Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra materiálu a strojírenské technologie

Bakalářská práce

Analýza dopadu výzvy Průmysl 4.0 na proces výroby a s tím spojené požadavky trhu práce.

© 2022 ČZU v Praze

Radek Horák

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Radek Horák

Zemědělská specializace
Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Analýza dopadu výzvy Průmysl 4.0 na proces výroby a s tím spojené požadavky trhu práce

Název anglicky

Impact analysis of challenge Industry 4.0 to production process and connected requirements of labour market

---

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je shromáždit a analyzovat aktuální poznatky o problematice dopadu výzvy Průmysl 4.0 na technologický proces výroby a s tím spojené působení na změny v oblasti vzdělávacího procesu. Na základě závěrů z literárního rozboru předmětné problematiky stanoví bakalář přínos práce.

Metodika

Současný stav řešeného problému (literární rešerše).

Závěry a přínos práce.

Doporučený rozsah práce

cca 30 stran

Klíčová slova

Koncepce, Průmysl 4.0, výroba, vzdělávací proces

Doporučené zdroje informací

BARTODZIEJ, CH. J.: The Concept Industry 4.0: An Empirical Analysis of Technologies and Applications in Production Logistics. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2017.

DEVEZAS, A. LEITO, J., SARYGULOV, A.: Industry 4.0: Entrepreneurship and Structural Change in the New Digital Landscape. Cham: Springer International Publishing, 2017.

MAŘÍK, V.: Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku. Praha: Management Press, 2016.

Odborné publikace v časopisech

Sborníky z konferencí

TOMEK, G., VÁVROVÁ, V.: Průmysl 4.0, aneb Nikdo sám nevyhraje. Průhonice: Professional Publishing, 2017.

ÜSTÜNDAĞ, A., ÇEVIKCAN, E.: Industry 4.0: managing the digital transformation. Cham, Switzerland: Springer, 2018.

Předběžný termín obhajoby

2021/2022 LS – TF

Vedoucí práce

prof. Ing. Miroslav Müller, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra materiálu a strojírenské technologie

Elektronicky schváleno dne 21. 1. 2020

prof. Ing. Miroslav Müller, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 2. 2020

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 05. 02. 2022

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Analýza dopadu výzvy Průmysl 4.0 na proces výroby a s tím spojené požadavky trhu práce“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu bibliografie na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne _____

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval panu prof. Ing. Miroslavu Müllerovi, Ph.D., za jeho spolupráci při vedení mé bakalářské práce. Především si cením jeho pohotovosti a vstřícného přístupu, který mi při psaní poskytl. Dále bych chtěl poděkovat své rodině a přítelkyni za podporu, kterou mi poskytovaly během doby mého studia.

Abstrakt: Práce se primárně zabývá výzvou Průmysl 4.0, jeho dopady na proces výroby a s tím spojené požadavky na vzdělávání a trh práce. Cílem práce je seznámit čtenáře s historií průmyslového sektoru, přiblížit koncept Průmysl 4.0 v souvislosti se změnami ve výrobním procesu a poukázat na jeho dopady ve vzdělávání a na trh práce. Tyto předpoklady jsou v práci naplněny stručnou charakteristikou konceptu Průmysl 4.0 a uvedením jeho základních technologických aspektů a funkcí, které mají dopad na výrobu. Jsou zde uvedeny motivační faktory zavádění konceptu a přiblížení současné situace průmyslu v České republice v porovnání s ostatními zeměmi Evropské unie. V návaznosti je v práci objasněna otázka Vzdělávání 4.0, ve které se autor zabývá současným stavem regionálního školství a jeho možným budoucím směrem v reakci na výzvu Průmysl 4.0. Na závěr se autor zabývá trhem práce a změnami jeho struktury. Jsou zde vyzdvihnuty měnící se požadavky zaměstnavatelů na pracovníky a odpovědi na otázky, které souvisejí s nahrazováním lidské práce stroji.

Klíčová slova: koncepce, Průmysl 4.0, výroba, vzdělávací proces

Abstract: The thesis primarily deals with the challenge of Industry 4.0, its impacts on the production process and the associated requirements for education and the labor market. The aim of the thesis is to acquaint the reader with the history of the industrial sector, to introduce the concept of Industry 4.0 in connection with changes in the production process and to point out its effects in education and on the labor market. These assumptions are fulfilled in the work by a brief description of the concept of Industry 4.0 and an introduction to its basic technological aspects and functions that have an impact on production. There are motivating factors for the implementation of the concept and an approach to the current situation of industry in the Czech Republic in comparison with other European Union countries. Following this, the issue of Education 4.0 is clarified, in which the author deals with the current state of regional education and its possible future direction in response to the challenge Industry 4.0. Finally, the author deals with the labor market and changes in its structure. It highlights the changing demands of employers on workers and answers to questions related to the replacement of human labor by machines.

Key words: concept, Industry 4.0, production, educational process

Obsah

Úvod 9

1. Historie průmyslových revolucí 11

1.1. První průmyslová revoluce 11

1.2. Druhá průmyslová revoluce 11

1.3. Třetí průmyslová revoluce 12

2. Průmysl 4.0 13

2.1. Charakteristika konceptu Průmysl 4.0 14

2.2. Vznik Průmysl 4.0 14

2.3. Funkce Průmysl 4.0 15

2.3.1. Umělá inteligence 16

2.3.2. Smart Factory 16

2.4. Technologické aspekty Průmyslu 4.0 17

2.4.1. Kyberfyzikální systémy 17

2.4.2. Internet of Things 18

2.4.3. Virtuální dvojče 18

2.4.4. Big Data 19

2.4.5. Kolaborativní roboti 19

2.4.6. Datové uložiště a cloudové výpočty 19

2.4.7. Systémová integrace 20

3. Situace průmyslu v České republice 22

3.1. Motivace zavést Průmysl 4.0 v ČR 22

3.2. Průmysl 4.0 v ČR 23

4. Vzdělávání 4.0 25

4.1. Současný stav v regionálním školství 25

4.2. Budoucí směr vzdělávání 27

4.3. SWOT analýza 29

5. Dopady Průmyslu 4.0 na trh práce v ČR. 30
5.1. Trh práce se mění 30
5.2. Změna požadavků na znalosti a dovednosti pracovníků 33
5.3. Shrnutí kapitoly 34
6. Závěr 36
Bibliografie 38
Seznam obrázků 44

Úvod

Za posledních 30 let prošla celá společnost velice výraznou změnou. Po příchodu internetu, který zcela jednoznačně změnil lidské vnímání z hlediska technologického pokroku a celkové úrovně života, nám v dnešní době přijde naprosto přirozené, že si můžeme najít všechny informace a že každý s každým může takřka odkudkoli komunikovat. Laicky řečeno se tvoří druhý svět. Svět nul a jedniček, který už částečně žije mimo realitu, myšleno mimo fyzický svět. Tento virtuální svět začíná čím dál tím více žít vlastním životem. Ve velké míře zasahuje do sociálního světa lidí skrze sociální sítě, mění jejich návyky, životní styl a v neposlední řadě jejich myšlení. Tato skutečnost sebou nese spoustu výhod a nevýhod jak v rovině sociální, tak v rovině technologického vývoje. V této bakalářské práci se autor zabývá technologickým vývojem v průmyslu, který díky internetu právě prochází inovacemi natolik významnými, že tento pokrok můžeme označit za průmyslovou revoluci.

Průmysl 4.0 je pojem, pod kterým se skrývá označení pro čtvrtou průmyslovou revoluci. Definice tohoto spojení můžeme charakterizovat jako koncept – vizi, jakým směrem by se průmyslová výroba měla ubírat. V době, kdy se svět začal propojovat počítači, které umožnily komunikaci nejen mezi lidmi, ale i mezi stroji navzájem, bylo zapotřebí dát tomuto počínání jakýsi řád, pod kterým bude tato vize zaštítěna. Tento koncept je právě Průmysl 4.0, který vychází z virtualizace fyzických objektů včetně produktů, jejich optimalizace a komunikace jak ve výrobních prostorech, tak i mimo ně. Koncept Průmysl 4.0 je tedy nástroj, prostřednictvím kterého dokážeme využít virtuálního prostoru k optimalizaci všech činností vyskytujících se ve výrobním procesu.

Jak již bylo zmíněno v úvodní části textu, propojení fyzického a virtuálního světa rozšiřuje obzory opravdu v mnoha odvětvích. Principy Průmysl 4.0 jsou přenositelné do energetiky, dopravy, vzdělávání, zdravotnictví, chytrých měst, chytrých domácností a v neposlední řadě do chytrých továren. Právě díky tomuto konceptu se všechny tyto sektory v reálném světě minimálně setkají s nabídkou optimalizace za pomocí využití virtualizace a virtuálního světa. A to vše v reálném čase. Je na každé společnosti, jak se k současnému trendu postaví, ačkoli není jednoduché provádět takto dramatické změny a přinutit zaměstnance firem, aby se učili novým principům a novým technologiím. Na základě této skutečnosti je zřejmé, že tato revoluce není v prvé

řadě o aplikaci nových technologií, ale o faktu, že nejprve musíme zaměstnance přesvědčit o tom, že postupy, které vykonávali dodnes a na které jsou zvyklí se dají inovovat a do jisté míry zjednodušit ve prospěch jich samotných. Jde tedy o revoluci v myšlení lidí od centralizovaného k decentralizovanému řízení. Toto pochopení souvislostí a revoluční způsob myšlení musí začít u jednatelů a manažerů firem, kteří postupně musí vyvinout takový „nátlak“ na zaměstnance, aby i poslední dělník v továrně pochopil, že role robota je jiná než dříve. Pokud se tento proces povede, firma bude plně schopna ve své výrobě zavést koncept Průmysl 4.0 [1; 2].

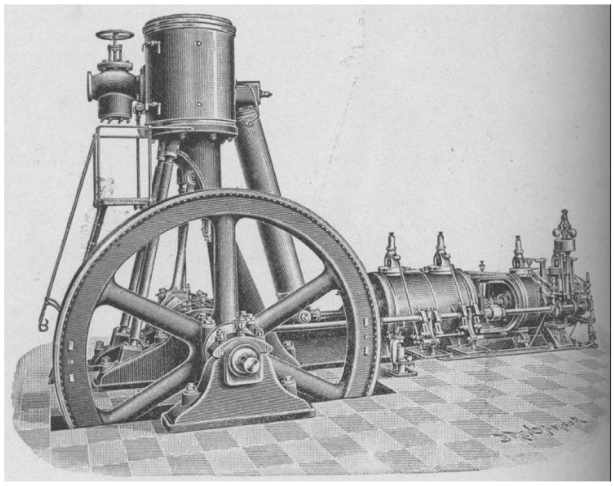
V této práci se autor zaměří především na analýzu dopadu výzvy Průmysl 4.0 na proces výroby a s tím spojené požadavky na vzdělávání obyvatelstva a trh práce.

