

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická

Uplatnění automatizace, robotizace a dalších složek Průmyslu 4.0
v chemickém průmyslu

Veronika Bergerová

Bakalářská práce

2019

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická
Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Veronika Bergerová**
Osobní číslo: **C16127**
Studijní program: **B2807 Chemické a procesní inženýrství**
Studijní obor: **Ekonomika a management chemických a potravinářských podniků**
Název tématu: **Uplatnění automatizace, robotizace a dalších složek Průmyslu 4.0 v chemickém průmyslu**
Zadávací katedra: **Katedra ekonomiky a managementu chemického a potravinářského průmyslu**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Vymežit podstatu Průmyslu 4.0, jednotlivých složek Průmyslu 4.0, jeho vývoj v zahraničí a v České republice.
2. Posoudit společenský dopad Průmyslu 4.0.
3. Posoudit zavádění složek Průmyslu 4.0 v různých průmyslových odvětvích včetně chemického průmyslu.
4. U vybraných podniků chemického průmyslu analyzovat využívání složek průmyslu 4.0 v praxi.
5. Provést zhodnocení a závěr.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: cca 40 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

1. Mařík, V., a kol. Průmysl 4.0 výzva pro Českou republiku. Praha: Management Press, 2016. ISBN 978-80-7261-440-0.
2. Tomek, G., Vávrová, V. Průmysl 4.0 aneb Nikdo sám nevyhraje. Průhonice: Professional Publishing, 2017. ISBN 978-80-906594-4-5.
3. Ustundag, A., Cevikcan, E. Industry 4.0 Managing the Digital Transformation. Cham: Springer, 2018. ISBN 978-3319578699.
4. Chmelař, A., a kol., Dopady digitalizace na trh práce v ČR a EU. Praha: Úřad vlády ČR. (2015).
5. Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR. Iniciativa Průmysl 4.0. 2016.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jana Košťálová, Ph.D.

Katedra ekonomiky a managementu chemického a potravinářského průmyslu

Datum zadání bakalářské práce: **28. února 2019**

Termín odevzdání bakalářské práce: **4. července 2019**



prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.
děkan

L.S.



Ing. Jan Vávra, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 23. února 2019

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 4. 7. 2019

Veronika Bergerová

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala Ing. Janě Košťálové, Ph.D. za cenné rady, věcné připomínky, vstřícnost a především trpělivost během zpracování bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat své rodině, která mi byla po celou dobu oporou.

ANOTACE

Práce je věnována právě probíhající čtvrté průmyslové revoluci, která je označována jako koncept Průmysl 4.0. Koncept je již ve větší či menší míře rozvinut jak ve všech vyspělých zemích, tak i ve všech odvětvích průmyslu. Tento dopad se týká i chemického průmyslu, i když ne v tak velkém měřítku. Záměrem práce je zjistit rozsah a dopad zaváděných změn právě v chemickém průmyslu s ohledem na to, jaká pozitiva a negativa tato změna podnikům přináší.

KLÍČOVÁ SLOVA

Průmysl 4.0, digitalizace, robotizace, automatizace, chemický průmysl

TITLE

Use of automation, robotization and elements of Industry 4.0 in the chemical industry

ANNOTATION

The present bachelor thesis is devoted to the ongoing 4th industrial revolution which is called the Industry 4.0 concept. This concept is developed already in greater or smaller extent not only in all industrial countries but also in all industrial branches. This is applicable also in chemical industry although not in a large scale. The aim of this thesis is to find the extent and impact of introduced changes just in the chemical industry with regard to positive or negative aspects which are brought to enterprises.

KEY WORDS

Industry 4.0, digitisation, robotization, automation, chemical industry

OBSAH

ÚVOD	9
1 PRŮMYSL 4.0	11
1.1 PRŮMYSL 4.0 V ZAHRANIČÍ.....	11
1.2 PRŮMYSL 4.0 V ČESKÉ REPUBLICE	12
1.3 CHARAKTERISTIKA PRŮMYSLU 4.0	13
1.3.1 Kybernetika a umělá inteligence	14
1.3.2 Digitalizace.....	14
1.3.3 Automatizace a robotizace.....	16
1.4 ZÁKLADNÍ SLOŽKY PRŮMYSLU 4.0	18
1.4.1 Kyberneticko-fyzikální systémy.....	18
1.4.2 Internet věcí a internet služeb.....	19
1.4.3 Big data.....	20
1.4.4 Datová úložiště a cloud computing	21
1.4.5 Kybernetická bezpečnost.....	22
1.4.6 Aditivní výroba - 3D tisk.....	23
1.4.7 Virtuální a rozšířená realita	24
2 SPOLEČENSKÝ DOPAD PRŮMYSLU 4.0	26
2.1 DOPAD PRŮMYSLU 4.0 NA TRH PRÁCE	26
2.1.1 Kvalifikace pracovní síly.....	27
2.1.2 Vznik nových pracovních příležitostí.....	28
2.2 DOPAD PRŮMYSLU 4.0 NA VZDĚLÁVACÍ SOUSTAVU	28
2.3 SWOT ANALÝZA ZAVÁDĚNÍ PRŮMYSLU 4.0 V ČESKÉ REPUBLICE	29
3 PRŮMYSL 4.0 V JEDNOTLIVÝCH ODVĚTVÍCH.....	33
3.1 PRŮMYSL 4.0 V CHEMICKÉM PRŮMYSLU	34
4 POSOUZENÍ PRŮMYSLU 4.0 VE VYBRANÝCH PODNICÍCH CHEMICKÉHO PRŮMYSLU.....	36

4.1	VÝSLEDKY DOTAZOVÁNÍ	38
4.1.1	Podnik A.....	38
4.1.2	Podnik B.....	39
4.1.3	Podnik C.....	40
4.1.4	Podnik D.....	41
4.1.5	Podnik E.....	41
4.1.6	Podnik F.....	42
4.2	SHRNUTÍ VÝSLEDKŮ.....	44
ZÁVĚR.....		46
POUŽITÁ LITERATURA		48
PŘEHLED ZKRATEK.....		54
SEZNAM TABULEK		55
SEZNAM OBRÁZKŮ.....		56
SEZNAM PŘÍLOH		57

ÚVOD

První průmyslová revoluce byla ve znamení páry (Mařík, 2016). Přestože je jejím hlavním symbolem právě parní stroj, který v roce 1765 vynalezl James Watt (Marcoň, 2018), je její začátek datován k roku 1784, kdy Edmund Carteright vynalezl první mechanický tkací stav. Během 19. století postupně přecházela ruční výroba v manufakturách ke strojní velkovýrobě a začínaly se využívat nové zdroje energie, především uhlí. (Českomoravská konfederace odborových svazů, 2017, s. 7)

Druhá průmyslová revoluce začala o necelých sto let později, tedy v roce 1870, kdy společnost Cincinnati instalovala ve svém závodě první montážní linku (Marcoň, 2018). Nejen rok 1870 je považován za začátek této revoluce, někdy je také datován k roku 1879, kdy T. A. Edison vynalezl žárovku (Českomoravská konfederace odborových svazů, 2017, s. 7). Během druhé průmyslové revoluce došlo k velkému rozvoji napříč celým průmyslem. Byl vynalezen benzinový motor, vodní elektrárna, automobil, dále byly představeny motocykly, první konstrukce letadel a v oblasti chemického průmyslu bylo objeveno umělé hedvábí, hnojivo nebo celofán. (Marcoň, 2018)

O dalších přibližně sto let později nastává třetí průmyslová revoluce, která je důsledkem postupného nasazování počítačů a robotů v izolované podobě (Mařík, 2016). Bývá nejčastěji spojována s automatizací a rozmachem informačních technologií. Určit její začátek není příliš jednoduché, jelikož přechod od mechanismů k automatům byl spíše vývoj přirozené evoluce. Rok 1969, kdy byl vyroben první programovatelný logický automat (PLC), je nejčastěji považován za její začátek. PLC je malý průmyslový počítač, řídicí jednotka, určená pro automatizaci procesů v reálném čase. (Českomoravská konfederace odborových svazů, 2017, s. 7)

Průmysl a ekonomika nyní prochází zásadními změnami vzniklými zaváděním informačních technologií, kyberneticko-fyzikálních systémů a systémů umělé inteligence do výroby, služeb a hospodářství. Tyto změny jsou tak zásadní, že se o nich mluví jako o čtvrté průmyslové revoluci. (Mařík a kol., 2016, s. 15) Je to revoluce, která probíhá právě v současnosti. Jako nástroj propojení se využívá internet, který se rozšiřuje do všech oblastí lidské činnosti. Pojem internet vznikl v roce 1987 a k jeho komercializaci došlo roku 1994. Od té doby sledujeme extrémní nárůst uživatelů internetu, který v dnešní době dosahuje řádů miliard. (Českomoravská konfederace odborových svazů, 2017, s. 8)

„Čtvrtou průmyslovou revoluci je nutno brát jako zásadní existenční výzvu, výzvu k posílení konkurenceschopnosti v evropském i světovém měřítku.“ (Mařík a kol., 2016, s. 16)

V teoretické části se práce zabývá celkovým konceptem Průmyslu 4.0 od jeho historického nástupu, přes základní složky a požadavky s ním spojené, až po dopad na společnost a jeho nasazování v průmyslových odvětvích. Dále pak je v praktické části v několika vybraných firmách analyzován rozsah změn v chemickém průmyslu spojených s nástupem čtvrté průmyslové revoluce.

Cílem práce je tedy představit Průmysl 4.0 a zjistit odpovědi na otázky týkající se zavádění tohoto konceptu v chemickém průmyslu, a to se zaměřením především na:

- rozsah zavádění jednotlivých složek Průmyslu 4.0 do výroby,
- změny, které přineslo zavádění těchto složek,
- to, zda podniky pociťují pozitivní či negativní dopady po zvedení Průmyslu 4.0,
- výhled podniků ohledně dalšího rozvoje využívání Průmyslu 4.0.

1 PRŮMYSL 4.0

Čtvrtá průmyslová revoluce již započala v nejrozvinutějších světových ekonomikách. Je patrné různorodé názvosloví, ale motivace je u všech zemí stejná. Tou je snaha o udržení a posílení konkurenceschopnosti a technologického prvenství těchto zemí na světových trzích. (Mařík a kol., 2016, s. 22) Vzhledem k šíři dopadu musí tato filozofie proniknout do myšlení celé společnosti. Její přijetí přinese nejen velké výzvy, ale také nové příležitosti průmyslovým podnikům. (Mařík a kol., 2016, s. 25)

„Bez větší nadsázky lze říci, že iniciativa Průmysl 4.0 je především o odpovědné podpoře změny způsobu myšlení celé společnosti než o konkrétních technologiích.“ (Mařík a kol., 2016, s. 19)

1.1 PRŮMYSL 4.0 V ZAHRANIČÍ

První iniciativa průmyslu 4.0 vznikla v Německu pod názvem „Industrie 4.0“. Tato prvotní vize byla prezentována na Hannoveruském veletrhu roku 2011 pod názvem „Komputerizace průmyslové výroby“. Dokument byl připraven týmem pod vedením profesorů Henninga Kagemanna, Wolfganga Wahlstera a Wolfa-Dietera Lukase. O dva roky později byla prezentována detailní německá strategie pod názvem „Evoluce od vestavěných systémů ke kyberneticko-fyzickým systémům“. (Mařík, 2016) V Německu jde především o udržení vedoucí pozice v průmyslu, kdy Industrie 4.0 slouží jako nový směr budoucího vývoje (Dvořák, 2016).

V březnu 2014 bylo v USA založeno „Industrial Internet Consortium“ pětící nadnárodních firem. Toto konsorcium je platformou propojující komerční, akademickou a vládní sféru s cílem urychlit rozvoj, adaptaci a široké užívání technologií průmyslového internetu. (Mařík a kol., 2016, s. 24)

V roce 2015 spustila vlastní program pod názvem „Industrie de Futur“ i francouzská vláda (Mařík a kol., 2016, s. 24). Tento program má za cíl podporovat společnosti k nasazení digitálních technologií či modernizaci výroby. Zaměřuje se na prioritní trhy a zahrnuje 5 pilířů průmyslu budoucnosti – špičkové technologie, transformace podnikání, školení, mezinárodní spolupráce a propagace průmyslu budoucnosti. (European commission, 2017, s. 3)

Čínská vláda spustila svůj program na zvýšení konkurenceschopnosti svého průmyslu „Made-in-China 2025“, který si klade za cíl do roku 2025 zvýšit podíl lokálně

vyrobených komponent a materiálů ve vyráběných produktech na 70 %. Tento program se z velké části inspiroje německou „Industrie 4.0“. (Mařík a kol., 2016, s. 24-25)

Japonsko rovněž v červnu 2015 zahájilo analogickou iniciativu, pod vedením 30 firem, s názvem „Industrial Value Chain Initiative“. Tato iniciativa se soustřeďuje zejména na vytvoření technologických standardů pro propojení továren a jejich internacionalizaci. (Mařík a kol., 2016, s. 25)

1.2 PRŮMYSL 4.0 V ČESKÉ REPUBLICCE

Motto: „Pro Česko s jeho vysokou závislostí na zpracovatelském průmyslu asi není nic důležitějšího než si nenechat ujet vlak v tom, co Němci nazvali Průmysl 4.0. Potřebujeme rozvíjet tuto komparativní výhodu, jak se dá... Ve skutečnosti nám peníze na rozvoj nechybějí. Musíme je ale dávat do oblastí, které nás živí, kde už něco umíme, a budeme je dávat za prokazatelný výsledek.“ Miroslav Zámečník, Euro 47, 2015 (Mařík a kol., 2016, s. 15)

Česká republika musí samozřejmě na probíhající průmyslovou revoluci reagovat také. Nejen že se v ní skrývají obrovské příležitosti z pohledu udržitelnosti, ale také potenciál zvýšení produktivity výroby a služeb. Pokud by Česká republika tak neučinila, hrozila by jí ztráta konkurenceschopnosti s dopadem na zaměstnanost, produktivitu a především na rozvoj celé společnosti. (Mařík a kol., 2016, s. 15)

Národní iniciativa Průmyslu 4.0, která vznikla z podnětu Ministerstva průmyslu a obchodu České republiky, má zatím formu expertní studie. Prvotní práce na ní začaly v červenci 2015 a postupně se na ní podílelo 87 expertů z nejrůznějších odborných oblastí a institucí. Dokument pro vládní orgán byl dokončen a předán 3. února 2016. (Mařík a kol., 2016, s. 16) Expertní studie nekopíruje poznatky z německé iniciativy „Industrie 4.0“, ale pohlíží na čtvrtou průmyslovou revoluci z pozice potřeb České republiky a snaží se představit tuto problematiku s návodem na konkrétní kroky zavedení. (Mařík, 2016) Cílem iniciativy Průmysl 4.0 je odhalit další možné směry vývoje a snaha pomoci připravit celou společnost na absorbování této technologické změny. Iniciativa Průmyslu 4.0 mapuje opatření na podporu investic, aplikovaného výzkumu a standardizace, zpracovává otázky spojené s kybernetickou bezpečností, logistikou i legislativou. (Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2016)

1.3 CHARAKTERISTIKA PRŮMYSLU 4.0

Jako Průmysl 4.0 se označuje současný trend digitalizace, automatizace a výměny dat v technologickém procesu výroby. Tento pojem zahrnuje především kyberneticko-fyzikální systémy, internet věcí a internet služeb včetně cloudového zpracování informací. (Marcoň, 2018) Předpokládá se vytvoření inteligentní sítě napříč výrobními, ekonomickými, obchodními, logistickými a dalšími úseky, kdy každá z entit má softwarový modul, který pracuje autonomně a v případě potřeby komunikuje s ostatními entitami (Kaminský, 2016).

