupracovat. Komunikace probíhá bezdrátově pomocí internetu. Iniciátorem je výrobek, který řídí tok výrobou. Výroba je vysoce automatizovaná a robotizovaná. Díky senzorům a kamerám dochází k digitalizaci výroby, jejíž pomocí lze porovnat reálný stav s virtuálním a odchylky řešit v reálném čase. Smart Maintenance je důležitá pro plynulý chod výroby. Senzory, kontrolery a kamery společně přinesou autonomní údržbu strojů, kdy stroj dokáže predikovat poruchu, výměnu nástroje či potřebu na údržbu. Přepravu zajistí Smart logistics. Materiál, díly a hotové výrobky budou přepravovány pomocí autonomních přepravních prostředků.

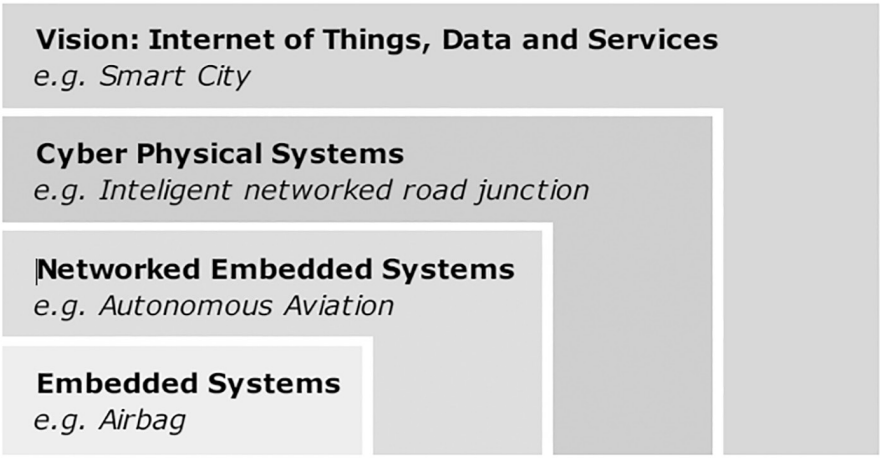
[20)] HILGER, C. Orchestrace služeb. Tec-News: Technický bulletin společnosti HARTING, 2015, 26: 6-7.

Supply chain management bude založen na holistickém přístupu a využití LEAN principů, které přinesou optimalizace a zkrácení časů. Jinými slovy, IT technologie, automatizace a internet přinesou zcela nový obchodní model, který otřese stávajícím trhem a je v zájmu firem se na novou průmyslovou revoluci připravit. Smart factory bude přínosem jak pro výrobce, tak konečného zákazníka.

2.3.2 Cyber physical systems

Cyber physical system je vysoce komplexní systém s vlastní decentralizovanou řídící jednotkou a jsou v ní zapojeny inteligentní objekty, které jsou propojeny do společné komunikační sítě pomocí internetu, konkrétně Internet of Things and Services, a tyto objekty fungují nezávisle na sobě. Pouze díky CPS je koncept Industry 4.0 reálný. V budoucnu bude CPS propojovat chytré stroje, sklady a strojní zařízení schopné autonomní výměny informací, spouštěcích podnětů a vzájemné kontroly. Komunikovat budou stroje, zařízení i lidé. To pomůže vylepšit průmyslové procesy související s výrobou, inženýringem, spotřebou materiálů a celým dodavatelským řetězcem. Výrobní systémy jsou propojeny jak vertikálně, tak horizontálně skrz celý řetězec i za hranice individuální firmy.

CPS je podporován Embedded systems (vestavěné systémy). Jsou to elektrotechnické celky s určitou funkcí, které jsou pomocí mikrokontroleru podmíněné ke správné činnosti.[21)] Pracují autonomně, tedy jsou nezávislé na uživa-



Obrázek 10 – Zapojení Embedded systems v IoT, IoS a Big Data[22)]

[21)] *GTAI. Smart Factory – The Future of Automated Manufacturing. Germany Trade & Invest.*
[22)] *Germany Trade and Invest – Industrie 4.0 Smart manufacturing for the future, 2014, str. 8.*

teli, protože dokážou reagovat rychleji než člověk, pracovat na několika úkolech najednou, navíc v reálném čase a bez chyb. Je to neoddělitelné spojení hardware a software. Embedded systems budou propojovány do sítě a vytvoří vyšší celek inteligentního řízení, které aktivně přispívá ke správné funkci CPS (viz obrázek 10).

CPS sbližuje reálný svět s virtuálním (kyberprostorem), což se označuje jako digitalizace výroby. Vznikne Digital factory jako odraz reálné Smart factory, kde lze virtuálně sledovat, simulovat a následně zlepšovat výroba. Díky digitálnímu obrazu výroby lze sledovat odchylky reálné výroby, ty okamžitě analyzovat a odstraňovat. V Digital factory je celý životní cyklus výrobku popsán digitálně. Dosáhne se tím inteligentní výrobní linky, kde stroj může provádět mnoho pracovních procesů pomocí komunikace s ostatními objekty. Samotný Smart product je díky CPS způsobilý řídit výrobní program a aktivně se podílet na vytváření logistické cesty. Pomocí senzorů dokážou systémy sledovat a současně shromažďovat data z fyzických procesů, například spotřeba energie. Tato data jsou nahrávána pomocí internetu do vzdáleného úložiště, jsou globálně přístupná, a proto je CPS základním stavebním prvkem Smart factory.

Propojení všech objektů do jedné globální sítě přinese řadu výhod. Přispějí nejen k bezpečnosti, protože rutinní práci obstarají stroje, ale budou schopny i samostatně řešit problémy v reálném čase, rozhodovat a dle potřeby upravovat spotřebu energie či materiálů. Stroje dokážou rychle reagovat na změny poptávky díky webovému konfigurátoru a díky flexibilní automatizaci přetvářet vysoce specifické požadavky zákazníků do hotového výrobku při využití nákladů masové produkce. Smart výrobky budou doručeny v nejlepší kvalitě, za cenu masové výroby a prodlouží se i trvanlivost takového výrobku. Klíčová je i rychlost, jelikož díky rychlým rozhodnutím, přesným navážením materiálu je možné vyrobit produkt a doručit jej v řádu hodin. Efektivita bude promítnuta do celého dodavatelského řetězce od dodavatelů až po zákazníky.[23] S nákupem je spojen i After sales servis, který pomocí Internet of Service bude zákazníka informovat o nových aktualizacích, inovovaných typech výrobků a radách jak nejlépe udržovat výrobek. Protože výroba zítřka bude řízena především stroji, lidé dosáhnou optimální balance mezi volným časem a časem stráveným v zaměstnání, jelikož stroje se přizpůsobí lidským potřebám a pracovní době.

2.3.3 RFID technologie

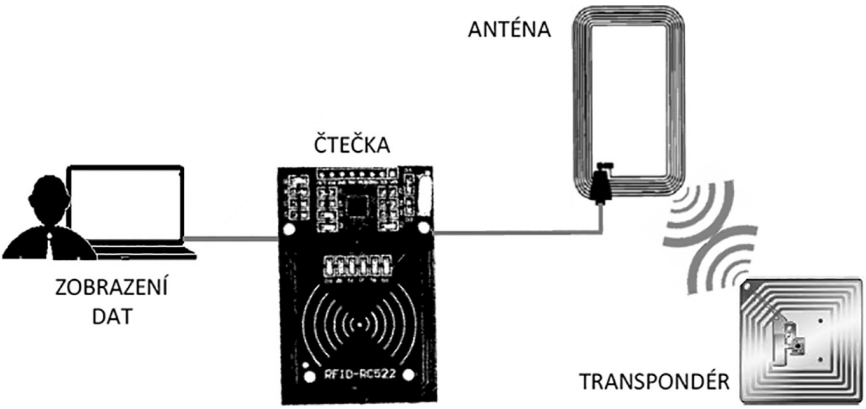
RFID se používá již od roku 1999. Jde o moderní technologii, která využívá radiofrekvenční systém identifikace objektů s využitím radiofrekvenčních vln. Tato technologie se používá u zpracování dat v mnoha odvětvích a nahradila

[23] *MAJSTOROVIC, V. a kol. Cyber physical manufakturing systems – manufacturing metrology aspects. Proceedings in Manufacturing Systems. 2015: str. 9-14. ISSN 2067-9238.*

klasické čárové kódy, protože je rychlejší, tedy přenos probíhá okamžitě, přesnější a obousměrná (viz obrázek 11). Informace jsou elektronicky přenášeny a uloženy do malých čipů. Takto uchované informace lze zpětně načítat i opakovaně přepisovat. Mezi hlavní výhodu patří hromadné čtení, tedy čtecí zařízení dokážou načíst najednou stovky tagů (identifikátorů) za minutu.[24)]

	Čárové kódy (hlavně QR)	Rozpoznávání obrazu	RFID čipy
Jedinečný ID kód	✓	(✓)	✓
Bez tisku		✓	
Vyměnitelný			✓
Paměť			✓
Oboustranná komunikace			✓
Senzory			✓

Obrázek 11 – Porovnání technologií pro elektronický přenos informací[25)]



Obrázek 12 – Schéma RFID technologie[26)]

[24)] *SOMMEROVÁ, Martina. Základy RFID technologií. RFID VŠB Ostrava, 2009.*
[25)] *HILGER, TecNews – Technický bulletin společnosti HARTING, 2015, str. 14.*
[26)] *SOMMEROVÁ, Základy RFID technologií, 2009, str. 6.*

RFID technologie obsahuje tři základní prvky – anténu, čtečku a transpondér (například karta, náramek, klíčenka). Modul čtecího zařízení je připojený k anténě. Ta má obvykle tvar cívky a nepřetržitě do okolí vysílá elektromagnetické vlnění. Pokud se k ní přiblíží nějaký RFID tag (identifikátor), automaticky se napojí a začne napájet elektronický čip pomocí elektromagnetické indukce. Elektronický čip pošle zpět přes anténu čtecího modulu informace o sobě a modul tato data dále zpracuje (viz obrázek 12). Výměna informací probíhá v přiděleném frekvenčním pásmu 865–869 MHz.

Ve Smart factory bude RFID čip implementován do polotovaru výrobku. V tomto čipu jsou zahrnuty informace o výrobku i jeho vlastnosti, konkrétní status a historie. V kombinaci s CPS dokáže výrobek komunikovat, shromažďovat data, řídit vlastní tok výrobou na online bázi. Využívat bude Auto-ID a Internet of Things. Nejen výrobky, ale i stroje, přepravní prostředky, zařízení či roboti budou využívat RFID technologii ke komunikaci. Každému zařízení připojenému do IoT je udělena vlastní IP adresa a tím dojde k transparentnosti v celém řetězci.

2.3.4 Internet of Things, Services a People

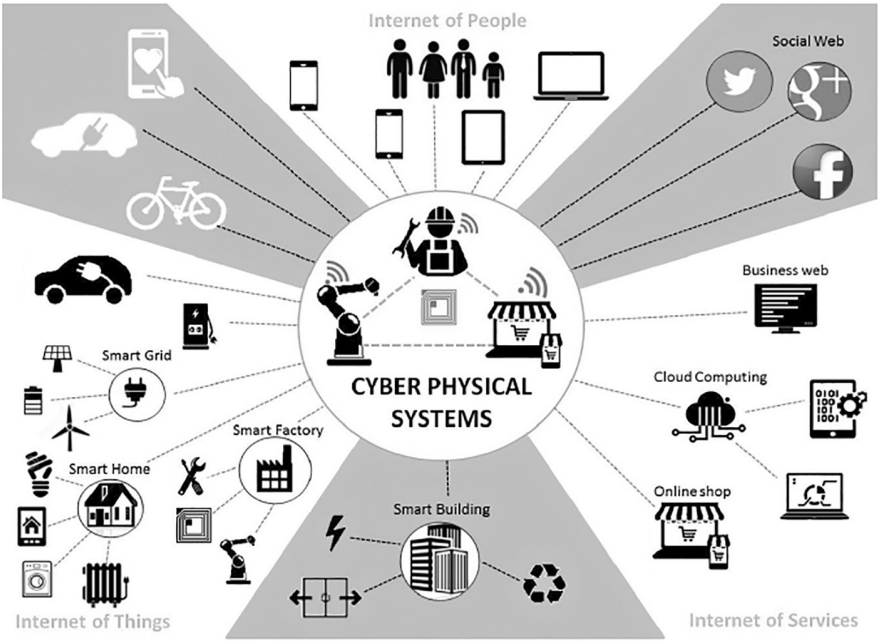
Termín IoT vytvořil Kevin Ashton už v roce 1999 ve spojení s dodavatelským řetězcem. Hlavní myšlenkou je vytvořit chytré objekty, opatřit je senzory a propojit je všechny pomocí wifi do internetu. Účelem této myšlenky je postupně zapojit počítač do běžného každodenního života. Prvním příkladem bylo propojení automobilu s internetem umožňující větší bezpečnost, navigační systém s upozorněním na nehody či zácpy a nouzovou hlášku, kterou auto vyšle v případě nehody.[27)]

Internet of People (dále IoP) sbližuje lidi. Díky internetu mohou komunikovat a hledat informace. Do roku 2020 se předpokládá propojení 50 miliard lidí, což je polovina lidí na celé planetě. Velký rozmach sociálních sítí, internetových obchodů a komunikačních kanálů (jako je například e-mail) zajišťuje neuvěřitelné množství dat. Nejen pracovníci budou využívat chytré telefony, kde ze zabudovaných GPS bude umožněné sledování pozice člověka, což přinese řadu výhod. Oblíbenost internetu stoupá, a proto je rychlost a pokrytí internetu ve většině zemí na vysoké úrovni.

Vzhledem k rostoucímu využití služeb z oblasti IT zajistí IoS využití těchto služeb online. Tyto služby mohou být jakékoliv, od internetových obchodů a jejich webových stránek, online školení a kurzů až po poskytování Cloud computingu. Zatím není IoS nikde plně integrován a je ještě ve fázi výzkumu. S IoS se pojí řada otázek ohledně bezpečnosti, spolehlivosti a jiných bariér.

[27)] *NOOR, A. The connected life: The internet of everything coming to building near you. Mechanical engineering. 2015: 137 (9): 36-41. ISSN 0025-6501.*

Díky konceptu Industry 4.0 má IoT své uplatnění i ve výrobě. Ve Spojených státech amerických to nazývají Industrial Internet. Ve Smart factory budou právě díky Industrial Internet of Things (dále IIoT) bezdrátově propojeny veškeré stroje a zařízení včetně produktu pomocí senzorů a RFID technologie. Na druhé straně budou webové konfigurátory, které pomocí sociálních sítí umožní zákazníkům si přesně nakonfigurovat výrobek dle přání pomocí IoP. Patří sem i IoS. Propojením všech tří prvků (viz obrázek 13) dosáhneme vzájemné komunikace mezi stroji, podniky a lidmi – M2M, M2P, T2M, B2B, protože Industry 4.0 je především o komunikaci. Kolektivní propojení v jeden celek se nazývá Internet of Everything (dále IoE). Díky internetovému protokolu si dokážou vzájemně vyměňovat informace, konfigurovat se, analyzovat data, predikovat chyby a přizpůsobit se změnám.