1. Historie průmyslových revolucí

Každá průmyslová revoluce zanechala za sebou významnou stopu, změnila sociální život a myšlení obyvatelstva. Přinesla nové technologie a usnadnila práci nejen dělníkům, ale i celé společnosti, ať už v domácnosti, nebo při transportu. Ruku v ruce s tímto vývojem se pojí jisté výhody i nevýhody.

1.1. První průmyslová revoluce

První průmyslová revoluce se nese v duchu parního stroje (viz Obrázek 1), který je jejím symbolem. Je označována jako Velká průmyslová revoluce, která probíhala mezi léty 1770 a 1830 a započala v Anglii. Revoluce znamenala přechod od manufakturní a řemeslné výroby k výrobě tovární, ve které v počátcích dominoval textilní průmysl. Znamenala obrovský pokrok pro lidstvo, které se oprostilo od používaní zvířat jako pracovní síly. Iniciativu tak převzaly stroje, které dobytek nahradily. Produktivita práce se tak zrychlila a zefektivnila. Velký pokrok byl také promítnut do dopravy pozemní a říční, a to vynálezem lokomotivy a parníku. Ruku v ruce s tímto vývojem se budovaly železniční tratě, mosty a průplavy [3].



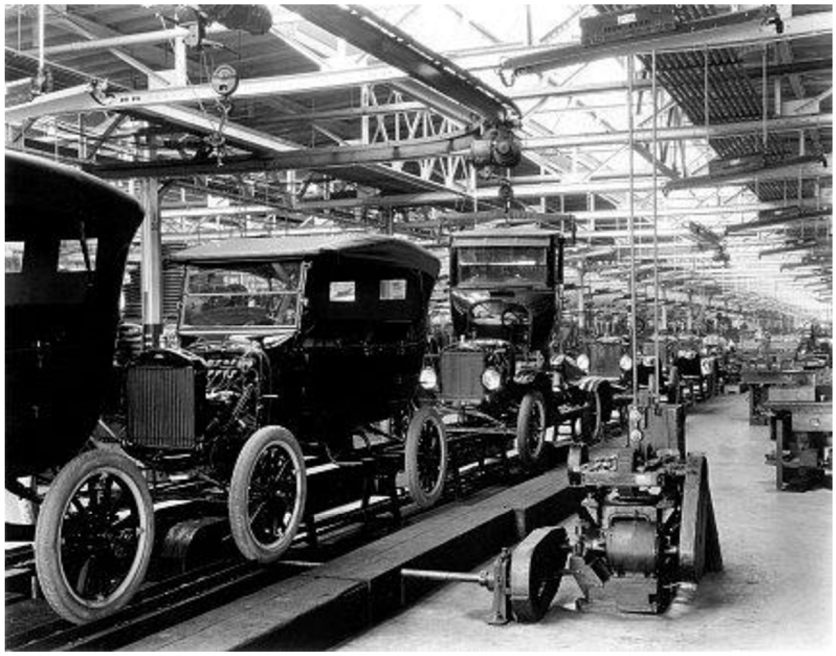
Obrázek 1 – Parní stroj [3]

1.2. Druhá průmyslová revoluce

Druhá průmyslová revoluce navazuje v krátkém období po vynálezu žárovky v roce 1879 Thomasem Edisonem. Revoluci označujeme jako Technicko-vědeckou a vyznačuje se nahrazením páry elektřinou. Významným přínosem v tomto období bylo objevení střídavého proudu, které zapříčilo vynález motoru, jenž následně podpořil vznik

pásové výroby. Za průkopníka užití pásové výroby v zahraničí je považován Henry Ford, který zavedl tento druh výroby ve svém závodě (viz Obrázek 2), což značně ovlivnilo celosvětový průmysl. V českých zemích jsou považováni za průkopníky osobnosti jako Tomáš Baťa, Emil Škoda nebo František Křižík [4].

Díky zmíněným českým podnikatelům, kteří jsou proslaveni svými úspěchy po celém světě, pocházelo na přelomu 19. a 20. století až 40% průmyslové produkce Rakouska-Uherska z Čech. Samostatné Československo tak po svém vzniku patřilo mezi 10 nejbohatších zemí světa [5; 6].



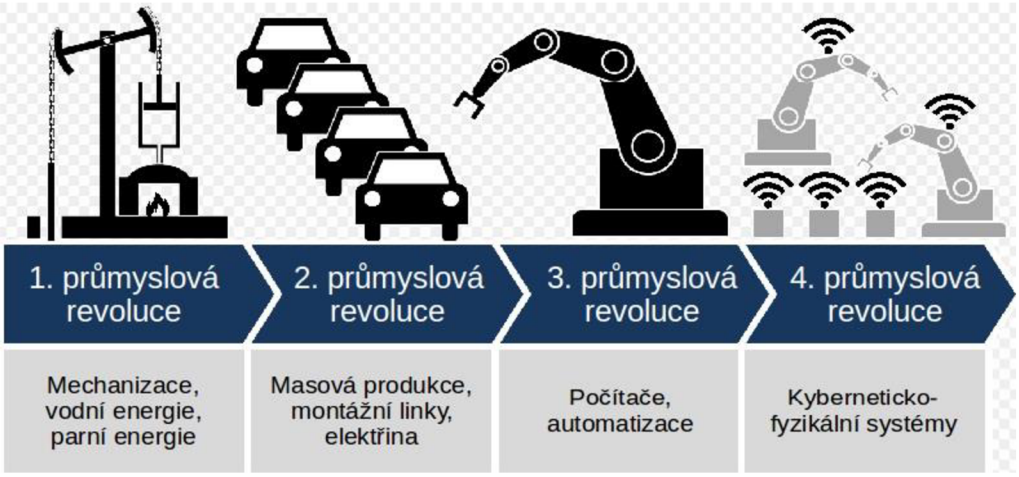
Obrázek 2 – Pásová výroba ve společnosti Ford [6].

1.3. Třetí průmyslová revoluce

Třetí průmyslová revoluce se nese v duchu automatizace výroby a výrobních procesů v továrnách prostřednictvím řídicí jednotky. Zapříčiněním tohoto fenoménu je vynález programovatelného logického automatu neboli PLC (Programmable Logic Controller). Ten umožňoval automatizaci procesů v továrně v reálném čase. Počátek třetí průmyslové revoluce datujeme v 70. letech 20. století spolu se vznikem PLC, postupným zmenšováním počítačů a jejich rozšířené distribuci k veřejnosti. V reakci na hrozící válku mezi Spojenými státy a SSSR začíná v tomto období také vývoj komunikačních sítí pro počítače. Na této myšlence byl později v roce 1987 vynalezen internet [4].

2. Průmysl 4.0

Průmysl 4.0, neboli digitalizace, je termín, který se používá pro označení čtvrté průmyslové revoluce. Získal si velkou popularitu od doby, kdy byl poprvé představen německou vládou na hannoverském veletrhu v roce 2013. Cílem této revoluce je propojení dosud oddělených automatizovaných linek v síť, která bude plně integrovaná nejenom v rámci jedné pobočky továrny, ale i mezi všemi výrobními halami dané společnosti. Při plném využití potenciálu může tato integrace přejít i do digitální komunikace mezi danou společností, jejími sklady, dodavateli a odběrateli. Pokud firma nabude těchto předpokladů, označujeme ji jako chytrou továrnu [7]. Schéma tohoto počínání je vyobrazeno na obrázku (viz Obrázek 3), na kterém jsou prvky chytré továrny ve čtvrté průmyslové revoluci označené jako kyberneticko-fyzikální systémy. Tento pojem je detailněji vysvětlen v kapitole 2.4 [8].



Obrázek 3 – Schéma znázorňující 4 industriální revoluce [8].

Dříve byl každý úsek továrny do určité míry na sobě nezávislý a manažeři jednotlivých úseků spolu navzájem poměrně neefektivně komunikovali. Díky této skutečnosti vznikalo ve výrobě velké množství zmetků a jakost výrobků nebyla dobrá. V dnešní době továrny aktivně zavádějící digitalizaci do výroby omezují zmetkovitost, zvyšují rychlost, zlepšují komunikaci, vyrábí kvalitnější výrobky a v neposlední řadě mají menší náklady na výrobu. Průmysl 4.0 tak při svém plném zavedení do výroby nabízí obrovskou konkurenční výhodu [9].

Jako každá předchozí průmyslová revoluce, tak i Průmysl 4.0 má nezanedbatelný dopad na společnost. Díky tomuto dopadu vznikly termíny, které jsou neodmyslitelně

se čtvrtou průmyslovou revolucí spojeny. Typická témata jsou Vzdělávaní 4.0, Práce 4.0, Společnost 4.0, Myšlení 4.0 a další [10]. V této bakalářské práci se bude autor podrobněji zabývat Vzděláváním 4.0 a dopadem Průmyslu 4.0 na trh práce.

2.1. Charakteristika konceptu Průmysl 4.0

Průmysl 4.0 je označení současného trendu digitalizace a automatizace výroby. Ponětí o konceptu máme už více jak 10 let a za tuto dobu se postupně daří aplikovat myšlenku do praxe. Jednatelé a manažeři velkých průmyslově zaměřených korporací si plně uvědomují technologický pokrok a berou v potaz, že inovace robotizace, digitalizace a automatizace výrobních procesů je pro budoucnost firmy absolutně nezbytná [2].

2.2. Vznik Průmysl 4.0

Jako každá průmyslová revoluce mění svět z pohledu ekonomického, sociálního a technologického, tak i čtvrtá průmyslová revoluce se začíná podepisovat na dnešním způsobu života lidí na planetě. Technologický vývoj jde stále dopředu, jelikož je kladen čím dál větší důraz na vědu a výzkum, díky kterým nově vznikající technologie předčí a nahradí ty staré. Hlavní poháněcí motor všech těchto okolností je lidstvo samo. Díky otázkám, které si běžní lidé, ale i odborníci na průmyslovou výrobu kladou je, jak by mohla vypadat budoucnost během 21. století. Do dnešního dne pozorujeme raketový růst internetu, který za posledních 20 let začala používat více jak polovina světové populace. Ruku v ruce s tímto rychlým technologickým vývojem je spjat právě Průmysl 4.0 [11].

S první vizí Průmysl 4.0 přišla německá vláda, která v roce 2006 spustila program „High Tech Strategy“. Tento projekt měl za úkol posunout průmyslovou výrobu za pomocí nových, dosud v průmyslu nevyužitých technologií. Byl to první národní koncept, který byl financován vládními ministerstvy, která uvolnila miliony eur na podporu vývoje a následného zavedení nových technologií do průmyslu. Dala tak podnět pro přechod do čtvrté průmyslové revoluce. V roce 2010 byly cíle konceptu „High Tech Strategy“ upraveny a strukturovány do podrobnějšího konceptu „High Tech Strategy 2020“, který byl následně v roce 2012 schválen. Název byl poupraven tak, aby poukazoval na cíl Německa, který předpokládal, že Spolková

republika bude v roce 2020 nabízet produkt CPS (Cyber-Physical Systems) jako největší dodavatel celého trhu [12].