Koncept Průmysl 4.0 je založen na průmyslové integraci pomocí informačních technologií, která je spojena se zpracováním dat v reálném či takřka reálném čase, sdílením informací a kontinuální komunikací. Tato integrace se rozděluje na tři základní pilíře (Mařík a kol., 2016, s. 44):

1. Vertikální integrace výrobních systémů - informační provázání napříč hierarchickou a řídicí strukturou podniku, jejímž rámcem je samotný výrobní podnik.
2. Horizontální integrace napříč dodavatelským řetězcem - propojuje všechny články dodavatelsko-odběratelského hodnototvorného řetězce, přes dodavatele, výrobce až po distribuci koncovému zákazníkovi a následný servis.
3. Integrace všech inženýrských procesů - jde o integraci všech inženýrských procesů, týkajících se celkového životního cyklu produktu – od plánování životního cyklu přes design, vývoj, realizaci, testování až po prodejní služby.

Hlavní rysy Průmyslu 4.0

Průmysl 4.0 má pět hlavních rysů, mezi které patří interoperabilita, virtualizace, decentralizace, rozhodování téměř v reálném čase a modularita. (Marcoň, 2018; Mařík, 2018):

Interoperabilita - umožnění lidem a chytrým továrnám elektronické připojení a vzájemnou komunikaci na základě kyberneticko-fyzikálních systémů. Jako komunikační rozhraní mezi člověkem a strojem lze využít systémů Android, iOS, či Windows a jiných.

Virtualizace - schopnost propojování fyzických systémů s virtuálními modely pomocí vhodného softwaru.

Decentralizace - kyberneticko-fyzikální systémy jsou do určité míry schopny rozhodovat samy za sebe.

Rozhodování téměř v reálném čase - schopnost okamžitého rozhodování, shromažďování a poskytování nových poznatků.

Modularita - chytré továrny jsou schopny se přizpůsobovat měnícím se požadavkům tím, že nahradí nebo rozšíří jednotlivé moduly.

1.3.1 Kybernetika a umělá inteligence

Důležitou součástí konceptu průmyslu 4.0 je kybernetika a umělá inteligence. Umělá inteligence poskytuje technologie pro strojové vnímání, obecněji pro interakci člověk-stroj, a komunikaci v přirozeném jazyce. (Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR, 2016, s. 51) Tyto dva obory se snaží hledat a nabízet řešení, která budou co nejvíce efektivní, budou zajišťovat flexibilitu, budou schopna využívat cloudová úložiště a plnohodnotně využívat koncept internetu věcí. Základem řídicích a rozhodovacích systémů pro Průmysl 4.0 bude jejich automatizované chování s prvky umělé inteligence, schopnost integrovat se do rozsáhlých celků, schopnost inteligentně komunikovat s lidmi a mezi sebou a zabezpečení, jako je ochrana dat před kybernetickými útoky. (Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR, 2016, s. 73)

V následujících letech bude pro podniky hlavním hodnotovým přínosem umělé inteligence zlepšování zákaznické zkušenosti. Umělá inteligence má díky pokrokům ve výpočetním výkonu, rostoucím objemu a variabilitě dat potenciál stát se přelomovou technologickou kategorií. Firmy vidí příležitost v nasazení umělé inteligence pro zlepšení všech interakcí se zákazníky, s cílem navýšit jejich počet a věrnost. Podniky také hledají způsoby využití umělé inteligence pro zvýšení efektivity procesů, zlepšení rozhodovacích procesů či automatizaci většího počtu úkonů. (Zavadilová, 2018, s. 6-7)

1.3.2 Digitalizace

Důležité je si hned na začátku upřesnit, že digitalizace není cílem konceptu Průmysl 4.0, ale pouze nástrojem (Holoubek, 2018). Digitalizaci vnímáme čím dál tím více kolem sebe - máme mobilní telefony, či digitální internet. Internet je jeden z podnětů, díky kterému došlo k nárůstu tlaku na výrobce na základě rostoucích požadavků zákazníků. Jedním z důvodů zavést digitalizaci je potřeba zkrátit čas uvedení produktu na trh bez ztráty kvality. To však musí být realizováno s úsporou materiálových zdrojů. (Siemens, 2016) Digitalizace tedy hledá možnosti postavené na digitálních technologiích, přinášejících zefektivnění a zlepšení fungování vnitřních i externích procesů za účelem vyšší efektivity celé společnosti (Českomoravská konfederace odborových svazů, 2017, s. 9). S nástupem

digitalizace vznikají digitální podniky a digitální modely výrobků, které nazýváme digitálními dvojčaty.

Digitální podnik

Pokud chtějí podniky využívat veškerých výhod digitalizace, musí zajistit kompletní datovou integritu všech svých procesů. Na základě toho vzniká digitální podnik. (Siemens, 2016) Je to jeden z klíčových prvků projektů digitalizované budoucnosti průmyslové výroby, který obsahuje nejrůznější prvky, vize a koncepty (Robotic journal, 2018, s. 23). Digitální podnik neboli „chytrá továrna“ je tedy označení pro podniky využívající kyberneticko-fyzikálních systémů, které převezmou jednoduché činnosti doposud vykonávané člověkem (IoT portal, 2018).

Produkty a stroje dostanou čipy, na základě kterých budou vzájemně komunikovat a bude je možno vzdáleně řídit (IoT portal, 2018). Součástí takovýchto výrobních jednotek propojených do komplexních celků jsou i roboti, kteří jsou samozřejmě také propojeni v síti a komunikují s ostatními roboty, systémy a nástroji v reálném čase (Robotic journal, 2018, s. 23). Klíčovou součástí automatizovaných chytrých továren je vzájemná komunikace strojů a zařízení, která jsou v nich instalovaná, a také komunikace mezi podniky. Tento koncept automatizace je proto založen na propojení veškerých systémů zapojených do výroby během výrobního cyklu. (Kaláb, 2018a, s. 32) Souhrn informací získaných z výroby v takovýchto továrnách je virtuálním obrazem reálné výroby, který slouží k plánování, simulaci a optimalizaci komplexních výrobků. Reálná výroba je zabezpečena z hlediska kvality, času a nákladů na základě ověření a optimalizace všech částí výrobního systému ve fázi plánování. (CEIT, 2015)

Cílem chytrých továren je přímá komunikace mezi stroji, pomocí které si budou vyměňovat informace, např. provozní data, pomocí různých komunikačních kanálů. Tato komunikace nebude probíhat jen v rámci jednoho podniku, ale prostřednictvím internetu či cloudu budou stroje schopny komunikovat i se stroji v rámci jiných firem. Komunikace mezi stroji může dojít až do fáze, kdy bude využíván lidský jazyk, na což poukazuje studie analytické společnosti Gartner v roce 2017: *„Konverzace v přirozeném jazyce mezi dvěma stroji, bude přeložitelná člověkem, což zajistí jak dobrou bezpečnost, tak univerzálnost.“* (Kaláb, 2018a, s. 32-33)

Digitální dvojče

Hlavní roli v celém procesu životního cyklu výrobku hraje digitální model. Je to v podstatě výrobek zapsaný v počítačovém systému, který obsahuje veškeré informace o výrobku dostupné všem konstruktérům, technologům či operátorům strojů. Tyto uložené informace jsou také přístupné všem zařízením ve výrobě, která umí informace obsažené v digitálním modelu přečíst, informace do digitálního modelu zapisovat nebo se na základě přečtených informací dokáže rozhodovat o dalším kroku. Proto je tento model nazýván Digitální dvojče. (Erdeljac, 2018)

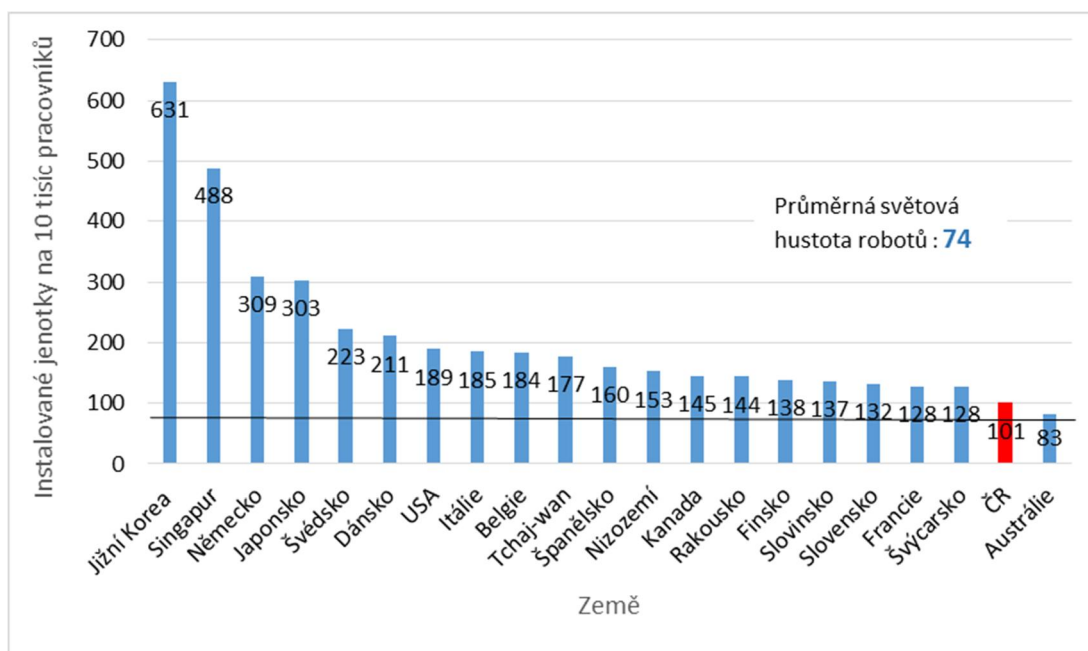
Digitální dvojče vzniká spojením fyzického a digitálního světa. Vzniká společně s návrhem výrobku a při výrobě slouží jako virtuální předloha. „*Ve věrných digitálních obrazech reálných produktů se skrývá obrovský potenciál.*“ (A. Reich) Digitální dvojče nahrazuje drahé prototypy, napomáhá ve velmi krátkém čase vyzkoušet nejrůznější scénáře či vytvářet a realizovat strategie výroby. (Kovoinzert, 2016)

1.3.3 Automatizace a robotizace

Pod pojmem automatizace se označuje zavedení samočinných řídicích jednotek k řízení technologických zařízení a procesů. Automatizace postupně snižuje potřebu přítomnosti člověka při vykonávání určitých činností. Pokud by došlo až k tzv. komplexní automatizaci, člověk jako pracovník by mohl být z příslušného výrobního systému teoreticky plně vyřazen. Tato možnost ideálního předpokladu se však v praxi jeví jako neuskutečnitelná. (Českomoravská konfederace odborových svazů, 2017, s. 10) Automatizace výroby je závislá na pružnosti multifunkčních strojů a robotů. Flexibilní průmyslová automatizace neboli pružná automatizace je založena na systémech, které jsou schopny zpracovávat určité objekty na základě rychlé a pružné změny programu. Také průmyslové roboty se řadí mezi moderní prostředky, které vytvářejí pružnou výrobu. Automatizace pomocí průmyslových robotů se hodí do kusové či malosériové výroby, kde zajišťuje vyšší stupeň pružnosti při nižší produktivitě práce. (Havlíček, 2016)

V současnosti a blízké budoucnosti patří mezi nejvýznamnější trend robotizace, umožňující nahradit člověka v jednodušších operacích. Postupem času však začne robotizace nahrazovat i složitější operace, jelikož se robotické technologie neustále vyvíjejí a zlepšují. Toto zlepšení přináší především pokroky v automatizaci a umělé inteligenci. (Lipovská, 2018) Roboty se uplatňují především v hromadné výrobě a jsou významným

prostředkem pro zvýšení produktivity a konkurenceschopnosti průmyslu. (Mařík a kol., 2016, s. 52)



Obr. 1: Hustota robotů (Mezinárodní federace robotiky, 2018, s. 5)

Mezi deset nejvíce automatizovaných zemí světa v současné době patří Jižní Korea, Singapur, Německo, Japonsko, Švédsko, Dánsko, USA, Itálie, Belgie a Tchaj-wan. Česká republika se vyskytuje na dvacátém místě, jak ukazuje obrázek č.1. (Mezinárodní federace robotiky, 2018, s. 5)

Vedle zavádění samostatných robotů do výroby je součástí trendu robotizace také zavádění robotů úzce spolupracujících s člověkem (Vališka, 2018). „*Revoluce je v tom, že roboti a lidé společně ve výrobě vytvářejí větší hodnotu, než mohou vytvářet jen samotné stroje nebo samotní lidé.*“ (Østergaard, 2018 ve Vališka, 2018)

Můžeme rozlišovat dva typy průmyslových robotů:

- a) Kolaborativní roboty - Pod tímto názvem se ukrývají roboty spolupracující s člověkem (Duchoslav, 2017). Představují jednu z nejsnadněji aplikovatelných možností automatizace a pomáhají vykompenzovat nedostatečné dovednosti pracovníků. Zaměstnanci je zvládnou naprogramovat, obsluhovat a udržovat bez jakékoliv předchozí praxe. (Kostolník, 2018) Jejich výhodou je, že mohou pracovat bez přestávky a v podstatě do nekonečna mohou opakovat monotónní úkony, které by jinak plýtvaly lidským potenciálem, ten poté může být využit pro kreativnější práci. Uplatňují se zejména v činnostech, kde je potřeba vysoká a

stále stejná přesnost. Jejich využití je možné v nejrůznějších odvětvích od obrábění kovů, distribuční průmysl až po opakované úkony v automobilovém průmyslu, kde např. na výrobních linkách přesouvají pneumatiky z výrobní linky do kufru daného automobilu. (Duchoslav, 2017)

- b) Autonomní roboty - Stroje se stávají čím dál tím chytřejší, mají nejen schopnost výpočetní, komunikační a řídicí, ale také schopnost autonomního řízení. Adaptivní roboty v kombinaci s umělou inteligencí poskytují snadnější výrobu různých výrobků. (Ustundag a Cevikcan, 2018, s. 7) Roboty se tedy postupně mění v autonomně pracující zařízení, která jsou schopná on-line komunikace s digitálním okolím a jsou schopna průběžně měnit své parametry. Na základě zavádění robotů do výroby, začínají vznikat obavy z postupného nahrazování lidské pracovní síly a podvědomě se nahrazuje neživotný rod za životný a vznikají roboti. (Holoubek, 2018)

1.4 ZÁKLADNÍ SLOŽKY PRŮMYSLU 4.0

1.4.1 Kyberneticko-fyzikální systémy

Jedná se o systémy, kde spolu navzájem spolupracují výpočetní prvky, které řídí fyzické subjekty (Marcoň, 2018). Základem je spolupráce řídicích jednotek pracujících samostatně, které jsou schopny autonomního rozhodování a jsou schopny řídit určitý technologický celek, který je jim svěřen. Dále musí být tyto jednotky schopny stát se samostatným a plnohodnotným členem komplexních výrobních celků. (Českomoravská konfederace odborových svazů, 2017, s. 12)

Kyberneticko-fyzikální systémy mohou být vysvětleny jako podpůrná technologie pro organizaci a koordinaci síťových systémů mezi fyzickou infrastrukturou a výpočetními schopnostmi. V tomto ohledu by fyzické a digitální nástroje měly být integrovány a propojeny s jinými zařízeními, aby bylo možné dosáhnout decentralizovaných opatření. Obecně platí, že zavedený systém získává dva hlavní funkční požadavky (Ustundag a Cevikcan, 2018, s. 8):

1. Pokročilou úroveň vytváření sítí umožňující jak zpracování dat v reálném čase z fyzické infrastruktury, tak informační zpětnou vazbu z digitální struktury.
2. Inteligentní zpracování dat, rozhodování a výpočetní schopnosti, které podporují fyzickou infrastrukturu.

Kyberneticko-fyzikální systémy lze rozdělit na dva typy (Českomoravská konfederace odborových svazů, 2017, s. 12-13):

- a) Multiagentní systémy - systémy, které mají samostatně se chovající prvky, které však nemusí být fyzické podstaty. Muže jít také o softwarový systém. Mezi výhody multiagentních systémů patří flexibilita nebo odolnost proti poruchám. Nevýhodou může být výpočetní a časová náročnost.
- b) Holonické systémy - v podstatě multiagentní systémy, kde agenty tvoří části výrobního zařízení, která jsou opatřena reaktivním řídicím prvkem a softwarovým agentem. S pomocí holonických agentů je možné činnosti plánovat, koordinovat a provádět.

