

PRŮMYSL 4.0: NÁRODNÍ, FIREMNÍ A AKADEMICKÉ PŘÍSTUPY¹

Jan Krejčí, Michal Ambler

Shrnutí:

Ústředním tématem této stati je Průmysl 4.0. Snahou autorů je nabídnout čtenáři lepší orientaci v tomto pojmu a trendu, který existuje již několik let, ale stále je ve svých začátcích a neustále se vyvíjí. První část článku přináší přehled teoretických náhledů na proměny průmyslu, které tento proces klasifikují dle různých kritérií. Druhá část článku provádí kvantitativní rozbor firemních materiálů a akademických, institucionálních a populárně-vědeckých textů, které se zabývají Průmyslem 4.0. Cílem je zjistit rozsah, v kterém definují Průmysl 4.0 výše zmíněné subjekty. Část třetí a čtvrtá komparují evropské a světové národní plány a iniciativy s cílem zjistit, zda je lze kategorizovat dle regionální nebo jiné příbuznosti. Výsledkem tohoto výzkumu je relativně úzká definice, kterou lze uplatnit ve firemním a průmyslovém prostředí, a široká definice, která přesahuje firemní prostředí a zasahuje i do jiných oblastí.

Klíčová slova: Průmysl 4.0; proměny průmyslu; definice; národní průmyslové strategie

Abstract:

INDUSTRY 4.0: NATIONAL, CORPORATE AND ACADEMIC APPROACHES

The central theme of this article is the Industry 4.0. The authors aim to offer readers a better orientation in this concept and trend which has existed for several years, but is still in its early stages and is constantly evolving. The first chapter provides an overview of theoretical views on the transformation of industry, which are classified according to different criteria. The second chapter carries out a quantitative analysis of the company's materials and academic, institutional and popular scientific texts dealing with industry 4.0. The aim is to identify the extent to which the industry 4.0 defines the above-mentioned entities. Chapter three and fourth compares European and world national plans and initiatives to determine whether they can be categorised by regional or other affinity. The result of this research is a relatively narrow definition that can be applied in a corporate and industrial environment, and a broad definition that goes beyond the corporate environment and extends to other areas.

Keywords: Industry 4.0; transformations of industry; definitions; national industrial strategies

1 Tento článek byl zpracován v rámci projektu IGS VŠE F2/26/2017 „Čtvrtá průmyslová revoluce ve vybraných asijských zemích“.

Úvod

Technologický vývoj 21. století může ve své rychlosti změnit poměr sil ve světové ekonomice a ovlivnit socio-ekonomické podmínky ve státech po celém světě během relativně kratší doby, než tomu bylo v minulosti. Průmysl, historicky největší tahoun ekonomik v Evropě, Severní Americe a posléze v Asii, již v minulosti prošel několika vlnami zásadních změn. Přesto dnes zaostává za progresivnějším sektorem služeb v oblasti využívání a analýzy dat. Zatímco služby v tomto ohledu mohou zužít počet dat o zákaznících, pocházejících mimo jiné například z internetu nebo od mobilních operátorů, průmysl stojí před výzvami jiného druhu. Optimalizace výroby založená na analýze Big data, spolupráci robotů a lidí, propojení strojů s virtuálními systémy vytvářející tzv. chytré továrny – to jsou některé z hlavních rysů Průmyslu 4.0 či čtvrté průmyslové revoluce diskutovaných v tomto textu.

Jeho cílem je definovat fenomén Průmyslu 4.0 pomocí komparace firemních přístupů na jedné straně a akademických, národních a populárně-naučných přístupů na straně druhé. Užší definice, tvořená průnikem všech daných přístupů, bude doplněna širší definicí, která zahrne celé spektrum různých koncepcí. Vzhledem k tomu, že lze očekávat poměrně velký rozptyl ve všech zmíněných oblastech, autoři rovněž hledají specifické rysy, na základě kterých je možné přístupy seskupit, například dle geografických parametrů.

V první části článku je nastíněn historický kontext vývoje průmyslu, jeho proměn a především, jakým prizmatem bylo a je na proměny průmyslu nahlíženo. Alternativními pohledy k Průmyslu 4.0 jsou tzv. průmyslové zlomy, Kondratějevovy vlny, Schumpeterova teorie podnikatelů a inovací a nakonec „první a druhý věk strojů“. Tato část článku slouží jako teoretické východisko. Následně autoři hlouběji rozvíjejí koncept Průmyslu 4.0. Druhá část článku komparuje firemní, odborné, populárně-naučné a institucionální definice. Třetí část pak představuje národní plány či koncepty, které jsou komparovány ve čtvrté části, kde čtenář nalezne také souhrnné definice, které jsou výsledkem tohoto výzkumu.

Výběr zkoumaných textů v druhé části byl proveden na základě jejich vlivu. Hodnocení vlivu je postaveno na předpokladu, že čím vyšší místo v internetovém vyhledávání, tím větší počet lidí si tento materiál zobrazí a tím větší je také vliv na utváření představ o Průmyslu 4.0 u lidí, kteří tento termín neznají. Čím více lidí sdílí stejnou představu o daném termínu, tím vyšší je šance, že se tato představa stane obecnou definicí, standardem. A právě nalezení obecné definice je cílem této práce.

Vyhledávání proběhlo na základě klíčových slov „Průmysl 4.0“, „Průmysl 4.0 definice“ a jejich překladů do angličtiny, francouzštiny mezi dny 5. - 11. 12. 2017. Pro vyhledávání byl použit internetový vyhledávač s nejvyšším podílem na trhu v dané jazykové oblasti, což je ve všech případech Google. Tento přístup zajišťuje získání přehledu o tom, jaké povědomí o Průmyslu 4.0 získá široká veřejnost, pokud k získání informací použije nejpoužívanější internetový vyhledávač ve své oblasti.

Vyhledávání proběhlo také v čínském jazyce ve vyhledávači Baidu.com, který je dominantním vyhledávačem na čínském trhu, nicméně nebyly nalezeny relevantní čínskojazyčné výsledky, pouze duplicita v angličtině. Z tohoto důvodu nejsou čínskojazyčné zdroje ve studii přítomny.

Algoritmy Google zohledňují relevantnost stránek na základě referencí. Pokud na stránku odkazují jiné prominentní weby zabývající se daným tématem, je to signál, že stránka obsahuje kvalitní informace ve vztahu k hledanému výrazu. Z tohoto principu lze vyvodit obecný předpoklad, že stránky vyskytující se na čelních místech vyhledávání budou důvěryhodnější a odbornější než stránky vyskytující se na nižších pozicích vyhledávání (Google 2018).

Zkoumaný text musí splňovat následující kritéria:

- 1) Musí být celistvý a zaměřen na Průmysl 4.0.
- 2) Musí mít jasného autora nebo musí být jednoznačně přiřazen k nějaké organizaci.
- 3) Musí být původní.

Z tohoto důvodu nebyly brány v potaz duplicitní texty, útržkovité příspěvky na fórech a texty bez jasného autora. Kromě toho byly do výzkumu zařazeny knižní publikace, které se touto problematikou zabývají, konkrétně Mařík (2016) a Schwab (2017).

Při výběru byl také brán zřetel na zachování relativní rovnováhy mezi ziskovým a neziskovým sektorem. Odtud pramení rozdělení definic do skupiny „firemní“ na jedné straně (celkem 12) a do skupiny „populárně-vědecké, akademické a institucionální“ na straně druhé (celkem 8).