2.3. Funkce Průmysl 4.0

K Průmyslu 4.0 by se nemělo přistupovat jako k uzavřenému systému, ale spíše by měl být považován za jednu podstatnou částí z několika klíčových oblastí. V inteligentním, vzájemně propojeném světě založeném na internetu věcí a služeb, budou klíčová hospodářská odvětví přeměněná na inteligentní infrastruktury. Tato transformace vede ke vzniku inteligentních sítí a inteligentních budov v oblasti udržitelnosti mobility, logistických řešení, inteligentního zdravotnictví a dalších složek integrovaného záchranného systému. Z toho vyplývá, že Průmysl 4.0 by měl být promýšlen a realizován interdisciplinárně a v úzké spolupráci s ostatními klíčovými oblastmi. V rámci tohoto chytrého ekosystému je Průmysl 4.0 projevem přístupu „chytrého myšlení“ uvnitř výrobního prostředí [1].

Základní funkcí Průmysl 4.0 a zároveň největší odlišností od dřívějšího centralizovaného automatizovaného systému je složitý decentralizovaný systém. Hlavní rozdíl a zároveň největší problém pro lidi na pochopení a přijetí nového systému, je hierarchický způsob pyramidy, na kterém bylo řešení minulého systému postaveno. Pyramida, která je řízena shora dolů, je systém, který je v nás lidech zabudovaný od nepaměti. Bude proto velmi složité, ale zásadní pro aplikaci základních principů Průmysl 4.0 pochopit způsob nový, který už nebude centralizovaný. Jinými slovy musíme odbourat hierarchický centralizovaný systém, neboť složité systémy takto řídit nelze, a následně musí být nahrazen decentralizovaným systémem. Tento nový systém je postavený na myšlence, že prvky, které jsou jeho součástí se dokážou do jisté míry sami rozhodovat a spolupracovat mezi sebou bez přímého nařízení shora. Jsou tedy samostatné, a proto nadále není třeba přímého nadhledu nad nimi. Aby decentralizace byla naplněna v co možná největší míře a výroba tak byla optimalizována, musí stroje dělat ta nejlepší rozhodnutí, srovnatelná s rozhodnutími lidí, pracujících na základě jejich zkušeností. V tento moment musíme uvést termín „umělá inteligence“, který je už dlouho znám a je na něm postavena celá myšlenka decentralizace, jejíž pochopení je základním pilířem k zavedení konceptu Průmysl 4.0 [13].

2.3.1. Umělá inteligence

Pojem umělé inteligence už částečně definoval český spisovatel Karel Čapek, který v roce 1921 vymyslel nové slovo ROBOT, které použil ve své hře R.U.R. Varuje v ní před případnými negativními vlivy techniky na lidstvo. Robot je kyberneticko-fyzikální systém, což znamená, že se skládá z mechanického zařízení a chování tohoto systému je řízeno počítačem. Systém může vnímat okolní prostředí pomocí senzorů, čipů a jiných elektronických součástí. Informace o současných akcích a vjemech systém ukládá do své paměti, kde mohou být uložena data už z předchozích dějů a akcí. Umělou inteligencí jsou tedy stroje a systémy, které sice napodobují lidskou inteligenci a činnosti a zároveň všechny akce působí jako by byly přirozené, ačkoli je vše naprogramované. V dnešní době můžeme umělou inteligenci vidět všude okolo nás, např. v automobilech a v chytrých zařízeních jako jsou tablety, telefony, chytré spotřebiče, platební terminály a v neposlední řadě v továrnách. Továrnám se autor bude v souvislosti s průmyslem věnovat na následujících řádcích [14].

2.3.2. Smart Factory

V centru Průmyslu 4.0 je klíčovým prvkem koncept Smart Factory – inteligentní, chytrá továrna. Abychom tento pojem pochopili, musíme si definovat základní myšlenku této inovace, na které je postaven provoz a celková vize výroby v novodobých továrnách. Je to myšlenka, ve které je celá továrna řízena a monitorována online a jednotlivé součásti výrobní linky spolu navzájem komunikují prostřednictvím systému propojených počítačových sítí. Tento systém je obecně znám jako internet. Tyto sítě vytvářejí flexibilní systém, který je schopen se sám optimalizovat, přizpůsobovat se vnějším vlivům a zcela autonomně provádět celý proces výroby.

Smart Factory představuje nový způsob fungovaní továren, ve kterých plně propojený flexibilní systém dokáže neustálý tok informací využít k adaptaci na nové požadavky. Tato data z různých zdrojů pak nadále dokáže integrovat v rámci celého systému do výroby, údržby, samotného provozu a do dalších procesů spojených s nákupem materiálu, logistikou, nebo obchodními záležitostmi [15; 16].

Klíčové předpoklady chytré továrny jsou:

- Konektivita – všechny stroje jsou mezi sebou propojeny a komunikují prostřednictvím datové sítě. Díky tomu vytvářejí internet věcí (Internet of Things – IoT).

- Optimalizace – jedná se o výrobu, která je předvídatelná, spolehlivá, minimalizuje náklady a zefektivňuje ji.
- Transparentnost – absolutní přehled o stavech skladů, výrobě a dopravě výrobků k odběrateli v reálném čase.
- Flexibilita – s minimálním zapojením člověka se dokáže přizpůsobit náhlým změnám ve výrobě a změnit výrobu na jiný produkt [15; 16].

Abychom si dokázali tuto myšlenku chytré továrny představit v praxi a zároveň pochopit, jak chytrá továrna funguje, je třeba si definovat technologické aspekty, které jsou charakteristické nejen pro chytrou továrnu, ale pro celý koncept Průmysl 4.0.

2.4. Technologické aspekty Průmyslu 4.0

Vize Průmysl 4.0. je obrazem prudkého pokroku v informačních technologiích, které v dnešní době umožňují sdílení a využívání informací v digitální formě. Díky tomuto aspektu mohlo dojít k 3. průmyslové revoluci, jejímž hlavním přínosem byl programovatelný řídící počítač (PLC), po jehož naprogramování dává jednotlivým strojům instrukce, jak se mají ve výrobě chovat, aby byla výroba optimalizována. Můžeme tedy tvrdit, že tento vynález umožnil automatizaci výroby centralizovaného systému. Na rozdíl od třetí průmyslové revoluce, ve které je podstatný zejména zmíněný aspekt PLC, ve čtvrté průmyslové revoluci je podstatných aspektů mnohem více. Jsou to aspekty, jejichž kombinace je základním stavebním prvkem pro budování vize Průmysl 4.0. Na čem by mělo vedení průmyslové továrny přemýšlet, je zavedení konceptu již zmíněné chytré továrny.

V této továrně se musí pro naplnění jejího potenciálu zahrnout všechny technologické aspekty, které jsou řešeny v následujících podkapitolách [17].

2.4.1. Kyberfyzikální systémy

Základním prvkem, na kterém stojí koncept Průmysl 4.0 jsou kyberfyzikální či kyberfyzické systémy, jenž se označují jako CPS (Cyber-Physical Systems). Dá se říct, že je tento koncept „vylepšený“ PLC z předchozí průmyslové revoluce. Tento prvek se poprvé objevil v roce 2006 v USA a zjednodušeně ho můžeme definovat jako systém fyzických struktur řízených počítačovými algoritmy. Jde tedy o spolupráci samostatných výpočetních jednotek, které jsou schopny autonomně se rozhodovat bez zásahu lidské činnosti a stát se tak samostatným a plnohodnotným členem komplexních výrobních

celků. Laicky řečeno je to propojení fyzické výroby neboli části strojů, na které si můžeme fyziky sáhnout s virtuálním, digitálním světem. Kyberfyzikální systémy jsou nástrojem k zavedení již zmíněné decentralizace, která je nezbytná pro pochopení a zavedení konceptu Průmysl 4.0 [18].

2.4.2. Internet of Things

Internet of Things (Internet věcí) je síť fyzických zařízení, která je využívána ve Smart Factory. Dříve, když byl stroj připojený na elektřinu a měl za úkon pouze jednoduchý manévr, na který byl naprogramován. Byl tak do jisté míry samostatný a muselo se k němu tak i přistupovat. Tato skutečnost, která byla dominancí třetí průmyslové revoluce je v Průmysl 4.0 zavržena. V současné době jsou stroje součástí Internetu věcí, díky čemuž můžeme monitorovat stav každého stroje online. Například díky chytrému telefonu, nebo tabletu můžeme zkontrolovat stav konkrétního stroje, na dálku ho programovat, popřípadě mu přizpůsobit chod jiného stroje, nebo i celé výrobní linky [19].

Podle odborníků aplikuje inteligentní továrna řadu inovativních přístupů, díky nimž je umožněno podnikům vyrovnat se se složitostmi a neočekávanými poruchami, stejně jako vyrábět výrobky efektivněji. V chytré továrně se spojují stroje, dopravníky, výrobky a lidé. Všechny tyto prvky obsahují zdroje informací, které mezi sebou můžou navzájem komunikovat a rozhodovat se stejně přirozeně jako v sociální síti. Vytváříme tak heterogenní distribuovanou síť, kde jsou všechny zmíněné prvky propojeny. Abychom mohli takovou síť provozovat, musíme naplnit předpoklad, že každý fyzický objekt má ve světě nul a jedniček své virtuální dvojče [9].

2.4.3. Virtuální dvojče

Virtuální neboli digitální dvojče je pojem úzce spojen s Průmyslem 4.0. Je to koncept, pod kterým si můžeme představit reálnou továrnu, nebo konkrétní stroj, který je namodelován na počítači a přesně odpovídá fyzické podobě. Virtuální dvojče je tedy objekt namodelován na počítači, který perfektně odpovídá skutečnosti. Díky tomuto simulovanému prostředí můžeme vyzkoušet operace, nebo funkce, které chceme převést do reality za účelem vyprodukovat požadovanou hodnotu. Toto prostředí nám tak eliminuje chyby v postupu a rozhodování, jelikož si celý chod můžeme ve virtuální simulaci zkontrolovat a ujistit se, že fyzický proces proběhne v perfektní kvalitě. Jakmile si situaci ověříme právě v simulovaném modelu a zkouška proběhne úspěšně, tak teprve

poté můžeme přejít k realizaci a investování finančních prostředků do fyzického dvojčete. Integrace virtuálního dvojčete nám tak umožňuje ušetřit finanční prostředky, předvídat situace a zefektivnit modelovaní procesů, které jsou nezbytné k výrobě finálního produktu [20].

2.4.4. Big Data

Jak už je patrné z názvu aspektu Big Data, hovoříme o velkém objemu dat, které jsou nedílnou součástí Průmyslu 4.0. Lze je definovat jako soubory dat, jejichž velikost přesahuje možnost spravovat je pomocí běžně používaných postupů a nástrojů, díky kterým by nebylo možné takto obrovské množství dat interpretovat. Mezi charakteristické znaky velkých dat patří velký objem, vysoká rychlost a velká rozmanitost. Zdroje dat jsou stále složitější než zdroje tradičních dat, protože jsou řízeny umělou inteligencí (AI), mobilními zařízeními, sociálními médii a internetem věcí (IoT) [21].