1.4.2 Internet věcí a internet služeb

Podle Pohanky (2017), existuje velké množství definic, které charakterizují internet věcí (IoT). Jako jednu z nejužitečnějších definic uvádí: „*Internet věcí*“ znamená: *sít propojených objektů (věcí), které jsou jednoznačně adresovatelné s tím, že tato síť je založena na standardizovaných komunikačních protokolech umožňujících výměnu a sdílení dat a informací, jejichž analýzou bude možné docílit vyšší přidané hodnoty.* (Pohanka, 2017)

IoT je tedy propojení jednotlivých zařízení pomocí internetu bez aktivní účasti člověka (ManagementMania, 2016). Je považován za nový trend v oblasti kontroly a komunikace předmětů či zařízení mezi sebou, prostřednictvím technologií bezdrátového přenosu dat (IoT portal, 2018) na základě vložených čipů, senzorů a softwaru (Marcoň, 2018). „*Cílem IoT je propojení zařízení, systémů a služeb za účelem poskytnutí více dat, která mohou být převedena na informace a informace na znalosti, které lze následně aplikovat.*“ (Pohanka, 2017) Na základě takto získaných znalostí poté lze vytvářet rozhodnutí a autonomně provádět činnosti (Pohanka, 2017). Získané znalosti lze dále uplatňovat v nejrůznějších oblastech jako je např. logistika, zdravotnictví či energetika. Tato technologie se může také využít v oboru inteligentních elektroinstalací neboli v „chytrých domech“. (IoT portal, 2018)

Pomocí internetu služeb (IoS) jsou propojovány služby založené na internetu se službami reálného světa (Mařík a kol., 2016, s. 246). Dochází tak k organizaci výrobního řetězce uvnitř nebo z vnějšího pracoviště podniku. IoS zahrnuje především systémy založené na online práci a sdílení dat v cloudových úložištích. (Marcoň, 2018)

1.4.3 Big data

Za velká data se považují data s rozsahem peta bytů (10^{15} bytů) a více, která přesahují možnosti nynějších databázových technologií (Mařík a kol., 2016, s. 45). Objem dat neustále narůstá a s ním i množství potencionálních informací. Schopnost získávat tyto informace a následně je využívat je velmi omezená, a proto většina takovýchto informací a znalostí zůstává nevyužita. Pokrokům v analýze velkých dat brání nedostatečné vědecké pokroky v oblastech matematiky a informatiky, ale také omezená kapacita příslušných odborníků. Zdrojem velkých dat mohou být, např. data z provozu na internetu, data z různých čidel sledujících výrobní proces, sociální sítě, inteligentní senzory a měřicí sítě, satelitní pozorování nebo bezpečnostní kamery. Zpracování těchto velkých dat slouží v průmyslu především k optimalizaci výroby, služeb a distribuce. (Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR, 2016, s. 45)

Pod pojem analýza velkých dat spadají postupy a nástroje, pomocí nichž lze získávat, třídít a analyzovat velké datové soubory a nacházet v nich souvislosti. Pomocí této analýzy lze odhalit užitečné informace ukryté ve velkých datových souborech, vnikajících nepřetržitě uvnitř i vně organizace. Může se např. jednat o data týkající se klientů nebo o data zachycující vývoj trhu. Získané informace pomocí analýzy umožňují nejen hodnocení historie ale i přípravu na pravděpodobný budoucí vývoj (Gauss Algoritmics s.r.o., 2018).

Analýza velkých dat vyžaduje jako materiální zdroje výkonnou výpočetní techniku zapojenou do rychlých počítačových sítí. Cílem postupného vývoje je zabezpečení dostatečného množství odborníků, kteří budou schopni analyzovat a využívat informace obsažené ve velkých datech, zajištění spolehlivých metod strojového rozpoznávání pro automatickou analýzu dat a metod, které budou provádět analýzu v reálném čase. (Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR, 2016, s. 55) Pro práci s velkými objemy dat budou vznikat nové nástroje zahrnující umělou inteligenci. (Lipovská, 2018, s. 10)

Mezi nástroje, které dokáží analyzovat velké soubory dat, patří Business intelligence (BI). „*Business intelligence = procesy, technologie a nástroje potřebné k přetvoření dat do informací, informací do znalostí, a znalostí do plánů, které umožňují provést akce podporující splnění primárních cílů organizace.*“ (Arnošt, 2007) Je to tedy označení pro analytické podnikové aplikace, sloužící pro zpracování dat z minulosti, ale i předpověď či stimulaci budoucího vývoje (ManagementMania, 2016).

BI patří k nejdůležitějším strukturám firmy a jeho strukturu lze rozdělit do tří částí (Arnošt, 2007):

- a) Transformační prostředí, kde se data nejdříve extrahují ze zdrojových systémů a poté se data musí transformovat. Během transformace dochází k čištění dat - doplňují se chybějící hodnoty či se odstraňují překlepy apod..
- b) Datové sklady, které slouží pro uchování historie. Jejich hlavním cílem je sloužit jako zdroj dat pro analýzy.
- c) Reportovací prostředí - jedná se o část BI, která je viditelná pro koncové uživatele. Skládá se z nástrojů, které prezentují data uložená v datovém skladu. Mezi takovéto nástroje patří např. OLAP (On-Line Analytical Processing). Tato technologie umožňuje prohlížet data v reálném čase na libovolném stupni agregace (stát/ region/ okres/ město/ pobočka).

Nástroje BI pomáhají zpřístupnit data na jednom místě a jejich cílem je poskytovat kvalitní data pro rychlejší a efektivnější rozhodování (ManagementMania, 2016).

1.4.4 Datová úložiště a cloud computing

Spolu s narůstajícími požadavky na uložení dat, rostou i požadavky na jejich zpracování. Datová centra nabízejí řadu služeb, např. poskytování softwaru jako služeb nebo poskytování samotného výpočetního výkonu pro specializované aplikace, kde je potřeba provádět náročné komplexní výpočty. (Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR, 2016, s. 48) Cloud je v zásadě termín, používaný pro rozsáhlou síť vzájemně propojených vzdálených serverů po celém světě. Takovéto servery jsou navrženy k ukládání a správě dat, spouštění aplikací nebo doručování obsahu a služeb, jako je webová pošta, kancelářský software či sociální media. Data jsou dostupná online, z jakéhokoliv zařízení s podporou internetu - informace jsou dostupné kdekoli a kdykoli jsou potřeba. (Microsoft Azure, 2018)

Do budoucna lze očekávat velký rozvoj datových úložišť a cloudových služeb, jak z pohledu kapacity, tak i nabízené funkčnosti. Cloudy budou využívány nejen podniky či jednotlivci, ale ve spojení s rozvojem Průmyslu 4.0 začnou cloudy využívat i autonomní zařízení (IoT). Nejen kapacita a funkčnost jsou nutné pro budoucí vývoj. Nezbytnou součástí je také zvyšování kvality nabízených služeb. Hlavní roli zde hraje i bezpečnost narůstajících dat, protože s nimi budou narůstat i pokusy o krádeže a zneužití dat. Bezpečnost bude nutné řešit nejen na rovině technologické ale i v oblasti standardizace legislativy. Kvalitní

legislativa je nutným předpokladem pro zajištění důvěryhodnosti a použitelnosti pro koncové uživatele. (Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR, 2016, s. 57)

1.4.5 Kybernetická bezpečnost

Kybernetická bezpečnost je nedílnou součástí Průmyslu 4.0. Čím je systém složitější, tím více a snadněji ho lze ohrozit i pouhou nedostatečnou znalostí principů jeho fungování. Bezpečnost systémů je nutno chápat komplexně a systémově, od datové a komunikační bezpečnosti na nejnižší úrovni přes infrastrukturní spolehlivost a bezpečnost, až po globální systémovou bezpečnost na úrovni výrobních podniků nebo jejich řetězců, při zachování informačního soukromí jednotlivců a také práv duševního vlastnictví. (Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR, 2016, s. 86)

Kybernetických útoků neustále přibývá, a proto se kybernetická bezpečnost stává hlavním bodem v oblasti průmyslové automatizace a průmyslových komunikačních sítí podniků a jejich řetězců. Cílem těchto útoků je narušení podnikové výrobní činnosti a bývají vedeny osobami či organizovanými skupinami s různou motivací, např. to může být ekonomický zisk, potlačení konkurence, politické cíle či osobní pomsta. Tyto útoky jsou zaměřeny na průmyslové řídicí systémy - distribuované, řídicí systémy, programovatelné logické automaty, systémy sběru, regulace a dohledu dat, systémy a rozhraní člověk - stroj. Útoky vycházejí ze špatného návrhu architektury, ze zanedbání péče o počítačovou bezpečnost nebo také ze zastaralosti komponent používaných v systému. Průmyslová architektura se neustále mění a dochází k čím dál, tím větší integraci, sbírá se větší množství dat pro analýzu a rozhodování, vrcholové vedení vyžaduje přístup v reálném čase, roste množství bezdrátových komunikačních zařízení. Na základě toho se průmyslová izolace neustále snižuje a narůstá riziko útoků. (Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR, 2016, s. 90-91)

Čtvrtá průmyslová revoluce bude pro zajištění bezpečnosti znamenat vnitřní reorganizaci procesů, nové definice odpovědnostních rolí a posílení vnitřní kultury ve smyslu porozumění potřeb počítačové bezpečnosti. Také technické vybavení pro detekci či prevenci útoků bude potřebovat výrazné změny. (Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR, 2016, s. 91) Zabezpečení by mělo být zajištěno jak pro cloudová úložiště,

tak v počítačových robotech a automatizovaných systémech s ohledem na (Ustundag a Cevikcan, 2018, s. 15):

- zabezpečení technologií průzkumu dat,
- ochranu soukromí a standardizaci komunikačních protokolů,
- úroveň autorských práv pro sdílení informací,
- detekci a reakci na neočekávané změny a neoprávněný přístup pomocí standardizovaných algoritmů.

Zabezpečení softwaru je součástí kybernetické bezpečnosti. Je důležité identifikovat, vyhodnocovat a především napravovat zranitelná místa v softwarových aplikacích. (Control Engineering Česko, 2018b) Software lze zabezpečit pomocí segmentace, která představuje rozdělení sítě za účelem omezení možných škod, ke kterým by mohlo v případě narušení dojít. Důležitou součástí ochrany je také pravidelné zálohování systému, nejen že slouží k ochraně, ale také k rychlé a bezproblémové obnově dat. Měly by být vytvořeny obrazy všech pevných disků, zálohovány virtuální počítače a uložené konfigurace či programy na ukládací zařízení. Také existují produkty kybernetického zařízení, které umožňují definování pravidel a rozhodují o tom, jaká zařízení smí komunikovat se systémem a jaké porty je možné využívat. Mezi klasické, ale podstatné zabezpečení patří zabezpečení pomocí hesel, kdy se doporučuje dvoufázové ověření a unikátní uživatelská hesla k jednotlivým systémům. (Control Engineering Česko, 2018a)

Kybernetické zabezpečení by mělo obsahovat více než jen technologie. Také správné proškolení pracovníků, kteří pochopí rizika kybernetických útoků a odhalí jejich obvyklé cesty, je způsob, kterým lze potenciální problémy nahlásit a zaměřit mnohem dříve, než dojde k jejich realizaci. (Control Engineering Česko, 2018b)

1.4.6 Aditivní výroba - 3D tisk

Čtvrtá průmyslová revoluce probíhá nejen díky digitalizaci či automatizaci, ale také díky využití aditivní výroby, tedy 3D tisku (Technický portál, 2015). Pomocí tohoto typu výroby se vytváří třídímenzionální pevné objekty z digitálních souborů. Objekty jsou vytvořeny pokládáním jednotlivých souvislých vrstev materiálu, dokud není projekt či součástka plně dokončena. (Technický portál, 2016)

Bez 3D tiskáren se již neobejde takřka žádný průmyslový provoz. Podniky oceňují především rychlost a dostupnost výroby prototypů i funkčních dílů, ale také mechanické vlastnosti vytištěných výrobků. Odborníci tvrdí, že zavádění 3D tiskáren neohrozí tradiční

technologie jako např. obrábění, ale naopak 3D tisk možnosti výroby rozšiřuje a stávající technologie doplňuje. Dnes již 3D tisk neslouží pouze pro výrobu zkušebních modelů a prototypů, ale vytváří i plně funkční díly a různé náhradní komponenty pro výrobní technologie. (IT systems, 2018) Díky 3D tisku se také zjednodušuje logistika dílů, skladování i distribuce a na základě toho se zvyšuje efektivita závodu (Technický portál, 2015).

Jiří Šafka na konferenci 3D Trends 2018 řekl: „*Budoucností, už velmi hmatatelnou, jsou automatické výrobní linky s 3D tiskárnami, do kterých jenom zadáváte výrobní data. Distribuce materiálu, uskladnění výrobků a další logistika už se děje na základě vyhodnocení vstupních dat a pomocí robotů automaticky. Co se týče individualismu, je to právě 3D tisk, který dnes už umožňuje vyrobit jeden kus, stovky, ale i tisíce kusů jednoho výrobku zákazníkovi na míru, a to občas levněji a mnohem rychleji než jinými postupy.*“ (Pirkl, 2018)

Materiálů, které jsou vhodné pro 3D tisk je už poměrně dost. Tyto materiály se liší složením, pevností, křehkostí, barvami apod. Mezi nejčastější materiály pro tisk se využívá PLA (kyselina mléčná) a ABS (akrylonitrilbutadienstyren). PLA je ekologický termoplast vyráběný z obnovitelných zdrojů (kukuřičný škrob, cukrová třtina apod.), který nezatěžuje přírodu. ABS je termoplastický kopolymer, který pochází z ropy a při jeho využití nevznikají žádné škodlivé látky, jako to může být u jiných materiálů. Materiál, spíše vhodný pro tisk prototypů kvůli své křehkosti, je sádrový kompozitní prášek, jenž je vhodný pro tisk plnobarevných předmětů. Pro tisk detailních či malých předmětů je vhodný díky svému hladkému povrchu FotoPolymer, který se vytvrzuje ve vrstvách pomocí laserového paprsku. Mezi materiály využívané pro 3D tisk patří i samotný kov. Jako náplň do tiskárny lze použít ocelový prášek, speciální nízkotavitelné slitiny niklových bronzů či slitiny titanu. Kovové vrstvy jsou vytvrzovány pomocí laserového paprsku, jenž představuje inovativní technologii nahrazující klasické obrábění. Kovové materiály jsou vhodné pro tisk sériových funkčních modelů, prototypů a dílů pro automobilový nebo letecký průmysl. (Trider, 2018)

1.4.7 Virtuální a rozšířená realita

Virtuální realita (VR) a rozšířená realita (AR) patří k významným trendům Průmyslu 4.0. Nyní nachází největší uplatnění v počítačových hrách, avšak v budoucnu by se měla využívat i v oblasti podnikání a průmyslové výrobě. Nejrychleji se nasazuje v leteckém a automobilovém průmyslu, ale své místo nachází také v energetice. (Biegun, 2019) Zavádění VR a AR se dotýká i chemického průmyslu, a to především ve využívání digitálních dvojčat,

tedy virtuálních kopií výrobku či výrobního procesu, které lze pomocí datového modelu představit všem subjektům podniku včetně dodavatelů (Palíšek, 2018).