Obrázek 13 – IoT, IoP a IoS – propojení lidí, objektů a systémů[28)]

2.3.5 Big Data

Slovo Big Data je označováno jako buzzword v oblasti IT neboli módní slovo či označení, které je celosvětově hojně diskutováno a zkoumáno již od roku 2010. Společně s Cloud computing se diskutují jejich vzájemné aplikace a propojení. Dohromady budou tyto prvky sloužit k získávání dat, jejich ar-

[28)] *Report Industrie ACATECH, 2013, str. 24.*

chivaci a analyzování v Data management systems, využívaných v moderní výrobě.[29] Cílem shromažďování Big Data a jejich následné analýzy je získat podklady pro budoucí prediktivní systémy a prozkoumat potenciál zavedení těchto prvků.

Díky propojení IoT, IoS a IoP bude probíhat vzájemná komunikace spojená s obrovským objemem dat, ze kterých se později budou generovat informace. Big Data společně s Cloudy umožní sběr dat, analýzu a zpracování rozsáhlých datových souborů a pomocí filtrů jejich snadné hledání. Do Big Data, následně do Cloudu, budou nahrávána data z webového konfigurátoru a sociálních sítí, tedy budou zaznamenávána přání a požadavky zákazníků, z toho lze odvodit vývoj poptávky. Dále shromažďování dat ze senzorů, internetu, RFID čipů, výzkumů, sdílených disků a jejich Data management, tedy archivace, infrastruktura, zdroje dat pro databáze. Tato data se následně využijí k plánování zdrojů, předvídání prodejů, virtuální výrobě, Supply chain managementu, projektovému managementu a údržbě. Využijí je všechny články hodnotového řetězce, které mají přístup do centrálního Cloudu. To znamená, že data budou získávána nejen z továrny, ale i externě od zákazníků, dodavatelů, přepravců atd. Půjde však jen o jednosměrné toky informací. Dostupnost těchto dat je klíčová pro informační systémy, jelikož data budou sloužit jako zdroj informací pro databáze. Velikost dat exponenciálně poroste v důsledku zapojení senzorů, internetu a ostatních technologií. Proto je potřeba zajistit online archivaci.

Big Data nebudou jen na úrovni Smart factory, ale proniknou i do každodenního života.[30] Díky připojení objektů a příslušenství domácnosti do IoT budou Smart homes vyhodnocovat každodenní zvyky svých majitelů, například termostat zaznamená požadovanou teplotu. S využitím smartphone si může uživatel zapnout topení na dálku. Ve vyšším případě díky propojení a lokačnímu čipu v každém smartphonu dokáže Smart home určit, zda je již majitel v blízkosti domova, a zapnout topení ještě než vkročí do domu. Těsně před domem rozsvítí světla a zapne některé spotřebiče. To je však prozatím jen vývojová vize.

Překážkou je bezpečnost a ochrana dat, protože se jedná o citlivá data továrny. Jistě bude Cloud terčem hackerů. Navíc studie Big Data je stále v počátcích, z toho důvodu je nutné vytvořit vhodné prostředí pro jeho zavedení, zvolit či vyvinout správné systémy, které se postarají o integraci a vyhodnocení dat. Důležité je jejich propojení se senzory a jinými prvky mapující data. Oporou budou vyhodnocovací systémy a nástroje. To vše je potřeba studovat a ověřit. Svou vizi již mají některé velké IT společnosti, jako například SAP.

---

[29] *BI, Z. a Cochran, D Big data analytics with applications. Journal of Management Analytics, 2014, 1 (4): 249-265. ISSN 2327-0039.*

[30] *CHAN, Marie, et al. Smart homes – current features and future perspectives. Maturitas, 2009, 64.2: 90-97.*

Implementace bude u velkých firem v řádu několika let, jelikož vše se musí účinně propojit, aby celý systém dosahoval maximální efektivity.[31)]

2.3.6 Cloud computing

Myšlenka Cloud computing byla poprvé představena McCarthym a rozvedena Lickliderem v roce 1963. Jedná se o výpočetní služby realizované pomocí internetu (veřejné IP sítě), představováno pomyslným síťovým oblakem, s využitím virtuálních serverů. Nabízeny jsou výpočetní prostředky placené od hodiny práce CPU či za uložený GB. Neomezený přístup po síti, a to na vyžádání uživatele, který má přístup k výpočetním zdrojům sestaveným na požádání – servery, sítě, aplikace a uložiště. Charakteristická je rychlost přístupu, sdílení zdrojů a vysoká elasticita. V Cloudu musí být všechny prostředky virtualizované, to znamená přístup od software po hardware skrz webovou aplikaci. Nasazení Cloud modelů se dělí na veřejné, soukromé, komunitní a hybridní dle míry nasazení.

Cloud computing je přístupný ve třech modelech služby:

- **SaaS** – Software as a Service – umožňuje uživateli provozovat mnoho softwarových aplikací přes internet bez nutnosti jejich vlastnictví (Gmail, Microsoft Online).
- **PaaS** – Platform as a Service – opatřuje uživateli výpočetní platformu pro podporu webových aplikací přes internet (Google Apps).
- **IaaS** – Infrastructure as a Service – umožňuje použití potačového hardware a systémového software včetně operačních a komunikačních systémů. O instalaci až po údržbu se stará poskytovatel služby (Amazon EC2).

Mezi výhody Cloudu patří: vzdálené datové úložiště, výkon hardware, velká variantnost možností, cena, nezávislost na lokaci, spolehlivost Cloudové sítě a údržba, která je spolu se správou v rukou poskytovatele této služby.[32)] Naopak většina firem zvažujících využití Cloud computingu se obává bezpečnosti, jelikož vše funguje přes internet a firmy mají svá citlivá data ve vzdálených uložištích.

V prostředí Smart factory budou služby Cloud computing hodně využívané, ať už sdílené vzdálené úložiště pro velký objem dat z komunikace na internetu, nebo poskytování výpočetní techniky a IT podpory. Díky výhodám plynoucím z Cloud Computingu budou tyto služby nabízeny malými a středními podniky, které se boudou specializovat na IT služby, které dokážou zabezpečit ochranu virtuálního toku informací, tzv. Cyber security. Mnoho firem již uvažuje o využití této služby, avšak mají obavy z ceny a bezpečnosti.

---

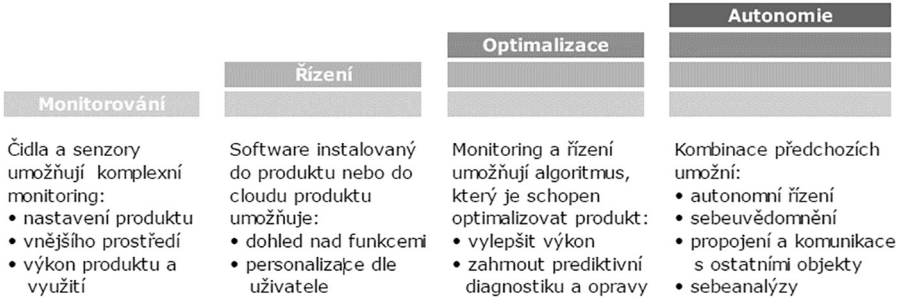
31) SAP. SAP Predictive Maintenance and Service, cloud edition. 2015b.

32) ALALI, F. a YEH, C. Cloud Computing: Overview and Risk Analysis. Journal of information systems, 2012, 26 (2): 13-33. ISSN 0888-7985.

2.3.7 Smart product

Každý takový výrobek či polotovar bude schopen výpočtů, uchování dat, komunikace a ovlivňování okolí. Smart product obsahuje senzory, RFID čip, vysílač, paměť a rozhodovací modul s prvky umělé inteligence. Takový výrobek ve Smart factory komunikuje se stroji a zařízeními, aby jeho tok výrobou byl co nejefektivnější. Všechny předchozí kroky nahrává do historie a již zná kroky budoucí. Sám si uvědomuje svoji pozici, sám vytváří odvolávky na materiál, rozhoduje, jakou cestou zvolit a skrz jaká pracoviště bude procházet, aby bylo splněno zadání od zákazníka z konfigurátoru. Každý výrobek bude mít již svého zákazníka, jedná se o výrobu na zakázku. Společně s výrobkem každý zákazník získá vynikající poprodejní servis. Komunikace výrobku s továrnou nekončí opuštěním továrny. Naopak výrobek dle informací z centrály získává aktualizace, sám se dokáže do jisté míry konfigurovat a sám zavolá servisního technika, když nastane porucha.

Smart product je napojený na IoT a tvoří systém objektů, které lze na dálku ovládat a získávat z nich informace.[33] Takové produkty společně s poprodejním servisem a službami přinesou nové obchodní modely a příležitosti. Smart product je postaven na těchto schopnostech monitorování, řízení, optimalizace a autonomie (viz obrázek 14), kdy každý navazuje na předchozí.



Obrázek 14 – Smart propojený produkt a jeho schopnosti[34]

2.3.8 Smart sensors

Smart sensors budou podpůrným prostředkem pro vyšší stupeň robotizace, automatizace a docílení autonomní továrny. Celá linka včetně strojů bude opatřena senzory, ovladači, kamerami a čidly. Takto upravené stroje budou

[33] *ORTER, M. E. a HEPPELMANN, J. E. How Smart, Connected products Are Transforming Competition. Harvard Business Review, 2014, 11: 66-67.*

[34] *PORTER a HEPPELMANN, How Smart, connected products are transforming competition, 2014, str. 67.*

přesně znát své parametry a prostředí, navíc s mírou inteligence propůjčené od CPS, dokážou sami generovat rozhodnutí a efektivně pracovat. Navíc spolupracovat s lidmi a ostatními objekty Smart factory. Data ze senzorů budou ukládána na centrální úložiště, zároveň budou zdrojem pro analýzy, statistiky a řídící rozhodnutí.[35] Výrobní linku opatřenou všemi druhy Smart sensors dokážou pracovníci ve speciálním počítačovém programu přetvořit do digitálního obrazu a v této digitalizované verzi sledovat odchylky v reálném čase. Pokud se skutečná výroba odchýlí od digitální simulace procesu, CPS okamžitě hledá nápravná řešení. Například Smart maintenance díky Smart sensors dosáhne přechodu z reaktivní na prediktivní údržbu.[36]

[35] *SPATH, D. a kol. Studie Produktionsarbeit der zukunft – Industrie 4.0. Stuttgart: Fraunhofer IAO, 2013. ISBN 978-3-8396-0570-7.*

[36] *SAP. Big Data: What is Big Data? 2015a.*

3 Předpoklady České republiky

3.1 Vymezení České republiky vůči Industry 4.0

Česká republika v globální iniciativě Industry 4.0 není určující ani rozhodující, nemůže ovšem zůstat stranou. Velká část českého exportu, na kterém je ekonomika závislá, míří do Německa, a proto i z toho důvodu byl vznik Průmyslu 4.0 iniciován (inspirace německým modelem Industrie 4.0). Není však kopií tohoto, ani žádného jiného zahraničního modelu. Český koncept je pojatý komplexněji a do větší šířky, zaměřuje se nejen na průmyslovou výrobu, ale i na všechny navazující oblasti a odráží skutečné potřeby. Má-li ovšem ekonomická blízkost s Německem nadále přetrvávat, je třeba být kompatibilní s řešeními Industrie 4.0. Podle slov inženýra Dvořáka se s nimi můžeme „svézt na vlně průmyslové revoluce".[37)] Zájem Němců na spolupráci s ČR dokládá například z německé iniciativy svolané jednání, které se 11. dubna uskutečnilo v Praze. Přítomni byli hlavní protagonisté Industrie 4.0 a Průmyslu 4.0. Postavení ČR shrnuje profesor Mařík: „K udržení konkurenceschopnosti se musíme připravit na roli kooperujícího partnera schopného absorbovat nové technologie, integrovat je a inovacemi adekvátně přispívat do celosvětového úsilí."[38)]

3.2 Iniciativa Průmysl 4.0

Práce na české iniciativě byly zahájeny v červenci 2015, v polovině září 2015 byla iniciativa vyhlášena na MSVB tehdejším ministrem průmyslu a obchodu Janem Mládkem. Byla také vydaná brožura „Iniciativa Průmysl 4.0", která se prostřednictvím SWOT analýzy snaží vystihnout české prostředí v souvislosti s Průmyslem 4.0. V současné době je s rezorty projednávána podstatně rozšířená verze dokumentu, která zahrnuje i akční plán. Tento dokument zpracovalo na objednávku MPO bez nároku na honorář 87 odborníků ze soukromé, akademické i výzkumné sféry. Tito definovali mimo jiné konkrétní opatření, která jsou pro implementaci Průmyslu 4.0 v ČR nutná či vhodná (celkem 47 klíčových a dalších 140 podrobnějších). Dokument s rozsahem přes 200 stran vyjde v blízkém časovém horizontu knižně.[39)]

---

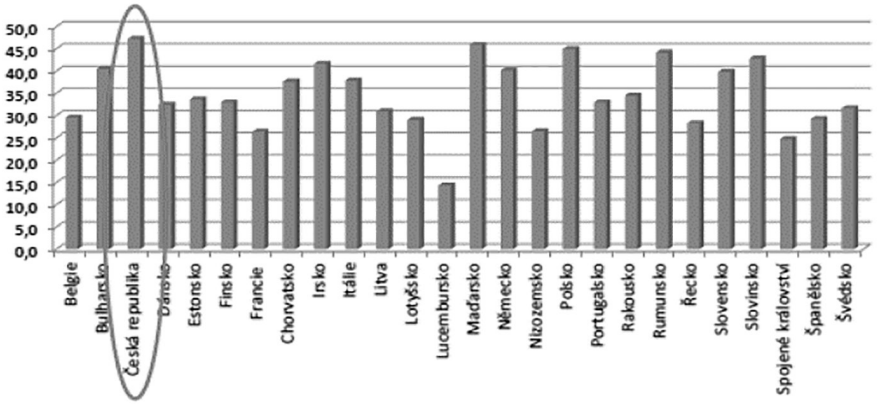
37) Prezentace Ing. Romana Dvořáka na konferenci „Průmysl 4.0 – není na co čekat", Praha.

38) Prezentace profesora Vladimíra Mařík na konferenci „Průmysl 4.0 – není na co čekat", Praha.

39) Prezentace profesora Vladimíra Mařík na konferenci „Průmysl 4.0 – není na co čekat", Praha.

3.3 Situace České republiky

Česká republika je malá, velmi otevřená ekonomika s rostoucím exportem, kde cca 70 % exportu tvoří průmysl automobilový, strojírenský, elektrotechnický a elektronický.[40] Primárním aktivem ČR je dlouhá tradice průmyslové výroby. Z obrázku 15 je patrné, že v ČR se průmysl na HDP podílí téměř jednou polovinou, což ji řadí na první místo v Evropě.



Obrázek 15 – Podíl průmyslu na HDP u zemí EU[41]

S tímto parametrem souvisí i další tradiční přednosti: kvalitní vysoké školství, zaměstnanci se solidními technickými schopnosti. Pracovní trh však sužuje jejich nedostatečné množství v kombinaci s vysokou vázaností pracovních sil ve výrobě a v méně kvalifikačně náročných profesích. Podle inženýra Dvořáka nezohledňuje aktuální podoba Školského zákona požadavky na moderní vzdělávání: „Pokud má nastat nějaká revoluce ve vztahu k průmyslu, tak v akademickém prostředí. Školy se musejí transformovat do nových podmínek, nabízet profesně zaměřené obory."[42] Analytici WEF také upozorňují, že síla ČR získávat a uchovávat talenty je omezená. Konkurenceschopnost státu by podle jejich reportu posilnil rozvoj vzdělávacího systému, neboť se ČR umístila mezi deseti nejhůře hodnocenými státy EU.

Na nedostupnost vědců a inženýrů poukazuje tabulka na obrázku 16, která poskytuje zajímavý náhled na vývoj klíčových faktorů pro Průmysl 4.0. Porovnává roky 2010 (brán jako základní), vývoj do roku 2014 a následně 2015.