2.4.5. Kolaborativní roboti

Kolaborativní roboti jsou důležitým aspektem Průmyslu 4.0., který velmi odlišuje přístup k robotům ve třetí průmyslové revoluci ve smyslu spolupráce s člověkem. Dříve v továrních halách, kde byla na linkách zapojena ramena robotů, se lidé takřka nesměli pohybovat kvůli nebezpečí úrazu, jelikož tamní robot byl naprogramován pomocí PLC na jednoduchý úkon a o lidské přítomnosti neměl tušení. Kolaborativní roboti jsou ve čtvrté průmyslové revoluci do jisté míry partnerem pracovníka, jeho prodlouženou rukou, která by mu měla pomáhat s vykonávanou prací. Tito roboti mají také důležitou nadstavbu, která velmi napomáhá ke snížení pracovních úrazů v továrnách. V každé etapě průmyslové revoluce bylo pro člověka v továrně určité pracovní riziko úrazu. Počínaje řemeny, které pomocí parního stroje poháněly hřídel a konče roboty, kteří mohli dělníka takřka okamžitě zabít. Tato skutečnost se promítla do vývoje kolaborativního robota, který se nyní při střetnutí s člověkem zastaví, a tudíž nedojde ke zranění. Kolaborativní roboti tak mají velký potenciál rozsáhlého využití jak v průmyslu, tak v zemědělství [9].

2.4.6. Datové uložiště a cloudové výpočty

Datové uložiště a cloudové výpočty neboli v anglickém názvu Cloud computing je poskytování různých služeb prostřednictvím internetu. Tyto zdroje zahrnují nástroje a aplikace, jako jsou úložiště dat, servery, databáze, sítě a software. Laicky řečeno to umožňuje cloudové uložiště a ukládání dat do vzdálené databáze namísto uchovávání souborů na vlastním pevném disku, nebo na místním úložném zařízení. Pokud tedy má

elektronické zařízení přístup k internetu, tak má přístup k datům a softwarovým programům nezbytné pro jejich provoz. Cloud computing je pro lidi a firmy prioritní volba z mnoha zásadních důvodů jako jsou úspory nákladů, vyšší produktivita a rychlost přenosu [22].

2.4.7. Systémová integrace

Dále se pro vypracování a implementaci řešení koncepce Průmysl 4.0 zaměřujeme v systémové integraci na tři oblasti. Následující oblasti zahrnují nezbytné úkony, které definují výrobu v Průmysl 4.0, která je založena na hluboké průmyslové integraci a odlišují ji tak od současné výroby. Firma, která je označována jako Smart Factory splňuje následující integrace:

- horizontální integrace,
- vertikální integrace,
- komplexní integrace [23].

1) Horizontální integrace pomocí nové generace globálních sítí hodnotového řetězce.

Horizontální integrace prostřednictvím hodnotových sítí je integrace různých informačních systémů používaných v různých fázích výroby. V první fázi procesu je obchodní plánování, které zahrnuje dodání materiálů, energií a dalších prvotních nákladů. Jde tedy o komunikaci a následně uzavřený obchod s dodavateli. Další fáze je výroba a příprava hotového produktu, po které následuje finální vyjednávání s odběratelem. Horizontální integrace je tedy propojení všech článků dodavatelsko-odběratelského řetězce od dodavatelů přes výrobce až po distribuci koncovému zákazníkovi a následný servis [23; 24].

2) Vertikální propojení výrobního systému.

Vertikální propojení výrobního systému je způsob, jak začlenit různé informační systémy na různých hierarchických úrovních v rámci firmy do výroby. Hovoříme zde o propojení napříč automatizační, řídící a administrativní vrstvou. V praxi díky virtualizaci vzniká přímá datová linka mezi výrobním pracovištěm a vedením podniku. To umožňuje flexibilní plánování výroby, administrativní pořádek v procesech a možnost dohledat každý produkt pomocí digitálního rodného listu [23; 24].

3) Komplexní digitální integrace všech inženýrských procesů.

Integrace všech inženýrských procesů se odehrává z velké části přímo ve výrobním podniku. Obsahuje spektrum úkolů pro kvalifikované zaměstnance, kteří mají na starost péči o produkt v rámci jeho celého výrobního cyklu. Je to tedy interakce v podobě rozsáhlé spolupráce člověka se strojem a jeho dopadem na konečný produkt. Tato spolupráce začíná plánováním životního cyklu produktu, přes hrubé zadání, design, vývoj, realizaci, aplikaci mechanických zkoušek, jejich vyhodnocení a následné poprodejní služby. Je to základní nástroj pro získávání zpětné vazby a v neposlední řadě řízení hlavních procesů, které se pojí s poptávající dodávkou a její optimalizace dle individuálních zákaznických požadavků [23; 24].

3. Situace průmyslu v České republice

Průmyslová výroba zaujímá v historii České republiky velice podstatnou roli. Jak již bylo zmíněno v úvodním textu práce v kapitole 1.2, Čechy v dobách Habsburské monarchie a v poválečné éře po vzniku samostatného Československa byla průmyslová výroba na českém území jedna z nejproduktivnějších. Díky tomu Čechy patřily mezi nejbohatší země tehdejší doby [25]. Tato skutečnost zapříčiňuje naší dominanci v průmyslovém sektoru až do dnešních let, kdy je průmysl dlouhodobě klíčovým odvětvím ekonomiky ČR a k dnešnímu dni vytváří přes 30 % produkce národního hospodářství [25].

3.1. Motivace zavést Průmysl 4.0 v ČR

Aby společnosti, které v dnešní době podnikají v průmyslové výrobě neztratily konkurenceschopnost a aby dokázaly vykazovat co nejvyšší zisky z činnosti, která jejich podnik charakterizuje, musejí jejich jednatelé a manažeři neustále přemýšlet a rozhodovat, co je v danou chvíli pro společnost nejlepší cesta, aby firma dál prosperovala. Dnešní trh je nelítostný a sebemenší špatné rozhodnutí, zvlášť v malých začínajících firmách, může celou právnickou osobu poslat do insolvence [26].

Koncept Průmysl 4.0 a jeho základní prvky jsou známé už skoro deset let. Za tu dobu velké korporace pochopily, že pro udržení tempa s konkurencí musí nezbytně přijít na způsob, jak do výroby zavést co nejvíce technologií, které jim pomůžou přiblížit se konceptu Průmysl 4.0. Jak již bylo řečeno, zavést koncept neznamená v prvé řadě zavést nové technologie, ale znamená to hlavně motivovat a přesvědčit všechny zaměstnance společnosti k pochopení, proč je tato fáze nezbytná a jakým způsobem bude ovlivněna jejich dílčí práce. Laicky řečeno, přimět zaměstnance firmy k revoluci v myšlení, která je nedílnou součástí zavedení Průmyslu 4.0 spolu s novými technologiemi. Tento prvek musí být v praxi naplněn přesvědčením zaměstnanců tak, že jim jednatelé a manažeři prokážou, že jim nový způsob přináší především provázanost a ulehčení a jejich práce. Pokud toto manažeři neprokážou, těžko budou zaměstnance přesvědčovat o nových postupech, a tudíž společnost nebude schopna naplnit vizi Průmyslu 4.0.

Cílem je tedy revoluce v myšlení, která přinese každému zaměstnanci změnu své role. První impuls ale vždy musí přijít od vedení společnosti, které se musí rozhodnout na základě motivace být ve svém oboru lepší a určit si konkrétní cíle, kterých chtějí implementací konceptu Průmysl 4.0 dosáhnout [1; 27].

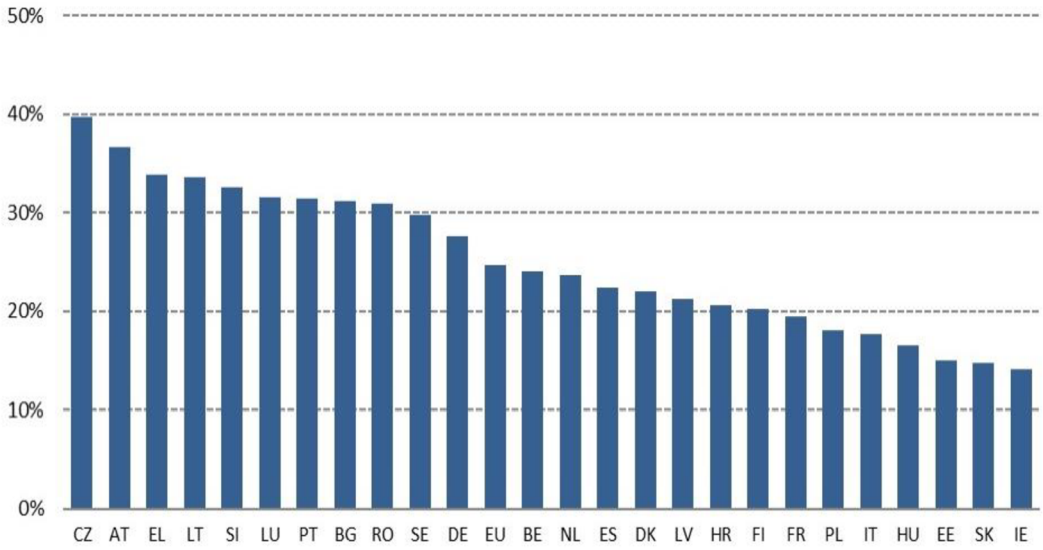
Mezi hlavní motivační faktory, které hrají významnou roli při rozhodování zavedení Průmyslu 4.0 patří:

- Zvýšení produktivity práce.
- Omezení lidských zdrojů, zejména těch s nižší kvalifikací určených pro manipulaci s materiálem, polotovary a produkty. Ale také těch s vyšší kvalifikací, která představuje rutinní činnost, např. administrativa, kontrola kvality, nebo řízení výroby.
- Tlak obchodních partnerů, kteří již Průmysl 4.0 zavedli.
- Větší bezpečnost práce [23; 28].

Tyto prvky by měly být pro každou společnost základním stavebním kamenem rozhodování, proč je nezbytné zaujmout nový postoj k činnostem, které formulují společnost, aby neztrácela krok s konkurencí, nebo nejlépe aby před ní měla náskok [28].

3.2. Průmysl 4.0 v ČR

České republika jde s dobou. Podle Evropské unie, která prováděla v roce 2020 výzkum, ve kterém zjišťovala, kolika procenty je Průmysl 4.0 zavedený v průmyslové výrobě v jednotlivých zemích EU, se naše země vůbec neztrácela [29]. Naopak se Česká republika v tomto výzkumu umístila na prvním místě. Ve výzkumu se pozorovaly výsledky na základě zavedení alespoň dvou prvků umělé inteligence, které jsou plnohodnotně zapojeny do chodu společnosti. ČR je ve srovnání s evropským průměrem skoro o polovinu procentních bodů napřed a na prvním místě je před Rakouskem o více než 3procentní body (viz Obrázek 4). Ve srovnání s Německem, které je hlavním iniciátorem konceptu Průmysl 4.0 a zároveň v současné době největší průmyslovou zemí v Evropě, jsme v tomto srovnání lepší o více jak 10procentních bodů [30].