Použitou metodou je obsahová analýza. Její výhodou je aplikovatelnost na různorodé typy (textových) dat. Zároveň je tato metoda typem kvantitativní analýzy, což umožňuje komparovatelnost zpracovaných dat. Je používána především v sociologii, ale i v jiných oborech, např. managementu. Metodu bylo možno kvůli malému množství zkoumaných textů zjednodušit, ale jinak autoři postupovali podle odborného článku „Obsahová analýza / formální obsahová analýza / kvantitativní obsahová analýza“ (Dvořáková 2010) a publikace „Management research: applying the principles“ (Rose 2015).

Nejprve byla vybrána data podle parametrů v předchozích odstavcích. Následovalo kódování, tedy převod podobných termínů se stejným výrazem do kategorií, kterým je možné přiřadit číselné hodnoty. Konkrétně „1“, když je klíčové slovo v textu přítomno a „0“ pro opačný případ. Cílem výzkumu je zjistit obecnou definici Průmyslu 4.0. Z logiky věci tedy není možno ustanovit kategorie předem (prediktivní přístup), proto autoři volili zpětný deskriptivní přístup. Kódování proběhlo na základě obsahu zkoumaných textů, a to zahrnutím (disjunkcí) všech relevantních termínů týkajících se průmyslu, které měly alespoň jeden výskyt.

Výsledky analýzy četnosti klíčových slov a komparace textů jsou slovně vyjádřeny v druhé části, nicméně pro větší přehlednost je k dispozici také záznamový arch jako příloha.

Národní koncepce zkoumané v třetí části, jež se zaměřuje především na Evropu, byly získány převážně z Digital Transformation Monitor Evropské komise. Pro lepší pochopení evropských iniciativ byly v textech taktéž prozkoumány mimoevropské plány a iniciativy. Pro doplnění a ověření aktuálnosti textů proběhlo vyhledávání pojmů „Industry 4.0 national plan“ a „Industry 4.0 national initiative“ přes vyhledávač Google v listopadu a prosinci 2017.

Národní koncepce Průmyslu 4.0 se věnují mnoha tématům souvisejícím s národními ekonomickými podmínkami v průmyslu i mimo něj. K těm patří definice národního

přístupu k Průmyslu 4.0, zaměření na technologie a oblasti jejich využití, spolupráce zúčastněných stran, zdroje financování, přijatá opatření atd. Pro účely tohoto článku byly texty využity k pochopení hlavního zaměření národní koncepce a problémů, které jsou jejím prostřednictvím adresovány.

V teoretické části vycházíme především z publikací „The second industrial divide: possibilities for prosperity“ od autorů Piore a Sabela, „Capitalism, Socialism and Democracy“ a „Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process“ od Schumpetera a „Druhý věk strojů: práce, pokrok a prosperita v éře špičkových technologií“ od autorů Bynjolfssona a McAfeeho, které se snaží o abstrakci a zobecnění principů vývoje průmyslu.

Teorie proměn průmyslu

Vývoj průmyslu od svého počátku až do dnešní doby není charakterizován plynulým postupem, ale spíše skoky či vlnami. Následující pohledy se snaží zachytit podstatu těchto skoků či vln a podle nich rozdělit vývoj průmyslu do několika etap.

Často zmiňovaný pojem Průmysl 4.0 (příp. 4. průmyslová revoluce) spadá do narativu, který dělí technologický vývoj na první až čtvrtou průmyslovou revoluci. Dělení je definováno jednoduše na základě výrobních faktorů a použité technologie. První průmyslová revoluce koncem 18. století nahradila lidskou práci mechanickou prací, která byla poháněna vodní nebo parní energií. Jejím symbolem je tkalcovský stav. Druhá průmyslová revoluce na počátku 20. století zavedla masovou velkovýrobu za využití elektrické energie. Jejím symbolem je výrobní linka. Třetí průmyslová revoluce se začala realizovat počátkem 70. let 20. století. Díky aplikaci elektroniky a IT dosáhla opět automatizovanější produkce. Jejím symbolem je počítač a počítačový program. Čtvrtá průmyslová revoluce pokračuje v trendu další automatizace a východiskem k tomu je slučování virtuálního a skutečného světa (Schlaepfer et al. 2015, s. 3).

Hledáním toho, co Průmysl 4.0 je, se bude věnovat zbytek této stati. Pro začátek si pojďme připomenout, co Průmysl 4.0 není – není pouhou robotizací a automatizací. Robotizací a automatizací se myslí instalace strojů, které zastávají jednoduchou práci lidí. Roboty mohou mít několik druhů forem, jako konkrétní příklad uveďme robota ve formě mechanického ramena, který pomáhá s přemísťováním vyráběných autorádií a navigací. Robotizace přenechává těžkou a rutinní práci robotům a lidé se mohou soustředit na flexibilnější úkoly (Šitner 2017). Za Průmysl 4.0 se pouhá robotizace považovat nedá, chybí zde vzájemná komunikace strojů a součástek pomocí senzorů, chybí virtualizace, cloudové řešení atd. Naopak chytré továrny jako např. Siemens v německém Ambergu, obsahují stroje, které jsou propojené, komunikují spolu a jsou schopné na počkání vyrobit uživatelsky přizpůsobený výrobek, jako je výletní loď, automobilová produkční linka nebo třeba lyžařská lanovka (The Steel Wire 2017). Zatímco Průmysl 3.0 se soustředil na automatizaci jednotlivých strojů a procesů, Průmysl 4.0 se zaměřuje na jejich digitalizaci a propojování do sítě díky kyberneticko-fyzikálním systémům (Geissbauer et al. 2016, s. 6).

Dělení na Průmysl 1.0 až 4.0 zdaleka není jediným pohledem na vývoj průmyslu. V historii i současnosti nalézáme alternativní dělení technologického vývoje.

Ze zde zmíněných přístupů je nejstarší teorie Kondratějevových vln (K-vlny). Nikolaj Kondratěv v historii pozoroval dlouhodobé ekonomické fluktuace ve vlnách dlouhých

zhruba 40-60 let, které jsou podle něj pojmenovány. K-vlny slouží primárně k vysvětlení dlouhodobých strukturálních hospodářských cyklů. Na počátku K-vlny stojí technologická inovace, která promění celou ekonomiku a zapříčiní tak dlouhodobý hospodářský růst. Podle této teorie první K-vlna začala s vynálezem parního stroje a trvala mezi lety 1780-1830; druhá K-vlna začala s vynálezem oceli a železnice (1830-1880); třetí K-vlna začala s chemickými výrobky a elektrifikací (1880-1930), čtvrtá K-vlna začala s vynálezem automobilu a ropnými výrobky (1930-1970) a pátá K-vlna odstartovala informačními technologiemi a její konec se odhaduje k finanční krizi z roku 2009 (Naumer et al. 2010). Vliv K-vln na prokázání hospodářských cyklů je sporný, nicméně pro ilustraci vývoje průmyslu tento koncept stačí.

Joseph Schumpeter ve svém díle navazuje na Kondraťeva v oblasti hospodářských cyklů. Ve své knize *Business Cycles* se snaží zobecnit hospodářský cyklus. Na rozdíl od monetárních příčin, kterými argumentují např. Keynes a Friedman, Schumpeter vysvětluje střídání fází hospodářského cyklu pomocí aktivit podnikatelů, kteří jsou připraveni využít inovace a převést je do reálné ekonomiky. Inovace je v Schumpeterově podání změna kombinace výrobních faktorů, změna výrobního procesu, změna průmyslové organizace, uvedení nového výrobku, otevření nových trhů nebo zavedení nového materiálu (Rees-Mogg 2008). Převedení inovací do reálného světa vyvolává takovou konkurenci, která je dle Schumpetera v porovnání s cenovou konkurencí efektivnější o tolik, jako „bombardování oproti vylamování dveří ramenem“. (Schumpeter 1994, s. 84–85).