---

[40] *CZECH TRADE. VÝVOJ ZAHRANIČNÍHO OBCHODU ČESKÉ REPUBLIKY ZA PRVNÍ ČTVRTLETÍ ROKU 2015.*

[41] *http://cdn.i0.cz/src/public-data/88/d7/48c411ee3318951f71128235e9e0_base_optimal.jpg*

[42] *Prezentace Ing. Romana Dvořáka na konferenci „Průmysl 4.0 – není na co čekat".*

Kromě přetrvávajícího problému nedostatku technicky kvalifikovaných zaměstnanců je však zřejmé, že Česká republika v mnoha klíčových faktorech nabrala v roce 2015 oproti roku 2014 pozitivní trend.

Parametr	2010	2014	2015
Inovace	27.	39.	35.
Kvalita výzkumných organizací	21.	36.	34.
Inovační potenciál	24.	28.	26.
Podnikové výdaje na RD	25.	31.	30.
Spolupráce univerzit a podniků na RD	29.	**42.**	42.
Dostupnost vědců a inženýrů	50.	55.	66.
Vyšší vzdělání a trénink	24.	35.	29.
Kvalita výuky technických předmětů	25.	**74.**	**57.**
Celková kvalita vzdělávacího systému	34.	**77.**	**60.**
Dostupnost vysoce kvalifikovaných odborníků	50.	55.	**26.**
Rozsah podnikového vzdělávání	40.	**55.**	**39.**
Technologická vybavenost	32.	36.	29.
Dostupnost nejnovějších technologií	46.	51.	32.
Absorpce technologií firmami	36.	50.	48.

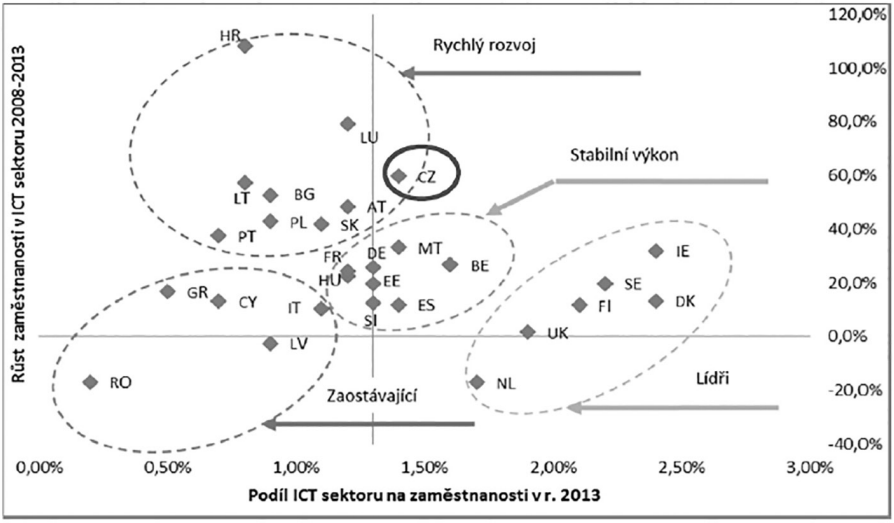
Obrázek 16 – Porovnání klíčových faktorů Průmyslu 4.0

Průmysl 4.0 je koncept, který míří na produktivitu práce. Už jen z tohoto důvodu je pro ČR relevantní: dle statistik OECD z roku 2014 činila produkce (HDP) v České republice 32,1 USD na osobu a odpracovanou hodinu. Průměr EU (EU28) však dosahuje úrovně 46,7 USD, tedy je o třetinu vyšší. Prvenství v tomto faktoru patří Lucembursku, které dosahovalo vyšší produktivity než ČR pro rok 2014 již v roce 1970.[43] Inženýr Dvořák, šéfredaktor časopisu MM Průmyslové spektrum, navíc dodává: „Vezmeme-li v potaz pouze sektor obráběcích a tvářecích strojů, v roce 2014 dosáhla ČR produktivity pouhých 68 tis. USD na 1 zaměstnance, naopak Japonsko 508 tis. USD, Jižní Korea 340 tis. USD či třetí Rakousko 275 tis. USD."[44] Zavádění moderních prvků výroby bezesporu povede ke zvýšení produktivity.

[43] *Level of GDP per capita and productivity. OECD, 2014.*

[44] *Prezentace Ing. Romana Dvořáka na konferenci „Průmysl 4.0 – není na co čekat".*

Technologická agentura uvádí, že: „Jakkoli jsou oblasti budoucího rozvoje definovány různě, všeobecně je sdíleno přesvědčení, že základem bude robustní ICT infrastruktura (internet of things, mobile internet, cloud computing). Mezinárodní srovnávání ukazují (včetně OECD), že v tomto směru ČR zaostává za nejvyspělejšími zeměmi.“[45] Inženýr Mučický z MPO ovšem nevidí situaci černě a s odkazem na obrázek 17 pod textem podotýká, že má ČR v tomto ohledu potenciál rozvoje.



Obrázek 17 – Podíl ICT sektoru na zaměstnanosti v r. 2013[46]

Do úvah o českých předpokladech pro Průmysl 4.0 je však nutno zahrnout fakt, že velká část českého průmyslu je nyní ve vlastnictví nadnárodních korporací, na něž ČR nemá valný vliv. „Způsob adaptace těchto nadnárodních vlastníků na nové podmínky výrobní revoluce bude tedy do značné míry formovat vývoj hospodářství se všemi dopady na jeho konkurenceschopnost, zaměstnanost a úroveň mezd.“[47]

3.4 Požadavky na stát

Pro úspěšnou transformaci v principy Průmyslu 4.0 je nezbytné, aby ČR nezaspala v žádné z jeho nástupních etap. Byť se jedná v první řadě o inicia-

[45] *TECHNOLOGICKÁ AGENTURA ČR. Příští výrobní revoluce – příležitost nebo hrozba?*
[46] *Prezentace inženýra Eduarda Muřického na konferenci „Průmysl 4.0 – není na co čekat“.*
[47] *TECHNOLOGICKÁ AGENTURA ČR. Příští výrobní revoluce – příležitost nebo hrozba?*

tivu firem, podstatná je také úloha státní správy, která pro podniky přizpůsobuje legislativní i nelegislativní prostředí, má na starosti koncept vzdělávání a budování potřebné infrastruktury. Čím lépe vláda potřebám Průmyslu 4.0 porozumí, tím lépe bude připravena řešit rizika, která z něj vyvstanou, a bude schopna z jeho výhod více vytěžit. Ze strany soukromého sektoru jsou na vládu kladeny zejména následující požadavky: zajištění stabilní datové infrastruktury, digitalizace státních služeb a vyčlenění jasných kompetencí ve státní správě pro ICT. Pakliže je základním prvkem Průmyslu 4.0 internet, je třeba, aby byla ČR kompletně pokryta vysokorychlostním internetem. Na tento dlouhodobý nedostatek zareagoval stát iniciováním Národního plánu rozvoje sítí nové generace, kterým definuje svou strategii v rozvoji vysokorychlostního internetu. Vznik dokumentu byl provázen tahanicemi ministerstev o zodpovědnost za tuto sféru, která nakonec přísluší MPO. Navzdory slibům pana exministra Mládka ohledně spolupráce se zájmovými sdruženími a představiteli sektoru na tvorbě strategie jim byla tato zpráva odeslána pouhý den před odesláním do připomínkového řízení.[48] Plán byl nicméně vrácen k přepracování, protože svým obsahem nedosahoval úrovně potřebné pro čerpání evropských prostředků. Touto cestou může ČR získat až 14 miliard korun.

Z důvodu nízké kvality materiálu zaznívají hlasy obávající se o ztrátu dotace, MPO však v poslední tiskové zprávě ubezpečuje o opaku, když cituje exministra Mládka.[49]

Pro čerpání evropských prostředků stojí před ČR také úloha důkladně zpracovat národní strategii RIS3 („Národní RIS3 strategie" z anglického „Research and Innovation Strategy for Smart Specialisation"),[50] v první řadě definovat konkrétní potřeby regionů. Jedná se o strategii s cílem pozvednout konkurenceschopnost skrze správně zacílené a efektivní čerpání finančních prostředků zejména z evropských strukturálních a investičních fondů na výzkum, vývoj a inovace.

[48] *MUSIL, Petr. Mládek splnil Sobotkův pokyn: Národní plán rozvoje sítí nové generace opět míří do vlády.*

[49] *MPO, Odbor 10500. Příprava Národního plánu sítí nové generace nabírá dynamiku.*

[50] *MŠMT. RIS3 strategie ČR.*

4 Koncept industry ve světě

Dá se říci, že německá iniciativa Industrie 4.0 vytvořila pojítka mezi zbylými světovými iniciativami. Vystihl to doktor Kolář z Výzkumného centra pro strojírenskou výrobní techniku a technologii (ČVUT): „Německým firmám a německé vládě se daří téma exportovat do zahraničí – projevuje se tak síla německé ekonomické politiky. Téma je v zahraničí akcentováno především tam, kde firmy spolupracují s německými univerzitami (např. Korea, Tchaj-wan), vyrábějí produkty pro německé výrobce strojů (např. Tchaj-wan, Čína, také ČR) nebo dodávají řešení pro německé výrobce dopravní techniky (např. Itálie).“[51] Je jisté, že má-li koncept Industry 4.0 dojít praktického naplnění, dojde k modifikaci rozvržení světových sil. V článku „Průmysl 4.0: svět ve znamení změn“ je tato změna definována následovně:

„Na celosvětové úrovni se vítězem čtvrté průmyslové revoluce stanou rozvinuté země. Málo rozvinuté země navíc často nemají infrastrukturu, která by umožňovala využívat plného potenciálu nových technologií. Klíčovými faktory, které pohánějí automatizaci, jsou totiž nejen strojové učení a zpracování velkých objemů dat, ale také všudypřítomná konektivita.“

4.1 Evropský kontext

Při pohledu na mapu Evropy, kterou sestavil tým pod vedením komisaře Oettingera (viz obrázek 18), lze vysledovat jednoznačný zájem o koncept z naprosté většiny evropských zemí.

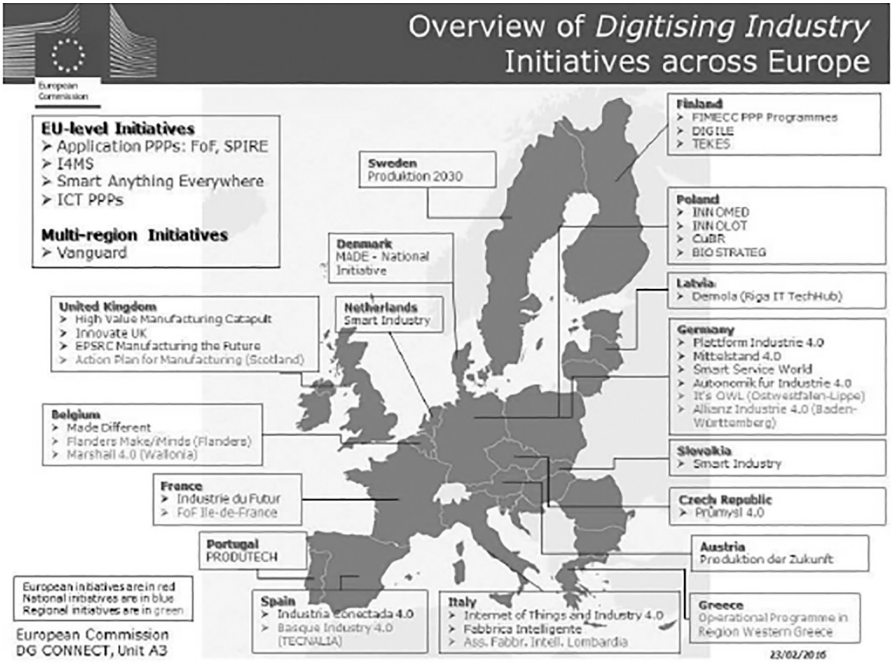
V této roztříštěnosti na dílčí koncepce a desítky strategií však spočívá jedno z rizik. Jednotlivé státy si koncepci Industry 4.0 pro své potřeby modifikovaly a promítly ve své dlouhodobé vizi, což však již předznamenává velké rozdíly v chápání, přístupu a aplikaci.

Roku 2012 stanovila Evropská komise cíl dosáhnout do roku 2020 (na unijní bázi) 20% podíl výroby na HDP, který se aktuálně pohyboval na úrovni 15 %. Jednalo se o poměrně odvážný cíl s přihlédnutím k tomu, že průmyslově rozvinuté země, jako např. Německo, Polsko či Rakousko, už nebudou schopny skokově navýšit své objemy. Dokonce v Číně se výroba na HDP podílí okolo 30 % a tento údaj klesá.

Dosáhnutí 20% podílu by znamenalo, že země jako Francie či Velká Británie, jejichž podíl výroby na HDP se pohybuje okolo úrovně 10 % a dlouhodobou tendencí je poměr výroby snižovat, budou muset začít vyrábět ve větším měřítku za pouhých sedm let.

V roce 2014 v tiskovém prohlášení oznámil viceprezident Komise zodpovědný mj. za oblast průmyslu, že Evropa je od dvacetiprocentního cíle ještě

[51] *Prezentace doktora Petra Koláře na konferenci „Průmysl 4.0 – není na co čekat“.*



Obrázek 18 – Iniciativy typu Industry 4.0 napříč Evropou[52)]

daleko.[53)] Dle reportu Evropského strategického fóra pro digitální podnikání z března 2015 však má šanci podíl na kýžených dvacet procent pozvednout, a to za podmínky, že dojde ke změně nastavení evropských firem vstříc Industry 4.0. Pro aktuální situaci však podotýká, že svým nedostatečně aktivním přístupem k digitálním technologiím promeškává možnost dalšího růstu.

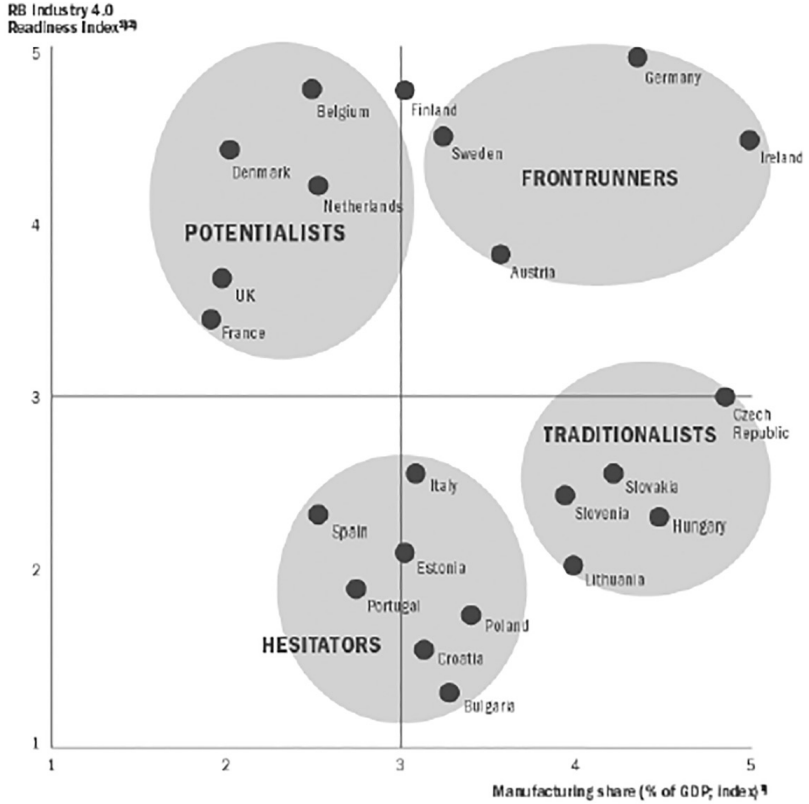
Na evropském žebříčku priorit přitom není pouze výroba – Industry 4.0 dobře koresponduje s evropskými hodnotami i co se týče zachování udržitelného průmyslu, rozvíjení kvalifikované pracovní síly, udržitelného nakládání s energií, flexibility v přizpůsobení výroby nebo zajištění technologické svrchovanosti inovační rychlostí. Koncept by pozdvihl konkurenceschopnost kontinentu v soutěži se zbylými regiony a podpořil vznik světových leaderů uvnitř Evropy. Vyřešil by aktuální problémovou situaci, kdy je Evropa v inovačním stínu – staví na tradičních firmách, ale postrádá nové aktivní inovační start-upy. Bude však potřeba výrazných investic k zajištění vedoucí role v In-

52) EUROPEAN COMMISSION. Digitising European.