Obrázek 4 – Podniky, které používají alespoň dva prvky umělé inteligence (% podniků) [30].

V současné době je plnohodnotně v průmyslových podnicích v ČR zavedena umělá inteligence v 18 procentech případů průmyslové výroby. Je to právě návaznost na vizi Průmysl 4.0, který byl u nás představen v dokumentu Národní iniciativa Průmysl 4.0 v roce 2016 ministerstvem průmyslu a obchodu. Tento fakt jednoznačně nasvědčuje tomu, že ČR má obrovský potenciál být i do budoucna mezi favority, kteří se snaží tento koncept ve velké míře zavádět do svých průmyslových podniků a vynikat tak v konkurenceschopnosti a celkově být tak i nadále na poli průmyslu nepřehlédnutelným hráčem [2; 30].

4. Vzdělávání 4.0

Vzdělávání je proces, který zapříčiňuje schopnost obyvatelstva podílet se na vytváření hodnot, které formulují společnost. Vzdělanost obyvatelstva v produktivním věku udává obraz všeobecné vzdělanosti celého národa. Je to tedy snaha vzdělávacích ústavů podpořit lidi učit se již od útlého věku formou výuky. V raném věku každého občana začíná tento proces na základní škole, kde se začíná utvářet jeho cesta, která by měla pokračovat na základě jeho rozhodnutí v jakém oboru se uplatní. Postupně se tak zapojí do společnosti na různých úrovních dění. Ideální stav, ke kterému má dopomoci právě výuka, je touha jedince poznávat nové věci a snažit se chápat souvislosti nejenom v oboru, ve kterém se daný jedinec rozhodl být součástí, ale také v dalších oborech. Dospělý a svéprávný občan je poté schopen na základě faktů, které se ho bezprostředně týkají, učinit rozhodnutí svého konání. Jinými slovy je to podněcování člověka k přemýšlení a chápání souvislostí [31].

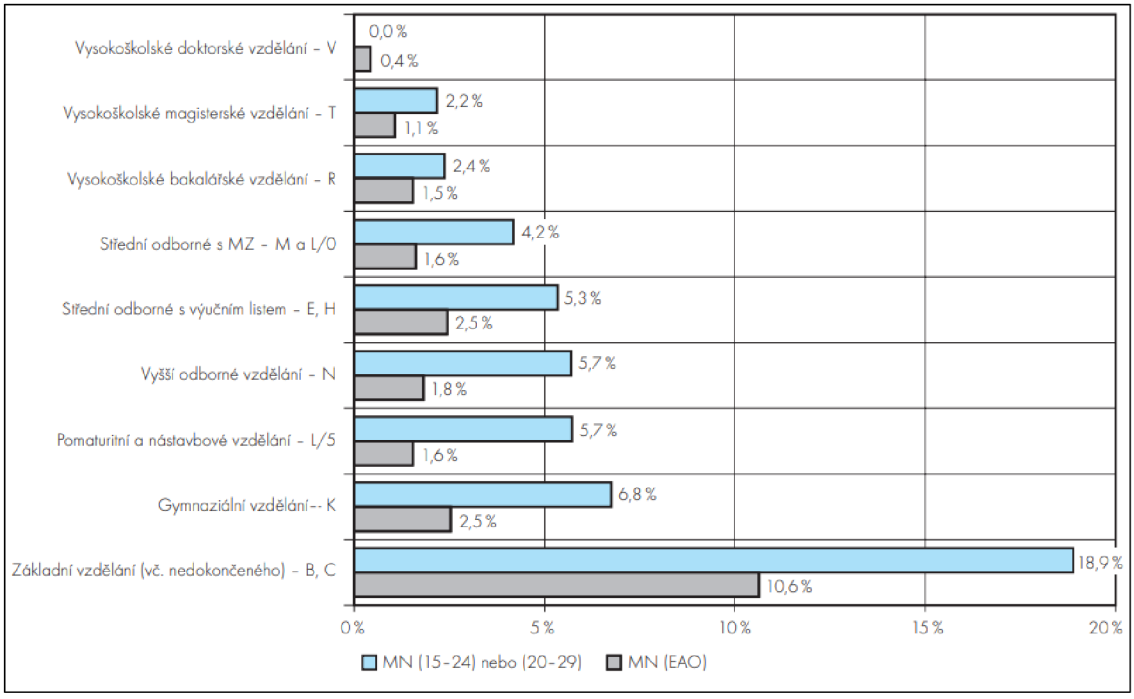
Jak již bylo zmíněno v úvodu práce, čtvrtá průmyslová revoluce je především revoluce v myšlení. Je proto nezbytné podniknout ve vzdělávacím procesu takové kroky, které podpoří smýšlení obyvatelstva tak, aby se celá společnost mohla zapojit do čtvrté průmyslové revoluce a koncept Průmysl 4.0 se mohl promítnou nejen do výroby v továrnách, ale do každého odvětví národního hospodářství [2].

4.1. Současný stav v regionálním školství

V dnešní době současná kvalita školní výuky nestačí nárokům, které firmy požadují po absolventech. Škola předá uchazečům o pracovní pozice v prvé řadě teoretické znalosti, které velice často nutí studenty učit se je nazpaměť. V druhé řadě to jsou dovednosti, které firmy požadují po uchazečích. V současné době je ze strany zaměstnavatelů kladen velký nárok na zkušenosti a ve většině inzerátů, které jsou firmami vypisovány, je požadována alespoň roční praxe v oboru [32]. S touto skutečností se potýká drtivá většina absolventů středních a vysokých škol. Je tak ze strany zaměstnavatelů kladen nárok na studenty, aby se kromě studia věnovali brigádám a jiným pracovním činnostem, které studenta částečně na pracovní proces připraví. Toto je způsobeno tím, že vzdělávací systém v ČR je velmi konzervativní a vyniká velmi nízkou mírou připravenosti svých absolventů k činnostem, které jsou pro ně zcela zásadní. Snižují jim tak konkurenceschopnost a odolnost vůči zkušeným lidem při přijímacích

pohovorech, ve kterých personalisté z pravidla dají přednost těm uchazečům, kteří firmě dokážou nabídnout konkrétní schopnosti a dovednosti, které firma vyžaduje [32].

Tento problém mají především studenti všeobecných gymnázií, kteří jsou nuceni pokračovat ve studiu na vysokých školách, aby se na trhu práce dokázali uplatnit. Ještě hůře na tom jsou absolventi základních škol, u kterých je míra nezaměstnanosti skoro 19 % (viz Obrázek 5). Naopak studenti se středním odborným vzděláním zakončené maturitní zkouškou jsou na přijímacích pohovorech vítáni vzhledem k odbornému zaměření a jejich celkové připravenosti zaujmout konkrétní pozice, ke kterým byli směřování po dobu jejich studia. Nejlépe na tom jsou absolventi vysokých škol, u kterých je podíl nezaměstnanosti zdaleka nejnižší. Ať už u bakalářských a navazujících magisterských oborů, ve kterých se míra nezaměstnanosti pohybuje kolem 2,3 %, tak u absolventů vysokoškolského doktorského vzdělání, u kterých dosahuje míra nezaměstnanost téměř 0 % (viz Obrázek 5) [33].



Obrázek 5 – Míra nezaměstnanosti (MN) mladých lidí (15-24 let) a ekonomicky aktivních obyvatel (EAO) v roce 2018 podle VŠPS [33].

Dalo by se tedy říct, že podle dat míry nezaměstnanosti absolventů našich regionálních škol na tom společnost není zas tak špatně a absolventi se dokážou na trhu práce uplatnit. V tuto chvíli ale nezahrnujeme do problému Průmysl 4.0, který, jak už bylo v této kapitole zmíněno, není do firem a celkově do celé společnosti

implementován v takové míře, aby to trh práce zásadně ovlivnilo. Nabízí se zde tedy otázka, jak trh práce a s ním spojené potřeby vzdělávání občanů ovlivní zavádění Průmyslu 4.0 do každodenních činností každého z nás tak, aby naplnil svůj potenciál [33].

4.2. Budoucí směr vzdělávání

Vize budoucího fungování lidí v pracovním procesu je díky iniciativě Průmyslu 4.0 dle odstavců výše známa. Proto je třeba těmto výhledům přizpůsobit i vzdělávání občanů napříč celým spektrem našeho školství, aby absolventi českých škol nebyli zaskočeni nároky, které na ně budou firmy klást. Jsou tím myšleny právě ty podniky, které se snaží do svého podnikání implementovat takový byznys model, který vychází vstříc vizím Průmyslu 4.0. Aby tento standart nastal, je třeba odstranit problémy současného vzdělávání, ve kterém vyniká nekomplexnost a velmi špatná konektivita školní výuky s aktuálními trendy, které souvisejí s digitalizací a rozmachem internetu [1; 23].

První meta tohoto počínání by měla být transformace školství napříč celým jeho spektrem. Počínaje základní školou přes střední až po školu vysokou. Úplným základem této transformace by měla být změna přístupu učitelů. Pedagogové by měli přestat vést studenty k nesmyslnému učení se látky zpaměti a spíše je směřovat k uvažování, kde informaci získat. Dále je podněcovat k ověření informace a finálním výsledkem by mělo být samostatné vyvození závěru na základě všech získaných informací. Jinými slovy je to podněcování žáků a studentů k samostatnému neboli kritickému myšlení, které je ve světě Průmyslu 4.0 absolutně nezbytnou dovedností. Tato schopnost přemýšlet nad věcmi kriticky, která představuje ověřování si informací a utváření si vlastních názorů, je velmi přínosná i do osobního života. V dnešním digitálním světě, který denně chrlí nespočet článků a jiných tvrzení, je velmi těžké se orientovat. Je proto žádoucí, aby se lidé učili vytvářet vlastní názory a všechny nové informace, kterým musí denně čelit si umět na důvěryhodných zdrojích ověřovat, aby nepodlehli falešným zprávám, kterých je už v současné době na internetu obrovské množství. Tyto falešné zprávy nemají za účel nic jiného, než ovlivňování veřejného mínění většinou v politickém kontextu [27; 34].

Druhá meta, která vychází z požadavku, aby byl Průmysl 4.0 co nejvíce zaváděn do praxe ve firmách, bude společnost potřebovat občany s technickým vzděláním.