VR - vytváří zcela jedinečný zážitek pomocí simulovaného prostředí, kdy je možné navštívit např. velmi vzdálený závod nebo závod, který je ve výstavbě, aniž by pracovníci museli být na tomtéž místě (Control Engineering Česko, 2018). Specialisté v kancelářích či v laboratořích tak mohou pomocí virtuální reality vidět konkrétní zařízení při zásahu servisního technika v terénu. K dispozici jsou také digitální modely produktů či zařízení, na kterých mohou spolupracovat různé týmy v reálném čase. (Biegun, 2019)

AR - transformuje způsob, kterým lze přijímat informace pomocí překrývání digitálního obsahu a analytických dat přes reálný svět. Znamená to tedy, že např. pomocí 3D brýlí lze vidět provozní data jako překryvnou vrstvu přes zařízení a základní provozní úroveň. (Control Engineering Česko, 2018)

V podnicích najdou tyto technologie široké uplatnění od vzdělávání přes podporu kreativní činnosti jako jsou návrhy, až po prodej jednotlivých produktů (Biegun, 2019). Co se vzdělávání týče, rozšiřují zejména způsoby školicích programů v podnicích a doplňují tak možnosti, jak zvýšit nedostatečnou kvalifikaci nových i stávajících zaměstnanců. Takovéto školení bývá až o 30-40 % efektivnější. Zlepšení lze pocítit i v oblastech navrhování, montáže či kontroly kvality. (Control Engineering Česko, 2018) Tím, že VR a AR umožňuje skutečnost vstoupit do kterékoliv fáze výrobního procesu existujícího či vznikajícího podniku, lze ji snadno využít jak k včasnému odhalení chyb, tak k pravidelné údržbě (Palíšek, 2018).

2 SPOLEČENSKÝ DOPAD PRŮMYSLU 4.0

2.1 DOPAD PRŮMYSLU 4.0 NA TRH PRÁCE

Průmysl 4.0 povede k zániku určitých profesí a naopak také ke vzniku nových. Automatizační a optimalizační procesy budou postupně nahrazovat jednodušší a opakující se činnosti. To se projeví uvolňováním pracovníků z těchto profesí, což vede ke zhoršení uplatnitelnosti málo kvalifikované pracovní síly. Kromě nízkokvalifikovaných pracovních pozic bude zavádění Průmyslu 4.0 ohrožovat i pozice vyžadující vyšší vzdělání, které jsou spojeny s rutinními činnostmi, jako je např. zpracování a analýza dat. Pozice vyžadující sociální inteligenci jsou zatím méně ohroženy, jelikož jejich automatizace je prozatím obtížná. (Českomoravská konfederace odborových svazů, 2017, s. 34-35)

Studie McKinsey uvádí (Kaláb, 2018b, s. 5) „*Automatizace je technicky proveditelná pro mnoho aktivit v průmyslovém sektoru, ale některé činnosti budou zasaženy méně než jiné. Obvykle je lépe realizovatelná spíše u předvídatelných fyzických prací.*“ Mezi předvídatelné fyzické práce lze zařadit např. svařování, balení objektů či lepení na montážní lince (Kaláb, 2018b, s. 5). Mezi nenahraditelné činnosti prozatím patří kreativní inteligence spojená s vymýšlením a realizací originálních řešení a stejně tak sociální inteligence, týkající se vnímavosti vůči reakcím jiných lidí, vyjednávání, přesvědčování a poskytování péče o ostatní lidi (Českomoravská konfederace odborových svazů, 2017, s. 42). Z toho tedy vyplývá, že pozice nejvíce ohrožené nástupem automatizace a digitalizace jsou administrativní pracovníci, logistické pozice či montážní dělníci. Naopak mezi pozice, kterým se uplatnění digitalizace prozatím vyhne patří lékaři, učitelé pracovníci v oblasti výzkumu a vývoje či novináři. (Chmelař a kol., 2015)

Čísla však o dopadu Průmyslu 4.0 na trh práce hovoří protichůdně. Na jedné straně např. dokument, který byl zveřejněný americkým Národním úřadem pro ekonomický výzkum (NBER) došel k závěru, že každý robot zavedený do výroby v letech 1990-2007 zapříčinil odstranění 6,2 pracovních míst. Oproti tomu Mezinárodní federace robotiky zjistila, že od roku 2010-2015 instaloval americký průmysl kolem 135 000 nových průmyslových robotů, především v automobilovém průmyslu a zároveň se stejném období a ve stejném průmyslu vzrostl počet míst o 230 000. (Kryštof, 2018, s. 6) V podnicích, kde došlo k automatizaci výroby, digitalizaci a nasazení robotů, vzrostla efektivita práce, přesnost výroby, a také došlo k uvolnění zaměstnanců, které lze přesunout na jiné,

kvalifikovanější práce. Michal Černý ze SICK uvádí: „*Ušetřené kapacity jsou přesunuty na jinou část výroby, tímto způsobem je vyřešena situace s nedostatkem pracovních sil či nutnost zvýšení výrobního taktu.*“ (Nessmithová, 2018)

2.1.1 Kvalifikace pracovní síly

Důležité je počítat s tím, že dovednosti budou velmi rychle zastarávat (Českomoravská konfederace odborových svazů, 2017, s. 35). Společnost se nyní nachází ve zlomu technologické evoluce, kdy hlavní roli hrají informační technologie. Tomu musí být přizpůsobeny znalosti pracovníků, což bude fungovat, pokud management postaví vzdělání na nejnovější úroveň. (Tomek a Vávrová, 2017, s. 14) Školení zaměstnanců v návaznosti na Průmysl 4.0 se stává v podnicích naprostou samozřejmostí. Většinou jde o průběžná školení v návaznosti na vznik nových výrobků či technologií. (Nessmithová, 2018)

Práce bude odváděna tam, kde ji vykonají nejkvalitněji, nejrychleji a nejlevněji. Jazyková dovednost je a bude samozřejmostí a stejně tak i schopnost komunikovat a spolupracovat. Namísto dřívějších znalostí o tom, jak se co vyrobí, bude důležitější vědět k čemu má výrobek sloužit a umět navrhnout jeho vlastnosti či vzhled. (Českomoravská konfederace odborových svazů, 2017, s. 35) Především počítačová gramotnost populace představuje jeden ze základních faktorů ovlivňující vstřícnost populace k přijetí a využívání nových technologií a forem spotřebního zboží, včetně možností jeho nákupu a způsobu užívání. Počítačová gramotnost je obecným základem pro zvládání nových profesí a profesních nároků souvisejících s trendy Průmyslu 4.0 (Mařík a kol., 2016, s. 164)

Jiří Prášil, výkonný ředitel koncernu ZKL, který se zabývá výrobou kuličkových ložisek, řekl „*Mechatroniků, mechaniků a šikovných programátorů je na trhu práce nedostatek, proto se snažíme vlastní zaměstnance interně vzdělávat. U úplně nových profesí však takové zaškolení už bude jen těžko možné.*“ (CzechTrade, 2018) Technologický pokrok lze jen těžko uskutečnit bez dostatečné nabídky kvalifikované pracovní síly. Rozhodující přínos pro technologický průmysl možno očekávat především od pracovní síly s terciálním vzděláním technického směru. (Mařík a kol., 2016, s. 166-167)

Podle studie Roland Berger Strategy Consultants, která hodnotí připravenost jednotlivých zemí na blížící se nástup Průmyslu 4.0, na základě připravenosti pracovní síly, stupně automatizace či dostupnosti vysokorychlostního internetu a inovací, se Česká republika umístila mezi tradičními zeměmi mající vysoký podíl průmyslu, ale

podprůměrnou úroveň připravenosti. Na tomto místě se vedle České republiky nachází Slovensko, Slovinsko, Maďarsko a Litva. (Mařík, 2016, s. 166-167)

2.1.2 Vznik nových pracovních příležitostí

V ekonomice a v celé společnosti se výrazně rozšířily technologie a technologické procesy do všech sfér lidských aktivit a je jasné, že tento rozvoj bude nadále pokračovat (Mařík a kol., 2016, s. 173). Přestože má být průmysl plně automatizován, budou stávající zaměstnanci potřební pro řízení, dohlížení na provoz či pro zlepšení automatizovaného procesu (Benešová, 2018). Díky technologickému pokroku vznikají nové podnikatelské obory a pracovní pozice, které vznikají kvůli větší produktivitě výroby a potřebě nových technologií, např. ve výzkumu, vývoji, službách i průmyslu (Evropský rámec kvalifikací, 2018). Mezi eventuální pracovní pozice lze zařadit servisní techniky, techniky automatizace, výrobní techniky, procesní inženýry, IT specialisty, programátory robotů, softwarové inženýry, datové analytiku nebo specialisty pro kybernetickou bezpečnost (Benešová, 2018). V budoucnosti budou nejvíce narůstat tzv. STEM pozice - pozice ve vědě, technologii, strojírenství a matematice (Evropský rámec kvalifikací, 2018).

2.2 DOPAD PRŮMYSLU 4.0 NA VZDĚLÁVACÍ SOUSTAVU

Na základě uplatnění Průmyslu 4.0 vznikají nové, vyšší nároky na vzdělávání a získávání nových dovedností, neboť důsledky Průmyslu 4.0 se budou vyskytovat ve všech sférách společnosti. Vzdělávání bude muset rychle reagovat na vznik nových profesí. (Mařík a kol., 2016, s. 184) S budoucím nárůstem STEM pozic souvisí vzdělávání zaměřené především na techniku a matematiku. Přestože je toto studium náročné, udává základ pro širokou škálu nově vznikajících pracovních míst. S tímto studiem je nutno začínat již od začátku a postupně navazovat praxi. Školy musí využít toho, že současná mládež je ve styku s digitálními technologiemi od narození, a proto je jednodušší tyto znalosti rozvíjet. Také výuka cizích jazyků nesmí zůstat pozadu a je potřeba prohlubovat schopnost s jazyky pracovat. (Mařík a kol., 2015, s. 23-24) V návaznosti na rozvíjející se Průmysl 4.0 se začínají na technických vysokých školách zapojovat nové předměty, jako jsou moderní a komunikativní technika na úrovni Logistika 4.0. V budoucnosti bude kladen větší důraz na inteligentní a digitálně propojené síťové systémy, které propojí lidi, stroje, zařízení, logistiku i produkty. Funkční logistika je základem pro optimalizaci materiálových toků do výroby a fyzickou distribuci produktů na určitá místa dle potřeby. (Hlavoň, 2018)

Budoucnost bude potřebovat motivované, podnikavé a kreativní absolventy škol, s kritickým myšlením a schopností řešit problémy či rychlého rozhodování. Rozhodujícím faktorem pro žádanou úroveň vzdělávání je kvalitní postavení učitelů, kteří musí být kvalitně proškoleni, aby získali požadované dovednosti, jako je schopnost pracovat s informacemi, vytvářet systémové koncepce, provádět analýzu, aplikovat matematické dovednosti nebo nacházet logické souvislosti atd. (Mařík a kol., 2016, s. 184)

Zástupci průmyslových firem vidí řešení ve změnách vzdělávacího systému. „Školství je v dnešní době bohužel směřováno hlavně k ekonomickému a humanitnímu vzdělání. Naopak techniků všeobecně ubývá. Hlavní změnou by měla být motivace studentů k nauce matematiky, fyziky a informatiky, které jsou klíčem pro zajištění kvalifikovaných pozic pro nově vzniklé budoucí profese,“ řekl Jiří Prášil, výkonný ředitel koncernu ZKL. Tato slova potvrzuje i Richard Bednář, personální ředitel firmy Rieter CZ, která vyrábí strojní zařízení pro textilní průmysl. „Interní vzdělávání nikdy zcela nenahradí chybějící prvky ve vzdělávacím systému. Změny v tomto ohledu musejí nastat. Podpora technického vzdělávání by měla začínat již v mateřských školách a být prioritou českého vzdělávacího systému. Speciální pozornost by měla být věnována talentovaným dětem,“ uvedl Bednář. (CzechTrade, 2018)

2.3 SWOT ANALÝZA ZAVÁDĚNÍ PRŮMYSLU 4.0 V ČESKÉ REPUBLICĚ

SWOT analýza je univerzální a jedna z nejpoužívanější analytických technik a její užití v praxi je velmi široké. Primárně byla vymyšlena za účelem hodnocení organizace, ale nyní je možné ji využít téměř na cokoli. (ManagementMania, 2017) Proto je možno pomocí této analýzy zhodnotit také koncept Průmysl 4.0. Tato analýza je strategickým marketingovým nástrojem, který odhalí silné a slabé stránky, ale také příležitosti a hrozby. (Petrtyl, 2017)

Silné stránky

- Ekonomika České republiky je otevřená pro nákup technologií a zařízení v zahraničí a účast v mezinárodních hodnotových řetězcích se stává běžnou,
- vysokoškolské vzdělání a zájem o jeho získání značně stoupá a pomalu dosahuje úrovně vyspělých zemí., to je při dobrém zaměření a zkvalitnění vzdělání příznivá podmínka pro získání kvalifikované mladé generace,
- výborná úroveň výuky technických předmětů umožňuje rychlejší přechod na výuku potřebnou pro Průmysl 4.0,

- Česká republika patří mezi země s nejrychlejší tvorbou pracovních míst a růstem zaměstnanosti v průmyslové produkci a technologických sektorech, to poukazuje na schopnost rychle vstřebávat novější technologie ve výrobě či službách (Mařík a kol., 2015, s. 32-34),
- zvyšování produktivity, efektivity a konkurenceschopnosti,
- se zaváděním konceptu Průmysl 4.0 je spojena také spokojenost zákazníků rostoucí na základě vzniku nových a rozmanitých trhů. (Marcoň, 2018)

Slabé stránky

- Jednou ze slabých stránek konceptu Průmyslu 4.0 je nízká povědomost o samotném konceptu, kdy je často zaměňován s pouhou digitalizací, přestože přináší mnohem širší dopady změn, zasahujících do všech oblastí lidského života,
- nedostatečné pokrytí území státu rychlým internetem, který je důležitý pro vhodnou komunikační infrastrukturu, garantující nejen rychlost ale také objem dat,
- dnešní politika trhu a sociální politika není připravena na rychlé změny na trhu práce, to se týká nejen programovaných nástrojů, ale i kapacit a připravenosti příslušných institucí,
- ohrožení pracovníků vykonávajících rutinní činnosti ve výrobě komputerizací a automatizací,
- vzdělávací systém je zaostalý, co se týče rozsahu potřeby průmyslové praxe, proto Průmysl 4.0 vyžaduje od základního, středoškolského i vysokoškolského vzdělávání nové přístupy,
- nedostatečná tradice v celoživotním vzdělávání potřebná pro realizaci vizí Průmyslu 4.0, bez které nelze připravit dostatečný počet potřebných pracovníků (Mařík a kol., 2015, s. 34-36),
- vysoká závislost na funkčnosti technologií, kdy i malá porucha může způsobit závažné dopady pro výrobu nebo pro celý podnik. (Marcoň, 2018)

Příležitosti

- Včasným zachycením nástupu Průmyslu 4.0 ze zahraničí lze docílit zvýšení konkurenceschopnosti České republiky,

- zvýšení atraktivity České republiky u zahraničních firem, naše schopnosti dostávají nový rozměr a je nutno zvýšit prestiž pro instituce výzkumného a vývojového charakteru či pro investice do moderní průmyslové výroby,
- „blízkost“ německého průmyslu lze využít k přebírání zkušeností, tato možnost představuje jakousi porovnávací výhodu a posouvání dopředu nejen výkonnosti naší ekonomiky, ale také zvyšování životní úrovně,
- spolupráce škol s průmyslovými podniky by měla být nastavena tak, aby vzdělávání bylo na stejné úrovni s rozvojem moderních technologií, v souladu s Průmyslem 4.0 budou vznikat nové obory a do výuky se budou zavádět nové vzdělávací metody,
- vznik nových pracovních příležitostí v nových profesích vyžadující vysokou kvalifikaci (Mařík a kol., 2015, s. 37-38),
- se zaváděním konceptu Průmysl 4.0, vznikají příležitosti rozšíření trhu pro nové produkty a služby. (Marcoň, 2018)