U Schumpetera je vztah hospodářských cyklů a technologického pokroku jen dílčí. Jak je zmíněno v předchozí definici, do inovací Schumpeter zahrnuje i pouhou rekombinaci výrobních faktorů. Hospodářský cyklus je možné nastartovat i bez technologického pokroku, protože hlavní příčinou je existence podnikatele, který vidí potenciální zisk a svými kroky k realizaci tohoto zisku je schopen rozrušit rovnovážný stav ekonomiky a nastartovat hospodářský cyklus růstu a následné recese (Schumpeter 1923, s. 130–137).

Piore a Sabel (1984) ve svém díle rozebírají vývoj průmyslu z pohledu výrobní flexibility a dělí vývoj na tzv. průmyslové zlomy. První průmyslový zlom znamená přechod řemeslné výroby na tovární velkovýrobu. Flexibilita přítomná v řemeslné výrobě byla obětována efektivnější velkovýrobě stojící na principech specializace pracovních úkonů a standardizace součástí, a využívající k výrobě a výrobní linky později stále rostoucí mechanizaci. Nicméně i masová velkovýroba není univerzálním řešením a narazila na svůj strop v podobě závislosti efektivity na velkých odbytech a neschopnosti přizpůsobení zboží zákazníkům.

Druhý průmyslový zlom, jehož počátek autoři datují do 70.–80. let 20. století, se odehrává v režimu flexibilní specializace, která je kombinací obojího. První stopy tohoto přístupu lze nalézt už koncem 18. století u vynálezu žakárového tkalcovského stavu, který lze programovat na různé vzory pomocí dřevěných štitků. Nicméně rozkvět flexibilní specializace je spojen s rozvojem počítačů. Přeprogramování masové výrobní linky je nákladné a pomalé a vyplatí se pouze při velkých objemech, avšak počítače dokáží rychle přeprogramovat výrobní stroj pro požadovanou dávku zboží.

Posledním pohledem, který zmiňujeme v této části článku, je pohled dělicí rozvoj průmyslu na tzv. první a druhý věk strojů. Tento přístup vychází z výzkumu vedoucích pracovníků Center for Digital Business vlivného Massachusetts Institute of Technology Brynjolfssona a McAfeeho, který byl publikován v knize „Druhý věk strojů“ (Brynjolfsson a McAfee 2015).

První věk strojů je reprezentován hromaděním mechanické síly, která dala vzniknout továrnám, masové výrobě, železnici, hromadné dopravě a dalším výdobytkům moderní civilizace. Časově první věk strojů zabírá období od počátku průmyslové revoluce do dnešní doby. Druhý věk strojů stojí na vynálezu počítačů, které umožňují hromaděni duševní síly. Parní stroj se celé generace musel vyvíjet, aby mohl pohánět průmyslovou revoluci a stejně tak i digitálním systémům nějakou chvíli trvalo, než se zdokonalily. Vylepšování digitálních technologií se řídí Moorovým zákonem. Tento zákon v původním znění předpovídá, že hustota tranzistorů na integrovaném obvodu se každý rok zvýší zhruba dvojnásobně. S prodloužením intervalu z 12 na 18 měsíců tato predikce platí již přes půl století.

Fyzikální omezení jsou obcházena pomocí změny technologie, a tak lze Moorův zákon označit jako pravidelný rytmus na pozadí ekonomiky. Hospodářský růst závisí na schopnosti kombinovat již existující myšlenky a vytvářet z nich inovativní řešení. Díky digitálním technologiím je možné propojovat dohromady skupiny lidí, přičemž díky rozdílné kvalifikaci a rozdílným zkušenostem každý vidí problematiku z trochu jiného úhlu. Skupina jako celek je tak schopná daleko efektivněji vychytávat chyby a vytvářet inovativní řešení. Tento jev bývá pojmenován jako „otevřené inovace“ nebo „crowdsourcing“ – tedy výše zmíněné hromaděni duševní síly (Brynjolfsson a McAfee 2015).

Firemní, akademické, populárně-vědecké a institucionální definice

Průmysl 4.0 je již několik let populárním termínem, přesto není někdy na první pohled jasné, jaké konkrétní technologie a postupy si máme pod ním představit. „Průmysl 4.0“ tak často bývá používám ve smyslu „moderní průmysl“. V tomto smyslu se používání koncovky 2.0, 3.0, 4.0 atd. rozšířilo i mimo technickou oblast, kde se snaží navodit pocit modernity a novosti.

V této části je představen kvantitativní rozbor firemních materiálů a akademických, institucionálních a populárně-vědeckých textů, které se zabývají Průmyslem 4.0. Zkoumaných textů je celkem 20, z toho 12 se řadí do kategorie „firemní“ a 8 do kategorie „populárně-vědecké, akademické a institucionální“. Zkoumané texty jsou v anglickém, francouzském a českém jazyce a jsou uvedeny v seznamu literatury, stejně jako v příloze, která formou tabulky přehledně shrnuje výsledky výzkumu této části.

V úvodu této práce jsou termíny „Průmysl 4.0“ a „4. průmyslová revoluce“ používány jako synonyma. Odpovídá tento pohled většinovému použití? Rozbor 20 definic prokázal, že ano.

V 16 případech bylo explicitně uvedeno, že jde o zaměnitelný výraz, nebo bylo s oběma výrazy takto nakládáno, např.: „*V tomto reportu, termín Průmysl 4.0 znamená 4. průmyslovou revoluci.*“ (Geissbauer et al. 2016, s. 6), „*Na rozdíl od předešlých průmyslových revolucí, Průmysl 4.0 neznamená [...]*“ (Wee et al. 2015, s. 15), „*S příchodem čtvrté průmyslové revoluce, známé jako Průmysl 4.0, [...]*“ (Cooper et al. 2017, s. 2). Ve třech případech, tato terminologie nebyla vůbec zmíněna. A konečně v jednom případě bylo explicitně uvedeno, že Průmysl 4.0 a 4. průmyslová revoluce jsou dva výrazy s rozdílným významem – „*Průmysl 4.0 [je] termín vytvořený na Hannoverské veletrhu v roce 2011, který popisuje revoluci v organizaci hodnotových řetězců [...], zatímco 4. průmyslová revoluce není jen o chytrých a propojených zařízeních, její rozsah je daleko širší.*“ (Schwab 2017, s. 7–8).

K tomu, abychom mohli posoudit jaký je rozsah Průmyslu 4.0, je potřeba představit pojmy obsažené ve zkoumaných definicích. Pojmy jsou řazeny podle svého výskytu od nejčastějšího po nejméně častý.