Už v dnešní době je poptávka po těchto lidech velice vysoká. Pokud se tedy firmy rozhodnou koncept Průmysl 4.0 implementovat do svého chodu na základě motivačních faktorů (viz kapitola 3.1), bude to v budoucnu znamenat ještě větší poptávku po absolventech škol technického zaměření. Do budoucna by proto velmi pomohla zásadní opatření, zvlášť na středních průmyslových školách a gymnáziích, které by vedly k rozmachu spektra technicky vzdělaných lidí. Zásadním opatřením, které by rozšířilo řady technicky zaměřených absolventů je implementace praktické výuky do škol, která je v současné době velmi podhodnocována zvlášť na gymnáziích, kde je v podstatě nulová. Tato praktická výuka by mohla být aplikována spoluprací škol s podniky, které se snaží zavádět koncept Průmysl 4.0 a v nichž by studenti měli povinné stáže. Další možnost je navázaní spolupráce středních průmyslových škol a gymnázií s univerzitami, které jsou technicky zaměřené. Tato spolupráce by se měla navázat ve dvou rovinách [23; 27].

První rovinou by měla být spolupráce ve smyslu sdílení výukových prostředků a zařízení, které jsou na školách používány. Tímto krokem by došlo k propojení a zvýšení koncentrace výukových materiálů a softwarů, na které by si studenti navykli už během studia na středních školách. Tato implementace by tak dávala studentům větší představu o formě výuky praktikované na vysokých školách a usnadnila by jim rozhodnutí, zda chtějí ve studiu nadále pokračovat [27].

Druhou rovinou, která je velice provázána s tou první je zapojení kvalitních učitelů technických vysokých škol do výuky na středních školách a gymnáziích. Tito učitelé by měli na středních školách pomoci zavést takové výukové prostředky, které by motivovaly nadané studenty k návštěvě univerzit například skrze dny otevřených dveří, na kterých si studenti můžou prakticky vyzkoušet přístroje a zařízení, které se na univerzitách vyvíjejí [27].

Tyto aspekty by definitivně pomohly k rozšíření řad technicky vzdělaných občanů, kteří by měli po absolvování středních a vysokých škol předpoklady a schopnosti pomoci firmám zavádět koncept Průmysl 4.0. Aby naše společnost pochopila tento koncept, je tedy zcela zřejmé, že školství musí projít zásadní reformou, protože čtvrtá průmyslová revoluce je především revoluce v myšlení, která začíná právě u vzdělávání. Po správném pojetí zmíněných myšlenek zavádíme termín Vzdělávání 4.0 [1].

4.3. SWOT analýza

Silné stránky

- Průměrná, až nadprůměrná kvalita technického vzdělání na průmyslových a vysokých školách.
- Vysoká úspěšnost dokončení středních škol.
- Nízká nezaměstnanost v technickém odvětví.

Slabé stránky

- Dlouhodobě malý zájem o studium technických oborů na vysokých školách.
- Nízká úspěšnost dokončení vysokých technických škol.
- Konzervativní způsob vzdělávání především na základních a středních školách.
- Podhodnocování praktické výuky na středních školách, především na gymnáziích.
- Nenaplněný potenciál propojení středních škol s vysokými.

Příležitosti

- Motivace studentů středních škol ke studiu technických oborů skrze implementaci výukových prostředků, které jsou praktikovány na vysokých školách.
- Transformace školství.
- Nové obory, které přináší Průmysl 4.0.
- Individuální přístup k žákům.
- Vyšší poptávka po absolventech s technickým vzděláním.

Hrozby

- Ignorace základních a středních škol, které nadále setrvají u konzervativního vzdělávání.
- Nedostatek technicky vzdělaných absolventů.
- Nepochopení konceptu Průmysl 4.0.
- Nezájem studentů o studium technických oborů.
- Nízká kompetence pedagogů přizpůsobit výuku myšlenkám Vzdělávání 4.0 [23].

5. Dopady Průmyslu 4.0 na trh práce v ČR.

Každá průmyslová revoluce s sebou nese změny ve společnosti. Ať už z pohledu přijetí nových technologií a jejich využívaní v každodenních činnostech občanů, tak z pohledu profesního života, ve kterém se mění požadavky zaměstnavatelů na zaměstnance v reakci na okolní vlivy, které působí na firmy napříč celým spektrem pracovního trhu. Tyto vlivy utvářejí a formulují poptávku po pracovní síle v závislosti na trendech, které se díky novým technologiím vytvářejí. Tento proces je o to intenzivnější v dobách průmyslových revolucí, kdy jsou staré technologie optimalizovány a vznikají nové pracovní postupy, které jsou efektivnější a zpravidla co možná nejvíce nahrazují člověka v namáhavé práci. Není tomu jinak ani u čtvrté průmyslové revoluce, ve které se právě nacházíme [35].

5.1. Trh práce se mění

Trh práce se díky těmto změnám mění napříč celou jeho strukturou. Počínaje u jednoduchých monotónních činností a konče u velice odborných pozic. Tyto změny jsou dány rozmachem internetu a digitalizace související s vývojem robotů a jiných kyberneticko-digitálních systémů, které dokážou firmám pomoci v dlouhodobém horizontu zvýšit finanční zisk a celkově optimalizovat jejich podnikání. Tato situace proto vyžaduje změnu rolí zaměstnanců, kteří jsou nuceni se celoživotně vzdělávat a chápat souvislosti kladení nových nároků. Tato skutečnost je už v dnešní době zcela zřejmá. Pokladny v obchodech jsou nahrazovány samoobslužnými pokladnami, práce nástrojářů a kovářů už jsou také ve větší míře nahrazeny stroji a úloha strojvedoucích v hromadné dopravě je také postupně převzata autonomním řízením. Na základě předpovědi z dat v grafu (viz Obrázek 6) je patrné, že nás čeká razantní nárůst robotických zařízení, které ovlivní chod firem a budou mít přímý dopad na zaměstnance. Do budoucna je tedy pravděpodobné, že pozice, které jsou zastoupeny méně kvalifikovanými odborníky, pro které je typická rutinní práce vykonávaná na základě opakujícího se postupu, se bude nahrazovat stroji. Tito zaměstnanci se proto musí těmto okolnostem přizpůsobit a začít se vzdělávat v informačních technologiích jejich oboru, nebo svůj obor zcela změnit, aby se v budoucnu dokázali uplatnit na trhu práce. Laicky řečeno nároky na znalosti a dovednosti pracovníků rostou [36; 37].

Obrázek 6 – Předpověď růstu implementace robotických zařízení ve firmách v rámci světa [37].

Jako každá revoluce, tak i právě probíhající, přináší nové technologie, které nejenom že podnítí zánik některých pracovních míst, ale také spoustu nových vytvoří. Jedná se především o nové odvětví robotiky, ve kterém už vznikají rozhodující profese, které budou určovat konkrétní směr Průmyslu 4.0. Jsou to pozice, které vyžadují odborné dovednosti v odvětví informačních technologií a jsou jimi systémoví architekti a specialisti v oblasti robotiky [36].

Mimo tyto zmíněné velice náročné pozice, které vyžadují talent a vzdělání v oboru IT na nejvyšších úrovních, vzniknout nové pracovní příležitosti, které budou vhodné nejenom pro absolventy středních a vysokých škol, ale také pro lidi, které svoji práci ztratí kvůli robotizaci. Typickými pracovními příležitostmi budou práce s big daty, správa databází, web design, práce v cloudových službách, práce v oblasti ochrany dat, robotika a nanotechnologie [36].

Pracovní pozice, které jsou méně ohrožené vlivem robotizace zahrnují činnosti, které jsou typické pro lidstvo z pohledu umění sociální interakce, kterou je velice těžké, až nemožné nahradit robotickým vnímáním. Jsou to pozice spojené s kreativitou, aktivním vyjednáváním, sociálními dovednostmi a sociální inteligencí. Konkrétním příkladem jsou všechny vedoucí pozice, které mají v náplni řídit a spolupracovat se svými podřízenými [36].

Z dat analytické studie Dopady digitalizace na zaměstnanost a sociální zabezpečení zaměstnanců [38], můžeme vidět výhled vykonávaných pracovních pozic, které zavádění robotizace postihne natolik, že zcela zaniknou a zároveň ty pracovní pozice, které jsou

stroji velice těžko nahraditelné. Tato data vyplývají z tabulky (viz Tabulka 1), ve které jsou v levé části vypsané pozice, které pravděpodobně budou nahrazeny stroji vzhledem k monotónní náplni práce. Naopak v pravé části tabulky jsou zmíněné pracovní pozice, které vzhledem jejich odborné činnosti nejdou stroji nahradit. Data v tabulce jsou seřazena dle indexu rizika digitalizace, který poukazuje na pravděpodobnost nahrazení konkrétních pracovních pozic. Čím více se index blíží 1, pozice jsou ohroženy, a naopak čím více se index blíží 0, je velice nepravděpodobné, že daná pozice bude digitalizací ohrožena [38].

Tabulka 1 – Pracovní pozice seřazené dle indexu rizika digitalizace [38].

Název profese	Index	°Název profese	Index
Úředníci pro zpracování číselných údajů	0,98	Řídící pracovníci v maloobchodě a velkoobchodě	0,000
Všeobecní administrativní pracovníci	0,98	Lékaři (kromě zubních lékařů)	0,001
Řidiči motocyklů a automobilů (kromě nákladních)	0,98	Všeobecné sestry a porodní asistentky spec.	0,002
Pokladní a prodavači vstupenek a jízdenek	0,97	Řídící pracovníci v oblasti vzdělávání, zdravotnictví a sociální	0,002
Kvalifikovaní pracovníci v lesnictví a příbuzných oblastech	0,97	Řídící pracovníci v oblasti marketingu, reklamy, PR atp.	0,005
Kováři, nástrojáři a příbuzní pracovníci	0,97	Učitelé na VŠ a VOŠ	0,008
Ostatní úředníci	0,96	Řídící pracovníci v oblasti ICT	0,008
Sekretářky/sekretáři (všeobecní)	0,96	Řídící pracovníci v oblasti ubytovacích a stravovacích služeb	0,010
Obsluha pojízdných zařízení	0,96	Řídící pracovníci v zemědělství, lesnictví, rybářství	0,011
Chovatelé zvířat pro trh	0,95	Ostatní specialisté v oblasti zdravotnictví	0,011

Trh práce se mění už v dnešní době a do budoucna se vzhledem k zavádění digitalizace bude měnit v ještě větší míře. Ovšem tento proces změny struktury pracovního trhu není nic neobvyklého. Kvůli novým technologiím, které každá průmyslová revoluce přinesla, pracovní pozice zanikaly a vznikaly ve velmi podobné míře. Důkazem tohoto tvrzení může být současná velice nízká nezaměstnanost, která

se konkrétně v České republice blíží nule [39]. Ve finále je tedy na každém zájemci o pracovní místo, jestli se trendu digitalizace přizpůsobí, či nikoli [36].

