

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2301 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: Průmyslové inženýrství a management

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Odhad dopadů implementace iniciativy Průmysl 4.0 v produkčních
podnicích

Autor: **František KLÍMA**

Vedoucí práce: **doc. Ing. Jan HOREJC, Ph.D.**

Akademický rok 2019/2020

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Poděkování

Rád bych na tomto místě poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce panu doc. Ing. Janu Horejcovi, Ph.D. za věnovaný čas, odborné rady a cenné připomínky, které mi poskytl během zpracování této práce. Také chci poděkovat všem respondentům z firem Siemens a.s. a Škoda Auto za vyplnění dotazníků. Dále děkuji panu Ing. Františku Rušňákovi a paní Ing. Magdaléně Planetové za odbornou pomoc a poskytnutí všech důležitých podkladů. Také bych rád poděkoval mé rodině za podporu.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Klíma	Jméno František	
STUDIJNÍ OBOR	B2301 „Průmyslové inženýrství a management“		
VEDOUcí PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) doc. Ing. Horejc, Ph.D.	Jméno Jan	
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KPV		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Odhad dopadů implementace iniciativy Průmysl 4.0 v produkčních podnicích		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2020
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	43	TEXTOVÁ ČÁST	43	GRAFICKÁ ČÁST	-
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

STRUČNÝ POPIS ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Tato bakalářská práce se zaměřuje na charakteristický popis Průmysl 4.0, přesněji na jednotlivé technologie, vznik konceptu, dále se práce zabývá především popisem implementace a dopady na produkční podniky. Cílem bylo zanalyzovat problémy, možné nedostatky implementace Průmysl 4.0, také připravenost podniků a zjištění připravenosti a vztahu podniků na přicházející změny. V závěru jsem zhodnotil přínosy a možné nedostatky v konkrétních podnicích Siemens a.s. a Škoda Auto, v druhé části na obecné podniky všeho druhu.
KLÍČOVÁ SLOVA	Implementace, Průmysl 4.0, digitalizace, automatizace, podniky, výroba 4.0, pracoviště 4.0, robotizace, virtuální realita, dopady průmyslu

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Klíma	Name František		
FIELD OF STUDY	B2301 „Industrial Engineering and Management”			
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) doc. Ing. Horejc, Ph.D.	Name Jan		
INSTITUTION	ZČU - FST - KPV			
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable	
TITLE OF THE WORK	Estimation of the impacts of the implementation of the Industry 4.0 initiative in production enterprises			

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KPV	SUBMITTED IN.	2020
----------------	------------------------	-------------------	-----	----------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	44	TEXT PART	44	GRAPHICAL PART	-
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	This bachelor thesis focuses on the characteristic description of Industry 4.0, more precisely on individual technologies, on concepts, as well as on the work that can best describe the implementation and impacts on production companies. They were looking to analyze the problems, possible implementations of Industry 4.0, prepare companies and look for ready and business relationships for the coming changes. In conclusion, I appreciated the benefits and possible fines in specific companies Siemens a.s. and Škoda Auto, in the second part to general enterprises of all kinds.
KEY WORDS	Implementation, Industry 4.0, digitization, automation, enterprises, production 4.0, workplace 4.0, robotics, virtual reality, impacts of industry