- *Internet věcí – síť vzájemně komunikujících zařízení, která si vyměňují data a informace. 20 výskytů.*
- *Vertikální propojení firemních výrobních procesů – propojení systémů výroby, kontroly a plánování podnikových zdrojů. 18 výskytů.*
- *Velká data a jejich okamžitá analýza – data pořízená pomocí senzorů (z výroby nebo z používání zákazníky) jsou používána k neustálým zlepšením a zpřesněním výrobního procesu. 18 výskytů.*
- *Horizontální propojení hodnotových řetězců – propojení oblastí, které souvisejí s výrobními fázemi výrobku (vývoj, výroba, logistika, distribuce) se zákazníky, dodavateli a jinými partnery. 17 výskytů.*
- *Automatizace a digitalizace – zrychlení procesu dalším převedením rozhodování na chytré stroje; vytváření digitálních prototypů, uchovávání vzoru výrobku v digitální výrobě namísto forem atd. 16 výskytů.*
- *Cloud – ukládání dat do vzdálených datacenter, kde jsou uchovávána v několika kopiích, a odkud jsou přístupná z jakéhokoli počítače přes internetové připojení. 16 výskytů.*
- *Senzory – zařízení, která umožňují výrobkům nebo jejich částem komunikovat s výrobními stroji a zaznamenávat vlastní výrobní historii. 15 výskytů.*
- *Chytrá/digitální továrna – továrna, v níž stroje komunikují se sebou, s výrobky, se zákazníky a s dodavateli. 15 výskytů.*
- *Flexibilní modely výroby a organizace – automatické přizpůsobení výroby měnícím se podmínkám. 15 výskytů.*
- *Kyberneticko-fyzikální systémy – propojení fyzického systému s řídicí výpočetní jednotkou, která je schopna samostatně se rozhodovat v reakci na měnící se situace. 14 výskytů.*
- *Autonomní (decentralizovaní) roboti, autonomní vozidla – zařízení, která se dokáží rozhodovat na základě informací získávaných v reálném čase v rámci sofistikovaných algoritmů. 14 výskytů.*
- *Zákaznický přizpůsobitelná masová výroba, modularizace – výroba která dovoluje vyrábět ve velkém a zároveň vyrábět výrobky na míru zákazníkovi. 12 výskytů.*
- *3D tisk – neboli aditivní výroba; výroba postupným natavováním vrstev materiálu na sebe. 11 výskytů.*
- *Rozšířená realita – záznam skutečného světa vylepšený o digitální prvky. 10 výskytů.*
- *Chytrá energetika – v rámci továrny např. automatické zvýšení výroby při přechodu do levnějšího pásma elektrické energie; v rámci konceptu chytrých měst jde o regulaci toků energie spotřebitelů a odběratelů. 7 výskytů.*

Pojem „internet věcí“ se vyskytl v každé zkoumané definici, následovaný pojmy „vertikální propojení firemních výrobních procesů“, „velká data a jejich okamžitá analýza“ a horizontální propojení hodnotových řetězců. Na druhém konci spektra se objevily pojmy jako „chytrá energetika“, „rozšířená realita“ a „3D tisk“.

Obraz Průmyslu 4.0, který před námi na základě těchto výsledků vyvstává, zdůrazňuje všudypřítomnou propojenost strojů, výrobních a manažerských systémů, výrobků ve výrobní rovině s rovinou dodavatelů, partnerů a zákazníků. Právě tato propojenost je podstatou Průmyslu 4.0. Nové technologie, jakkoli jsou důležité pro realizaci této propojenosti, jsou pouhými nástroji, a je pravděpodobné, že za nějakou dobu budou překonány ještě modernějšími technologiemi.

Propojenost jako esence Průmyslu 4.0 umožňuje vyhnout se duplikacím dat a procesů a neefektivnímu využívání kapacit. V sektoru služeb je tato propojenost někdy nazývána „sdílenou ekonomikou“. Příkladem může být majitel bytu, který buďto zabráni neefektivní situaci (odjede na dovolenou a pronajme byt, aby nezůstal prázdný) a zabráni duplikaci (není nutná výstavba dalších ubytovacích zařízení).

Převedeno do průmyslového kontextu: Firemní data o výrobě jsou poskytována zdarma nebo za úplatu dodavatelům nebo jiným partnerům, kteří se tak vyhnou neefektivitě (nepřesné procesy, nelaďící dodací lhůty apod.) a zároveň duplicitě (odstraňování neefektivit vlastními silami). Tato data jsou generována pomocí senzorů a automaticky sdílena v rámci internetu věcí.

Pokud jde o charakter zkoumaných definic, lze říct, že přestože nejsou shodné, jsou si podobné. Podobnost se projevuje tím, že si navzájem neodporují. Zkoumané definice mají společný základ (internet věcí), který je doplněn o další pojmy. Výsledkem je, že některé definice se navzájem překrývají a jsou doplňovány definicemi, které zdůrazňují jiné pojmy. Pojmů, které jsme v definicích hledali, bylo celkem 15. Ve vzorku se vyskytly definice, které lze dle četnosti pojmů rozdělit na:

Všezahrnující (14–15 pojmů): Definice i-SCOOP (2017); Mařík (2016); European Parliament (2015); Schwab (2017), ve kterých se dá nalézt všech 15 zkoumaných pojmů spadají do kategorie „populárně-vědecké, akademické a institucionální“. Doplňují je firemní definice Deloitte (Schlaepfer et al. 2015) a Wavestone (Verrière-Cuenot a Quenedey 2017) se 14 pojmy.

Stručné (3–7 pojmů): Cooper et al. (2017) – KPMG; EY (2015); de Leeuw (2017) – ARC Advisory; Goasduff (2015) – Gartner. Všechny tyto definice spojuje, že pocházejí z firemních materiálů. K nim lze zařadit Marr (2016) z druhé kategorie.

Ostatní (8–13 pojmů): Zbývající definice nejde jednoznačně charakterizovat. Za firmy se zde vyskytují Geissbauer et al. (2016) – PwC; Wee et al. (2015) – McKinsey; (Wolf 2017) – Bosch India; Scalabre (2017) – BCG a Gandhi (2015) – SAP. VINCI Energies (2017), energetická firma, ve svých materiálech zdůrazňuje propojenost chytrých továren na chytrou energetickou síť. Za kategorii „populárně-vědecké, akademické a institucionální“ jsou zde Thouverez (2016), Hermann et al. (2015) a Brettel et al. (2014).

Výše rozvedený obraz propojenosti jako podstaty Průmyslu 4.0 můžeme považovat za jeho úzkou definici. Široká definice nám vzejde z popisu 4. průmyslové revoluce od (Schwaba 2017), který na rozdíl od termínu Průmysl 4.0 používá termín 4. průmyslová revoluce k vystihnouti změn v oblasti ekonomie, podnikání, ve společenské i individuální rovině stejně jako na národní a globální úrovni, které jsou zapříčiněny pokrokem ve fyzické, digitální a biologické oblasti.

Evropské a světové národní plány a iniciativy

Na novou vlnu vývoje průmyslu, tak jak je definována z akademických kruhů a praxe, lze očekávat reakce v různé formě, intenzitě a hlavně zaměření. Fakt, že se fenomén Průmyslu 4.0 nachází na pomezí mezi evolucí a revolucí (viz 1. část článku), se projevuje v potřebě zapojit do iniciativ s ním spojených široké spektrum aktérů. Evropské země se silnou industriální základnou sice pociťují tlak z rozvíjejících se asijských ekonomik, ale roztržitost průmyslových aktivit v Evropské unii může činit často bolestnou a nákladnou transformaci neschůdnou bez podpory ze strany státu nebo státem podporovaných uskupení. Rozdílnost národních politicko-ekonomických systémů a struktury ekonomik se projevuje ve velké diverzitě pojetí národních plánů, zaměřených na Průmysl 4.0 nebo obecně digitální transformaci.

Čtvrtou průmyslovou revolucí se v současné době intenzivně zabývají vlády států v Evropě, Asii i Americe. Cíl národní iniciativy logicky spočívá hlavně v definování toho, na jaké výzvy by měl průmysl v dané zemi reagovat, a poskytnutí vhodných nástrojů k nastartování patřičných aktivit. Protože jde často o poměrně široce tematicky pojaté dokumenty, je hlavní otázkou následující: Vykazují národní plány společné cíle nebo oblasti zaměření?

V Evropě mezi státy disponující nějakou formou národního konceptu nebo plánu patří Německo, Nizozemsko, Francie, Belgie, Dánsko, Itálie, Švédsko, Španělsko, Portugalsko, Velká Británie i Česká republika. Mimo Evropu naleznete obdobné iniciativy v USA, Číně, Japonsku a Jižní Koreji.