5.2. Změna požadavků na znalosti a dovednosti pracovníků

V 90. letech minulého století stačilo pro úspěch na pracovním trhu být výborný ve své profesi a velice dobře se orientovat ve svém oboru. Takoví lidé byli velice cennými a zpravidla se vypracovali na nejvyšší pozice vzhledem k jejich kompetenci. Bylo to jednak způsobeno decentralizovaným systémem, který umožňoval znalost pouze jednoho odvětví daného oboru a také to bylo velice ovlivněno post komunistickou érou, která prakticky znemožňovala kariérní růst [36; 40].

Dnes už to není tak jednoduché. Dobře se orientovat ve svém oboru je nadále nezbytná nutnost, která se ale stala samozřejmostí. V dnešní době jsou vyžadovány odborné a hluboké znalosti ve své profesi, které tvoří první předpoklad k úspěchu. Druhým předpokladem k úspěchu, který je dán především decentralizací, jsou kompetence znalostí v širším měřítku. Jde o přesah znalostí do příbuzných oborů, které jsou alespoň částečně spjaty s vykonávaným povoláním. Například ekonomové, kteří se zabývají marketingem a lidskými zdroji, by také měli mít hluboké znalosti v makroekonomii, aby pochopili veškeré souvislosti. Mimo tyto znalosti by se rovněž měli orientovat v procesech, které se dějí nejenom v podniku, ve kterém vykonávají pracovní činnost, ale také v okolí toho podniku, tzn. mít přehled o konkurenci a jejich byznysmodelu, aby na ně mohli pružně a rychle reagovat. S tímto se pojí schopnost kritického myšlení, které, jak už bylo zmíněno v kapitole 4, je v dnešní době nepostradatelnou dovedností [36].

Kromě těchto hard skills (tzv. tvrdé dovednosti), kterými jsou znalosti a odborné dovednosti (technické, jazykové apod.), roste význam soft skills (tzv. měkké dovednosti). Jsou to dovednosti, které se týkají komunikace, schopnosti pracovat v týmu, sdílení informací, vedení týmu, sebeřízení, schopnosti rychle se rozhodovat a umět se přizpůsobit požadavkům pracovního trhu. Všechny tyto dovednosti vyžadují pružnost a aktivní přístup zaměstnance. Zahrnují znalosti a umění práce s informačními technologiemi na požadované úrovni [36; 41].

Skloubením těchto hard a soft skills může potencionální zájemce o pracovní pozici uspět při přijímacím pohovoru a uplatnit se na trhu práce, kde může kariérně růst a postupně zaujmout vyšší pracovní pozice [36].

5.3. Shrnutí kapitoly

V současné době je pracovní trh přesycen nabídkami velkých i malých společností, které se snaží sehnat kvalifikované zaměstnance. I navzdory pandemii COVID-19, která lidstvo zasáhla v roce 2020 se obecná míra nezaměstnanosti podle českého statistického úřadu stále snižuje [42]. Tato situace je dána především velkým zájmem lidí pracovat a vysokou nabídkou práce. Největší poptávka je po technicky vzdělaných absolventech, kterých je na trhu práce velmi malé množství vzhledem k potřebám uspokojení společností technického odvětví [43].

Koncept Průmysl 4.0, který už dnes bez pochyby svojí implementací do pracovního procesu zasahuje, by mohl dění na pracovním trhu do budoucna velmi ovlivnit. Díky změnám struktury pracovních pozic, které jsou uvedeny v kapitole 5.1 by trh práce mohl nabídnout nové příležitosti hlavně v technicky zaměřených odvětvích pro občany, kteří svoji práci díky implementaci digitalizace ztratí. Autor práce se tak domnívá, že současný nedostatek technicky vzdělaných občanů by mohl být v budoucnu naplněn kvůli zmenšující se poptávce lidských zdrojů na rutinní pozice, které budou nahrazeny stroji. Vzhledem k současné době, kdy lidé mají zájem o práci, je pro ně velkou motivací se vzdělávat, aby byli připraveni zaujmout poptávané technicky zaměřené pozice. Předpokladem pro naplnění této skutečnosti je tedy nutnost, aby implementace digitalizace dál pokračovala v co možná největší míře a zároveň je potřeba „chtíč“ občanů celoživotně se vzdělávat [35; 13].

Je třeba podotknout, že vlivem zavedení Průmyslu 4.0 budou na zaměstnance kladeny vyšší nároky na jejich znalosti a dovednosti. Řada nevzdělaných lidí může vlivem digitalizace přijít o zaměstnání. Lidé tak mohou tuto situaci vnímat jako komplikaci, nebo naopak životní výzvu. Je tedy zřejmé, že celá společnost se bude muset této situaci přizpůsobit. Vlivem těchto změn mohou vzniknout ještě větší společenské rozdíly mezi občany, kteří mají zájem o vzdělávání a chopení se příležitostí, které koncept Průmysl 4.0 přinese a mezi občany, kteří budou průmyslovou revoluci ignorovat. Jedná se především o nižší třídu společnosti, která neakceptuje proces vzdělávání a spoléhá se na to, že budou vykonávat jednoduchou práci, ke které není třeba mnoho kompetencí.

Díky tomuto problému se bude rozdíl mezi kompetentními a nekompetentními lidmi stále zvyšovat. S touto skutečností se také pojí problém většího rozdílu bohatých a chudých občanů. Můžeme tedy očekávat, že Průmysl 4.0 způsobí velké finanční problémy těm lidem, kteří budou ve své práci nahrazeni umělou inteligencí a neprojeví snahu se uplatnit v jiných oborech, které jim jsou blízké, nebo na pozicích, které přinese čtvrtá průmyslová revoluce [13; 36].

Je tedy zcela zřejmé, že celoživotní vzdělávání hraje v dnešní době obrovskou roli a má nemalý dopad na potřeby trhu práce. Průmysl 4.0 vytváří nové příležitosti, které se ovšem pojí s aktivním přístupem obyvatelstva, což je hlavně pochopení a přijetí myšlenek čtvrté průmyslové revoluce, která je především revolucí v myšlení [1].

6. Závěr

V této práci jsou stručně shrnuty předchozí průmyslové revoluce, jejich přínos a prvky, kterými jsou charakterizovány. Je zde vysvětlen vývoj a technologie, které díky pokroku umožnily automatizovanou výrobu, ze které Průmysl 4.0 vychází.

Navazuje úvodní slovo k Průmyslu 4.0. Autor zde popisuje základní charakteristiku konceptu, jeho funkce a potenciál v průmyslové výrobě. Konkrétně se hovoří o chytrých továrnách, umělé inteligenci, kyberfyzikálních systémech, Internetu věcí, virtuálních dvojčatech, kolaborativních robotech, datových uložištích a o systémové integraci ve výrobě.

Dále je v práci nastíněna situace průmyslu České republiky během historie, která začátkem 20. století ovlivnila český průmysl natolik, že jeho dominance v poměru HDP je v současné době jedna z nejvyšších v rámci Evropské unie [25]. Autor se také zabývá motivací zavádět koncept Průmysl 4.0 a jeho dopady na proces výroby z hlediska ovlivnění rutinní práce dělníků ve výrobě. Jsou zde vysvětleny podrobné kroky jednatelů a manažerů firem, kteří se díky motivačním faktorům zavádět koncept Průmysl 4.0 rozhodnou implementovat digitalizaci do svých podniků za cílem neztrácet krok s konkurencí a zvýšit finanční zisk. Na závěr kapitoly je popsán aktuální trend zavádění konceptu Průmysl 4.0 v českých firmách a srovnání tohoto počínání s ostatními zeměmi Evropské unie.

Následuje téma vzdělávání, jeho charakteristika a přiblížení současného stavu v regionálním školství. Jsou zde vyzdvihnuty převáženě nedostatky absolventů ve znalostech a dovednostech v technickém odvětví, které jsou zapříčiněny současným vzdělávacím systém. Vzhledem k této situaci jsou v kapitole vysvětlena možná řešení a postupy, které by se promítly do většího zájmu uchazečů o technické vzdělání, aby se koncept Průmysl 4.0 mohl zavádět v co možná největší míře. Kapitola je zakončena SWOT analýzou, která přibližuje silné stránky, příležitosti, slabé stránky a hrozby Vzdělávání 4.0.

V poslední kapitole se autor zabývá dopady Průmyslu 4.0 na trh práce. V této kapitole je podrobněji přiblížen současný stav zavádění digitalizace do pracovního prostředí nejen v továrnách, ale také v obchodech a dalších institucích. Autor zde vysvětluje změny požadavků zaměstnavatelů na znalosti a dovednosti pracovníků, které

jsou způsobeny implementací automatizace. Jsou zde detailněji popsány změny ve strukturách pracovního trhu a v neposlední řadě příležitosti a hrozby, které s sebou čtvrtá průmyslová revoluce na trh práce přináší.

Podle názoru autora je probíhající průmyslová revoluce velikou příležitostí pro mnohá průmyslová odvětví, která se díky internetu mohou otevřít novým možnostem. Ať už z pohledu implementování umělé inteligence do výroby, tak z pohledu přimět zaměstnance se orientovat v informačních technologiích a podnítit je k novému způsobu myšlení, které s revolucí souvisí. Dále se autor práce domnívá, že změny struktury trhu práce jsou obrovskou příležitostí pro celou společnost, která bude schopna naplnit potenciál konceptu Průmysl 4.0, až když pochopí a přijme základní vize Vzdělávání 4.0, které především charakterizuje učení se informačním technologiím a kritickému myšlení.

Bibliografie

[1] MAŘÍK, Vladimír. *Průmysl 4.0 - Výzva pro českou republiku*. 1. vydání. Praha: Management Press, 2016. ISBN 978-80-7261-440-0.