Obsah

1	Úvod.....	7
2	Význam tématu	8
2.1	Historie průmyslových revolucí.....	8
2.1.1	1. průmyslová revoluce	8
2.1.2	2. průmyslová revoluce	9
2.1.3	3. průmyslová revoluce	9
2.1.4	4. průmyslová revoluce	9
2.2	Technologické předpoklady průmyslu 4.0.....	10
2.3	Směr průmyslu 4.0	11
2.4	Revoluce v energetice	12
2.5	Nejvíce navrhované kritiky.....	13
3	Iniciativa Průmysl 4.0	14
3.1	Úvod do iniciativy Průmyslu 4.0	14
3.1.1	Výzvy růstu podnikání.....	14
3.1.2	Optimalizace	14
3.1.3	Plánování podnikových zdrojů	15
3.1.4	Kontrola procesu.....	15
3.1.5	Výrobní systémy	15
3.1.6	Lidské zdroje.....	15
3.1.7	Strategie	15
3.1.8	Integrační strategie.....	16
3.2	Potencionální problémy	16
3.3	Iniciativa v České republice.....	16
4	Implementace iniciativy Průmysl 4.0	17
4.1	Integrace.....	17
4.2	Možné problémy pro implementaci	18
4.3	Implementace testbedů.....	19
4.4	Životní cyklus výrobku 4.0	20
4.4.1	Rychlé testy a modelace.....	21
4.4.2	Virtuální zprovoznění	21
4.5	Výroba 4.0.....	21
4.5.1	Vzdálené sledování a správa.....	21
4.5.2	Optimalizace dodávání a zásobování v reálném čase	21
4.5.3	Způsoby kontroly	21
4.5.4	Chod, služby a servis	21
4.5.5	Rozbor dat pro další inovace výrobku	21

4.6	Přínosy průmyslu 4.0	22
5	Charakteristika podniků	23
5.1	Definice podniků dle velikosti	23
5.1.1	Malé podniky	23
5.1.2	Mikro podniky	23
5.1.3	Střední podniky	23
5.2	Specifika MSP	23
5.2.1	Problémy	23
5.2.2	Překážky a hrozby	23
5.2.3	Kapitál	24
5.3	Specifika řízení v produkčních podnicích	24
5.3.1	Druhy řízení firem	24
5.4	Pracoviště budoucnosti 4.0	24
5.5	Zákony ovlivňující moderní podniky v průmyslu 4.0	25
5.5.1	Moorův zákon	25
5.5.2	Metkalfův zákon	25
6	Fenomény průmyslu 4.0	26
6.1	Robotika	26
6.2	Rozhraní	26
6.2.1	Aditivní výroba 3D tisk	26
6.3	Blockchain a kryptoměny	27
6.4	Platformatizace	28
6.5	Transformace automobilového průmyslu	28
7	Analýza podniků	30
7.1	Úvod do analýzy konkrétních podniků	30
7.1.1	Dotazování společností	30
7.2	Zhodnocení vztahu zaměstnanců a podniků k průmyslu 4.0	36
8	Závěr	39
9	Seznam použitých obrázků	40
10	Seznam použitých zdrojů	41
11	Seznam zkratk	44

1 Úvod

Přichází přirozená změna, která už se párkrát vyskytla. Není potřeba se z ní strachovat, ale je třeba ji jít naproti. Změna se týká využití technologií, zejména digitálních technologií do celé škály podnikového ale i privátního prostředí. Podniky se snaží připravit na změny v rámci jejich možností. Do reformy se mohou firmy adoptovat, nebo postupovat trochu napřed a dosáhnout tak třeba konkurenční výhody, tím že budou první, kdo takovou technologii zavede a nakloní si tak nový trh u nějaké inovace. Kroky, jež potřebují firmy udělat jsou pohotovost zaměstnanců a infrastruktury podniku na dokázání využití potenciálu, který jim technologie mohou nabídnout.

V České republice je značně vyvinutý automobilový průmysl, kde je automatizace a digitalizace na vysoké úrovni. Tam jsou výrazné příklady toho, jak to správně dělat a implementovat a jak se dopracovat k pozitivním efektům.

Uspořádání práce se inovovalo několik stovek let zpět, od získávání potravy v historii, tak v současné době už nikdo s rýčem po zahradě nechodí, starají se o to stroje, které to dělají za lidi. Dokonce pomocí několika senzorů a satelitů na dálku kdekoliv po světě obhospodařují pole.

V současných trendech digitalizace nebo automatizace je možné pozorovat, jak jsou služby nahrazovány částečně technologiemi, neznamená to, že nahrazují lidskou aktivitu, ale pomáhají lidem provádět práci i na jiném stupni, než to bylo doposud.