V německém pojetí, Industrie 4.0 je jedním z 10 projektů identifikovaných vládou v rámci Akčního plánu High-Tech strategie 2020. Zaměřením se projekt týká v první řadě kyberneticko-fyzických systémů, tedy technologických řešení v oblasti IT, které jsou tímto shrnuty v jednom zastřešujícím termínu, označujícím veškeré nástroje propojující fyzické a virtuální systémy ve výrobě (GTAI 2014). Industrie 4.0 zdůrazňuje potřebu německého průmyslu zachovat si technologický náskok v oblasti mechanického inženýrství, a to i ve smyslu vývoje technologických řešení. Dostatek kvalifikované pracovní síly v kombinaci s již pokročilou integrací technologií do produktů a podnikových procesů tvoří základnu, díky které Německo v budoucnu může určovat směr vývoje (GTAI 2014, s. 13).

Francouzský plán „Průmyslu budoucnosti“ se dotýká mnohem širšího spektra oblastí, s cílem „pomoci firmám transformovat business model, organizační metody a jejich design a marketingové přístupy“. Mezi devíti průmyslovými řešeními budoucnosti se zde nacházejí i tak vzdálené koncepty, jako „eco-mobilita“ a „smart food“, nicméně jako první pilíř celého programu jsou uvedeny aditivní výroba, internet věcí (IoT) a rozšířená realita (Ministère de l'Économie et des Finances 2015, s. 5-10).

Již tyto první dva příklady koncepcí lídrů evropské integrace naznačují, že rozptyl přístupů bude jen na evropském kontinentu značný. Přesto je ve francouzském plánu jako základní princip vytyčena kooperace s Německem a „přirozené propojení“ s Industrie 4.0. Kooperace má nabývat formy společných pilotních projektů ve vývoji technologií (Ministère de l'Économie et des Finances 2015, s. 13).

Německému silně technologicky orientovanému konceptu se v hlavních cílech podobají i iniciativy Nizozemska a Belgie. Nizozemský plán Smart Industry je postaven na třech pilířích: propojenost, digitalizace informací a technologie (Smart Industry

2017). Ačkoliv jsou zmíněny i širší dopady na nizozemskou ekonomiku, je budoucnost vnímána hlavně jako hrozba pro konkurenceschopnost ekonomiky, která bude zachována pomocí rychlejšího zavádění informačních technologií (European Commission 2017e). Belgická iniciativa Made Different, cílicí na transformaci podniků na „továrny budoucnosti“, v definovaných sedmi klíčových oblastech také na prvních místech uvádí technologie, design procesů a digitalizaci (Made Different 2017).

Ve specifické situaci se nachází Itálie, která v plánu „Industria 4.0“ definuje 9 oblastí, na které by se země měla soustředit ve svém úsilí transformovat ekonomiku. Spadá sem výčet technologických řešení pro průmysl, od pokročilé automatizace až po Big data a analytiku. Na rozdíl od většiny podobných iniciativ si Itálie uvědomuje potřebu změny jdoucí skrz všechny úrovně vzdělávacího systému (Governo Italiano 2017).

Tři hlavní cíle španělského „Industria Conectada 4.0“ jsou zvýšení přidané hodnoty a zaměstnanosti, podpora španělského modelu průmyslu budoucnosti a lokální vývoj digitálních řešení (European Commission 2017c). Podobně jako v případě Itálie je zřejmý širší záběr řešených témat, reagující na potřebu ekonomiky transformovat se ve více dimenzích než jen v oblasti digitalizace. Španělský model je chápán jako vymezení se vůči iniciativám ostatních evropských států a vytvoření přístupu, který bude reagovat na specifické překážky země. Hlavním tématem je zvyšování informovanosti a podpora při implementaci. Prioritní technologická řešení jsou digitální platformy, big data a kolaborativní aplikace.

I Portugalsko disponuje vlastní iniciativou „Indústria 4.0“, která ale zatím nedefinovala přímo technologické oblasti. Důraz je kladen na informovanost a vzdělávání, příliv investic a podporu start-upů, přičemž silné zapojení privátní sféry, včetně nadnárodních výrobních a konzultačních společností, lze předpokládat rozvoj konceptů v souladu vývojem v západní Evropě (European Commission 2017a).

Dánská platforma „MADE“ mezi oblastmi výzkumu zaměřeného na výrobu zmiňuje mimo jiné modulární charakter produkce, 3D tisk, digitalizaci dodavatelských řetězců, customizaci, hyperflexibilní automatizaci nebo nové paradigma výroby. Podřízený program MADE Digital k nim přidává dalších devět oblastí. Cílem celé iniciativy je udržení výrobního průmyslu v zemi i při vysokých nákladech práce (European Commission 2017b).

Švédská iniciativa „Production 2030“ se od ostatních evropských programů liší svým důrazem na udržitelnou výrobu. Cílem je zajistit, aby se švédské společnosti staly první volbou v této oblasti. Zodpovědnost, podobně jako v případě Dánska, je sdílena mezi praxí a výzkumem. Výjimečný je důraz na vzdělávání – v rámci programu byl dokonce vytvořen postgraduální institut, který zastřešuje 30 doktorských programů (European Commission 2017d). Ve smyslu technologickém je ale iniciativa velmi obecná.

Široce definovaný je i britský systém tzv. „katapultů“. Katapult výroby s vysokou přidanou hodnotou pod sebou sdružuje sedm technologických center, zaměřených na konkrétní oblasti. Mezi centra patří např. Centrum procesní inovace nebo Centrum výrobních technologií, přičemž hlavním cílem je poskytnout firmám přístup ke správným technologiím a pomoci při jejich přenosu do praxe (High Value Manufacturing 2017)“plainCitation“:(High Value Manufacturing 2017.

Pro doplnění evropských iniciativ je příhodné zmínit i českou Iniciativu Průmysl 4.0. V českém pojetí je konstatováno následující: „Bez větší nadsázky lze říci, že iniciativa Průmysl 4.0 je především o odpovědné podpoře změny způsobu myšlení celé společnosti,

než o konkrétních technologiích“ (MPO 2016, s. 5). V porovnání se zbytkem Evropy jde o snad nejvíce obecný dokument, jehož hlavní charakteristikou je svědomitost v potřebě řešení napjaté situace pracovního trhu a otázky vzdělávání.

Mimo Evropu je jistě nutné zmínit americkou iniciativu Smart Manufacturing Leadership Coalition, která zaštiťuje množství výzkumných institutů napříč Spojenými státy, zaměřených na inovace v průmyslu. SMLC je orientován primárně na tvorbu platformy, která integruje datové zdroje v celém dodavatelském řetězci a tím zlepšuje komunikaci napříč sdílenou infrastrukturou v open-source modu. Je zde tedy opět kladen důraz na kyberneticko-fyzické systémy. Stejnou oblastí se zabývá Industrial Internet Consortium, která spolupracuje s německou platformou Industrie 4.0. Kromě toho existují v USA další iniciativy, podporující například kolaborativní robotiku (SMLC 2013; Industrial Internet Consortium 2017; White House 2016).

Japonsko reagovalo na Německo vlastní verzí iniciativy jménem „Industrial Value Chain Initiative“, která má integrovat datové toky v ekonomice a propojit mezi sebou různá odvětví s cílem kolaborace mezi velkými průmyslovými celky, středně-velkými a malými podniky. V 25 pracovních skupinách jsou řešena témata digitalizace, IoT, horizontální integrace nebo smart a prediktivní údržby (Industrial Valuechain Initiative 2017). Podobně jako je Industrie 4.0 v Německu součástí širšího inovačního konceptu ekonomiky, Japonsko představilo v roce 2016 svůj koncept Společnosti 5.0, ve kterém pokročilé technologie vstupují do všech oblastí života (Japan Science and Technology Agency 2017). Vzhledem k tradici spojené s robotizací a automatizací je ale japonský přístup k budoucnosti průmyslu stále zaměřen primárně na výrobu a utilizaci robotů. Nová robotická strategie sice zmiňuje propojení robotů s IT systémy a umělou inteligencí, zřejmě je ale snaha stavět na existujících japonských technologiích a najít pro ně co nejširší využití (METI 2015). V Jižní Koreji téma Průmyslu 4.0 dostalo název „Manufacturing Industry Innovation 3.0“. Koncept „chytré továrny“ v sobě obsahuje témata automatizace, výměny dat, IoT, smart senzorů, 3D tisku nebo průmyslových standardů. Jihokorejská vláda je aktivní i v oblasti vzdělávání pracovní síly, kdy cílí na trénink kvalifikovaných pracovníků pro obsluhu (respektive spíše dohled) v plně automatizovaných pracovištích (Export.gov 2017).