Hrozby

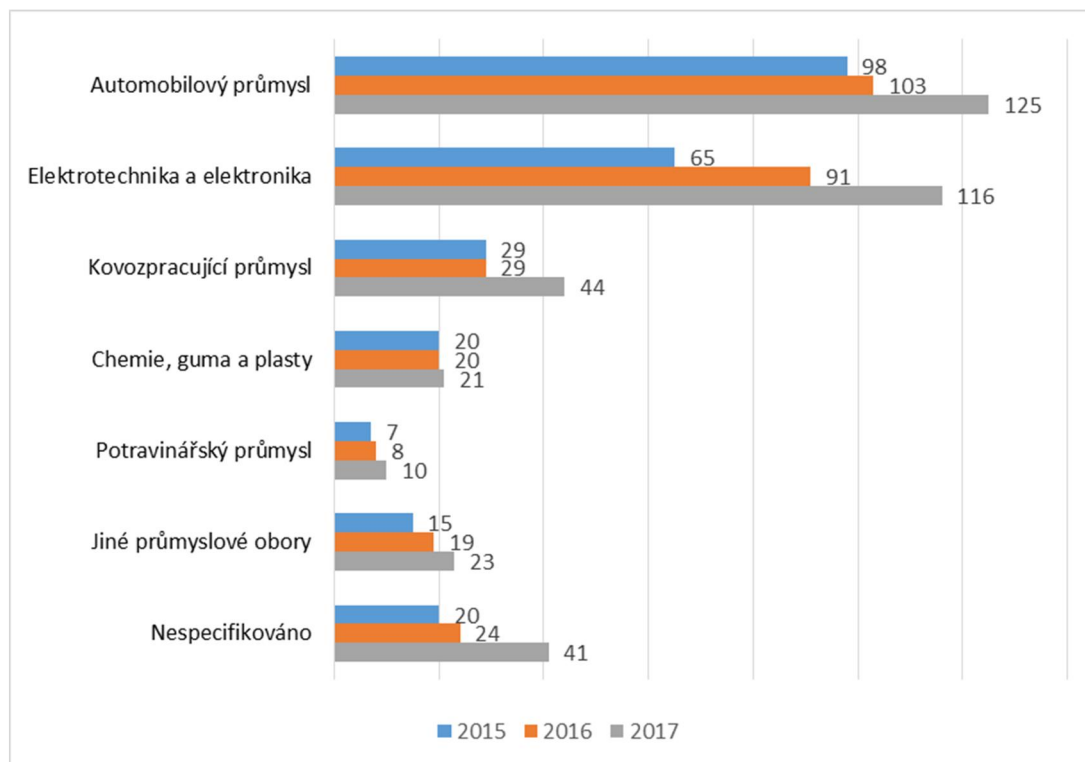
- Nepostačující rozsah základní komunikační a digitální infrastruktury nezbytné k zavedení Průmyslu 4.0, pokud nenastane celoplošné pokrytí území širokopásmovým internetem, není možné plnohodnotné připojení ke konceptu Průmysl 4.0,
- kybernetická bezpečnost,
- nízká připravenost centralizované energetické soustavy na rozvoj decentralizovaných energetických zdrojů, které představují zásadní změny při udržování energetické soustavy a její stability, je nutné zajistit, aby nová decentralizovaná řešení byla schopna spolupracovat se současnými soustavami a zdroji,
- nedostatečná, neprovázaná a neefektivní struktura výzkumu, vývoje a inovací, což vede k propadu výzkumných aktivit, bez čehož nelze dosáhnout potřebné výzkumné a vývojové podpory Průmyslu 4.0,
- pokud se nepodaří zvýšit úroveň vysokoškolského vzdělání s důrazem na znalosti, které budou nezbytné pro nově zaváděné technologie a přicházející čtvrtou průmyslovou revoluci, může nastat nesoulad mezi existujícími a nastávajícími znalostmi či dovednostmi pracovníků, což by vedlo k odklonění kvalifikačně náročných investic a propadu ČR na hodnotových řetězcích,

- rychlé změny na pracovním trhu a požadované kvalifikaci pracovníků mohou zapříčinit problémy na trhu práce zejména v případě nezvládnutí procesů, na tyto změny je potřeba včas reagovat a připravit vhodné nástroje v rámci politiky zaměstnanosti a sociální politiky,
- příliš kladený důraz na německou iniciativu „Industrie 4.0“ by mohl prohloubit závislost naší ekonomiky i firem na německých odběratelích, proto je potřeba většího rozhledu, aby naše firmy byly schopny pracovat s různými přístupy a standardy i z jiných zemí, nejen z Německa. (Mařík a kol, 2015, s. 39-41)

SWOT analýza hodnotí Průmysl 4.0 jak z hlediska zavádění nově vznikajících technologií, tak z hlediska změn týkajících se dopadu na společnost.

3 PRŮMYSL 4.0 V JEDNOTLIVÝCH ODVĚTVÍCH

Prvky Průmyslu 4.0, tedy robotizace, jsou nejrozšířenější v automobilovém, elektrotechnickém a elektronickém průmyslu, jak ukazuje obr. 2.



Obr. 2: Nasazování robotů v jednotlivých odvětvích (v tisících jednotkách) (Vališka, 2018, s. 10)

Automobilové odvětví patří k jednomu z hlavních zaměstnavatelů v průmyslu v České republice. Hlavními tahouny automobilového průmyslu jsou značky Škoda, Volkswagen a Ford. V poslední době prochází průmysl řadou velkých změn. Inovace zasahují jak do využívání alternativních pohonů či vzniku nových technologií, tak i do zavádění prvků Průmyslu 4.0. (Kozelský, 2015)

Co se týče alternativních pohonů, je elektromobilita nyní hlavní téma inovace (Kozelský, 2015). Tato inovace představuje pohon automobilů pomocí elektřiny, což přináší ekonomickou výhodnost a ohleduplnost k životnímu prostředí (E.ON, 2018). Náklady na ujetý kilometr se sice pohybují kolem pár haléřů, ale jejímu úplnému zavedení brání vysoká cena a nedostatečný počet dobíjecích stanic, který se však postupně zvyšuje (Kozelský, 2015). Aktuálně se na českých silnicích objevuje kolem 2500 aut na elektřinu a přibývají i elektrické autobusy (E.ON, 2018). Uživatelsky nejzajímavější inovace ve vzniku nových technologií je propojování aut s mobilními telefony, aplikacemi a v autonomních systémech řízení. Díky propojení chytrého telefonu s vozem je možné ho po vzájemné synchronizaci

ovládat. Např. Mazda nabízí systém, který umožňuje přes telefon nastartovat motor. Autonomní systémy řízení pomáhají díky pokročilým senzorům udržovat vůz v pruzích, nouzově brzdit, parkovat či zajíždět do garáže. Značky typu Audi či BMW testují samořiditelná auta. Jejich zavedení je však teprve vyhlídkou několika let. Co se zavádění prvků Průmyslu 4.0 týče, jde především o digitalizaci výroby. Ta v praxi propojuje všechny inteligentní zařízení, výrobní linky, samotné výrobky a veškeré produkční systémy do jedné inteligentní sítě. V této síti budou chytré přístroje zákazníků, výrobců i dodavatelů navzájem a bez lidské pomoci komunikovat a reagovat na potřeby klientů v reálném čase. (Kozelský, 2015)

3.1 PRŮMYSL 4.0 V CHEMICKÉM PRŮMYSLU

Řešení konceptu Průmyslu 4.0 se dotýkají i chemického průmyslu, i když se nenachází mezi předními obory v nasazování jednotlivých technologií. Dříve však byl chemický průmysl jeden z prvních, který začal ve velkém digitální technologie zavádět a využívat jejich přínos. Šlo o systémy řízení, které zvyšovaly efektivitu výroby a výzkumné týmy tak shromažďovaly velké množství dat. To bylo výhodou při hledání lepších molekulárních struktur a procesů. (Palíšek, 2018)

Chemický průmysl je velice specifický, proto má i v zavádění digitálních řešení své odlišnosti. Propojení a digitalizace celého hodnotového řetězce od fáze návrhu produktu až po jeho samotnou výrobu, údržbu či logistiku, je v chemickém průmyslu stejně přínosné jako v jiných oborech. (Palíšek, 2018) Vedoucí pracovníci chemického průmyslu si uvědomují budoucí potenciál digitální technologie, ale změny se stále pohybují opatrněji k reálné transformaci. Usiluje se o digitalizaci a transformaci každého prvku v hodnotovém řetězci, ale nová technologie je často omezena na aktualizace stávajících systémů. (Kneissel, 2017)

Chemický průmysl musí udělat proces digitální transformace. Je to jediný způsob, jak zajistit udržitelný, rychlý a finančně životaschopný rozvoj. V závislosti na požadavcích společnosti by měly proces transformace doprovázet následující kroky (Kneissel, 2017):

- analyzovat a optimalizovat předchozí digitální iniciativy,
- vyvíjet nové, individualizované produkty a služby,
- vytvořit technologickou platformu, kterou mohou dodavatelé, zákazníci a další partneři využít k vývoji nových produktů a služeb,
- vytvoření síťového ekosystému do dynamického řetězce hodnot.

Výhody chemickým provozům přináší zejména koncept digitálních dvojčat, který lze využít pro řadu účelů, od plánování nového provozu, změn ve výrobě a návrhu nových výrobků po optimalizaci dodávek surovin. Důležitou klíčovou součástí chemického průmyslu je sběr dat a jejich následné vyhodnocení. Jejich dostupnost v reálném čase či vzájemná výměna umožňuje propojení veškerých fází životního cyklu výrobního závodu a zajistit tak možné plánování, realizaci a řízení provozu tak, aby byl zcela efektivní, bezpečný i flexibilní. (Palíšek, 2018)

4 POSOUZENÍ PRŮMYSLU 4.0 VE VYBRANÝCH PODNICÍCH CHEMICKÉHO PRŮMYSLU

Praktická část bakalářské práce je zaměřena na posouzení změn, které s sebou nese neustále se rozrůstající trend Průmysl 4.0 v podnicích chemického průmyslu. Cílem je pomocí dotazování zjistit odpověď na následující otázky:

- Jak velký je rozsah zavádění jednotlivých složek Průmyslu 4.0 do výroby?
- Jaké změny přineslo zavádění těchto složek?
- Jaké jsou dopady pro vybraný podnik po zavedení Průmyslu 4.0?
- Jaká je výhledová studie podniků ohledně dalšího rozvoje a využití těchto technologií?

Posuzování bylo realizováno formou kvalitativního průzkumu v řadách podniků chemického či jiného průmyslu pomocí dotazníku, který byl vypracován dle osnovy teoretické části (příloha č. 1). Dotazník byl konzultován v podnicích osobně, případně respondenti vyplnili dotazník samostatně a zaslali v elektronické podobě e-mailem. Dotazování probíhalo v termínu duben až květen, přičemž se ho zúčastnilo šest podniků:

Podnik A:

Explosia a. s. je výrobní a obchodní společnost se sídlem v Pardubicích, která působí zejména v oblasti výbušnin a služeb spojených s aplikací energetických materiálů pro civilní či vojenské použití. Firma v dnešní době zaujímá významné postavení na českém trhu v oblasti střelivin a trhavin. Také je významným exportérem do zemí EU. V oblasti střelivin patří společnost mezi světovou špičku udávající trend. Nabízí jednosférické a sférické prachy, které se používají pro loveckou munici či dvousložkové prachy, oblíbené pro svou spolehlivost při použití v nízkých teplotách. Oblast trhavin se odděluje do tří samostatných středisek, která jsou zaměřena na výrobu černých prachů, plastických trhavin, např. Semtex, výrobu dynamitů nabízených pod označením Perunit a Ecodanubit, DBT Ostravit, Slavit a emulzních trhavin Emsit a na výrobu pentritu, pentritolu, bleskovice Startline a TNR. (Explosia, 2019)

Podnik B

Výrobní podnik Rakona společnosti Procter&Gamble se sídlem v Rakovníku je spojen s několika významnými značkami, se kterými se běžně setkáváme v domácnostech, a to Jar, Ariel, Lenor, Gillette, Always, Pampers, Head & Shoulders, Oral-B a další. Dnes

již není Rakona pouze chemická továrna, ale spíše technologické centrum, které se zabývá novým technologickým řešením pro automatizované výrobní linky, což má za následek, že podnik je jeden z nejstrategičtějších na světě a dochází k mnohonásobnému zvyšování kapacity. (Procter & Gamble, 2019) Díky těmto změnám se podnik umístil na žebříčku devíti nejvíce připravených firem na nadcházející změny spojené s Průmyslem 4.0 (World economic forum, 2018).

Podnik C a D

Zde se jedná o ryze české firmy, zabývající se výrobou domácí chemie a kosmetiky. Dále si podniky přály zůstat anonymní.

Následující podniky byly pro výzkum zvoleny za účelem porovnání chemického průmyslu s jinými odvětvími, a to potravinářským a automobilovým průmyslem z hlediska vlivu změn, které přináší Průmysl 4.0 na jiné výrobní programy.

Podnik E

JACOBS DOUWE EGBERTS s.r.o. má portfolio svých produktů - kávy a čaje rozšířené ve více než 140 zemích po celém světě prostřednictvím značek Jacobs, Tassimo, Moccona, Senseo, L'Or, Douwe Egberts, Super, Kenco, Pilao & Gevalia. Česká společnost sídlí v Praze a ve Valašském Meziříčí, kde se nachází továrna na výrobu kávy. U nás je společnost známá především prostřednictvím značek Jacobs, Douwe Egberts, Tassimo, L'Or, Piazza d'Oro, Cafitesse, Pickwick nebo Zlatý šálek. Cílem firmy je výroba nejlepší kávy pomocí kvalitních, certifikovaných a ověřených vstupních produktů s mezinárodními uznávanými standardy. (JACOBS DOUWE EGBERTS, 2019)

Podnik F

ŠKODA AUTO a. s. patří mezi největší výrobce automobilů v České republice, ale i na evropském trhu. Řadí se k nejvýznamnějším exportérům České republiky posledních let. Její sídlo se nachází v Mladé Boleslavi, kde je také největší výrobní závod. Další dva výrobní závody jsou v Kvasinách a ve Vrchlabí. Podnik pronikl také do zahraničí. Výrobní operace značky Škoda se rozšířily do Číny, Indie, Ruska, Kazachstánu, Alžírsko a na Ukrajinu. Od roku 1991 je podnik součástí koncernu Volkswagen Group. (ŠKODA AUTO, 2019)

4.1 VÝSLEDKY DOTAZOVÁNÍ

V Podniku A byla data získána na základě osobní konzultace, při které byl vyplněn dotazník a dále vysvětleny veškeré okolnosti zavádění jednotlivých prvků. Podniky B, C, D, E a F byly dotazovány pomocí elektronické komunikace formou e-mailu, což poněkud omezilo rozsah získaných dat a u některých nelze přesně popsat jednotlivé stávající či budoucí změny, ale pouze identifikovat jednotlivé prvky.

4.1.1 Podnik A

Podnik má povědomí o neustále rostoucím trendu, jenž je spojený s uplatněním jednotlivých prvků Průmyslu 4.0 ve výrobě. V této chvíli se však firma nachází na samém počátku v zavádění těchto prvků a jedná se spíše o představy a plány do budoucna. Nyní je možné najít několik prvků Průmyslu 4.0 ve výrobě, a to robotizace a 3D tisk. Robotizace je nasazena ve výrobě pouze okrajově, a to formou kolaborativních robotů, které jsou využívány při nástřiku finálních výrobků. Pro automatizaci zde prozatím není prostor. Při výrobě výbušnin je důležitá nejen kvalita výrobku, ale také zjednodušení výroby. Nejdříve musí nastat standardizace dat a poté může dojít k nasazení automatizace. Digitální dvojčata jsou pro podnik prozatím myšlenkou, ale jejich zavedení by se podnik nebránil. Nyní je pro zjišťování vlastností výbušnin využívána balistická bomba, která vyhodnotí průběh odpalu. Právě k této analýze by bylo možné využití digitálních dvojčat formou matematických dat charakterizujících daný výrobek. Ta by byla vložena do simulátoru zbraně, který by průběh pomyslného odpalu sám vyhodnotil. Dále by bylo možné využití formou simulace nebezpečné výroby, kde by docházelo ke školení zaměstnanců.

Co se budoucnosti týče má podnik v plánu především rozšíření digitalizace za vzniku digitálního podniku propojením všech systémů na páteřní komunikační infrastrukturu. Plánuje také zavádění prvků automatizace a robotizace v novém provozu na principech robotizované výroby plastických trhavin. Cílem je omezit lidskou práci s výbušnými materiály. Se zaváděním těchto budoucích změn bude nutno zvýšit i kybernetickou bezpečnost před možným napadením.