Současně je druhý věk strojů, pozoruhodný tím, že firmy skoro ničím nedisponují, mění svůj obchodní model neboli uskutečnila se radikální změna na trhu. Jedním tímto zástupcem z firem je Airbnb, podnik, který nevlastní vůbec nic, ale na základě souboru algoritmu a nějakých výpočetních center, jenž mají v pronájmu. Firma přímo zná podle klienta, kolik přibližně utrací a při vyhledávání ubytování v zahraničí nabídne firma odpovídající cenu zákazníkovo financím. Se zásluhou algoritmů jsou schopny nadefinovat přesně co by ucházející klient vyžadoval a udělají mu návrh. Ve většině případů vystihnou vizi klienta. Obdobné je to u firmy Uber, jenž je dokonalý zprostředkovatel na světě s tím, že nevlastní ani jeden taxík a aktuálně svůj business model mění a buduje flotilu autonomních vozidel v dalších městech. V České republice působí hlavně v Praze, v Plzni Taxify, která pracuje na naprosto totožné platformě, jen má jiného zakladatele a jiné sídlo.

V současné době je mnoho strojírenských firem, které jsou na rozcestí. Podniky mají charakteristické know-how, ale to nebude stačit, tím skončí na odpis.

Zkoumání odhadů implementace Průmysl 4.0 této práce se muselo uskutečnit výhradně z formy dotazníků. V době vypracovávání této bakalářské práce byl vyhlášen nouzový stav, to značně ovlivnilo možnost návštěv většiny firem v České republice. Na druhou stranu byla vysoká šance, že bude více respondentů, než za běžných podmínek. Zaměstnanci v některých oblastech měli více volna a vysoký podíl modernějších firem mělo homeoffice. Tento přechod, ačkoliv nucený, bude dost možné v budoucnu více oblíbený a firmy zjistily, že tento druh kontaktu mezi zaměstnancem a firmou je vysoce produktivní z důvodu žádné strávené cesty do práce a zaměstnanec má své pohodlí.

2 Význam tématu

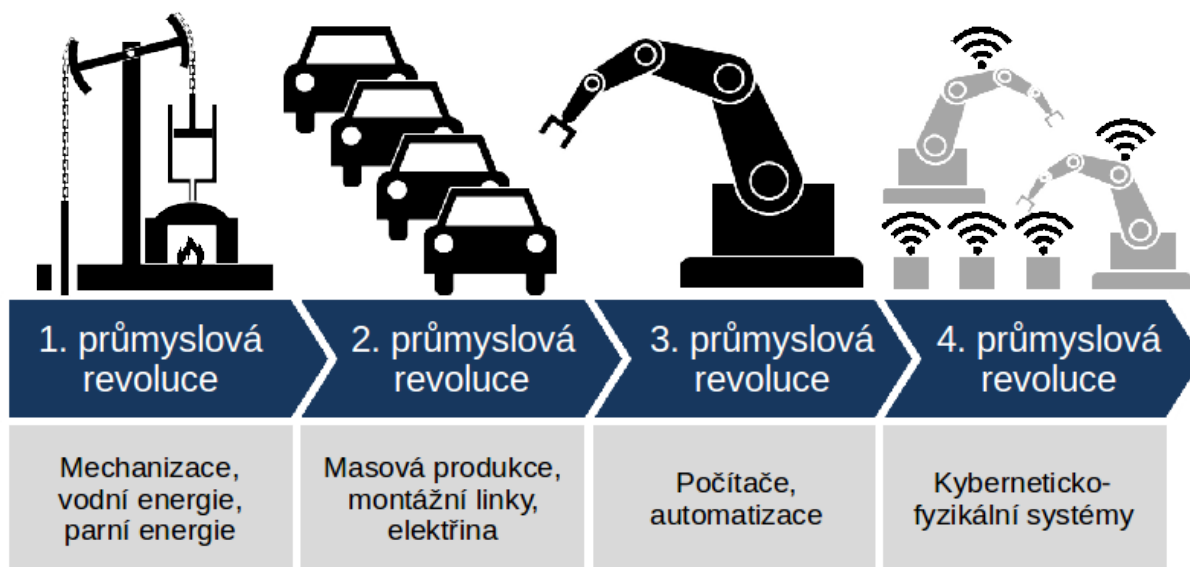
Jedna z hlavních oblastí pro průmysl 4.0 je autonomie, zákonitost výroby se zásadně změní, výrobní linky budou souborem autonomních zařízení a ty bude usměrňovat digitální výrobek, který bude objednávat u autonomních zařízení služby. Produkt bude autonomní a inteligentní a bude se účastnit výrobního procesu. Fyzikální součást je jedna ze složek zařízení a existuje významnější složka, a to je digitální komponent. Při rozvržení se nebude strojař věnovat pouze komponentu, ale také digitální paměti a digitální inteligenci.