53) EUROPEAN COMMISSION. Commission calls for immediate action for a European Industrial Renaissance.

dustry 4.0. Zdejší firmy budou muset investovat 90 miliard EUR každoročně po dobu následujících 15 let. Celkovou investici analytici z Roland Berger spočetli na 1,35 bilionů EUR.[54)]

Stejný tým zpracoval i analýzu aktuální připravenost Evropy na nástup Industry 4.0. Hlavním výstupem je obrázek 19. Horizontální osa promítá podíl průmyslu na HDP v procentech, takže ve své podstatě je jen graficky odlišným vyjádřením obrázek 15.[55)]



Obrázek 19 – Index připravenosti na Industry 4.0[56)]

54) Prezentace Ing. Romana Dvořáka na konferenci „Průmysl 4.0 – není na co čekat".

55) ROLAND BERGER STRATEGY CONSULTANTS. INDUSTRY 4.0: The new industrial revolution How Europe will succeed.

56) ROLAND BERGER STRATEGY CONSULTANTS. INDUSTRY 4.0: The new industrial revolution How Europe will succeed.

Vertikální osa přestavuje samotné gró studie: index připravenosti. Osa představuje kombinaci faktorů, jako jsou sofistikovanost výrobního procesu, úroveň automatizace, dostupnost pracovní síly, inovační síť a míra inovací, výše přidané hodnoty, otevřenost průmyslu nebo sofistikovanost užití internetu. Tyto prvky byly hodnoceny na škále od 1 do 5 s tím, že stupeň 5 představuje excelenci země v dané oblasti. Výsledkem je matrix čtyř skupin:

1. „**Průkopníci *(Frontrunners)*“** čerpají ze své industriální pozice, jejich podnikatelské prostředí odpovídá nárokům doby, jsou technologicky silné (Švédsko, Rakousko, Německo). Do skupiny k nim je zařazeno velmi specificky Irsko, byť je jeho výkonnost (HDP) obecně relativně nízká. Na farmaceutickém trhu se vyskytují výrazné světové firmy, které „úroveň HDP dotují“. Také je zde rozvinutý sektor IT služeb.
2. „**Tradicionalisté“** jsou vesměs země východní Evropy. Prosperují zejména díky vysoké míře průmyslu, ale jen málo z nich podstupuje kroky směrem k transformaci průmyslu na moderní úroveň. Do této skupiny je zařazená i ČR.
3. **„Vyčkávající *(Hesitators)*“** je skupina zemí jižní a východní Evropy. Pro tyto země nehrál v historii průmysl klíčovou roli, ani do dnešní doby ho nedokázaly rozvinout na úroveň srovnatelnou s předními průmyslovými zeměmi. Navíc jsou mnohé z nich nuceny řešit fiskální problémy – výhled na průmysl do budoucna je v tomto kontextu značně rozmazaný.
4. **„Potencionalisté**“ jsou skupinou dříve průmyslově silných zemí, které svůj potenciál postupně ztrácejí. Konkrétně studie uvádí značně sníženou míru industrializace v období 2001–2011 v případě Francie, UK a Španělska. Tím pádem dochází k nižší míře tvorby průmyslových pracovních míst a nižší celkové přidané hodnotě (případ Francie, UK, Španělska a Belgie). Situace však pro ně nevypadá bledě, v soukromém sektoru byl identifikován dostatek inovačního potenciálu.

4.2 Německo

První vize na podporu průmyslové revoluce byla prezentována na největším světovém technologickém veletrhu Hannover Fair v roce 2011. Výrazně upravená koncepce Industrie 4.0 byla oficiálně uvedena opět zde roku 2013. Ve formě výzkumné platformy vznikala od roku 2005 (Smart Factory 2005), poté byla včleněna do nové high-tech strategie spolkové vlády jako její klíčová součást. Je nasnadě se zaměřit na tvůrce iniciativy, od jejichž zaměření se koncept logicky odvíjí. Jedná se o experty v oboru automatizace (vedoucí pracovní skupiny pánové Kageman, Wahlster, Lukas).[57] Industrie 4.0 se tedy možná i z této podstaty zaměřuje zejména na technický vývoj od vestavěných

[57] *Prezentace profesora Vladimíra Maříka na konferenci „Průmysl 4.0 – není na co čekat“.*

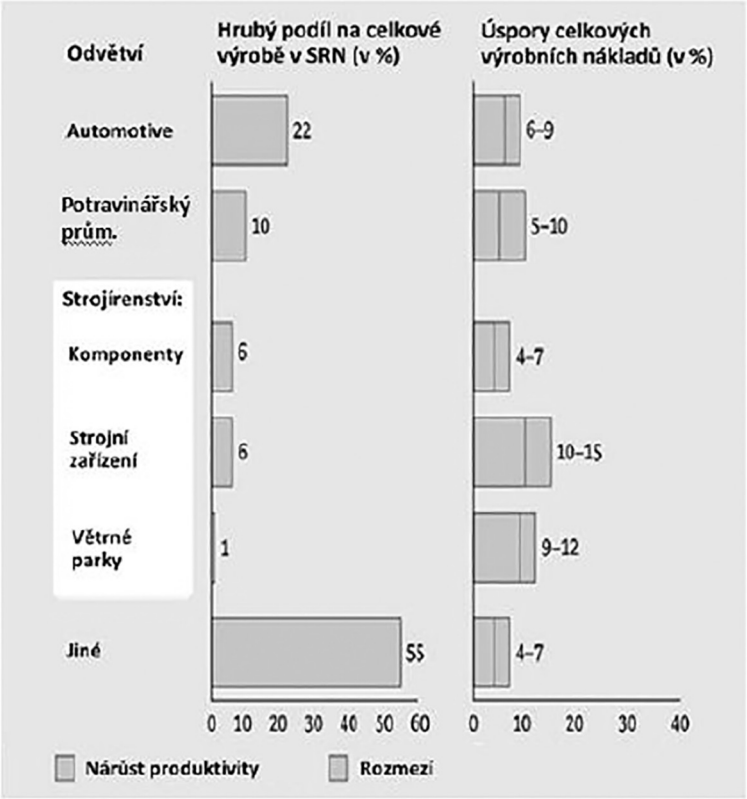
ke kyberneticko-fyzickým systémům. IT řešení jsou aplikována a zkoumána v takzvaných „test-beds", což jsou centra, kde dochází k aplikaci konkrétních řešení, od dílčích IT technologií po komplexní výrobní linky za pseudoreálných podmínek. Tyto prvky jsou posléze vyhodnocovány a doporučeny pro určitý typ užití v praxi. Tento přístup jde naproti zejména menším a středním podnikům, které by si jinak investičně náročný vývoj nemohly dovolit. Vláda klade na tento typ výzkumu velký důraz. Zatím jsou v Německu test-beds tři, čtvrtý a pátý je ve výstavbě a celkově je v rámci Industrie 4.0 v plánu dosáhnout počtu dvaceti. Krom podpory vlády prostřednictvím strategických spolkových ministerstev hospodářství a energetiky byla dále vytvořena platforma sdružující oborové svazy IT, strojírenství a elektrotechnika, významných zástupců soukromého sektoru (Siemens, Bosch, VW, SAP, Pilz, Infineon atd.), výzkumné instituce, politiky i odbory. Zajímavé je například u firem Siemens a Bosch sledovat jejich velmi výrazně aktivní přístup k celé iniciativě, viz internetové stránky Siemens: „Industrie 4.0 – pojmenování Siemensu pro čtvrtou průmyslovou revoluci."[58)]

Vládní dotace byly stanoveny na 750 milionů EUR na tříleté období. Kroky směrem k Industrie 4.0 mají své logické opodstatnění: „Aby Německo i nadále patřilo k největším světovým producentům a byl udržen vysoký životní standard, musí produkční sféra projít proměnou, která posílí produktivitu a vytvoří produkci s vysokou přidanou hodnotou. K tomu má přispět zejména digitalizace výroby v podobě konceptu německé iniciativy Industrie 4.0." Jiný zdroj dokonce uvádí, že "digitalizace v podstatě rozhodne o úspěchu či neúspěchu německého průmyslu".[59)]

Obrázek 20 uvádí odhad analytiků z BCG, co se týče dopadu Industrie 4.0 na německý průmysl v horizontu let 2020–2025. Zajímavým prvkem je zde členění na jednotlivé typy oborů. Úspory jsou počítány na základě potenciálu devíti technologií, které BCG označilo jako klíčové (velká data, autonomní roboti, simulace, horizontální a vertikální systémová integrace, internet věcí, kybernetická bezpečnost, cloud, aditivní výroba a rozšířená realita). Vyčíslili dopady v oblastech:

- **produktivita**: celkové výnosy z navýšení produktivity identifikovány na 90–150 miliard EUR, úspory celkových výrobních nákladů 4–15 % v závislosti na odvětví,
- **tržby**: dodatečný nárůst tržeb o 30 miliard EUR ročně, tedy o 1 % HDP,
- **investice**: celkové potřebné investice zavedení Industrie 4.0 činí 250 miliard EUR v příštích deseti letech.

[58)] *SIEMENS. "Industrie 4.0": Seven Facts to Know about the Future of Manufacturing.*
[59)] *SIEMENS. "Industrie 4.0": Seven Facts to Know about the Future of Manufacturing.*



Obrázek 20 – Efekt Industrie 4.0 na úsporu výrobních nákladů v Německu[60)]

[60)] *BCG. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries.*

5 Podpora veřejných zdrojů

Na národní úrovni je potřeba nejdříve určit priority a klíčové otázky co se Průmyslu 4.0 týče. Finanční podporu z veřejných prostředků je následně třeba zejména přesně a konkrétně zacílit.

Podobně jako při financování z vlastních zdrojů bude pro každou společnost klíčové znát dobu návratnosti této investice. Jako teoretický příklad může posloužit případová studie firem Misan + Halter CNC Automation: „Automatizace snižuje náklady na pracovní sílu, neboť tyto jsou 5 až 8krát vyšší než průměrné odpisové náklady robota. Při úvaze o návratnosti investic robotizovaného pracoviště v porovnání s náklady na obsluhu stroje dospěl dr. Svoboda ve výpočtech v jednosměnném ročním provozu k průměrné době 2 let. Vycházel z kompletní pořizovací ceny robotizovaného pracoviště 90 000 eur a nákladů na operátora 15 eur na hodinu. U německého referenčního zákazníka to bylo dokonce 9 měsíců, jelikož zde jsou náklady na operátora cca 35 eur na hodinu."[61)]

5.1 Podpora z Evropské unie

5.1.1 OP Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost

Operačním programem (OP) EU pro aktuální programové období, který nejlépe odpovídá klasifikaci investic do aplikace Průmyslu 4.0, je OP Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost (OP PIK). Cílem programu je „dosažení konkurenceschopné a udržitelné ekonomiky založené na znalostech a inovacích".[62)]

Je vypsán na období 2014–2020 a dělí se na 24 programů, z nichž má každý jiné parametry. Pro naše účely jsou relevantní zejména tyto čtyři:

- **Inovace**: dotace na nákup strojů za účelem výroby nových nebo inovovaných výrobků; výše podpory 25–45 % nákladů; maximální čerpání/projekt je 200 mil. Kč.
- **Potenciál**: dotace na vytvoření či rozšíření kapacit pro vývojové účely; výše podpory 50 % nákladů; maximální čerpání na jeden projekt je 75 či 110 milionů Kč.
- **Aplikace**: dotace na projekty výzkumu a vývoje vedoucí k získání nových poznatků; zde je výše podpory až 75 % při maximálním čerpání na jeden projekt 100 mil. Kč.

[61)] *Prezentace Ing. Romana Dvořáka na konferenci „Průmysl 4.0 – není na co čekat".*

[62)] *MINISTERSTVO PRO MÍSTNÍ ROZVOJ ČR. Operační program Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost.*

- **ICT a sdílené služby**: vytvoření či rozšíření datových center, center sdílených služeb a center vývoje IT a ICT, výše podpory 25– 45 %, max. čerpání/projekt 200 mil. Kč.

5.1.2 Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

Krom firemních investic technického rázu je třeba brát v potaz i prostředky na změnu vzdělávacího systému, na přípravu nových studijních oborů apod. Tyto lze zařadit pod Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání (OP VVV), který je v gesci MŠMT.[63] Prostředky Evropské unie v rámci něj cílí na podporu rovného a kvalitního vzdělání, rozvoj kompetencí s ohledem na trh práce a posílení kapacit pro výzkum.

5.1.3 Operační program Zaměstnanost

Konkrétně pro rekvalifikaci je dále vhodný operační program Zaměstnanost (OPZ), který se krom systémů dalšího vzdělávání zabývá sociálními otázkami spojenými se zaměstnaností.

Pozn.: Při čerpání dotací z operačních programů je třeba počítat i s takovými nezbytnostmi, jako jsou výběrová řízení na všechny dodávky nad 500 tis. Kč, být připraven na kontroly během realizace projektu nebo udržet jeho výstupy ještě po určitou dobu po skončení jeho realizace. Peníze jsou propláceny zpětně po kompletní realizaci, může se ovšem stát, že i po obdržení, např. z důvodu nezachování udržitelnosti projektu musí žadatel dotaci vracet.

5.1.4 Horizon 2020

Jedním z oficiálních evropských programů, který podporuje mnohé z výše uvedeného, je „Horizon 2020 – rámcový program pro výzkum a inovace".[64] Jeho cílem je podnítit inovační sílu Evropy natolik, aby se stala předním světovým dodavatelem prvotřídních technologií. Program Evropské komise je postaven na třech pilířích. Prvním z nich je „vynikající věda", ke kterému se vztahují odvážné projekty průlomových technologií či špičková infrastruktura. Druhým pilířem je „vedoucí postavení průmyslu" a je určen například k financování výzkumu a potažmo inovací na úrovni malých a středních podniků. Posledním pilířem, na jehož financování je současně určena největší část rozpočtu, jsou „společenské výzvy". Zde jsou zahrnuty otázky jako udržitelnost,

[63] *MŠMT. OP Výzkum, vývoj a vzdělávání období 2014–2020.*

[64] *KOLEKTIV AUTORŮ NÁRODNÍHO INFORMAČNÍHO CENTRA, TC AV ČR. HORIZONT 2020: STRUČNĚ o PROGRAMU. Praha: Technologické centrum AV ČR, 2013, ISBN 978-80-86794-43-3.*

zdraví či bezpečnost. Je vhodný pro výzkumné pracovníky, podniky (zejména malé a střední), ale dosáhnout podpory mohou třeba i občanská sdružení. Program je aktivní v období 2014–2020 a disponuje rozpočtem 70,2 miliardy eur, jehož části jsou konkrétně dedikovány jednotlivým prioritám. Míra financování přitom dosahuje až 100 % relevantních nákladů výzkumného či inovačního projektu a dalších 25 % představuje paušál na nepřímé náklady (správa, infrastruktura). Součástí strategie jsou i konkrétní prognózy co se růstu relevantních výkonnostních ukazatelů týče, například nárůst HDP v EU za programové období o 0,53 %; posílení konkurenceschopnosti nárůstem exportu při současném poklesu importu nebo vyšší zaměstnanost. Ačkoli je v současné chvíli na hodnocení příliš brzy, je jisté, že se jedná o „největší výzkumný a inovační program EU v historii". Na úrovni ČR však dosahuje velmi nízkého počtu žadatelů – ročně se jej účastní desítky organizací, většina z nich akademického původu, podporu na pár projektů získal Siemens. Dle doktora Webera z Deloitte je tato skutečnost zapříčiněná štědrou podporou na národní úrovni.[65)]

5.2 Podpora ze strany institucí České republiky

Jako podpůrné financování zavádění Průmyslu 4.0 lze také brát v úvahu programy Technologické agentury ČR, MPO a CzechInvest.