Společenský dopad se zaváděním prvků Průmyslu 4.0 prozatím není nijak pocíťován, avšak v budoucnu nejsou změny týkající se pracovních míst vyloučeny. Především bude požadováno zvyšování kvalifikace v souvislosti se změnami, kdy pro firmu budou preferovány u nových, ale i stávajících zaměstnanců znalosti, jak konkrétního zařízení, tak i systémů. Celkový dopad na firmu je dle hodnocení jak pozitivní, kdy v důsledku změn bude

růst hodnota firmy, produktivita a zvýší se míra zabezpečení, tak i negativní, a to z hlediska nedostatečné kvalifikace zaměstnanců při zavádění jednotlivých technologií, což může být omezujícím prvkem a prvkem, který přinese požadavky na změny ve skladbě pracovních pozic, a tím i zaměstnanců.

4.1.2 Podnik B

Podnik si stanovil za svůj cíl v co nejširším rozsahu zapojit prvky Průmyslu 4.0 do výroby ale také napříč celým podnikem, tedy i v nevýrobních částech podniku a vytvořit propojený systém s maximální mírou automatizace a digitalizace. Ve své výrobě využívá jak digitalizace, tak i přenesenou formu digitalizace v podobě digitálních dvojčat. Digitalizace je spojená s daty a jejich následnou virtualizací, digitalizací archivu, digitalizací denních porad s online propojenými daty, e-formy pro odstranění papírových formulářů. Na základě zajištění kompletní datové integrace všech procesů, kdy dochází ke komunikaci mezi stroji či samostatnými podniky lze uvést, že se jedná o digitální podnik. V rámci digitalizace není podnik pozadu ani s využíváním digitálních dvojčat, jenž jsou využívána pro modelování a simulaci nových výrob na stávajících technologiích. Automatizace tomuto podniku také není cizí. Využívá možností kolaborativních robotů, 3D tisku, „chytrých“ transportních dopravníků snižujících závislost na vysokozdvihných vozících, Vision systémů pro kontrolu kvality, konvekční automatizace jako jsou paletizační automaty či ovíječky. Jak již bylo zmíněno, ve výrobě lze najít robotizaci ve formě kolaborativních robotů, které jsou využívány při vkládání papírových výplní mezi palety, a využívají se i robotická ramena. 3D tisk je v podniku využíván pro tisk náhradních dílů a dílů pro testování zlepšení produktu. V podniku také nechybí využívání cloudů, jako například One Drive, ani propojení jednotlivých zařízení internetu pomocí řízení IoT infrastruktury či prediktivní údržby. Neustálý nárůst dat si podnik hlídá formou pověřených osob pro oblasti Cyber Security, Info Security, GDPR a Governmental relations, jenž mají odpovědnost nad kontrolou probíhajících procesů vs. standardy a legislativní požadavky.

Jelikož podnik využívá tyto prvky již delší dobu, lze zaznamenat viditelné sociální dopady. Prozatím dochází k zániku pracovních míst u manuální či nekvalifikované práce jako je doplňování vstupních materiálů, manuální kontroly a převoz materiálu, které byly nebo stále jsou vykonávány jako kontrahovaný servis. Takto uvolněná pracovní síla je však využívána pro další projekty a zlepšování stávajících procesů. Se zaváděním Průmyslu 4.0 je také spojen vznik nových pracovních míst, zde se jedná o tzv. Digitization team, jenž se zabývá zaváděním digitalizace v podniku. Momentálně se jedná o 8 pozic. Co se kvalifikace

týče, je zlepšování znalostí a dovedností zaměstnanců zakotveno v hodnotách a principech společnosti všeobecně. S návazností na Průmysl 4.0 se podstata této „investice“ stále zvyšuje. Z tohoto důvodu byly zavedeny „Digitalization college“, „Development days“ a různé workshopy, jenž jsou zaměřeny na konkrétní oblasti. S velkým nárůstem změn je pro podnik určitě výhodou znalost Průmyslu 4.0, ale není podmínkou pro zaměstnání. Respondent z podniku B to potvrzuje slovy: *„Analytické a kritické myšlení je cennější. Průmysl 4.0 dává nástroje, ale myšlení člověka je stále nenahraditelné.“*

Celkový dopad Průmyslu 4.0 vidí firma jako pozitivní. Nové technologie umožňují lepší pochopení dat a výrobních procesů, omezení práce bez přidané hodnoty a využití ohromného potenciálu pracovníků pro budoucí zlepšování. Budoucí cestu podnik vidí, především v lepším porozumění datům, která jsou k dispozici a v možnosti přecházet z analýzy na predikci a následné preskribci, kdy bude systém schopný sám rozpoznat, že nastane nějaká změna a dokáže na ni sám zareagovat. Také nastanou technologické změny formou automaticky řízených vozíků, což vede ke snížení závislosti na vysokozdvizných vozících a ke zlepšení bezpečnosti. Další změnou je robotická procesní automatizace jenž má zajistit automatizaci opakovaných procesů. Z již zaváděných změn a názoru, že podnik, který nechápe svá data a nedokáže s nimi dále pracovat, není schopný dlouhodobě optimalizovat své náklady a prosperovat, lze říci, že podnik vnímá Průmysl 4.0 jako nezbytnou součást každého podniku.

4.1.3 Podnik C

Z výsledků, které podnik uvedl, vyplývá, že firma o konceptu Průmysl 4.0 uvažuje, ale zatím nachází ve stavu zjišťování a zavádění prvních dílčích prvků spadajících do konceptu. Mezi první prvky, které podnik uvedl do výroby, je možné zařadit právě dokončený projekt implementace PETomatu, automatizované linky na výrobu PET lahví. V blízké budoucnosti zatím nebyly uvedeny žádné konkrétní plánované změny, ale firma do budoucna počítá s další postupnou automatizací výroby za účelem zvýšení efektivnosti.

Společenský dopad Průmyslu 4.0 je v podniku prozatím přítomen pouze v podobě vzniku nových pracovních míst, se kterými je nutné spojit zvyšování požadavků na rozsah kvalifikace. Oblast rozšiřování kompetencí a kvalifikací pracovníků se odvíjí od konkrétního typu stroje či nasazovaného systému, proto nejsou tyto požadavky zatím schopni specifikovat. Firma vnímá dopad zavádění prvních prvků Průmyslu 4.0 do své výroby jako pozitivní.

4.1.4 Podnik D

Podnik ve své výrobě využívá zejména prvky robotizace, a to v podobě autonomních robotů, které se používají při zakládání výrobků do blistru (tvarovaná PET folie). Autonomní roboty zde nahrazují opakující se činnost při manipulaci výrobků z dopravníku do blistrovací linky. Tyto autonomní roboty podnik plánuje rozšiřovat do budoucna společně s řídicími systémy a sběrem dat. Vedle robotizace podnik využívá 3D tisk, pomocí něhož tiskne prototypy k ověřování funkce při vývoji výrobků. Mimo jiné podnik svá data zpracovává pomocí cloudového úložiště a neopomíná ani kybernetickou bezpečnost, která je zajišťována komplexním souborem opatření a technických prostředků na úrovni koncových stanic, komunikační sítě včetně vnějšího přístupu k internetu, serverové infrastruktury, ale i zálohování firemních dat pro zajištění dostupnosti a kontinuity provozu. Přístup k firemním datům i elektronické poště je řízen centrálně včetně zajištění autorizace a autentizace uživatelských přístupů.

Zavádění prvků Průmyslu 4.0 mělo prozatím malý dopad na zánik pracovních míst, kdy šlo o pozici balič ve výrobě. V přepočtu se jedná o dvě pracovní místa za jednu směnu. Co se požadavků na vzdělání týče, je kladen důraz na všeobecný přehled v oblasti výrobního zařízení, možnosti měření, regulace a sběru dat či přehled v IT. Nemělo by chybět ani logické a analytické myšlení – selský rozum. Celkový dopad zavádění jednotlivých prvků je vnímán pozitivně. Jelikož je zvyšována efektivita, snižují se náklady, je možné přesnější vyhodnocování procesů, a tím pádem následně efektivnější opatření v řízení procesů. Dále je snižována fyzická námaha lidí. Tento podnik bere Průmysl 4.0 jako nutnou součást každého podniku, který nechce zaostat.

4.1.5 Podnik E

Tento podnik má ponětí o rozšiřujícím se trendu Průmysl 4.0 a aktivně již některé prvky ve své výrobě využívá nebo jejich zavádění plánuje do budoucna. Co se současnosti týče, využívá nástroje digitalizace, a to při sběru dat o prostojích linek a spotřebách energií. Dále lze ve výrobě nalézt 3D tisk, VR a AR či prvky robotizace, které jsou zapojovány při úlohách paletizace krabic balené kávy. Firma si zajišťuje i kybernetickou bezpečnost formou aplikace standardů. V této oblasti spolupracuje zejména se společností SIEMENS, ale také aplikuje obecná doporučení k eliminaci rizik v oblasti IT. Kontrolu úrovně zabezpečení provádí pravidelně formou auditů, a to jak interních, tak i externích.

Budoucnost se zaváděním prvků Průmyslu 4.0 vidí podnik takto: „*Rozvoj bude pozvolný, nové technologie s sebou nesou rizika i příležitosti, vhodné technologie ještě nejsou dostupné nebo nemají ve srovnání s klasickými technologiemi řízení výhody, které by je umožňovaly nasadit (např. jsou cenově srovnatelné, ale vlastnostmi zaostávají)*“ uvedl respondent z podniku E, avšak o zavádění dalších prvků se již uvažuje. Zejména se jedná o nasazení některých nástrojů umělé inteligence pro účely analýzy logů (SIEM).

Přestože je koncept Průmysl 4.0 stále se rozšiřujícím trendem, firma zatím nevidí přínosy, jelikož pokus o nasazení v roce 2018 narazil na technologické a cenové překážky. Na základě toho lze tvrdit, že z pohledu firmy prozatím není Průmysl 4.0 nutnost pro každý podnik.

4.1.6 Podnik F

Z výsledků uvedených při dotazování, je jasné, že podnik je se složkami Průmyslu 4.0 seznámen a aktivně jej využívá. V rámci celoplošné datové integrity se řadí mezi digitální podniky. V průmyslové výrobě je těžké vyhnout se digitalizaci. Zde se každoročně zavádí celá řada systémů a opatření nejen s cílem zvýšení efektivity, ale i k umožnění růstu výroby, modelového portfolia či zrychlování zavádění nových technologií. Dříve vývoj nového auta od náčrtu po zahájení sériové výroby trval mnoho let. Dnes je však z mnoha důvodů, především díky zvyšování požadavků zákazníků, vysoký tlak tuto dobu zkrátit, což bez automatizace a digitalizace není možné. V rámci digitalizace jsou také do výroby zapojována digitální dvojčata, která aktuálně tvoří jeden z nejdůležitějších pilířů. S výrobou nového auta je spojena spousta překážek a potencionálních problémů, jejichž řešení na fyzické rovině představuje vysoké náklady. Ulehčení a snížení nákladů zde přináší zavedení virtuální reality, která pomáhá řešit kolize jednotlivých dílů vozu a ověřovat průchodnost karoserie dané velikosti výrobní linkou. V neposlední řadě hraje důležitou roli v oblasti školení a tréninku zaměstnanců. VR je využívána také v podobě 3D aplikací pro zákazníky, které lze snadno použít pomocí chytrého telefonu. Dalším krokem po zpracování projektu pomocí VR je 3D tisk. Občas je potřeba nějaký díl poupravit a poté otestovat v reálném prostředí. Výroba prototypů je díky 3D tisku rychlá a méně nákladná. Automatizace se ve výrobě také vyskytuje. Je do provozu zapojována např. formou plně automatických robotických zásobovacích vozíků nebo pomocí robotů kooperujících s člověkem. Tato spolupráce přináší u jedné výrobní operace mnoho výzev nejen v oblasti bezpečnosti. Podnik zařazuje do výroby i autonomní roboty, které jsou schopny samostatného rozhodování.

Robotizace je využívána od logistiky přes plánování výroby a údržby až po samotnou výrobu.

Ani prvky IoT a IoS v podniku nechybí. Zapojení IoT do výroby je spojené s výrobní linkou, kde operátor (robot či člověk) namontuje díl do vozidla. Odebrání dílu je detekováno a počet dílů v zásobníku je snížen o 1. S touto informací pracuje počítač, který včas dá povel zásobovacímu vozíku, aby byl zásobník doplněn. IoS je využíván formou systému, který je určen pro samotné zákazníky. Služba podporuje mimo jiné online spojení vozidla s backend serverem. Toto spojení umožňuje nabídnout zákazníkům celou řadu služeb, jako např. zajištění stavu vozidla, historii jízd, ale třeba i odemčení vozidla pomocí mobilního telefonu. Cloudová úložiště a kybernetické zabezpečení je pro podnik samozřejmostí. Uchování výrobních a systémových informací, jakož i osobních dat vyžaduje vysokou úroveň zabezpečení na mnoha úrovních. Od prostého šifrování komunikace i uložených dat přes jasně definovaná práva uživatelů v systému až po odpovědnost každého zaměstnance.

Prvky Průmyslu 4.0 mají samozřejmě také společenský dopad. Pracovní místa jsou ovlivňována na základě automatizace, která snižuje potřebu lidské práce. Toto však pro podnik neznamena nutný odliv zaměstnanců, nicméně se zvyšují požadavky na jejich kvalifikaci. Podnik pak zaměstnává více kvalifikovaných lidí a díky celému procesu dokáže růst. Důsledkem toho může zajistit více pracovních míst. Kvalifikaci, jenž je požadována, není možné jednoznačně specifikovat. V současné době však zavádění nových systémů přináší nejvíce výzev v oblasti informačních technologií ve spojení s automatizační technikou.

V blízké budoucnosti plánuje podnik otevřít novou dimenzi – zahájit výrobu prvních sériově vyráběných elektrických vozidel této značky. Další zavádění jednotlivých prvků je spojeno s velkou investicí a je potřeba pečlivě uvážit, zda nastal již ten správný okamžik pro jejich nasazení. Postup a volba vhodného prvku se tedy odvíjí od hledání míst v celém výrobním procesu, která mají jasný pozitivní potenciál. Průmysl 4.0, jenž usnadňuje a nahrazuje mnoho operací, ale také přináší nové výzvy, je nedílnou součástí automobilového průmyslu a bez něj bychom si dnešní mobilní svět mohli jen těžko představit.

4.2 SHRnutí VÝSLEDKŮ

Z výsledků získaných pomocí kvalitativního průzkumu je zřejmé, že Průmysl 4.0 je rozšířen do povědomí ve všech podnicích a alespoň z malé části již zaveden ve výrobě. Podrobněji rozsah změn ukazuje tabulka č.1. V chemickém průmyslu není koncept příliš rozšířený, avšak podniky, především zaměřené na lehkou chemii zkouší jednotlivé prvky do výroby zavádět. Do tohoto tvrzení však nezapadá Podnik B, který je leaderem v zavádění těchto změn v chemickém průmyslu. Svou širokou aktivitou v zavádění Průmyslu 4.0 převyšuje i podniky z dalších odvětví této oblasti více nakloněných.

Tab. 1: Rozsah změn v jednotlivých podnicích

Podnik	A	B	C	D	E	F
Povědomí o Průmyslu 4.0	ano	ano	ano	ano	ano	ano
Využívání ve výrobě	ano	ano	ano	ano	ano	ano
Digitalizace	ano	ano	ano	ne	ano	ano
Digitální podnik	ne	ano	ne	ne	ne	ano
Digitální dvojčata	ne	ano	ne	ne	ne	ano
Automatizace	ne	ano	ne	ne	ne	ano
Robotizace	ano	ano	ne	ano	ano	ano
IoT	ne	ano	ne	ne	ne	ano
IoS	ne	ano	ne	ne	ne	ano
Cloudová úložiště	ne	ano	ano	ano	ne	ano
Kybernetické zabezpečení	ano	ano	ano	ano	ano	ano
3D tisk	ano	ano	ne	ano	ano	ano
VR/AR	ne	ne	ne	ne	ano	ano
Zánik pracovních míst	ne	ano	ne	ano	/	ano
Vznik pracovních míst	ne	ano	ano	/	/	ano
Zvyšování kvalifikace	ano	ano	ano	ano	/	ano
Plány do budoucna	ano	ano	ne	ano	ano	ano

Legenda: / - neuvedeno

(Zdroj: vlastní zpracování)

Pro porovnání byly vybrány podniky z potravinářského a automobilového průmyslu. V potravinářském průmyslu se s Průmyslem 4.0 můžeme setkat, ale změny nejsou příliš velkého rozměru, podobně jako v chemickém průmyslu. Pro potvrzení situace v potravinářském průmyslu s plošnějšími závěry by bylo nutné provést detailní průzkum. Průmysl 4.0 je nejrozšířenější v automobilovém průmyslu, proto byl pro porovnání zvolen

Podnik F. Průzkum tuto informaci potvrdil. Koncept je nedílnou součástí tohoto průmyslu a jeho zavádění je v podstatě samozřejmostí.