Autonomie ve firmě probíhá pomocí výrobku, který prochází výrobou a díky nějaké aplikaci si objednává jednotlivé služby. Úmysl je propojení virtuální reality s cílem autonomizovat fyzikální realitu, jinak řečeno kyberfyzikální systém. Je zde zaměstnanec, který problémy v kyberfyzikálním systému seřizuje a sleduje. Ve výrobě není primárně včleněn jako kdosi, kdo ve výrobě něco tvoří, spíše výrobu spravuje. V systému existuje mnoho fyzikálních omezení, kterým se není možno vyhnout.

V této sféře vznikají sociální dopady, běžné podniky s počtem tisíc zaměstnanců jich budou mít sto i méně v průmyslových podnicích.[11]

2.1 Historie průmyslových revolucí

Období strojů je charakterizována hlavně Henry Fordem, jeho modelem T a pásovou výrobou. Henry Ford nezhotoval jenom auto a pásovou výrobu, ale založil trh. Svým zaměstnancům vyplácel vcelku vysoké mzdy, aby si mohli auto dovolit. Tím rozjel kolo trhu a vytvořil tím střední třídu. Rozproudil změnu, zahájil další zvýšení mezd dělníkům a díky tomu si mohli dovolit více průmyslových výrobků, a to byl přelom, díky kterému se průmysl rozběhl.



Obrázek 1: Průmyslové revoluce [21]

2.1.1 1. průmyslová revoluce

Tato revoluce vznikla ve druhé polovině 18. století v Anglii až do 19. století. První průmyslová revoluce navázala na tzv. agrární revoluci, která probíhala v 17. století, ve které se uchytila metoda pěstování plodin, kdy se přešlo ze systému obdělávání půdy rozdělené na dvě části, kdy první část se nechávala odpočívat a druhá se sklídila, tak na systém obdělávání půdy, kdy podstatou bylo rozdělit půdu na tři části. První část byla sklizena na jaře, druhá na podzim a

třetí se nechávala odpočívat. Toto rozdělení půdy se každým rokem o kus posouvala a tím byla úroda více efektivní.

Francie, Velká Británie a Irsko – obyvatelstvo mělo svobodu, mohlo se stěhovat za prací.

Německé státy, Polsko, Čechy a Morava – bylo zde mírné poddanství, a to tvořilo brzdu pro rozvoj. V Čechách první rozvoj začínal až v 50. letech 19. století, ke konci 19. století se začínají vytvářet nová střediska – Praha, Mladá Boleslav, Plzeň.

V Evropě se vyskytovaly nejvíce hospodářské oblasti na západu, směrem k východu byl značný úbytek.

Postupem času byly do výroby zahrnuty nové technologie. Největším představitelem této revoluce je parní stroj.