5.2.1 Podpora Technologické agentury ČR

TAČR podporuje zejména projekty zaměřené na projekty výzkumu a vývoje. V letech 2014–2017 převažovaly prostředky poskytnuté na základě programu Alfa, který se zaměřuje na podporu aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje zejména v oblasti progresivních technologií, materiálů a systémů, energetických zdrojů a ochrany a tvorby životního prostředí a dále v oblasti udržitelného rozvoje dopravy. Je stanoven na devítileté období 2010–2019 s rozpočtem 14 368,212 milionů Kč.[66)]

Pro financování aplikovaného výzkumu byl na úrovni TAČR do roku 2015 v platnosti také program Omega. Od schválení během r. 2016 je v platnosti navazující program ÉTA, který je oproštěn od slabých stránek Omegy, zaměřuje se na společenský a humanitní výzkum s důrazem na výzvy 21. století.

Dalším programem je Epsilon. Jeho účelem je podpora aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje. Prioritními oblastmi jsou zejména průmyslové aplikace při využití nových technologií a nových materiálů v energetice,

---

[65)] *EVROPSKÁ KOMISE. HORIZONT 2020: STRUČNĚ o PROGRAMU. Lucemburk: Úřad pro publikace Evropské unie, 2014, ISBN 978-92-79-38910-8 str. 25*.

[66)] *TAČR. Program ALFA.*

životním prostředí a dopravě. Byl schválen roku 2013, doba trvání programu je stanovena na 11 let (2015–2025). Celkem je v rámci programu k dispozici 16,15 miliard Kč, 60 % z této částky pochází ze státního rozpočtu. Nejvyšší míra krytí jednoho projektu je 60 % přiznaných nákladů, přičemž předpokládaná výše je 10 milionů Kč. Podobně jako u následujícího programu TRIO je podpora podmíněna vznikem patentu, technicky realizovaného výsledku, prototypu, funkčního vzorku, poloprovozu, ověřené technologie, software, průmyslového a užitného vzoru, certifikované metodiky, postupů a specializované mapy s odborným obsahem.

5.2.2 Podpora Ministerstva průmyslu a obchodu

MPO nabízí podnikům podporu v rámci programu TRIO. Jedná se o program zaměřený na výzkum a vývoj, tímto zaměřením navazuje na předchozí programy typu Impuls, Tandem. Program vyžaduje cílený, v praxi využitelný výzkum a vývoj, jeho základním požadavkem je, aby výsledkem každého z projektů byl „prototyp, software, poloprovoz, ověřená technologie, užitný nebo průmyslový vzor či patent."[67] Byl schválen v polovině roku 2015 pro období 2016–2020, celkem na něj bylo alokováno 3,7 miliardy Kč. Realizace probíhá formou veřejných soutěží. Maximální výše účelové podpory na jeden projekt je 20 milionů, dalším limitem dotace je maximální míra krytí 80 % nákladů. Dotace je poskytována jednorázově v daném kalendářním roce.

5.2.3 Podpora CzechInvest

Agentura pro podporu podnikání a investic nabízí pobídky k investicím do zavedení nové nebo rozšíření stávající výroby zejména ve zpracovatelském průmyslu, výstavby technologických center a center strategických služeb. Výše podpory je v rozmezí 25–45 % a maximální výše podpory není limitována, platí však, že se jedná o podporu větších investic, prakticky nad 100 milionů Kč.[68]

5.2.4 Podpora Ministerstva financí

Na aktivity v oblasti výzkumu a vývoje lze získat kromě dotací také daňový odpočet. Oproti jiným možnostem financování inovací, na které mohou dosáhnout například i výzkumné instituce, je tato nabídka platná pouze pro české podniky, zejména průmyslové a IT. Odpočet lze uplatnit na náklady, které mají s výzkumem přímou souvislost, například na mzdy výzkumníků a vývojářů, odpisy majetku, nutné materiálové a energetické zdroje pro vý-

[67] *MPO. Hlavní parametry programu TRIO.*

[68] *Prezentace RNDr. Antonína Webera na konferenci „Průmysl 4.0 – není na co čekat", Praha.*

voj a výzkum. V praxi firma jednak eviduje prostředky vynaložené na výzkum a vývoj v nákladech a jednak o jejich součet sníží z výsledného základu korporátní daně (daně z příjmů PO), prakticky tyto náklady tedy uplatní dvojnásobně. Výše podpory se odvíjí od aktuální výše daně, k dubnu 2016 byla na úrovni 19 %, přičemž má dlouhodobě (od r. 1993 s výjimkou roku 2005) klesající tendenci – za dané období klesla její sazba o 58 %.[69)]

Podporu lze kombinovat současně s dalšími zde uvedenými podporami, a to dokonce i na neúspěšný výzkum a vývoj.

Odpočet však v praxi není dostatečně využíván. Na vině je mimo jiné problém s definováním činnosti výzkumu a vývoje tak, aby definice byla v souladu se zněním zákona č. 130/2002 Sb., byla přitom konkrétní a nezavádějící. Je také možné, že firmy o možnosti daňového odpočtu nevědí – z ankety uspořádané v únoru 2016 Svazem průmyslu a obchodu ČR vyplynulo, že více než dvě třetiny z dotazovaných dvou set firem očekávají od státu „daňovou podporu vývojových a inovačních aktivit" – tedy přesně to, co stát již nabízí.[70)]

[69)] *VYSOKOČILOVÁ, Lada. Vývoj daně z příjmů od roku 1993 se zaměřením na daňově uznatelné náklady. Pardubice, 2008. Bakalářská práce. Univerzita Pardubice. Vedoucí práce Ing. Jan Pavel, Ph.D.*

[70)] *SPČR. Česká cesta průmyslu 4.0: úspory nákladů, vyšší produktivita práce, řešení nedostatku lidí.*

6 Předpokládaný dopad Průmyslu 4.0

6.1 Očekávaný dopad Industry 4.0 na EU

Prvně je třeba si uvědomit, že „svět, ekonomika a podniky se vyvíjejí nezávisle na sloganech, veletrzích, konferencích a vládních iniciativách".[71] Žádná firma nebude Průmysl 4.0 implementovat kvůli němu samotnému, kvůli trendu, nebo kvůli marketingu. Každou implementaci budou provázet propočty návratnosti investic a ekonomické výhodnosti.

Výzkumná služba Evropského parlamentu zveřejnila ve své studii tyto očekávané implikace ve výrobě:[72]

- **zvýšená flexibilita** díky automatizaci, řízení systému daty, začlenění multifunkčních robotů umožňuje výrobu širšího portfolia výroků ve stávající výrobní hale,
- hromadná kustomizace umožní ekonomicky efektivní **výrobu malých lotů**, dokonce i jednotlivých kusů, díky možnosti rychlé rekonfigurace strojů a aditivní výrobě; hromadnou kustomizaci vysvětluje ředitel Siemens Industry Automation tím, že nároky zákazníků na individuální přizpůsobení se stále zvyšují (příkladem je výroba vozidel), z čehož plyne snaha vytvářet továrny, které nejen že by vyráběly masově, ale zároveň kustomizovaně,
- **rychlost výroby** se zvýší díky digitálním modelům a simulacím, daty řízené dodavatelské řetězce zrychlí výrobní proces o 120 % prostřednictvím zkrácení doby od obdržení objednávky po spuštění výroby a o 70 % prostřednictvím zkrácení doby od dokončení výroby po doručení zákazníkovi,
- velký potenciál je identifikován v **navýšení kvality** skrze snížení míry chybovosti díky včleněným senzorům a strojům, které přístupem k velkým datům nabývají inteligenci – příkladem zde může být dříve zmíněný závod Siemens Amberg, který dosahuje 99.99885 % bezchybnosti; kvalita hraje v nákladech společností významnou roli, EU odhaduje úsporu 160 miliard eur dohromady u sta nejvýznamnějších evropských výrobců,
- **produktivita** naroste kvůli množství prvků Industry 4.0, například nárůst produktivity po včlenění prediktivní údržby je definován na 20 % díky zkrácení prostojů o 50 %; dalším typem nárůstu produktivity je optimalizace počtu a využití zaměstnanců,

[71] *Prezentace Ing. Romana Dvořáka na konferenci „Průmysl 4.0 – není na co čekat", Praha.*

[72] *EUROPEAN PARLIAMENTARY RESEARCH SERVICE, Davies Ron. Industry 4.0: Digitalisation for industry and growth: What will Industry 4.0 change?, str. 5-7.*

- koncept také skýtá **vyšší míru zapojení zákazníka** do procesu vývoje produktu, díky procesu návratu evropské výroby z nízkopříjmových zemí se (je-li primárním odbytištěm Evropa) přiblíží zákazníkovi,
- **změna obchodních modelů** zamýšlená odkloněním od konkurence čistě na bázi nákladů ke schématu konkurenceschopnosti zahrnujícímu krom nákladů i inovační rychlost, flexibilitu v míře kustomizace, kvalitu.

„Strategic Policy Forum on Digital Entrepreneurship" je think-tank založený Evropskou komisí. Předpovídá, že „internetová ekonomika" vytvoří 400 000–1,5 milionu nových pracovních míst. Odhaduje také růstový potenciál: společnosti, které dokážou využít nejnovější technologie, vykážou deset krát lepší výsledky než jejich konkurenti.[73)] Fórum soustřeďuje zástupce z řad podnikatelů, univerzit, organizací a politiky. Report se zabývá novými příležitostmi vznikajícími z rozvíjejících se digitálních technologií.

Identifikuje klíčové evropské výzvy a předkládá vládám a podnikatelům třináct doporučení, která by měla zajistit Evropě lepší dostupnost pracovních sil a následný růst.

6.2 Dopad na vývoj rozvržení světových výrobních kapacit

V praxi se ukazuje, že vyšší míra využití moderních technologií zvyšujících výrobní kapacitu je spojena mimo jiné se zpětným přesunem výrobních činností do zemí s vyššími náklady na pracovní sílu. Proces offshoringu, který konkrétně v ČR proběhl ve velkém v rámci transformačního procesu během devadesátých let dvacátého století, se může právě díky pokročilé automatizaci změnit na backshoring, což je proces, při němž se podniková aktivita (v tomto případě a obecně typicky je touto aktivitou výroba) navrací z offshore destinace do mateřské země společnosti. Jedním z důvodů je tedy fakt, že při stavu pokročilé automatizace již není kladen tak vysoký důraz na platy dělníků.[74)] Existuje však i druhý důvod přesunout výrobu zpět do země původu či obecně do Evropy: výhoda, kvůli které obecně západní firmy do Číny, Indie a podobných rozvojových zemí s nízkou úrovní platů firmy výrobu přesunuli, se stala již výhodou značně diskutabilní – od roku 2001 rostly platy v Číně každoročně cca o 12 %. Například z průzkumu mezi švýcarskými firmami vyšlo najevo, že s tvrzením

[73)] *STRATEGIC POLICY FORUM ON DIGITAL ENTREPRENEURSHIP. Digital Transformation of European Industry and Enterprises.*

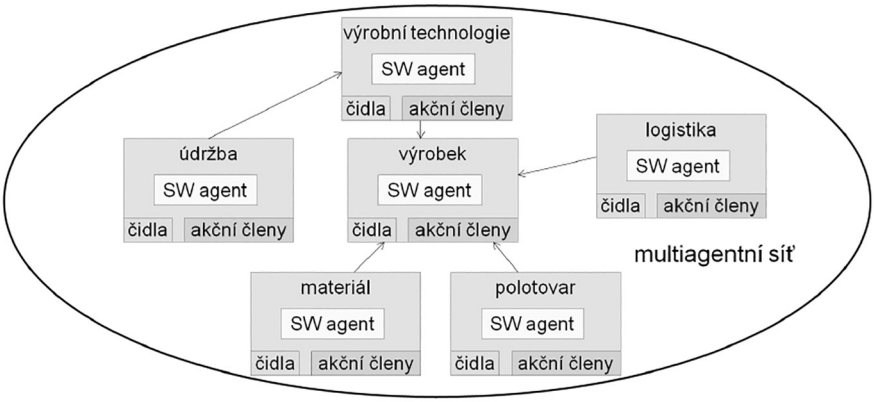
[74)] *SHIGEKI, Umeda; MASARU, Nakano; HAJIME, Mizuyama. Advances in Production Management Systems: Innovative Production Management Towards Sustainable Growth. Tokyo: Springer, 2015, 659. ISBN 978-3-319-22758-0 str. 196.*

„Industry 4.0. zpomalí trend relokace výroby do zemí s nízkým příjmem“ souhlasí střední až silnou měrou 68 % z nich.[75)]

Podobně se již v lednu roku 2012 vyjádřil manažer nizozemské továrny firmy Philips: „Produktový inženýr v Šanghaji je pro nás aktuálně stejně drahý jako ten v Nizozemsku.“[76)] Chce přestěhovat veškerou výrobu holicích strojků zpět do Evropy.

6.3 Dopad na dodavatelské řetězce

„Vliv změn ve smyslu příští výrobní revoluce se projeví v celém hodnotovém řetězci. To zřejmě bude mít velké implikace pro ČR s vysokým podílem průmyslových firem, nacházejících se na nižších pozicích globálních hodnotových řetězců.“[77)] Z této citace vyvstává otázka, zda se čeští dodavatelé nedostanou pod nátlak velkých výrobních podniků (zde ve smyslu odběratelů), které si budou nárokovat dosažení vyššího stupně digitalizace, než jaký by byl pro dodavatelskou firmu potřebný a výhodný. Jedná se například o přechod na multiagentní síť.[78)]



Obrázek 21 – Virtuální výrobní proces za předpokladu multiagentní sítě[79)]

[75)] *DELOITTE. The industry 4.0 environment.*
[76)] *NOORDHUIS, Maaike. Plants as Philips Shavers Come Home.*
[77)] *TECHNOLOGICKÁ AGENTURA ČR. Příští výrobní revoluce – příležitost nebo hrozba?*
[78)] *Prezentace ředitele fy FCC Průmyslové systémy Ing. Otto Havle, CSc., MBA na veletrhu Ampér.*
[79)] *Prezentace ředitele fy FCC Průmyslové systémy Ing. Otto Havle, CSc., MBA na veletrhu Ampér.*

Doktor Palíšek, který vede Siemens v ČR, míní, že je dokonce fatální, aby firmy šly nastupujícím standardům vstříc. Strkání hlavy do písku by podle něj vedlo k přesměrování dodavatelských řetězců mimo Českou republiku.[80] Dle vyjádření dalšího zástupce firmy Siemens, pana Petra Mňačko, již dnes probíhá selekce dodavatelů také na základě stupně digitalizace, které dosahují. Jako konkrétní příklad uvedl firmu Škoda Auto, která od svých primárních dodavatelů vyžaduje digitální dvojče dodávaných dílů neboli data, která jsou vstupem pro software na pozadí systémů čtvrté průmyslové revoluce. Tento příklad se dá pokládat pro Českou republiku jako tradiční v tom smyslu, že firmy s českým vlastnictvím jsou většinou malé až střední podniky, dodávající většinou do nadnárodních korporací, což znamená, že mají „omezený prostor pro autonomní rozhodování o svém dalším rozvoji."[81]

Pokud bychom tento fakt na teoretické úrovni rozvinuli, mohlo by dojít až ke vzniku určitých oborových klastrů. Pan Radim Adam z firmy Automa podotýká, že záleží na postavení firmy v dodavatelském řetězci. Pakliže připustíme možnost, že výrobce by mohl dodavatele tlačit k vyššímu stupni digitalizace za účelem sjednocení komunikační platformy, jsou z tohoto tlaku teoreticky vypuštěny podniky, které dodávají v modelu B2C.