Dotazované podniky se shodují ve využívání digitalizace, kterou chápou jako nezbytnou součást v souvislosti s obrovským nárůstem dat a jejich porozumění. S nárůstem dat také souvisí využívání cloudového úložiště a kybernetického zabezpečení. Další z prvků, který je častou součástí ve výrobě je 3D tisk využívaný zejména pro tisk prototypů. Na posuzování společenského dopadu je nyní příliš brzy. Průmysl 4.0 je v dané chvíli na pomyslném začátku a podniky se snaží spíše pochopit, jak a kde by jim tyto změny mohly pomoci. V tomto směru je prozatím jednoznačné, že se podniky snaží zvyšovat kvalifikace pro změny, které nastanou v budoucnu.

Podniky chemického průmyslu by si měly postupně rozšiřovat přehled o konkrétních prvcích Průmyslu 4.0 a posuzovat jejich možné uplatnění ve svém provozu. Při samotném posuzování je však nutné brát ohled na to, že specifika chemického průmyslu se od ostatních odvětví mohou lišit. Proto je nutné orientovat se na prvky, které jsou pro chemické podniky nejvhodnější, např. digitální podnik, virtuální realita, rozšířená realita, 3D tisk, IoT, automatizace a robotizace, zejména u rutinních či nebezpečných pracovních pozic, dále také digitalizace a následná analýza dat.

Cílem Průmyslu 4.0 je zvyšování efektivity, časové flexibility a snižování nákladů při výrobě. Pokud chtějí podniky zůstat na své stávající pozici, bez znalosti a zapojení Průmyslu 4.0 se neobejdou. Tyto změny jsou vnímány jako nezbytná součást každého podniku, který nechce postupem času zaostat.

ZÁVĚR

V současné době přichází čím dál tím více do povědomí lidí využívání moderních technologií, týkajících se jak chytrých mobilních telefonů v běžném životě, tak rozvoje digitalizace a robotizace v průmyslových podnicích. Právě toho se týká nyní přicházející čtvrtá průmyslová revoluce. Ta vyplývá z německého konceptu „Industrie 4.0“, jenž je rozvinut ve všech světových ekonomikách. U nás tedy hovoříme o Průmyslu 4.0, který s sebou nese rozvoj digitalizace, automatizace a robotizace a zasahuje tak do průmyslové výroby. Toto zavádění se postupně rozšiřuje do všech průmyslových odvětví, v některých je však rozvinut více, v jiných zase méně. Nově přicházející změny se netýkají pouze technologií, ale přinášejí spolu i změny spojené s požadavky na vzdělávání či kvalifikaci pracovníků a také změny na trhu práce a další společenské dopady.

Tato práce je věnována rozvíjejícímu se Průmyslu 4.0. V teoretické části je představen vývoj od první, druhé a třetí průmyslové revoluce až k posouzení čtvrté průmyslové revoluce. Je zde prezentováno rozšíření Průmyslu 4.0 jak ve světě, tak i v České republice, jaký přístup a koncepce jsou v této oblasti navrženy. Průmysl 4.0 je zde charakterizován pomocí jednotlivých nástrojů a složek, kterými jsou digitalizace, automatizace, robotizace, kybernetika a umělá inteligence, kyberneticko-fyzikální systémy, IoT, IoS, 3D tisk, big data, datová úložiště a cloud computing. Také je zde zmíněna kybernetická bezpečnost, která je nedílnou součástí tohoto konceptu. Jak již bylo zmíněno, změny se netýkají pouze technologií, ale mají i sociální dopady. Práce se snaží přiblížit i změny týkající se pracovního trhu, školství a společenského dopadu zavádění Průmyslu 4.0. V závěru teoretické části je zmíněna také SWOT analýza zaměřující se na posouzení zavádění Průmyslu 4.0 v České republice a představení využití jednotlivých složek v chemickém průmyslu.

Praktická část je zaměřena na zhodnocení využívání jednotlivých složek Průmyslu 4.0 v chemickém průmyslu oproti jiným průmyslovým odvětvím. V tuto chvíli je zavádění složek na samém počátku, kdy jednotlivé podniky, spíše lehké chemie, studují možnosti, které s sebou přináší Průmysl 4.0. To však neznamená, že se jim tyto změny vyhýbají. Naopak, v podnicích lze nalézt především digitalizaci, jenž se stává nezbytnou součástí dnešního „digitálního“ světa nebo 3D tisk, jenž zjednodušuje a urychluje nalezení optimálních řešení na prototypch. Ani pojem robotizace podnikům chemického průmyslu není cizí. Roboty jsou uplatňovány především při manipulaci se zbožím na pásech nebo přemísťování, ale i u nebezpečných výrobních procesů. Oproti automobilovému průmyslu,

který je hlavním tahounem v zavádění trendu Průmyslu 4.0, jsou podniky prozatím pozadu. To je však zapříčiněno tím, že nastávající čtvrtá průmyslová revoluce je zaměřena především na automobilový průmysl, elektroniku, elektrotechniku a strojírenskou výrobu. Neznamená to však, že do budoucna se i v chemickém průmyslu nenajdou optimální řešení, která budou přinášet veškeré výhody spojené s novým technologickým opatřením. Aby k tomuto opravdu došlo, je nezbytné neustálé zvyšování kvalifikace stávajících zaměstnanců, na které se podniky již od počátku zaměřují. I přesto, že nástup změn je zde pomalejší, vnímají podniky Průmysl 4.0 jako nezbytnou součást každého průmyslového podniku. Nejen, že si podniky díky přizpůsobení udrží svou pozici na trhu, ale také pocítí pozitivní dopady, jenž jsou spojené s Průmyslem 4.0.

POUŽITÁ LITERATURA

1. ARNOŠT, Daniel. *Business intelligence: příručka manažera*. Praha: TATE International, 2007, 166 s. Příručka manažera. ISBN 978-80-86813-12-7.
2. BENEŠOVÁ, Andrea. *Vliv průmyslu 4.0 na pracovní pozice a kvalifikační požadavky zaměstnanců* [online]. 2018 [cit. 2018-11-14]. Dostupné z: <https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/26451/1/Benesova.pdf>.
3. BIEGUN, Jiří. Virtuální realita aneb Průmysl 4.0. *BiegunJiří.cz* [online]. Brno, 2019 [cit. 2019-03-26]. Dostupné z: <https://biegunjiri.cz/clanky/119-virtualni-realita-aneb-prumysl-4-0/>
4. CEIT, Digitální podnik. *CEIT* [online]. © 2015 [cit. 2018-10-31]. Dostupné z: http://www.ceit-cz.cz/nase_reseni/digitalni-podnik/
5. CONTROL ENGINEERING ČESKO. Jak se připravit na kybernetické útoky. *Vše o průmyslu: Portál pro moderní výrobu* [online]. 2. 8. 2018b [cit. 2018-11-24]. Dostupné z: <https://www.vseoprumsly.cz/digitalizace/kyberneticka-bezpecnost/jak-se-pripravit-na-kyberneticke-utoky.htm>
6. CONTROL ENGINEERING ČESKO. Osm způsobů kybernetického zabezpečení ICS v ultrapropojeném světě. *Vše o průmyslu: Portál pro digitalizovanou výrobu* [online]. 1. 8. 2018a [cit. 2018-11-24]. Dostupné z: <https://www.vseoprumsly.cz/digitalizace/kyberneticka-bezpecnost/osm-zpusobu-kybernetickeho-zabezpeceni-ics-v-ultrapropojenem-svete.html>
7. CONTROL ENGINEERING ČESKO. Rozšířená a virtuální realita mění podobu školení ve výrobě. *Vše o průmyslu: Portál pro digitalizovanou výrobu* [online]. 19. 11. 2018 [cit. 2019-03-26]. Dostupné z: <https://www.vseoprumsly.cz/digitalizace/virtualni-rozsirena-realita/rozsirena-a-virtualni-realita-meni-podobu-skoleni-ve-vyrobe.html>
8. CZECHTRADE. Česko nemusí mít dostatek kvalifikovaných pracovníků pro Průmysl 4.0. *BusinessInfo.cz: Oficiální portál pro podnikání a export* [online]. 19. 2. 2018 [cit. 2018-11-14]. Dostupné z: <https://www.businessinfo.cz/cs/clanky/cesko-nemusi-mit-dostatek-kvalifikovanych-pracovniku-pro-prumysl-40-102590.html>
9. ČESKOMORAVSKÁ KONFEDERACE ODBOROVÝCH SVAZŮ. *Průmysl, vzdělávání, práce, společnost 4.0: Učební text* [online]. Praha, 2017, 55 s. [cit. 2018-10-31]. ISBN 978-80-86809-23-6. Dostupné z: <https://www.cmkos.cz/obsah/773/ucebni-text-prumysl-vzdelavani-prace-spolecnost-40/20839>

10. DUCHOSLAV, Petr. Co je to kolaborativní robot? 5 věcí, které byste o něm měli vědět. *Factory automation* [online]. 5. 3. 2017 [cit. 2018-11-15]. Dostupné z: <https://factoryautomation.cz/co-je-to-kolaborativni-robot-5-veci-ktere-byste-o-nem-meli-vedet/>
11. DVOŘÁK, Leoš. *Průmysl 4.0: Budoucnost průmyslové výroby* [online]. 2016 [cit. 2018-11-30]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/27536934-Prumysl-4-0-budoucnost-prumyslove-vyroby.html>
12. E.ON. Co je elektromobilita?. *E.ON* [online]. 2018 [cit. 2018-12-13]. Dostupné z: <https://www.eon.cz/radce/elektromobilita>
13. ERDELJAC, Tihomír. Výzvy digitalizace – Průmysl 4.0. *CAD* [online]. ©2009-2018 [cit. 2018-10-31]. ISSN 1802-6168. Dostupné z: <https://www.cad.cz/pdmplm/86-pdmplm/7972-vyzvy-digitalizace-prumysl-40.html>
14. EUROPEAN COMMISSION. *France: Industrie du Futur* [online]. 2017 [cit. 2018-10-31]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/files/DTM_Industrie%20du%20Futur%20v1.pdf
15. EVROPSKÝ RÁMEC KVALIFIKACÍ. Iniciativy Průmyslu 4.0, práce 4,0 a vzdělávání 4.0. *Evropský rámec kvalifikací* [online]. 2018 [cit. 2018-11-14]. Dostupné z: <http://www.nuv.cz/eqf/iniciativy-prumysl-4-0-prace-4-0-a-vzdelavani-4-0>
16. EXPLOZIA. *Explosia* [online]. 2019 [cit. 2019-06-25]. Dostupné z: <https://explosia.cz/>
17. GAUSS ALGHORITMICS S.R.O. Analýza velkých dat. *Gauss algorithmic* [online]. ©2018 [cit. 2018-11-09]. Dostupné z: <https://www.gaussalgo.cz/analyza-velkych-dat/>
18. HAVLÍČEK, Daniel. 3 nejčastější možnosti automatizace výroby. *Factory automation* [online]. 24. 8. 2016 [cit. 2018-11-08]. Dostupné z: <https://factoryautomation.cz/3-nejcastejsi-moznosti-automatizace-vyroby/>
19. HLAVOŇ, Ivan a Václav CEMPÍREK. Bulletin Průmyslu 4.0: Průmysl 4.0 a Logistika 4.0 součástí vzdělávacího systému. *Národní centrum Průmyslu 4.0* [online]. 2018, 2. 1. 2018 [cit. 2018-12-17]. Dostupné z: <https://www.ncp40.cz/aktuality/bulletin-prumyslu-40-prvni-vydani>
20. HOLOUBEK, Jiří. *Průmysl 4.0 - všechno je to o lidech* [online]. 16. 4. 2018 [cit. 2018-11-30]. Dostupné z: <http://www.ef.jcu.cz/veda-a-vyzkum/konference-a-souteze-svoc/bed>
21. CHMELÁŘ, Aleš, a kol. *Dopady digitalizace na trh práce v ČR a EU* [online]. Praha: Úřad vlády ČR, 2015 [cit. 2019-06-26]. Dostupné z: <https://www.vlada.cz/assets/evropske-zalezitosti/analyzy-EU/Dopady-digitalizace-na-trh-prace-CR-a-EU.pdf>

22. IOT PORTAL. Co je IoT?. *IoT portal: Brána do světa internetu věcí* [online]. ©2018 [cit. 2018-11-30]. Dostupné z: <https://www.iot-portal.cz/co-je-iot/>
23. IT SYSTEMS. *3D tisk dobývá český průmysl* [online]. 4/ 2018 [cit. 2018-11-24]. Dostupné z: <https://m.systemonline.cz/rizeni-vyroby/3d-tisk-dobyva-cesky-prumysl.htm>
24. JACOBS DOUWE EGBERTS. *JACOBS DOUWE EGBERTS* [online]. 2019 [cit. 2019-06-26]. Dostupné z: <https://www.jacobsdouweegberts.com/>
25. KALÁB, Vladimír. Až si popovídají stroje. *Robotic journal: Svět robotiky a automatizace v průmyslu*. Praha, 2018a, 3(2), 32-33. ISSN 2533-4425.
26. KALÁB, Vladimír. Stroje mohou převzít lidskou práci, ale není důvod k obavám. *Robotic journal: Svět robotiky a automatizace v průmyslu*. Praha, 2018b, 3(3), 5. ISSN 2533-4425.
27. KAMINSKÝ, Daniel. Průmysl 4.0 a čtvrtá průmyslová revoluce. *MM: Odborně-vzdělávací a zpravodajský portál z oblasti strojírenství a navazujících oborů* [online]. 8. 6. 2016 [cit. 2018-11-30]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/prumysl-4-0-a-ctvrta-prumyslova-revoluce.html>
28. KNEISSEL, Bernhard. *Chemistry 4.0: Reinventing the chemical company with digital transformation* [online]. 30. 6. 2017, s. 4-10. [cit. 2018-11-30]. Dostupné z: <https://home.kpmg.com/xx/en/home/insights/2017/06/reaction-chemistry-4-0-reinventing-the-chemical-company-with-digital-transformation.html>
29. KOSTOLNÍK, Petr. Universal robot: nedostatek zkušeností není překážkou automatizace. *Robotic journal: Svět robotiky a automatizace v průmyslu*. Praha, 2018, 3(1), 32-33. ISSN 2533-4425.
30. KOVOINZERT. Přísady pro továrnu 4.0.: Digitální dvojče, koboty a umělá inteligence. *Kovoinzert* [online]. 25. 11. 2016 [cit. 2018-11-30]. Dostupné z: <http://infocube.cz/cs/prisady-pro-tovarnu-4-0-digitalni-dvojce-koboty-a-umela-inteligence/>
31. KOZELSKÝ, Tomáš. *Automobilový průmysl: Trendy budoucnosti* [online]. 2015 [cit. 2018-12-13]. Dostupné z: https://www.csas.cz/static_internet/cs/Evropska_unie/Specialni_analyzy/Specialni_analyzy/Prilohy/sr_2015_09_automobilovy_prumysl_trendy_budoucnosti.pdf
32. KRYŠTOF, Jan. Opravdu nás nahradí roboti?. *Robotic journal: Svět robotiky a automatizace v průmyslu*. Praha, 2018, 3(3), 6-7. ISSN 2533-4425.