Výsledné definice Průmyslu 4.0

Klíčovým krokem k porozumění Průmyslu 4.0 při existenci velkého množství nesourodých národních konceptů je pochopení motivace, která státy vede k vytváření iniciativ, platform a akčních plánů. Z výše zmíněných národních konceptů jsou zřejmě dva hlavní směry:

Ekonomiky technologicky pokročilejší mají většinou tendenci definovat cílové oblasti rozvoje Průmyslu 4.0 primárně ve vztahu ke kyberneticko-fyzickým systémům a propojenosti průmyslových aktérů pomocí IoT. Mezi tyto patří Německo, Nizozemsko, Belgie, USA, Japonsko, Jižní Korea, potažmo i Dánsko.

Ekonomiky, jejichž sekundární sektor řeší již v současnosti otázky strukturální a transformační, definují Průmysl 4.0 spíše šířeji nebo definují jen cíle pro budoucnost, přičemž kladou důraz selektivně na některé technologie pod něj spadající. Takový přístup lze pozorovat u Francie, Itálie, Španělska a Portugalska.

Výjimkami jsou Velká Británie, která svoje úsilí zaměřuje ne tematicky, ale sektorově, Švédsko, silně zaměřené na udržitelnost a Česká republika bez jasné určených priorit.

Pojetí konceptu Průmyslu 4.0 není tedy determinováno geograficky, ale socio-ekonomicky. Země spadající do první kategorie dosáhly již v minulé fázi průmyslového vývoje, tzv. 3. průmyslové revoluci, značného pokroku v oblasti automatizace. Automatizace, ať už průmyslová nebo procesní, pak podstatě přispívá k jejich komparativním výhodám. Stavění „chytrých“ továren na těchto základech je velmi přirozené, navíc lze očekávat, že dynamika vývoje bude sdílena v několika dominantních odvětvích. Typicky jde o případ Německa, Japonska nebo Jižní Koreje, kde se nejvíce angažují korporace automobilového a elektronického průmyslu.²

Naproti tomu pro státy, ve kterých automatizace neproběhla natolik extenzivně může nová vlna průmyslových inovací představovat šanci, jak překlenout ztrátu v technologiích typických pro vlnu předchozí a založit konkurenceschopnost svých podniků na nových řešeních.

Pokud porovnáme pojetí Průmyslu 4.0 či 4. průmyslové revoluce ve firemní, akademické i veřejné sféře, zjistíme, že největší rozdíly panují v širší definice termínu, spíše než v hloubce změny. Toto pozorování svým způsobem podtrhává dosavadní tendenci odkazovat se na „revoluci“ místo „evoluci“, ačkoliv diskuze o adekvátnosti tohoto označení budou určitě průběžně revidovány.

Protože samotný termín pochází z Německa a je tedy i svou koncepcí pevně zakořeněn v oblasti průmyslové, všechny definice sdílí prvek fyzicko-kybernetických systémů, datově založeného vnímání produkce a příbuzných funkcí v průmyslové výrobě. V nejužším pojetí tedy Průmysl 4.0 chápeme v podstatě jako souhrn funkcí, které charakterizují továrnu budoucnosti, tzv. chytrou továrnu. Mezi hlavní prvky patří digitalizace, horizontální a vertikální integrace, vytváření fyzicko-kybernetických systémů, a především využívání velkého množství dat.

V předchozích částech představené koncepte Průmyslu 4.0 ukazují poměrně velkou nesourodost v celé řadě témat. Především národní koncepte ve svém sjednocení pokrývají spektrum mnohem širší než jen inteligentní průmyslovou výrobu. Jde například o Francii, Itálii či Španělsko. Podobný přístup pak vidíme i v praxi (například EY) nebo akademické sféře (Hermann et al. 2015), případně na úrovni Světového ekonomického fóra (Schwab 2017).

K vytvoření širší definice je nutné pokrýt následující charakteristiky:

V národních definicích není vždy akcentováno sektorové zaměření. Ačkoliv tedy převažuje označení obsahující nějakou formu slova průmysl, příslušné trendy a technologie se netýkají výlučně průmyslové výroby. Big data (jejich sběr a analýza) jako svébytný trend pokrývají prakticky jakoukoliv činnost zasahující nejen průmysl, ale i zemědělství, a hlavně sektor služeb, který již dnes generuje data ve značných objemech.

Důraz na technologie a jejich vývoj ve svém důsledku vedou k hluboké společenské změně. Ačkoliv je v současnosti pozornost věnována hlavně inovaci procesů a technologií, v teoretické rovině je již tento trend diskutován například na půdě Světového ekonomického fóra nebo v některých národních plánech. Určitým indikátorem pohledu za horizont může být i japonský koncept Society 5.0.

2 To je i případ České republiky, vzhledem k silné návaznosti na německé firmy v těchto odvětvích.

Na základně toho můžeme Průmysl 4.0 v širším pojetí definovat jako společensko-ekonomické změny umožněné propojeností systémů, zařízení a lidí, založené na pokročilé analýze a využití dat. Tato definice v sobě přirozeně zahrnuje množství technologií, jejichž primární oblastí využití není průmysl. Například AI (umělá inteligence) nachází využití hlavně ve službách pro koncové spotřebitele, které jsou z pohledu datové připravenosti mnohem dále než průmyslová výroba. Propojenost, tedy Internet věcí, zasahuje nejen do průmyslové výroby, ale potenciálně i do každodenního života občanů v konceptu tzv. chytrých měst.

Závěr

Na základě uvedených poznatků o současném stavu pojetí Průmyslu 4.0 ve světovém měřítku je obtížné hledat širokou shodu. Za prvé je zde otázka, zda je narativ čtyř průmyslových revolucí ten jediný správný, když existují i alternativní koncepty, např. první a druhý věk strojů nebo Kondratějevovy vlny. Pokud přijmeme názvosloví Průmyslu 4.0, tři předchozí průmyslové revoluce mají pevně vymezené hranice, ale současný bohatý technologický rozvoj znemožňuje předem jednoznačně definovat, co vše spadá pod revoluci čtvrtou. Základem, který je všeobecně přijímán a sdílen, je nesporně prvek všeobecné propojenosti ve výrobním prostředí a v jeho okolí prostřednictvím kyberneticko-fyzických systémů, pocházející z originální německé koncepce Industrie 4.0. Tento závěr potvrzuje i rozbor firemních, populárně-vědeckých, akademických a institucionálních definic.

Národní koncepce nakládají s pojmem Průmyslu 4.0 nesouroději. Důvod pro to lze hledat v různých ekonomických podmínkách, ve kterých iniciativy vznikaly, a tudíž v odlišných zájmech jejich tvůrců. V nejširším pojetí se ale stále projevuje sjednocující prvek dat a jejich analýzy, přičemž využití daných technologií se nutně neomezuje na výrobní průmysl. Datová problematika je mostem, který propojuje nový koncept průmyslu s dalšími oblastmi, například Chytrými městy a dalšími „smart“ koncepty.³ Lze očekávat, že s pokračující popularizací pojmu bude vzrůstat nesourodost jeho chápání, nicméně základní východiska se nachází v hranicích výrobního závodu a konceptu Chytrých továren.