6.4 Očekávaný dopad na ČR

Co se týče konkrétních odhadů dopadu Průmyslu 4.0 na ČR, údaje SPČR hovoří o: [82]

- ► úspoře provozních a režijních nákladů 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,
- ► vzniku nových výrobních a obchodních procesů.

Průzkum mezi firmami dokládá, že si české firmy potenciál Průmyslu 4.0 uvědomují: 70 % z nich od něj očekává zvýšení produktivity práce, téměř čtvrtina v Průmyslu 4.0 vidí řešení nedostatku zaměstnanců a dvě pětiny očekávají efektivní využívání elektronické komunikace ze strany státní správy. Jiný zdroj přidává mezi přední přínosy, které firmy uvádí, také lepší řízení a plánování, práci s daty či zajištění konkurenceschopnosti.[83]

---

[80] *Prezentace doktora Eduarda Palíška na konferenci „Průmysl 4.0 – není na co čekat", Praha.*

[81] *TECHNOLOGICKÁ AGENTURA ČR. Příští výrobní revoluce – příležitost nebo hrozba?*

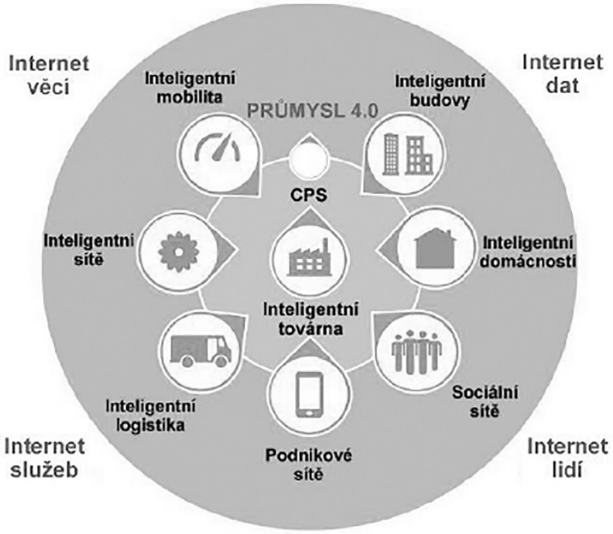
[82] *SPČR. Česká cesta Průmyslu 4.0: úspory nákladů, vyšší produktivita práce, řešení nedostatku lidí.*

[83] *AHK. Výsledky průzkumu „Průmysl 4.0 v České republice – aktuální stav, příležitosti a výzvy", str. 7.*

Jedná se však o velmi teoretická data, která je možno brát v potaz na národní úrovni, nikoli na úrovni jednotlivého podniku. Zde bude dopad přirozeně záviset na mnoha aspektech, například na velikosti podniku, respektive na objemu výroby; na diverzifikaci portfolia a na míře flexibility výrobků. Pro velké firmy má digitální propojení procesů větší význam než u MSP (míra důležitosti důležitá, až velmi důležitá u velkých podniků 92 % oproti MSP 78 %). Malé a střední podniky také oproti těm velkým plánují v menší míře propouštět a 69 % z dotazovaných (oproti 39 % ze zástupců velkých podniků) nemá ve firmě osobu dedikovanou na digitalizaci.

Pro příklad: dle slov jednatele malého podniku Dinel, s.r.o., jehož výrobky jsou charakteristické vysokou mírou kustomizace a nevelkými objemy, je za těchto podmínek neautomatizovaná výroba stále výhodnější.[84)]

Do zajímavého kontextu dává Průmysl 4.0 doktor Palíšek (CEO Siemens ČR). Uvádí, že budou-li vznikat inteligentní továrny, bude potřeba vytvořit inteligentní prostředí. To zahrnuje například inteligentní logistiku, inteligentní města, inteligentní sítě, inteligentní domácnosti. Také poptávka není nekonečná a další navyšování efektivity výroby, ke kterému Průmysl 4.0 vede, může vést k modifikaci stávajícího modelu práce, například na zkrácení pracovního týdne na čtyřdenní.[85)]



Obrázek 22 – Prostředí Průmyslu 4.0[86)]

[84)] *Osobní rozhovor s Ing. Daliborem Štverkou na veletrhu Ampér.*

[85)] *Prezentace doktora Eduarda Palíška na konferenci „Průmysl 4.0 – není na co čekat", Praha.*

[86)] *SPČR. ČESKÁ REPUBLIKA SE NEMUSÍ OBÁVAT KYBERNETICKÉHO VĚKU.*

Jedním z dopadů bude nepochybně i modifikace standardů směrem k Industrie 4.0. Jedná se přitom jak o technickou standardizaci, tak o dnes obecně vzrůstající trendy, které se stanou novým normálem. „České firmy by proto měly tento trend intenzivně sledovat a neopakovat chyby, jako třeba obchodní řetězce Quelle a Karstadt, které před zhruba patnácti lety nezachytily trend digitalizace obchodu a skončily v insolvenci."[87)]

Úspěšné zavedení Průmyslu 4.0 předpokládá změnu uvažování a celkového přístupu nejen k průmyslu – přináší s sebou celospolečenskou změnu zahrnující také změnu standardů, kybernetickou bezpečnost, vzdělávání, legislativu, strukturu vědy a výzkumu, trh práce či sociální systém.[88)] Náměstek ministra průmyslu a obchodu inženýr Muřický vyzdvihl nutnost informovanosti a angažovanosti veřejnosti. Z tohoto pohledu vyplývá, že proces zavádění nebude skokovou záležitostí, naopak se jedná o běh na dlouhou trať. Inženýr Radim Adam v časopisu Automa přirovnává situaci k zavádění standardu integrovaných informačních systémů „ANSI/ISA S95 Enterprise – Control Systems Integration" a jeho poznatkem zde je, že byť v době jeho schválení v roce 2000 většina firem odhadovala dobu potřebnou k implementaci tohoto standardu od tří do pěti let, „zhruba deset let trvalo, než si světoví průmysloví lídři uvědomili potřebu kompletního konceptu pro řízení podniku.

Lze předpokládat, že s obdobnou setrvačností a dopravním zpožděním lze počítat i při prosazování iniciativy Industry 4.0".[89)] Většina přednášejících na konferenci European Manufacturing Strategies Summit se shodla v tom, že jsou, co se týče Průmyslu 4.0 či jeho národní alternativy, teprve na začátku. Jeden z britských zdrojů uvádí jako dobu do včlenění Industry 4.0 alespoň 20 let. Jiří Holoubek ze SP ČR udává pro situaci v ČR podobný časový horizont a podotýká, že 3. průmyslová revoluce spjatá s automatizací a robotizací trvá přes dvacet let a stále ještě dobíhá.[90)] Aktuálním tématem pro dnešní dobu je vytvoření platforem, protokolů a propojení chytrých zařízení, která umožní vznik digitálního prostředí firmy.

6.5 Dopad na zaměstnanost

Při důsledné aplikaci principů Průmyslu 4.0 bezpochyby určité pracovní pozice přestanou být ze strany zaměstnavatelů vyhledávány a tím zaniknou. Nelze to však vnímat jednostranně a prorokovat rapidní snížení zaměstnanosti. Ostatně, pracovních pozic, které již historickým vývojem zanikly, jsou desítky, ne-li stovky (mnohé z těch tradičně českých uvádí tento zdroj). Na-

[87)] *PODIVÍNSKÝ, Tomáš Jan; EHLER, Tomáš. NĚMECKÝ FENOMÉN INDUSTRIE 4.0 .*

[88)] *SPČR. ČESKÁ REPUBLIKA SE NEMUSÍ OBÁVAT KYBERNETICKÉHO VĚKU.*

[89)] *ADAM, Radim. Automa – časopis pro automatizační techniku: Jedenáctý European Manufacturing Strategies Summit – dojmy a postřehy. 2016, 22(1). ISSN 1210-9592.*

[90)] *SPČR. Česká republika se nemusí obávat kybernetického věku.*

opak se počítá s tím, že Průmysl 4.0 celkovou potřebu po pracovní síle zvýší. Tato myšlenka je sdílena i na úrovni Evropské unie, která identifikovala v internetové ekonomice obrovský potenciál a počítá s tím, že za každé zrušené offline místo vytvoří 2,6 míst nových. Digitalizace se na počtu nově vytvořených pracovních míst může podílet až 25 %. Podle předsedy představenstva SP ČR Jiřího Holoubka se v rámci ohrožených pozic stejně jedná o místa, o která v ČR není velký zájem, proto jsou na ně agenturně přijímáni zahraniční pracovníci. Vůlí SP je tedy zavedení takových prvků Průmyslu 4.0, které eliminují právě profese s nižší úrovní kvalifikace, a to co nejdříve.[91)]

Následující tabulku vytvořilo oddělení strategie a trendů EU v rámci snahy o analýzu dopadů digitalizace na trh práce v ČR a EU. „Obecně sice těžko pochybovat, že většinu profesí popisovaných jako ohrožené lze automatizovat, ale těžko říct, zda k tomu dojde (tj. zda to bude ekonomicky efektivní) za 5 nebo za 10 let či ještě později."[92)]

ISCO-3 Kód	Název profese	Index ohrožení digitalizací
431	Úředníci pro zpracování číselných údajů	0,98
411	Všeobecní administrativní pracovníci	0,98
832	Řidiči motocyklů a automobilů (kromě nákladních)	0,98
523	Pokladníci a prodavači vstupenek a jízdenek	0,97
621	Kvalifikovaní pracovníci v lesnictví a příbuzných oblastech	0,97
722	Kováři, nástrojaři a příbuzní pracovníci	0,97
441	Ostatní úředníci	0,96
412	Sekretáři (všeobecní)	0,96
834	Obsluha pojízdných zařízení	0,96
612	Chovatelé zvířat pro trh	0,95
921	Pomocní pracovníci v zemědělství, lesnictví a rybářství	0,95
811	Obsluha zařízení na těžbu a zpracování nerostných surovin	0,94
814	Obsluha strojů na výrobu a zpracování výrobků z pryže, plastu a papíru	0,94
432	Úředníci v logistice	0,94
821	Montážní dělníci výrobků a zařízení	0,93
816	Obsluha strojů na výrobu potravin a příbuzných výrobků	0,93
961	Pracovníci s odpady	0,93
421	Pokladníci ve finančních institucích, bookmakeři, půjčovatelé peněz, inkasisté pohledávek a pracovníci v příbuzných oborech	0,93
831	Strojvedoucí a pracovníci zabezpečující sestavování a jízdu vlaků	0,92
818	Ostatní obsluha stacionárních strojů a zařízení	0,92

Obrázek 23 – Dvacet profesí s největším indexem ohrožení digitalizací [93)]

Například ve Francii ubylo kvůli digitalizaci za posledních patnáct let 400 000 pracovních míst, ale bylo vytvořeno 1 200 000 nových.[94)]

[91)] *SPČR. ČESKÁ REPUBLIKA SE NEMUSÍ OBÁVAT KYBERNETICKÉHO VĚKU.*
[92)] *ZAJÍC, David. Ekonom: příloha ICT revue. Praha: Economia, 2016, LX(14). ISSN 1210-0714.*
[93)] *ODDĚLENÍ STRATEGIE a TRENDŮ EU. D opady digitalizace na trh práce v ČR a EU.*
[94)] *STRATEGIC POLICY FORUM ON DIGITAL ENTREPRENEURSHIP. Digital Transformation of European Industry and Enterprises.*

Profesor Mařík poznamenává, že „člověk nebude nahrazen, nýbrž dostane nové nástroje".[95] Ministerstvo práce USA se snaží na rychlost změn doby a tím i pracovního trhu upozornit již ve zprávě s názvem „Futurework: Trends and Challenges for work in the 21st Century", která vznikla na přelomu tisíciletí. Konkrétně je zde vyjádřen předpoklad, že „šedesát pět procent dnešních studentů bude vykonávat práci, která ještě neexistuje".[96] Mohl by se zdát kontroverzní, nicméně i mnohé z dnešních pozic by si před dvaceti lety někdo dokázal jen těžko představit.

Jiří Halbrštát z personální agentury ManpowerGroup popisuje dnešní dostupnost zaměstnanců jako nedostatečnou: „V průmyslu chybí až 150 000 nástrojářů, obráběčů, svářečů, techniků a mechaniků. Třeba i rok firmy hledají vhodného technologa, procesního inženýra nebo inženýra kvality."[97] Nedostatek je i strojních inženýrů a IT specialistů. Do budoucna se však situace nebude vyvíjet ve prospěch zaměstnavatelů: „Mezi lety 2030 až 2040 nastane mohutná krize na pracovním trhu. Bude nám zoufale chybět lidský kapitál a hlavně vysoce kvalifikovaní pracovníci." Analýza MPSV informaci potvrzuje s konkrétní kvantifikací: „Za předpokladu zachování stávajícího trendu demografického vývoje bude podle prognóz na českém trhu práce v roce 2030 chybět zhruba 420 000 kvalifikovaných pracovníků."[98] Teoreticky by situaci mohl paradoxně Průmysl 4.0 pomoci. Jak poznamenal doktor Palíšek, na určité pozice se nároky na zaměstnance, přesněji na jejich znalosti a praxi, sníží – pracovníka v mnohém vede uživatelsky zjednodušený systém, například skrze display. Výrobu by tudíž po absolvování rekvalifikačního kurzu mohli obsluhovat i netechničtí pracovníci.

6.6 Dopad na vzdělání

V návaznosti na předchozí podkapitolu vyvstává v ČR potřeba upravit koncept vzdělávání tak, aby odpovídalo nejen aktuálním, ale především budoucím potřebám pracovního trhu. Již z dnešní situace je patrné, že bude narůstat poptávka především po zaměstnancích schopných interdisciplinárního myšlení. Aktuálně probíhá v akademické i soukromé sféře diskuse o konkrétních požadavcích na znalosti a dovednosti absolventů s profilem vhodným k uplatnění ve věku Průmyslu 4.0.

„Hodně se hovoří o principu vzdělávání „T - shape", což znamená, že absolvent by měl mít nejen hluboké profesní znalosti, ale také široké mezioborové

---

[95] Prezentace profesora Vladimíra Maříka na konferenci „Průmysl 4.0 – není na co čekat", Praha.

[96] U.S. DEPARTMENT OF LABOR. Futurework: Trends and Challenges for work in the 21st Century.