33. LIPOVSKÁ, Marta. Nové technologie mění trh práce, připravte se na profese budoucnosti. *Robotic journal: Svět robotiky a automatizace v průmyslu*. Praha, 2018, **1**(1), 8-10. ISSN 2533-4425.
34. MANAGEMENTMANIA. Business Intelligence. *ManagementMania* [online]. 2016 [cit. 2018-12-16]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/business-intelligence>
35. MANAGEMENTMANIA. Internet věcí IoT (Internet of Things). *ManagementMania* [online]. 22. 10. 2016 [cit. 2018-11-30]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/internet-veci-internet-of-things>
36. MANAGEMENTMANIA. SWOT analýza. *ManagementMania* [online]. 22. 1. 2017 [cit. 2018-11-30]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/swot-analyza>
37. MARCOŇ, Petr. *Průmysl 4.0: Industry 4.0* [online]. 2018 [cit. 2018-11-30]. Dostupné z: http://www.utee.feec.vutbr.cz/iet/wpcontent/uploads/sites/2/2016/10/Industry4_0_Marcon.pdf
38. MAŘÍK, Vladimír. *Národní iniciativa Průmysl 4.0* [online]. 2015, 23 s. [cit. 2018-11-30]. Dostupné z: <https://www.businessinfo.cz/app/content/files/dokumenty/narodni-iniciativa-Vladimir-a-kol.-prumysl-40.pdf>
39. MAŘÍK, Vladimír a kol. *Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku*. 1. Praha 4: Management Press, 2016, 262 s. ISBN 978-80-7261-440-0.
40. MAŘÍK, Vladimír. *Čtvrtá průmyslová (r)evoluce* [online]. 2016, **95**(6), 338-341. [cit. 2018-10-31]. Dostupné z: <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2016/cislo-6/ctvrta-prumyslova-revoluce.html>
41. MAŘÍK, Vladimír. *Je Industry 4.0 opravdu revolucí?* [online]. 2018 [cit. 2018-11-30]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/23871995-Je-industry-4-0-opravdu-revoluci.html>
42. MEZINÁRODNÍ FEDERACE ROBOTIKY. Průmyslových robotů ve světě opět přibylo. *Robotic journal: Svět robotiky a automatizace v průmyslu*. Praha, 2018, **3**(3), 5-7. ISSN 2355-4425.
43. MICROSOFT AZURE. Co je cloud?. *Microsoft Azure: Vaše vize. Váš cloud*. [online]. Seattle, ©2018 [cit. 2018-11-09]. Dostupné z: <https://azure.microsoft.com/cs-cz/overview/what-is-the-cloud/>
44. MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU ČR. *Iniciativa Průmysl 4.0* [online]. 2. 9. 2016, 233 s. [cit. 2018-11-30]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/prumysl/zpracovatelsky-prumysl/prumysl-4-0-ma-v-cesku-sve-misto--176055/>
45. MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU. Průmysl 4.0 má v Česku své místo. *Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. 2. 9. 2016 [cit. 2018-10-31]. Dostupné

- z: <https://www.mpo.cz/cz/prumysl/zpracovatelsky-prumysl/prumysl-4-0-ma-v-cesku-sve-misto--176055/>
46. NESSMITHOVÁ, Alena. Bulletin Průmyslu 4.0: Zaměstnanci vs roboti: lidé jsou pro firmy na prvním místě. *Národní centrum Průmyslu 4.0* [online]. 8. 10. 2018 [cit. 2018-12-16]. Dostupné z: <https://www.ncp40.cz/aktuality/bulletin-prumyslu-40-20186-lidske-zdroje-v-prumyslu-40>
 47. PALÍŠEK, Eduard. *Digitalizace a Průmysl 4.0 chemickém průmyslu* [online]. 2018, 205-206 [cit. 2018-11-25]. Dostupné z: <http://www.chemicke-listy.cz/ojs3/index.php/chemicke-listy/article/view/3061/3046>
 48. PETR TYL, Jan. SWOT analýza. *Marketing mind* [online]. 18. 12. 2017 [cit. 2018-11-22]. Dostupné z: <https://www.marketingmind.cz/swot-analyza/>
 49. PIRKL, Radek. 3D tisk jde cestou automatizace a individualizace v duchu Průmyslu 4.0. *T-UNI: Online zpravodaj Technické univerzity v Liberci* [online]. 9. 11. 2018 [cit. 2018-12-07]. Dostupné z: <http://tuni.tul.cz/rubriky/udalosti/id:97743/3d-tisk-jde-cestou-automatizace-a-individualizace-v-duchu-prumyslu-4-0>
 50. POHANKA, Pavel. Internet věcí. *Pavel Pohanka* [online]. ©2017 [cit. 2018-11-30]. Dostupné z: <http://i2ot.eu/internet-of-things/>
 51. PROCTER & GAMBLE. *Procter & Gamble* [online]. 2019 [cit. 2019-06-25]. Dostupné z: <https://pg.jobs.cz/>
 52. ROBOTIC JOURNAL. Inteligentní továrny vznikají už dnes. *Robotic journal: Svět robotiky a automatizace v průmyslu*. Praha, 2018, 3(2), 23. ISSN 2533-4425.
 53. SIEMENS. Průmysl 4.0: Digitalizace v průmyslové výrobě. *Siemens* [online]. Česká republika, 2016 [cit. 2018-10-31]. Dostupné z: <https://www.siemens.cz/prumysl40/>
 54. ŠKODA AUTO. *ŠKODA AUTO* [online]. 2019 [cit. 2019-06-26]. Dostupné z: <https://www.skoda-auto.cz/>
 55. TECHNICKÝ PORTÁL. Aditivní výroba/ 3D tisk. *Technický portál* [online]. 28. 11. 2016 [cit. 2018-12-10]. Dostupné z: https://www.technickytydenik.cz/rubriky/odborne-prilohy/aditivni-vyroba-3d-tisk_38176.html
 56. TECHNICKÝ PORTÁL. Průmysl 4.0: budoucnost je tady. *Technický portál* [online] 8. 12. 2015 [cit. 2018-11-24]. Dostupné z: https://www.technickytydenik.cz/rubriky/archiv-technik/prumysl-4-0-budoucnost-je-tady_33441.html
 57. TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Průmysl 4.0, aneb, Nikdo sám nevyhraje*. Průhonice: Professional Publishing, 2017, 200 s. ISBN 978-80-906594-4-5.

58. USTUNDAG, Alp a Embre CEVIKCAN. *Industry 4.0: Managing The Digital Transformation*. Švýcarsko, 2018, 286 s. ISBN 1860-5168.
59. WORLD ECONOMIC FORUM. Europe, Asia Lead the Way to the Factories of the Future. *World economic forum* [online]. 7. 9. 2018 [cit. 2019-06-25]. Dostupné z: <https://www.weforum.org/press/2018/09/europe-asia-lead-the-way-to-the-factories-of-the-future>

PŘEHLED ZKRATEK

AR - Augmented Reality

BI - Business Intelligence

IoS - Internet of Services

IoT - Internet of Things

PLC - Programmable Logic Controller

VR - Virtual Reality

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Rozsah změn v jednotlivých podnicích.....	44
---	----

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Hustota robotů.....	17
Obr. 2: Nasazování robotů v jednotlivých odvětvích (v tisících jednotkách).....	33

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Dotazník pro šetření k bakalářské práci

Příloha č. 1: Dotazník pro šetření k bakalářské práci

Dotazník pro šetření k bakalářské práci na téma - Uplatnění automatizace, robotizace a dalších složek Průmyslu 4.0 v chemickém průmyslu

Práce je věnována právě probíhající čtvrté průmyslové revoluci, která je v souladu se zaváděním konceptu Průmysl 4.0. Koncept je již rozvinut jak ve všech vyspělých zemích, tak i ve všech odvětvích průmyslu. Tento dopad se týká i chemického průmyslu, i když pouze v rozsahu těch prvků Průmyslu 4.0, které jsou v chemickém průmyslu relevantní.

Pod Průmyslem 4.0 se skrývá rozvoj digitalizace, automatizace a robotizace přímým dopadem do průmyslové výroby. S těmito hlavními pojmy je však úzce spjat vznik nových technologií, které charakterizují tento koncept, a to především kybernetika a umělá inteligence, kyberneticko–fyzikální systémy, internet věcí a služeb, 3D tisk, virtuální realita, big data, datová úložiště a cloud computing. Nedílnou součástí je i kybernetická bezpečnost. Zavádění konceptu nepodléhá pouze technologické změny, ale má za následek i sociální dopady, týkající se zanikání pozic a vzniku nových pracovních pozic či navyšujících se požadavků na vzdělání pracovníků.

Cílem tohoto šetření je u vybraných podniků zjistit odpovědi na otázky týkající se zavádění konceptu Průmyslu 4.0 v chemickém průmyslu, a to se změřením především na:

- rozsah zavádění jednotlivých složek Průmyslu 4.0 do výroby,
- změny, které přineslo zavádění těchto složek,
- zda podniky pociťují pozitivní či negativní dopady po zvedení Průmyslu 4.0,
- výhledová prognóza podniků ohledně dalšího rozvoje technologie.

Nejprve se dotazník zabývá obecným pojetím konceptu Průmyslu 4.0 a dále se rozděluje do tří částí:

I. část - zabývá se nástroji, které jsou součástí konceptu Průmyslu 4.0

II. část - zabývá se konkrétními složkami konceptu Průmyslu 4.0

III. část - zabývá se dopady zavádění prvků Průmyslu 4.0 na podnik a výhledovou prognózu podniku na další vývoj.

**Otázky jsou převážně otevřené. Prosím, své odpovědi rozvádějte, pomůžete mi tak lépe pochopit zavádění jednotlivých prvků Průmyslu 4.0 a alespoň z části nahlédnout do výroby vašeho podniku a dalších podpůrných činností.*

Máte povědomí o zavádějících se technologiích v souvislosti s konceptem Průmysl 4.0?

- ANO
- NE

Využíváte ve výrobě vašeho podniku některé z prvků konceptu Průmyslu 4.0?

- ANO (*pokud ano, pokračujte ve vyplňování I., II. a III. části*)
- NE

Pokud zatím nedošlo k zavádění prvků Průmyslu 4.0 ve výrobě vašeho podniku, uveďte proč?

.....
.....

Plánujete/chcete tak uskutečnit v budoucnu?

- ANO
- NE

Pokud ano, uveďte, o které prvky se jedná a proč? (*Dále prosím pokračujte ve vyplňování ve III. části.*)

.....
.....

I. Část

a) Využíváte ve svém podniku nástroje digitalizace, které se snaží pomocí digitálních technologií zefektivnit fungování vnitrofiremních i externích procesů za účelem vyšší efektivity?

- ANO
- NE

Pokud ano, jakým způsobem?

.....
.....

b) S rozvíjející se digitalizací úzce souvisí vznik digitálních podniků. Takové podniky zajišťují kompletní datovou integritu všech svých procesů, kdy spolu vzájemně komunikují veškeré stroje a zařízení výrobního procesu, nebo dochází k samotné komunikaci mezi podniky – považujete svůj podnik za podnik digitální?

- ANO
- NE

c) Digitalizace s sebou nese i vznik digitálních dvojčat, pomocí nichž lze simulovat budoucí výrobek. Nahrazuje tak prototypy výrobku a během výroby slouží jako virtuální předloha, obsahující veškerá data o výrobku. Je digitální dvojče využíváno při výrobě ve vašem podniku?

- ANO
- NE

Pokud ano, uveďte příklad:

.....
.....

d) Zavádíte nebo se snažíte zavést ve svém podniku automatizaci, jenž sebou přináší zavádění samořídících jednotek, a tím postupně snižuje potřebu přítomnosti člověka při vykonávání určitých činností?

- ANO
- NE

Pokud ano, jakým způsobem?

.....
.....

e) V současnosti patří mezi nejvýznamnější trend robotizace, nahrazující člověka v jednoduchých operacích. Zavádíte robotizaci do své výroby?

- ANO
- NE

Pokud ano, jaký typ robotizace využíváte

- kolaborativní roboty (spolupracují s člověkem a pomáhají vykompenzovat určité nedostatečné schopnosti pracovníků či nahrazují rutinní činnost)
- autonomní roboty (chytré stroje, které jsou schopny se samy rozhodovat)

Jak/při jakých úkonech?

.....
.....

II. Část

a) Mezi prvky konceptu Průmysl 4.0 patří internet věcí. Jedná se o propojování jednotlivých zařízení pomocí internetu bez přítomnosti člověka, jenž jsou schopna komunikovat mezi sebou a samostatně se rozhodovat. Využíváte ve svém podniku internet věcí?

- ANO
- NE

Pokud ano, uveďte jak:

.....
.....

b) Dále je také možno propojovat služby založené na internetu se službami reálného světa, hovoříme tak o internetu služeb. Jedná se především o systémy založené na online práci či sdílení dat v cloudových úložištích. Využíváte internetu služeb ve svém podniku?

- ANO
- NE

Pokud ano, uveďte jak:

.....
.....

c) Využíváte ve svém podniku pro ukládání a zpracovávání velkých dat datová úložiště či cloudy?

- ANO
- NE

d) S nárůstem velkého množství dat a vznikem složitějších systémů je nezbytnou součástí celého konceptu kybernetická bezpečnost. Může se jednat jak o zabezpečení z hlediska technologií, dat, ochrany soukromí nebo autorská práva. Jakým způsobem zabezpečujete kybernetickou bezpečnost ve svém podniku?

.....
.....

e) Součástí konceptu Průmysl 4.0 je i aditivní výroba - zavádění 3D tisku do výroby, jenž umožňuje tisk prototypů, či umožňuje tisk malých jednoduchých součástek. Je 3D tisk zapojován do výroby vašeho podniku?

- ANO
- NE

Pokud ano, jakým způsobem?

.....
.....

f) Virtuální realita či rozšířená realita, začíná postupně pronikat do průmyslové výroby. Využíváte ji ve své výrobě?

- ANO
- NE

Pokud ano, jakým způsobem / při jakých činnostech?

.....
.....

III. Část

- a) Má zavádění prvků Průmyslu 4.0 ve Vašem podniku vliv na zánik pracovních míst? Pokud ano, uveďte příklad, o jaké pozice se jedná a jaký byl rozsah dopadu (počet zaniklých pracovních míst).

.....
.....

- b) Má zavádění prvků Průmyslu 4.0 ve vašem podniku vliv na vznik pracovních míst? Pokud ano, uveďte příklad, o jaké pozice se jedná a jaký byl rozsah dopadu (počet vzniklých pracovních míst).

.....
.....

- c) Je pro Vás důležité zvyšování kvalifikace zaměstnanců, v souvislosti se zaváděním prvků Průmyslu 4.0 nebo v závislosti na vznik nových pracovních míst? Proč?

.....
.....

- d) Jaké jsou vaše požadavky na kvalifikaci, znalosti a dovednosti u uchazečů či zaměstnanců z pohledu dalšího rozvoje Průmyslu 4.0. jaké schopnosti, znalosti a dovednosti budou mít podle Vás při zavádění Průmyslu 4.0 největší význam?

.....
.....

- e) Jaký je Váš názor na zavádění těchto prvků v souvislosti s vaší společností. Jaké dopady zaznamenáváte s nástupem tohoto trendu z technologického, ekonomického ale i

společenského hlediska. Myslíte si, že dopady zavádění jsou spíše pozitivní či negativní? Proč?

.....
.....

f) Jak vidíte budoucí rozvoj všeho podniku v souvislosti se zaváděním prvků Průmyslu 4.0?

.....
.....

g) Plánujete v nejbližší době zavádět nějaké další prvky Průmyslu 4.0 (z výše uvedených nebo jiných prvků Průmyslu 4.0)?

- ANO
- NE

Pokud ano, uveďte, o které prvky se jedná, proč a v jaké oblasti plánujete jejich uplatnění?

.....
.....

h) Myslíte si, že zavádění prvků Průmyslu 4.0 by mělo být nezbytnou součástí každého podniku? Proč?

.....
.....

Děkuji za Vaši ochotu a Váš čas strávený nad vyplňováním tohoto dotazníku.