Literatura:

- BRETTEL, Malte, Niklas FRIEDERICHSEN, Michael KELLER a Marius ROSENBERG, 2014. How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: An industry 4.0 perspective. *International Journal of Mechanical, Industrial Science and Engineering*. 8(1), 37–44.
- BRYNJOLFSSON, Erik a Andrew MCAFEE, 2015. *Druhý věk strojů: práce, pokrok a prosperita v éře špičkových technologií*. ISBN 978-80-87270-71-4.
- COOPER, Stephen, Charlie SIMPSON, Nick HARRISON a Justin BENSON, 2017. *Rethink manufacturing: Designing a UK industrial strategy for the age of Industry 4.0* [online]. 22. únor 2017. B.m.: KPMG. Dostupné z: <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/uk/pdf/2017/04/rethink-manufacturing-a-uk-industrial-strategy-for-industry-4-final-report-2.pdf>

3 Mezi další patří například Smart energy, mobilitní služby, sdílená ekonomika, smart agriculture apod.

- DE LEEUW, Valentijn, 2017. Industrie 4.0: What Does It Mean for Chemical Companies? *Chemical Processing* [online] [vid. 2017-12-07]. Dostupné z: <https://www.chemicalprocessing.com/articles/2017/industrie-4-0-what-does-it-mean-for-chemical-companies/>
- DVOŘÁKOVÁ, Ilona, 2010. Obsahová analýza / formální obsahová analýza / kvantitativní obsahová analýza. *AntropoWebzin*. 6(2), 95–99.
- EUROPEAN COMMISSION, 2017a. *Country: Portugal "Indústria 4.0"* [online]. 2017. B.m.: Digital Transformation Monitor. Dostupné z: https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/files/DTM_Ind%C3%BAstria%204.pdf
- EUROPEAN COMMISSION, 2017b. *Denmark: Manufacturing Academy of Denmark (MADE)* [online]. 2017. B.m.: Digital Transformation Monitor. Dostupné z: https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/files/DTM_MADE_DK%20v1_0.pdf
- EUROPEAN COMMISSION, 2017c. *Spain: Industria Conectada 4.0* [online]. 2017. B.m.: Digital Transformation Monitor. Dostupné z: https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/files/DTM_Industria%20Connectada%20v1.pdf
- EUROPEAN COMMISSION, 2017d. *Sweden: Produktion 2030* [online]. 2017. B.m.: Digital Transformation Monitor. Dostupné z: https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/files/DTM_Produktion2030%20v1.pdf
- EUROPEAN COMMISSION, 2017e. *The Netherlands: Smart Industry* [online]. 2017. B.m.: Digital Transformation Monitor. Dostupné z: https://webgate.acceptance.ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/files/DTM_Smart%20Industry%20v1.pdf
- EUROPEAN PARLIAMENT, 2015. *Industry 4.0 Digitalisation for productivity and growth* [online]. 2015. Dostupné z: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI\(2015\)568337_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2015/568337/EPRS_BRI(2015)568337_EN.pdf)
- EXPORT.GOV, 2017. *Korea - Manufacturing Technology - Smart Factory* | *export.gov* [online] [vid. 2017-12-14]. Dostupné z: <https://www.export.gov/article?id=Korea-Manufacturing-Technology-Smart-Factory>
- EY, 2015. *The rise of industry 4.0* [online]. 2015. B.m.: EY. [vid. 2017-12-06]. Dostupné z: <http://performance.ey.com/wp-content/uploads/downloads/2015/07/EY-Performance-The-rise-of-Industry-4-0.pdf>
- GANDHI, Nirjar, 2015. Industry 4.0 – fourth industrial revolution. *SAP Blogs* [online] [vid. 2018-01-10]. Dostupné z: <https://blogs.sap.com/2015/06/30/industry-40-fourth-industrial-revolution/>
- GEISSBAUER, Reinhard, Jesper VEDSO a Stefan SCHRAUF, 2016. *Industry 4.0: Building the digital enterprise* [online]. 2016. B.m.: PwC. [vid. 2017-11-20]. Dostupné z: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf>
- GOASDUFF, Laurence, 2015. What Is Industrie 4.0 and What Should CIOs Do About It? *Gartner* [online] [vid. 2018-01-10]. Dostupné z: <https://www.gartner.com/newsroom/id/3054921>
- GOOGLE, 2018. *Jak funguje Vyhledávání Google* | *Vyhledávací algoritmy* [online] [vid. 2018-04-14]. Dostupné z: <https://www.google.com/search/howsearchworks/algorithms/>
- GOVERNO ITALIANO, 2017. *National Plan „Industria 4.0“* [online]. 2017. B.m.: Governo Italiano - Ministero dello sviluppo economico. Dostupné z: http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/documenti/2017_01_16-Industria_40_English.pdf
- GTAI, 2014. *INDUSTRIE 4.0: Smart Manufacturing for the Future* [online]. 2014. B.m.: GTAI. Dostupné z: https://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/_SharedDocs/Downloads/GTAI/Brochures/Industries/industrie4.0-smart-manufacturing-for-the-future-en.pdf

- HERMANN, Mario, Tobias PENTEK a Boris OTTO, 2015. *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review* [online]. 2015. B.m.: Technische Universität Dortmund Fakultät Maschinenbau. Dostupné z: http://www.snom.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf
- HIGH VALUE MANUFACTURING, 2017. HVM Catapult Centres. *High Value Manufacturing Catapult* [online]. [vid. 2017-12-14]. Dostupné z: <https://hvm.catapult.org.uk/hvm-centres/>
- INDUSTRIAL INTERNET CONSORTIUM, 2017. *About Us | Industrial Internet Consortium* [online] [vid. 2017-12-14]. Dostupné z: <http://www.iiconsortium.org/about-us.htm>
- INDUSTRIAL VALUECHAIN INITIATIVE, 2017. *Industrial Valuechain Initiative » What is IVI?* [online] [vid. 2017-12-14]. Dostupné z: <https://iv-i.org/wp/en/what-is-ivi/>
- I-SCOOP, 2017. *Industry 4.0: the fourth industrial revolution – guide to Industrie 4.0* [online]. Dostupné z: <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/>
- JAPAN SCIENCE AND TECHNOLOGY AGENCY, 2017. *Future services & societal systems in society 5.0: held on Monday, November 7, 2016*. Tokyo: Systems/Information Science and Technology Unit, Center for Research and Development Strategy, Japan Science and Technology Agency. ISBN 978-4-88890-554-1.
- MADE DIFFERENT, 2017. *7 transformations - en | Made Different* [online] [vid. 2017-12-14]. Dostupné z: <http://www.madedifferent.be/en/projects/7-transformations-en>
- MARR, Bernard, 2016. What Everyone Must Know About Industry 4.0. *Forbes* [online] [vid. 2017-11-19]. Dostupné z: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2016/06/20/what-everyone-must-know-about-industry-4-0/#4cc12ede795f>
- MAŘÍK, Vladimír, 2016. *Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku*. Vydání 1. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-440-0.
- METI, 2015. *New Robot Strategy* [online]. 2015. Dostupné z: http://www.meti.go.jp/english/press/2015/pdf/0123_01b.pdf
- MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE ET DES FINANCES, 2015. *INDUSTRY OF THE FUTURE* [online]. 2015. B.m.: Ministère de l'Économie et des Finances. Dostupné z: https://www.economie.gouv.fr/files/files/PDF/pk_industry-of-future.pdf
- MPO, 2016. *Iniciativa Průmysl 4.0* [online]. 2016. B.m.: MPO. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/53723/64358/658713/priloha001.pdf>
- NAUMER, Hans-Jörg, Dennis NACKEN a Stefan SCHEURER, 2010. *The sixth Kondratieff - long waves of prosperity* [online]. 2010. B.m.: Allianz Global Investors. [vid. 2017-12-16]. Dostupné z: https://www.allianz.com/v_1339501901000/media/press/document/other/kondratieff_en.pdf
- PIORE, Michael J. a Charles F. SABEL, 1984. *The second industrial divide: possibilities for prosperity*. Nachdr. New York: Basic Books. ISBN 978-0-465-07561-4.
- REES-MOGG, William, 2008. Business Cycle Theory Explained by Joseph Schumpeter. *Markets and Money* [online] [vid. 2017-12-16]. Dostupné z: <https://www.marketsandmoney.com.au/business-cycle-joseph-schumpeter/2008/10/02/>
- ROSE, Susan, 2015. *Management research: applying the principles* [online]. First Edition. New York: Routledge, Taylor & Francis Group. ISBN 978-0-415-62811-2. Dostupné z: http://documents.routledge-interactive.s3.amazonaws.com/9780415628129/Chapter%206%20-%20Quantitative%20content%20analysis%20final_edited.pdf
- SCALABRE, Olivier, 2017. Industry 4.0: The Next Industrial Revolution. *Boston Consulting Group (BCG)* [online] [vid. 2017-12-08]. Dostupné z: <https://www.bcg.com/capabilities/operations/embracing-industry-4.0-rediscovering-growth.aspx>