[97] FINANCNINOVINY.CZ. Personální agentury: ČR bude čelit silnému nedostatku odborníků.

[98] VÝZKUMNÝ ÚSTAV MPSV. Analýza postavení cizinců dlouhodobě žijících v ČR a návrh optimalizačních kroků: Pracovní studie. Říjen 2004.

a „měkké“ dovednosti, jako je komunikace, psychologie, jazyková vybavenost. Vysoké školy by tak měly rozšířit u technických oborů také výuku tzv. „měkkých“ dovedností, zatímco humanitní školy by naopak měly vybavovat absolventy i základními technickými poznatky a dovednostmi.“[99] Takový přístup prosazuje i profesor Mařík s dodatkem, že Průmysl 4.0 bude třeba promítnout do úplně všech učebních plánů všech oborů nejen na vysokých, ale i středních školách.

Nutné bude mimo jiné dokončit reformu terciárního vzdělávání. Zejména v době, kdy má ČR nejvyšší zaměstnanost v EU a je zřetelné, že pro firmy se konkurenční soutěž neodehrává jen na poli uplatnění své produkce, ale i co se týče náboru talentovaných zaměstnanců, je více než vhodné, aby se spolupodílely na vzdělávání studentů a tím si je „předpřipravily“. Některé si to uvědomují, například společnosti Fosfa, OMS Lighting či Škoda Auto, a již své podnikové školy mají. Této aktivitě je velmi nakloněn i stát, od roku 2014 je zaveden odpočet na podporu odborného vzdělávání, a to jak na pořízení majetku sloužícího odbornému vzdělávání, tak na podporu výdajů vynaložených na studenta při odborném vzdělávání. Nedá se říci, že by stát tomuto problému nevěnoval pozornost, jednu z diskusí o spolupráci průmyslových firem a škol při odborném vzdělávání pořádal například Svaz průmyslu a dopravy v červnu 2015.

6.7 Dopad na výzkum a vývoj

Dle Competitiveness reportu z roku 2014 zůstává technologická vybavenost na nízké úrovni a české podniky, leč si vedou dobře v regionálním srovnání, zaostávají v sofistikovanosti a inovacích za jinými ekonomikami EU.[100]

Dle slov profesora Maříka je nutné rekonstruovat aplikovaný výzkum od nahodile vybraných projektů směrem k dlouhodobé infrastruktuře, která bude disponovat dostatečnou kapacitou a flexibilitou pro menší doplňkové projekty. Profesor Mařík vyzdvihl nutnost soustředit výzkum a vývoj mimo jednotlivé podniky.

Aplikovaný výzkum by měl být koncentrován a koordinován na národní úrovni. Profesor spatřuje cestu v budování test-bedů. První z českých vzniká i v budovaném komplexu ČVUT v Dejvicích, kde bude firmám umožněno na něm participovat.[101]

[99] *SPČR. ČESKÁ REPUBLIKA SE NEMUSÍ OBÁVAT KYBERNETICKÉHO VĚKU.*
[100] *WORLD ECONOMIC FORUM. The Global Competitiveness Report 2014–2015.*
[101] *RYCHLÍK, Martin. Roboti promění pražské Dejvice.*

Závěrečné shrnutí

Industry 4.0 (v originálu Industrie 4.0) je projekt německé vlády v rámci zadání rozvoje vědy a průmyslu na základě příchozí čtvrté průmyslové revoluce. Německá iniciativa reaguje na současné změny a problémy, představuje řešení vedoucí k novému výrobnímu systému. Základním principem je automatizace, digitalizace a plná elektronizace výroby. Zrod této koncepce je datován do roku 2011, kdy byla oficiálně představena veřejnosti na strojírenském veletrhu v Hannoveru. Přes vysokou míru robotizace bude stále potřeba spolupráce mezi lidmi a stroji v celém výrobním procesu. Stroje se přizpůsobují potřebám lidí, což je možné díky vzájemné komunikaci. Propojením IT s nejšpičkovějšími výrobními technologiemi vzniknou komplexní CPS, které díky RFID čipům ve výrobku řídí výrobní proces a vypočítávají optimální výrobní program včetně odvolávek materiálu. Veškeré stroje od manipulační techniky, dopravníků až po výrobky budou propojeny prostřednictvím IoT. I pracovníci přes smartphony či tablety budou napojeni za účelem efektivní komunikace a spolupráce. Výrobní procesy budou podpořeny inovovanými procesy z oblasti Smart logistics a Smart maintenance. Hlavním cílem bude adaptivní reakce na výkyvy poptávky, maximalizace přidané hodnoty pro zákazníka, flexibilní reakce na nečekané situace, minimalizace plýtvání a nárůst produktivity. To vše umožní, že podnik bude konkurenceschopný v podmínkách 21. století.

S novým výrobním konceptem je spojena řada nových pojmů, které jsou klíčové pro správnou funkci Smart factory. Jde o společnost budoucnosti, která dokáže reagovat na změny a maximálně efektivně uspokojovat potřeby zákazníka. Srdcem celé továrny je CPS. Jak již bylo zmíněno výše, tento komplexní systém řídí veškeré procesy a prvky díky propojenosti za pomoci internetu. Propojeno bude vše pomocí IoT, které sdružuje Smart objekty do jedné sdílené sítě. Bezdrátový přenos zajistí nejen Wifi, ale i RFID technologie, kdy RFID čipy budou implementovány do každého zařízení. Takové zařízení je schopné komunikovat, sdílet své informace a informace přijímat. Z této komunikace bude vznikat množství dat označovaných jako Big Data, do kterých se budou přenášet i informace od zákazníků, senzorů atd. Velké objemy dat budou sdružené do centrálního Cloudu. Společnosti budou outsourcovat spravování IT a využívat fenomén Cloud computing. Specializované společnosti nabídnou cloudové uložiště včetně veškeré techniky a servisu. Též bude v jejich kompetenci zajištění Cybersecurity, aby uložená citlivá data byla ochráněna před útoky. Smart senzory budou sledovat výrobu a veškeré odchylky budou neprodleně analyzovány a díky predikční údržbě odstraněny ještě než nastanou. Smart product se bude aktivně podílet na tvorbě výrobního programu, bude komunikovat se stroji a s pomocí CPS odvolávat materiál ze skladu. Cílem takto řešeného řízení výroby je vytvořit výrobek individuálně konfigurovaný dle přání zákazníka a to ve velmi krátkém čase s náklady srovnatelnými s hromadnou výrobou.

Česká republika také pracuje na vlastní iniciativě a pod vedením profesora Maříka vytváří Průmysl 4.0. Česká republika má pro zavedení iniciativy digitalizované výroby velké předpoklady, jelikož jde o průmyslovou zemi s dlouhou tradicí v oblasti výroby automobilů, těžkého strojírenství a chemického průmyslu.

Z výše uvedeného vyplývá, že koncept Industry 4.0 přinese řadu výhod koncovému zákazníkovi. Ten obdrží výrobek v maximální možné kvalitě, ve velmi krátkém dodacím čase a vyrobený přesně dle svých požadavků. Navíc obdrží skvělý poprodejní servis. Nové obchodní modely přinesou zákazníkovi nové možnosti. Například možnost nakoupení licence a vytištění výrobku z pohodlí domova za pomoci 3D tiskárny nebo virtuální prohlídku výrobku pomocí brýlí pro virtuální realitu. Koncept Industry 4.0 je přínosem i pro průmyslové podniky, které dosáhnou vyšší konkurenceschopnosti než podniky využívající konvenční výrobu. Díky velkému objemu individualizovaných výrobků a flexibility výroby dokážou výrazně snížit výrobní náklady a využívat výhod masové výroby při PULL principu. Chytré technologie, Smart proces, automatizace a robotizace umožní nárůst produktivity, jelikož digitalizace výroby umožní vyrábět více výrobků v kratším čase. Také je důležité zmínit hospodárnost, neboť poruchy budou minimalizovány a plýtvání bude eliminováno. Samozřejmostí je recyklace a využití nových materiálů. Veškerou těžkou práci obstarají stroje, které jsou opatřeny senzory a tím je zajištěna vyšší bezpečnost ve smyslu bezpečnosti práce a i ohrožení samotných strojů.

Industry 4.0 je poměrně nová platforma, a tak má ještě řadu omezení a hrozeb. Tématem číslo jedna je zabezpečení dat. Všechna data budou v centrálním Cloudu a je možné jejich napadení ze strany hackerů. Je nutné tato data ochránit pomocí Cybersecurity a kombinací různých technik ochrany. Nejen data, ale i digitalizovaná výroba může být ohrožena útoky teroristů skrz internet za účelem poškození společnosti a oslabení ekonomiky státu. Očekávat se dá i propouštění, protože dělnické profese převezmou stroje. V tomto případě je již myšleno na reformy školství a dovzdělání budoucích pracovníků v IT. Přechod na výrobu dle konceptu Smart factory bude značně nákladný. Počáteční investice mohou být vysoké, jelikož bude nutné nakoupit nové automaty a roboty včetně doplňkových prvků. V dlouhodobém horizontu by se investice měly vrátit díky efektivitě a dalším výhodám plynoucím z digitalizované výroby. Navíc do současných podmínek nelze nasadit Smart factory. Bude tomu předcházet mnoho právních změn. V celosvětovém měřítku jde o „hru o čas", kdo získá konkurenční výhodu ze zavedení výroby budoucnosti. Většina zemí začala pracovat na vlastní iniciativě digitalizované výroby. To však může být omezením pro mezinárodní obchod, a proto je nutné sjednocení těchto iniciativ, a na to již reaguje například EU. Jelikož jde o nový a specifický koncept, je o něm u široké veřejnosti obecně nízké povědomí. Řada dotázaných respondentů pojem Industry 4.0 nezná. Bylo by vhodné informovat

o tomto konceptu širokou veřejnost, zejména zájmové skupiny osob, které daný koncept v blízké budoucnosti přímo ovlivní.

V průmyslové praxi již řada firem převzala iniciativu a aktivně vyvíjí podmínky pro uplatnění principů Smart factory. Již nyní existuje závod, který funguje plně dle konceptu Smart factory. Je to Siemens EWA v Amberku. Je považován za první svého druhu a nejmodernější v oblasti výroby elektronických prvků. První platformou CPS vynalezla firma Synapticon. DYNARC je tvořen modulárními systémy, senzory, ovladači a jedná se o komplexní inteligentní automatizované řešení. IoT již existuje v řadě velkých měst. Zatím nejde o plošně pokrytí, ale již tisíce chytrých objektů jsou propojeny do SIGFOX bezdrátového IoT. I řada dalších předních společností aktivně pracuje na vývoji technologií a možností pro přechod na Smart factory.

Ani přední česká společnost zabývající se výrobou automobilů není pozadu. Společnost ŠKODA AUTO a.s. sleduje koncept Industry 4.0 a již implementovala projekty vedoucí ke Smart factory. V současnosti jde mimo jiné o projekty Smart Maintenance s cílem dosažení predikční údržby: Transparentní továrna sdružující data do centrálního uložiště s cílem transparentnosti a Digitální továrna k ověření procesů pomocí modelů a simulací.

Osobně vidíme v konceptu Industry 4.0 veliký potenciál pro průmyslovou výrobu, kdy výhody převažují nad nevýhodami. Pokud by se země sjednotily v rozvoji tohoto konceptu včetně úpravy právního rámce, dosáhly by mnohem lepších výsledků. Důležité pro úspěšnou implementaci je nejen sjednocení, ale také odstranění největších hrozeb, nebo alespoň jejich minimalizace. Digitalizace výroby a narůstající zapojení technologií budou náchylné na výpadky proudu. Data na vzdálených uložištích budou napadána hackery a může nastat situace, že zaměstnanci nebudou ochotni ke změně na novou výrobu. Na to je důležité pamatovat ještě ve fázi vývoje iniciativy.

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Index rozvoje lidské společnosti 9
Obrázek 2 – Struktura rozvoje lidské společnosti 11
Obrázek 3 – Vývojové etapy průmyslové revoluce 12
Obrázek 4 – Parní stroj jako symbol průmyslové revoluce 12
Obrázek 5 – Oblouková lampa od českého vynálezce Františka Křižíka 13
Obrázek 6 – První osobní počítač IBM PC 5150 14
Obrázek 7 – Současná a budoucí výroba ve Smart factory 20
Obrázek 8 – Pojmy spojené s Industry 4.0 22
Obrázek 9 – Koncept Smart factory 23
Obrázek 10 – Zapojení Embedded systems v IoT, IoS a Big Data 25
Obrázek 11 – Porovnání technologií pro elektronický přenos informací 27
Obrázek 12 – Schéma RFID technologie 27
Obrázek 13 – IoT, IoP a IoS – propojení lidí, objektů a systémů 29
Obrázek 14 – Smart propojený produkt a jeho schopnosti 32
Obrázek 15 – Podíl průmyslu na HDP u zemí EU 35
Obrázek 16 – Porovnání klíčových faktorů Průmyslu 4.0 36
Obrázek 17 – Podíl ICT sektoru na zaměstnanosti v r. 2013 37
Obrázek 18 – Iniciativy typu Industry 4.0 napříč Evropou 40
Obrázek 19 – Index připravenosti na Industry 4.0. 41
Obrázek 20 – Efekt Industrie 4.0 na úsporu výrobních nákladů v Německu. 44
Obrázek 21 – Virtuální výrobní proces za předpokladu multiagentní sítě 52
Obrázek 22 – Prostředí Průmyslu 4.0 54
Obrázek 23 – Dvacet profesí s největším indexem ohrožení digitalizací 56

Seznam literatury

FASSMANN, Martin, Pohledy: Odbory a průmysl 4.0., Ing. ČMKOS, 2016, Praha, ISBN: 978-8086846-63-7.

DRUCKER, Peter F. Inovace a podnikavost. Praxe a principy. MANAGEMENT PRESS. Praha 1985. ISBN 80-85603-29-2.

SPATH, D. a kol. *Studie Produktionsarbeit der zukunft – Industrie 4.0.* Stuttgart: Fraunhofer IAO, 2013. ISBN 978-3-8396-0570-7.