[2] MAŘÍK, Vladimír. Vladimír Mařík: Průmysl 4.0 je hlavně o revoluci v myšlení 1/2. In: *Youtube* [online]. [cit. 2022-02-15]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=CnG4LQqnRnk

[3] NĚMEC, Václav. Průmyslová revoluce. *Dějepis.com* [online]. [cit. 2022-02-16]. Dostupné z: https://www.dejepis.com/ucebnice/anglicka-prumyslova-revoluce-a-jeji-rozsireni/

[4] CEJNAROVÁ, Andrea. Od 1. průmyslové revoluce ke 4. *Technickyportal.cz* [online]. Praha, 2015 [cit. 2022-02-16]. Dostupné z: https://www.technickytydenik.cz/rubriky/ekonomika-byznys/od-1-prumyslove-revoluce-ke-4_31001.html

[5] BAUMAN, Milan. Dominance českého průmyslu. *Technickyportal.cz* [online]. Praha, 2019 [cit. 2022-02-16]. Dostupné z: https://www.technickytydenik.cz/rubriky/pribehy-stoleti/100-let-ceskeho-prumyslu-jeste-pred-tim-nez-se-zrodila-prvorepublikova-mince_47382.html

[6] BEJČKOVÁ, Jana. Henry Ford: muž, který si splnil své sny. In: *E-api.cz* [online]. 2015 [cit. 2022-03-14]. Dostupné z: https://www.e-api.cz/25769n-henry-ford-muz-ktery-si-splnil-sve-sny

[7] SCHWAB, Klaus. The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond. *Weforum.org* [online]. 2016 [cit. 2022-02-16]. Dostupné z: https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond

[8] Průmysl 4.0. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2021 [cit. 2022-03-14]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Pr%C5%AFmysl_4.0

[9] DVOŘÁK, Ladislav. Přednáška YML – Prague City Hub: Co to je Průmysl 4.0? Discover the Factory!. In: *Youtube* [online]. Praha, 2021 [cit. 2022-02-16]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=xTKVJ2ONzHg&t=1430s

[10] HOLANOVÁ, Tereza. Nová průmyslová revoluce. Nezaspěte nástup Práce 4.0. *Aktualne.cz* [online]. 2015 [cit. 2022-02-16]. Dostupné z: https://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/nova-prumyslova-revoluce-nezaspete-nastup-prace-40/r~97fa2490353311e593f4002590604f2e/

[11] KORBEL, Petr. Průmyslová revoluce 4.0: Za 10 let se továrny budou řídit samy a produktivita vzroste o třetinu. *Byznys.hn.cz* [online]. 2015 [cit. 2022-02-16]. Dostupné z: https://byznys.hn.cz/c1-64009970-prumyslova-revoluce-4-0-za-10-let-se-tovarny-budou-ridit-samy-a-produktivita-vzroste-o-tretinu

[12] LYDON, Bill. Industry 4.0 - Only One-Tenth of Germany's High-Tech Strategy. *Automation.com* [online]. 2014 [cit. 2022-02-16]. Dostupné z: https://www.automation.com/en-us/articles/2014-1/industry-40-only-one-tenth-of-germanys-high-tech-s

[13] MAŘÍK, Vladimír. Vladimír Mařík: Od Průmyslu 4.0 ke Společnosti 4.0. In: *Youtube* [online]. 2017 [cit. 2022-02-16]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=9jmbIEyvsFQ&t=224s

[14] KOBRLOVÁ, Kateřina. Přednáška YML – Prague City Hub: Umělá inteligence. In: *Youtube* [online]. Praha, 2020 [cit. 2022-02-16]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=iLLv_r1R9QQ&t=255s

[15] BURKE, Rick, Adam MUSSOMELI, Stephen LAAPER a Brenna SNIDERMAN. The smart factory. *Deloitte.com* [online]. 2017 [cit. 2022-02-16]. Dostupné z: https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/industry-4-0/smart-factory-connected-manufacturing.html

[16] ONDRA, Pavel. Chytrá továrna v Průmyslu 4.0. *Www.prumysloveinzenyrstvi.cz* [online]. [cit. 2022-02-16]. Dostupné z: https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/chytra-tovarna-prumyslu-4-0

[17] COUFAL, Martin. *Národní iniciativa Průmysl 4.0 - doporučení pro průmysl a společnost*. Plzeň, 2017. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Vedoucí práce Edl Milan, Doc. Ing. Ph.D.

[18] Kyberfyzikální systémy. *Iot-portal.cz* [online]. 2016 [cit. 2022-02-16]. Dostupné z: https://www.iot-portal.cz/2016/08/22/kyberfyzikalni-systemy/

[19] BARENKAMP, Marco. IoT Security Best Practices. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*. 2021, **58**(2), 400-424. ISSN 1436-3011. Dostupné z: doi:10.1365/s40702-020-00637-4

[20] MICHALEC, Libor. Digitální dvojče, co vlastně je ?. *Automatizace.hw.cz* [online]. 2022 [cit. 2022-02-16]. Dostupné z: https://automatizace.hw.cz/digitalni-dvojce-jak-to-vlastne-funguje.html

[21] IMB. Analytics: Big data analytics. *IBM* [online]. [cit. 2022-02-16]. Dostupné z: https://www.ibm.com/analytics/big-data-analytics

[22] FRANKENFIELD, Jake. Cloud Computing. *Investopedia.com* [online]. 2020 [cit. 2022-02-16]. Dostupné z: https://www.investopedia.com/terms/c/cloud-computing.asp

[23] *Iniciativa Průmysl 4.0.* [online]. Praha, 2016 [cit. 2022-02-16]. Dostupné z: https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/53723/64358/658713/priloha001.pdf

[24] NOVÁ INFRASTRUKTURA INTELIGENTNÍHO PRŮMYSLU: SMART INDUSTRY A ERP. *Anasoft.com* [online]. 2019 [cit. 2022-02-16]. Dostupné z: https://www.anasoft.com/emans/cz/home/Novinky-blog/Blog/infrastruktura-inteligentniho-prumyslu-ERP-smart-industry

[25] ZÁBOJNÍKOVÁ, Karolína. Odvětvová skladba české ekonomiky. *Statistikaamy.cz* [online]. 2020 [cit. 2022-02-25]. Dostupné z: https://www.statistikaamy.cz/2020/12/21/odvetvova-skladba-ceske-ekonomiky

[26] Konkurenční výhodou se stává schopnost týmového učení. *Retailnews.cz* [online]. 2021 [cit. 2022-03-13]. Dostupné z:

https://www.retailnews.cz/2021/08/13/konkurencni-vyhodou-se-stava-schopnost-tymoveho-uceni/

[27] NÁRODNÍ CENTRUM PRŮMYSLU 4.0. Vladimír Mařík: Potřeba transferu technologií do průmyslu stála u zrodu NCP4.0 2/2. *Youtube* [online]. 2022 [cit. 2022-03-13]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=mVOPdF-LWFQ&t=875s

[28] PUČELÍK, Marek. *Budoucnost vzdělávání a Průmysl 4.0* [online]. 2021 [cit. 2022-03-13]. Dostupné z: https://www.linkedin.com/pulse/budoucnost-vzd%C4%9Bl%C3%A1v%C3%A1n%C3%AD-pr%C5%AFmysl-40-marek-pu%C4%8Del%C3%ADk/?originalSubdomain=cz

[29] BAUER, Lukáš. ČESKO V RÁMCI EU DOMINUJE DLE INDEXU DIGITALIZACE V ZAVÁDĚNÍ UMĚLÉ INTELIGENCE. *Techfocus.cz* [online]. 2021 [cit. 2022-03-14]. Dostupné z: https://techfocus.cz/pc-notebooky/3810-cesko-v-ramci-eu-dominuje-dle-indexu-digitalizace-v-zavadeni-umele-inteligence.html

[30] EUROPEAN COMMISSION. *Digital Economy and Society Index (DESI) 2021* [online]. 2021, 108 [cit. 2022-03-14]. Dostupné z: https://media.hotnews.ro/media_server1/document-2021-11-12-25176419-0-raport-desi-2021.pdf

[31] PALÁN, Zdeněk, Ph.D. Vzdělávací proces ve VD. *Andromedia.cz* [online]. [cit. 2022-03-14]. Dostupné z: http://www.andromedia.cz/andragogicky-slovnik/vzdelavaci-proces-ve-vd

[32] EDUIN. Česká pozice: Náš vzdělávací systém v mnohém připomíná školní dril 19. století. *Eduin.cz* [online]. 2018 [cit. 2022-03-14]. Dostupné z: https://www.eduin.cz/clanky/ceska-pozice-nas-vzdelavaci-system-v-mnohem-pripomina-skolni-dril-19-stoleti/

[33] NOVOTNÁ, Hana, Jiří VOJTĚCH, Jana TRHLÍKOVÁ a Miroslav LÍBAL. *Uplatnění absolventů škol na trhu práce – 2019* [online]. Praha: Národní pedagogický institut České republiky, 2020 [cit. 2022-03-14]. ISBN 978-80-7578-

032-4. Dostupné z: http://www.nidv.cz/images/npublications/publications/files/1596717948_Uplatneni_2019_prowww.pdf

[34] Fake news. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2022-03-14]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Fake_news

[35] KOLEKTIV NVF-NOZV. *Dopady Průmyslu 4.0 na trh práce v ČR* [online]. In: . Praha, 2017, s. 23 [cit. 2022-03-14].

[36] PALÍŠKOVÁ, PH.D., PhDr. Marcela Palíšková, Ph.D. Workshop: Průmysl 4.0 a změny na trhu práce, PhDr. Marcela Palíšková, Ph.D. *Youtube* [online]. 2021 [cit. 2022-03-14]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=lxLMVqIoUf4&t=2801s

[37] INTERNATIONAL FEDERATION OF ROBOTICS. *World Robotics 2021* [online]. In: . 2021, s. 43 [cit. 2022-03-14]. Dostupné z: https://ifr.org/downloads/press2018/2021_10_28_WR_PK_Presentation_long_version.pdf

[38] KOHOUT, Pavel a Marcela PALÍŠKOVÁ. *Dopady digitalizace na zaměstnanost a sociální zabezpečení zaměstnanců*. Praha, 2017.

[39] RAFAJ, Jan. Nízká nezaměstnanost naznačuje velký budoucí problém na trhu práce. *Seznamzpravy.cz* [online]. 2021 [cit. 2022-03-14]. Dostupné z: https://www.seznamzpravy.cz/clanek/nizka-nezamestnanost-naznacuje-velky-budouci-problem-na-trhu-prace-150816

[40] DRDA, Adam. Adam Drda: Komunismus a plná zaměstnanost. ČSSR jako obrovský tábor nucených prací. *Hlidacipes.org* [online]. 2019 [cit. 2022-03-14]. Dostupné z: https://hlidacipes.org/adam-drda-komunismus-a-plna-zamestnanost-ceskoslovensko-jako-obrovsky-tabor-nucenych-praci/

[41] *CO JSOU SOFT SKILLS A JAKÝ MAJÍ VÝZNAM?* [online]. [cit. 2022-03-14]. Dostupné z: http://www.billancpartners.cz/cs/co-jsou-soft-skills-a-jaky-maji-vyznam

[42] *Zaměstnanost, nezaměstnanost* [online]. Praha: Český statistický úřad, 2022 [cit. 2022-03-14]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/zamestnanost_nezamestnanost_prace

[43] TUHÁČEK, Michal. Poptávka po technicky vzdělaných lidech několikanásobně převyšuje počet absolventů odborných škol. *Technickyportal.cz* [online]. 2015 [cit. 2022-03-14]. Dostupné z: https://www.technickytydenik.cz/rubriky/archiv/poptavka-po-technicky-vzdelanych-lidech-nekolikanasobne-prevysuje-pocet-absolventu-odbornych-skol_30145.html

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Parní stroj [3] 11
Obrázek 2 – Pásová výroba ve společnosti Ford [6]. 12
Obrázek 3 – Schéma znázorňující 4 industriální revoluce [8]. 13
Obrázek 4 – Podniky, které používají alespoň dva prvky umělé inteligence (% podniků) [30]. 24
Obrázek 5 – Míra nezaměstnanosti (MN) mladých lidí (15-24 let) a ekonomicky aktivních obyvatel (EAO) v roce 2018 podle VŠPS [33]. 26
Obrázek 6 – Předpověď růstu implementace robotických zařízení ve firmách v rámci světa [37]. 31