- SCHLAEPFER, Ralf, Markus KOCH a Philipp MERKOFER, 2015. *Industry 4.0 Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies* [online]. 2015. B.m.: Deloitte. [vid. 2017-09-23]. Dostupné z: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cn/Documents/cip/deloitte-cn-cip-industry-4-0-challenges-and-solutions-en-170224.pdf>
- SCHUMPETER, Joseph Alois, 1923. *Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. New York and London: McGraw-Hill Book Company, Inc.
- SCHUMPETER, Joseph Alois, 1994. *Capitalism, socialism and democracy*. London: Routledge. ISBN 0-203-20205-8.
- SCHWAB, Klaus, 2017. *The fourth industrial revolution*. First U.S. edition. New York: Crown Business. ISBN 978-0-241-30075-6.
- SMART INDUSTRY, 2017. *SMART INDUSTRY: DUTCH INDUSTRY FOR THE FUTURE* [online]. 2017. B.m.: Smart Industry. Dostupné z: <http://smartindustry.nl/wp-content/uploads/2017/08/opmaak-smart-industry.pdf>
- SMLC, 2013. *SMLC Brochure* [online]. 2013. B.m.: SMLC. Dostupné z: https://smartmanufacturingcoalition.org/sites/default/files/smlc_brochure_9_16_13.pdf
- ŠITNER, Roman, 2017. Už není kde brát lidi. Firmy v Česku proto experimentují s roboty, investice se vrátí za 195 dní. *Hospodářské noviny* [online] [vid. 2017-11-19]. Dostupné z: <https://ihned.cz/c1-65958270-roboti-jsou-levnejsi-firmy-o-ne-maji-zajem-vyrabi-i-skla-na-auta>
- THE STEEL WIRE, 2017. How Smart Factories are Changing the Manufacturing Industry. *The Steel Wire* [online]. [vid. 2017-11-19]. Dostupné z: <http://globalblog.posco.com/how-smart-factories-are-redefining-the-manufacturing-industry/>
- THOUVEREZ, Pierre, 2016. L'usine 4.0, c'est quoi ? *Techniques de l'Ingénieur* [online]. [vid. 2017-12-08]. Dostupné z: <https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/lusine-4-0-cest-quoi-37271/>
- VERRIÈRE-CUENOT, Patricia a Caroline QUENEDEY, 2017. *L'industrie 4.0: La 4ème révolution industrielle sauvera-t-elle l'industrie française ?* 2017. B.m.: Wavestone.
- VINCI ENERGIES, 2017. Industrie 4.0 : l'usine du futur sera autonome. *VINCI Energies* [online] [vid. 2017-12-08]. Dostupné z: <http://www.vinci-energies.com/cest-deja-demain/pour-une-industrie-intelligente/lusine-du-futur-sera-autonome/>
- WEE, Dominik, Richard KELLY, Jamie CATELL a Matthias BREUNIG, 2015. *Industry 4.0: How to navigate digitization of the manufacturing sector* [online]. 2015. B.m.: McKinsey. [vid. 2017-11-20]. Dostupné z: <http://worldmobilityleadershipforum.com/wp-content/uploads/2016/06/Industry-4.0-McKinsey-report.pdf>
- WHITE HOUSE, 2016. FACT SHEET: President Obama Announces Winner of New Smart Manufacturing Innovation Institute and New Manufacturing Hub Competitions. *whitehouse.gov* [online] [vid. 2017-12-14]. Dostupné z: <https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2016/06/20/fact-sheet-president-obama-announces-winner-new-smart-manufacturing>
- WOLF, Andreas, 2017. INDUSTRY 4.0 – DIGITISATION OF MANUFACTURING. *Bosch India Blog* [online] [vid. 2017-12-07]. Dostupné z: <http://blog.boschindia.com/iot/industry-4-0-digitisation-of-manufacturing/>

Přílohy

Příloha 1| Kvantitativní rozbor firemních, populárně-vědeckých, akademických a institucionálních definic. Záznamový arch.

	Průmysl 4.0 a průmyslová revoluce jsou totéž			chytrá/digitální továrna	kyberneticko fyzikální systémy	vertikální propojení vnitrofiremních výrobních procesů a systémů	horizontální propojení (sklady, dodavatelé, výroba, marketing, zákaznické služby)	zákaznický přizpůsobitelná masová výroba, modularizace	3D tisk	automatizace a digitalizace	cloud	senzory	velká data a jejich okamžitá analýza	autonomní (decentralizovaní) roboti, autonomní vozidla	internet věcí	rozšířená realita	flexibilní modely výroby a organizace	chytrá energetika	
	Ano	Není zmíněno	Ne																
Firemní																			
PwC (Geissbauer et al. 2016)	1			1		1	1		1	1	1	1	1		1	1	1		11
McKinsey (Wee et al. 2015)	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1		13
KPMG (Cooper et al. 2017)	1								1	1			1	1	1	1			6
Deloitte (Schlaepfer et al. 2015)	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	14
EY (EY 2015)		1											1		1		1		3
Bosh India (Wolf 2017)	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			12
ARC Advisory - (de Leeuw 2017)		1				1	1				1	1	1		1		1		7
Boston Consulting Group (Scalabre 2017)	1					1	1		1	1	1		1	1	1	1	1		10
Wavestone (Verrière-Cuenot a Quenedey 2017)	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		14
VINCI Energies (VINCI Energies 2017)	1			1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
SAP (Gandhi 2015)	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		12
Gartner (Goasduff 2015)	1				1	1	1	1							1		1	1	6
Populárně-vědecké, akademické a institucionální																			
(Thouvenez 2016)	1			1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		1	12
(Marr 2016)		1		1	1	1					1		1		1	1			7
(i-SCOOP 2017)	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
(Hermann et al. 2015)	1			1	1	1	1	1	1		1		1	1	1				9
(Mařík 2016)	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
(Brettel et al. 2014)	1			1	1	1	1	1	1		1	1	1	1		1		1	11
(European Parliament 2015)	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
World Economic Forum (Schwab 2017)			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
	16	3	1	15	14	18	17	12	11	16	16	15	18	14	20	10	15	8	