Elektronické zdroje

ACTIVE ROBOTS. Product: Baxter Research Robot. Dostupný na WWW: http://www.active-robots.com/baxter-research-robot

ADVANCED MANUFACTURING PARTNERSHIP 2. PCAST Meeting. Dostupný na WWW:
https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/PCAST/0905%20AMP2%200%20slides_v2.pdf

ADVANCED MANUFACTURING PARTNERSHIP 2.0. ACCELERATING U.S. ADVANCED MANUFACTURING: REPORT TO THE PRESIDENT. Dostupný na WWW:
https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/PCAST/0905%20AMP2%200%20slides_v2.pdf

AHK. Výsledky průzkumu „Průmysl 4.0 v České republice – aktuální stav, příležitosti a výzvy". Dostupný na WWW:
http://tschechien.ahk.de/fileadmin/ahk_tschechien/Jahresthema_2015/Vysledky_pruzkumu_Prumysl4.0_2015.pdf

BCG. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. Dostupný na WWW:
https://www.bcgperspectives.com/content/articles/engineered_products_project_business_industry_40_future_productivity_growth_manufacturing_industries/?chapter=2#chapter2

BÍZKOVÁ, Rút. Perspektivy TAČR 2015. Dostupný na WWW:
http://www.slideshare.net/TACRprezentace/rut-bzkov-perspektivy-tar-2015 slide 5

BOSCH. Bosch pools Industry 4.0 expertise in the "Connected Industry" innovation cluster. Dostupný na WWW:
http://www.asmag.com/rankings/article_detail.aspx?id=18487

BOSCH. Industry 4.0 & Logistics: Application examples. Dostupný na WWW: http://www.bosch-connectivity.com/en/bcds/what_we_offer/domains/transport__logistics___traffic/transport_and_logistics

BOSCH. Industry 4.0 in practice at Bosch. Dostupný na WWW: http://www.bosch-presse.de/presseforum/details.htm?txtID=7200&locale=en

BOSCH. Key technology for the connected world: Five billion Bosch MEMS sensors. Dostupný na WWW: http://www.bosch-presse.de/presseforum/details.htm?txtID=7120&locale=en

BUSINESSINFO.CZ. Daňový systém České republiky. Dostupný na WWW: http://www.businessinfo.cz/cs/clanky/danovy-system-ceske-republiky-3429.html

CISCO. Cisco Global Cloud Index 2014–2019. Dostupný na WWW: https://www.ciscoknowledgenetwork.com/files/547_11-10-15-Documents-Cisco_GCI_Deck_2014-2019_for_CKN__10NOV2015_.pdf

CONTROL ENGINEERING ČESKO. Hledání paní Colombové aneb nástup Industry 4.0 v ČR. Dostupný na WWW: http://www.controlengcesko.com/index.php?id=47&no_cache=1&tx_ttnews[tt_news]=5850&cHash=069da29f94&type=98

CULEY, Sean. Transformers: Supply Chain 3.0 and How Automation will Transform the Rules of the Global Supply Chain. Dostupný na WWW: http://www.europeanbusinessreview.com/?p=2362

CZECH TRADE. VÝVOJ ZAHRANIČNÍHO OBCHODU ČESKÉ REPUBLIKY ZA PRVNÍ ČTVRTLETÍ ROKU 2015. Dostupný na WWW:http://www.businessinfo.cz/app/content/files/zpravodajstvi-pro-export/ctvrtletni-analyzy-ZO/Ctvrtletni_prehled_01_2015.pdf

CZECHINVEST. Investiční pobídky. Dostupný na WWW: http://www.czechinvest.org/investicni-pobidky-nove

ČASOPIS AUTOMA. Francouzská iniciativa Industrie du Futur není německý projekt Industrie 4.0 ve francouzském kabátě. Dostupný na WWW: http://automa.cz/francouzska-iniciativa-industrie-du-futur-neni-nemecky-projekt-industrie-4-0-ve-francouzskem-kabate-53939.html

ČASOPIS AUTOMA. Spolupráce ve vzdělávání: To je, oč tu běží. Dostupný na WWW: http://automa.cz/spoluprace-ve-vzdelavani:-to-je-oc-tu-bezi-53742.html

DE LEEUW, Valentijn. France's "Industrie du Futur" Is Well On Track. Dostupný na WWW:
https://industrial-iot.com/2015/08/frances-industrie-du-futur-is-well-on--track/?_cldee=YmFydG9zaWtAYXV0b21hLmN6

DELOITTE. The industry 4.0 environment. Dostupný na WWW: http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ch/Documents/manufacturing/ch-en--manufacturing-industry-4-0-24102014.pdf

ENOVATION. Ušetřete 19 % na daních z příjmů právnických osob. Dostupný na WWW:
http://www.enovation.cz/financovani-podnikovych-inovaci

EURO INDUSTRY 4.0. Čtvrtá průmyslová revoluce. Dostupný na WWW:
http://euroindustry4.eu/

EUROPEAN COMMISSION. Commission calls for immediate action for a European Industrial Renaissance. Dostupný na WWW:
http://europa.eu/rapid/press-release_IP-14-42_en.htm

EUROPEAN COMMISSION. ‚Digital Transformation of European Industry and Enterprises' – report from the Strategic Policy Forum on Digital Entrepreneurship. Dostupný na WWW:
http://ec.europa.eu/growth/toolsdatabases/newsroom/cf/itemdetail.cfm?item_id=8188

EUROPEAN COMMISSION. Digitising European Industry. Dostupný na WWW:
https://ec.europa.eu/digital-single-market/sites/digital-agenda/files/overview_of_digitising_industry_initiatives_230216_2.jpg

EUROPEAN COMMISSION. Stimulating growth and employment: an action plan for doubling the volume of e-commerce in Europe by 2015. Dostupný na WWW:
http://europa.eu/rapid/press-release_IP-12-10_en.htm?locale=en

EUROPEAN PARLIAMENTARY RESEARCH SERVICE, Davies Ron. Industry 4.0: Digitalisation for industry and growth: What will Industry 4.0 change? (str. 5-7). Dostupný na WWW:
http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI%282015%29568337_EN.pdf

FEDERAL MINISTRY FOR ECONOMIC AFFAIRS AND ENERGY. Testbeds Easing access for SMEs. Dostupný na WWW:
http://www.plattformi40.de/I40/Navigation/EN/InPractice/Testbeds/testbeds.html

FEIREISLOVÁ, Jana. Proč daňoví poplatníci nevyužívají odčitatelnou položku na výzkum a vývoj?. Dostupný na WWW: http://www.danarionline.cz/archiv/dokument/doc-d34321v43814-proc-danovi-poplatnici-nevyuzivaji-odcitatelnou-polozku-na/?search_query=

FEIREISLOVÁ, Jana. Schválili Vám dotaci? Poradíme, na co a jak se připravit. Dostupný na WWW: http://www.oppik.cz/dotacni-radce/schvalili-vam-dotaci-poradime-na-co-a-jak-se-pripravit

FILLNER, Karel. Vlastnosti BTC, výhody i nevýhody. Dostupný na WWW: http://btctip.cz/vlastnosti-btc-vyhody-i-nevyhody/

FINANCNINOVINY.CZ. Personální agentury: ČR bude čelit silnému nedostatku odborníků. Dostupný na WWW: http://www.finance.cz/zpravy/finance/436761-personalni-agentury-cr-bude-celit-silnemu-nedostatku-odborniku/

HARRIS, Stephen. Industry 4.0: the next industrial revolution: The engineer magazine. Dostupný na WWW: http://www.theengineer.co.uk/issues/july-2013-online/industry-4-0-the-next-industrial-revolution/

HOSPODÁŘSKÁ KOMORA ČR. Bez kvalitní analýzy hrozí, že dotace na rozvoj vysokorychlostního internetu bude ČR vracet. Dostupný na WWW: http://www.komora.cz/aktualni-zpravodajstvi/tiskove-zpravy/tiskove-zpravy-2016/bez-kvalitni-analyzy-hrozi-ze-dotace-na-rozvoj-vysokorychlostniho-internetu-bude-cr-vracet.aspx

INDUSTRIAL INTERNET CONSORTIUM. About us. Dostupný na WWW: http://www.iiconsortium.org/faq.htm

JEŽEK. Řemesla a činnosti. Dostupný na WWW: http://brtpichlavec.sweb.cz/ves/remesla/remesla2.htm

Level of GDP per capita and productivity. OECD, 2014. Dostupné na WWW: http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=PDB_LV

MAŘÍK, Vladimír. Je Industry 4.0 opravdu revolucí? 2015. Dostupný na WWW: http://www.stech.cz/Portals/0/Konference/2015/03%20Industry/PDF/01_marik.pdf str 2

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy: Estimated potential economic impact of technologies across site applications in 2025. May 2013 Dostupný na WWW:

http://www.mckinsey.com/business-functions/business-technology/our-insights/disruptive-technologies

MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. Next generation genomics, 2013. Dostupný na WWW:
http://www.mckinsey.com/assets/dotcom/mgi/slideshows/disruptive_tech/index.html#

MINISTERSTVO PRÁCE a SOCIÁLNÍCH VĚCÍ ČR. OP Zaměstnanost 2014 – 2020. Dostupný na WWW:
http://www.esfcr.cz/op-zamestnanost-2014-2020

MINISTERSTVO PRO MÍSTNÍ ROZVOJ ČR. Operační program Podnikání a inovace pro konkurenceschopnost. Dostupný na WWW:
http://www.strukturalni-fondy.cz/cs/Fondy-EU/2014-2020/Operacni-programy/OP-Podnikani-a-inovace-pro-konkurenceschopnost

MLÁDEK, Jan. Čeká nás velká změna v myšlení lidí, 2016. Dostupný na WWW:
https://www.cssd.cz/media/cssd-v-mediich/jan-mladek-pro-trade-news-ceka-nas-velka-zmena-v-mysleni-lidi/

MM PRŮMYSLOVÉ SPEKTRUM. Průmysl 4,0 - českým firmám chybí podpora státu. Dostupný na WWW:
http://m.mmspektrum.com/clanek/prumysl-4-0-ceskym-firmam-chybi-podpora-statu

MPO, Odbor 10500. Příprava Národního plánu sítí nové generace nabírá dynamiku, 2016. Dostupný na WWW:
http://www.mpo.cz/dokument171182.html

PO. Hlavní parametry programu TRIO, 2015. Dostupný na WWW:
http://download.mpo.cz/get/53196/60661/634983/priloha003.pdf

MPO. PRAVIDLA PRO ŽADATELE a PŘÍJEMCE DOTACE z OPERAČNÍHO PROGRAMU PODNIKÁNÍ a INOVACE PRO KONKURENCESCHOPNOST Dostupný na WWW:http://download.mpo.cz/get/53073/63092/650991/priloha010.pdf

MŠMT. OP Výzkum, vývoj a vzdělávání období 2014-2020. Dostupný na WWW:
http://www.msmt.cz/strukturalni-fondy-1/op-vvv

MŠMT. RIS3 strategie ČR. Dostupný na WWW:
http://www.msmt.cz/strukturalni-fondy/ris3-strategie-cr

MUŘICKÝ, Eduard. Národní iniciativa Průmysl 4.0, 2016. Dostupný na WWW:
http://www.ppp4.cz/prezentace/documents/pdf/1-muricky-iniciativa--prumysl4.pdf

MUSIL, Petr. Mládek splnil Sobotkův pokyn: Národní plán rozvoje sítí nové generace opět míří do vlády, 2015. Dostupný na WWW: http://ekonomicky-denik.cz/mladek-splnil-sobotkuv-pokyn-narodni-plan--rozvoje-siti-nove-generace-opet-miri-do-vlady/

NOORDHUIS, Maaike. Plants as Philips Shavers Come Home, 2012. Dostupný na WWW: http://www.bloomberg.com/news/articles/2012-01-19/china-no-match-for--dutch-plants-as-philips-shavers-come-home-1-

ODBORNÉ ČASOPISY.CZ. Další průmyslová revoluce - Průmysl 4.0, 2013. Dostupný na WWW: http://www.odbornecasopisy.cz/clanek/dalsi-prumyslova-revoluce-prumysl-4-0-190

ODDĚLENÍ STRATEGIE a TRENDŮ EU. D opady digitalizace na trh práce v ČR a EU, 12 /2015. Dostupný na WWW: http://www.vlada.cz/assets/evropske-zalezitosti/analyzy-EU/Dopady-digitalizace-na-trh-prace-CR-a-EU.pdf

PODIVÍNSKÝ, Tomáš Jan; EHLER, Tomáš. NĚMECKÝ FENOMÉN INDUSTRIE 4.0. Dostupný na WWW: http://www.czechtrade.cz/o-czechtrade/reference/czechtrade-media/nemecky-fenomen-industrie-4-0-1-3-2016/

ROLAND BERGER STRATEGY CONSULTANTS. INDUSTRY 4.0: The new industrial revolution How Europe will succeed. 03/2014. Dostupný na WWW: https://www.rolandberger.com/media/pdf/Roland_Berger_TAB_Industry_4_0_20140403.pdf str. 14

ROLAND BERGER STRATEGY CONSULTANTS. INDUSTRY 4.0: The role of Switzerland within a European manufacturing revolution. 03/2015. Dostupný na WWW: https://www.rolandberger.com/media/pdf/Roland_Berger_TAB_Industry_4_0_Switzerland_20150526.pdf str. 22

RYCHLÍK, Martin. Roboti promění pražské Dejvice. 12. 3. 2016. Dostupný na WWW: https://aktualne.cvut.cz/zpravy-z-medii/20160312-roboti-promeni-prazske--dejvice

SDRUŽENÍ PRO INTERNETOVÝ ROZVOJ. SPIR: Národní plán rozvoje sítí nové generace je třeba předělat, 2016. Dostupný na WWW: http://www.spir.cz/spir-narodni-plan-rozvoje-siti-nove-generace-je-treba--predelat

SIEMENS. "Industrie 4.0": Seven Facts to Know about the Future of Manufacturing. Dostupný na WWW:
http://www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-the-future/industry-and-automation/digtial-factory-trends-industrie-4-0.html

SIEMENS. Defects: a Vanishing Species? Dostupný na WWW:
http://www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-the-future/industry-and-automation/digital-factories-defects-a-vanishing-species.html

SMART TECH SOLUTIONS. Pokyn č. D-288 Ministerstva financí České republiky k jednotnému postupu při uplatňování ustanovení § 34 odst. 4 a 5 zákona č. 586/1992 Sb., o daních z příjmů. Dostupný na WWW:
http://www.smartech.cz/soubory/contentFiles/pokyn-d-288.pdf

SPČR. Česká cesta průmyslu 4.0: úspory nákladů, vyšší produktivita práce, řešení nedostatku lidí. Dostupný na WWW:
http://www.spcr.cz/images/TZ_SP_%C4%8CR_%C4%8Desk%C3%A1_cesta_Pr%C5%AFmyslu_4.0.pdf

SPČR. ČESKÁ REPUBLIKA SE NEMUSÍ OBÁVAT KYBERNETICKÉHO VĚKU. Dostupný na WWW:
http://www.spcr.cz/images/SP_%C4%8CR_k_Pr%C5%AFmyslu_4.0_a_WEF_v_Davosu.pdf

STRATEGIC POLICY FORUM ON DIGITAL ENTREPRENEURSHIP. Digital Transformation of European Industry and Enterprises. Dostupný na WWW:
http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/9462/attachments/1/translations/en/renditions/native

VÝZKUMNÝ ÚSTAV MPSV. Analýza postavení cizinců dlouhodobě žijících v ČR a návrh optimalizačních kroků: Pracovní studie. Říjen 2004. Dostupný na WWW:
http://www.finance.cz/zpravy/finance/436761-personalni-agentury-cr-bude-celit-silnemu-nedostatku-odborniku/

WILLETTS, David. Eight great technologies. Dostupný na WWW:
https://www.gov.uk/government/speeches/eight-great-technologies

WORLD BTC BUSINESS. BitCoin ATM Map. Dostupný na WWW:
http://www.wbtcb.com/en/bitcoin-atm

WORLD ECONOMIC FORUM. The Global Competitiveness Report 2010–2011. Dostupný na WWW:
http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2010-11.pdf

WORLD ECONOMIC FORUM. The Global Competitiveness Report 2014–2015. Dostupný na WWW: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2014-15.pdf

WORLD ECONOMIC FORUM. The Global Competitiveness Report 2015–2016. Dostupný na WWW: http://www3.weforum.org/docs/gcr/2015-2016/Global_Competitiveness_Report_2015-2016.pdf

Vydalo nakladatelství SONDY, s.r.o.
Editor: Mgr. Jana Kašparová

Českomoravská konfederace odborových svazů

Kolektiv autorů
ČLOVĚK A STROJ

Zlom DTP Sondy, tisk TMV Praha

sondy - 2017

nám. Winstona Churchilla 2, 130 00 Praha 3,
tel. 234 462 328, e-mail: sondy@cmkos.cz, www.esondy.cz

NAUČTE SE POČÍTAT S NEJHORŠÍM, ROBOTI UŽ TO UMÍ