Osobnosti z Čech – Josef Resl (vynález lodního šroubu Laurin a Klement (vynález automobilů a motocyklů)

Osobnosti ze zahraničí – James Watt (parní stroj) George Stephenson (lokomotiva) Robert Fulton (parník) [10]

2.1.2 2. průmyslová revoluce

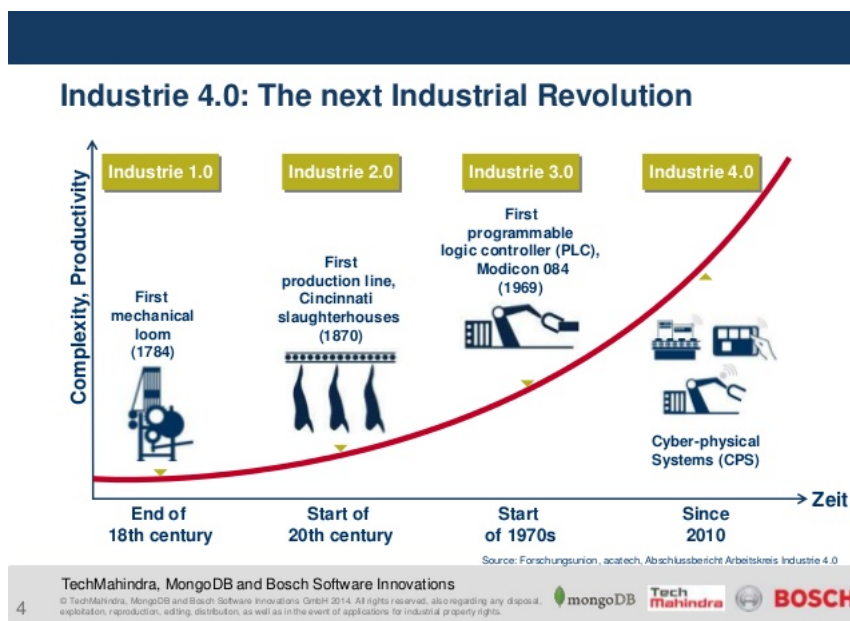
Začala na konci 19. století a počátku 20. století. Je označována jako technickovědecká revoluce. Začala se využívat elektrická energie a spalovací motory. V tomto období Henry Ford vynalezl montážní linky. Jedná se o výrobní proces, kdy se z jednotlivých součástí tvoří výsledné objekty. Henry Ford tyto linky využil v sériové výrobě svého podniku při výrobě cenově dostupného automobilu Ford modelu T. Druhá průmyslová revoluce dále přinesla v roce 1879 vynalezení žárovky T. A. Edisonem. [10]

2.1.3 3. průmyslová revoluce

Ve třetí průmyslové revoluce se využívá automatizace a rozšiřují se informační technologie. Počátkem této revoluce se považuje rok 1969 a to výrobou prvního programovatelného logického automatu (nebo také PLC). PLC se vykonával v tzv. cyklech. [10]

2.1.4 4. průmyslová revoluce

V současnosti probíhá čtvrtá průmyslová revoluce. Tato revoluce zahrnuje digitalizaci, která se vyskytuje téměř v každém odvětví jako například strojírenství, lékařství, elektrotechnika, konstrukce a vývoj výrobků, bankovníctví, letectví...Hlavní myšlenkou je do továren zavést roboty, kteří budou vykonávat jednoduché činnosti místo lidí. Díky těmto robotům bude daná činnost mnohem efektivnější než doposud, jelikož nebudou takové časové prostoje. [10]



Obrázek 2: Graf času a produktivity podniků [22]

2.2 Technologické předpoklady průmyslu 4.0

Schopnost systémů komunikovat – dvojčata komunikují mezi sebou ve stejném jazyce, jinak by se nedomluvily, to je důležité, aby podniky dosáhly.

Decentralizace a rozhodování – každý jednotlivý element v systému provádí rozhodování, které je v jeho kompetenci sám. V některých případech se může stát, že v některých podnicích nebude šéf nebo ředitel. Místo této funkce tam bude 5 až 7 lidí, kteří budou každý rozhodovat o každém kousku a budou rozhodovat na stejné úrovni a z toho nastane nejvhodnější řešení a nikdo nebude přímo zodpovědný. Jedná se o jednom z přínosů ale také choulostivých míst agentních systémů, kdy komunikují osoby nebo agenti na stejné úrovni, bez centrálního ředitele (rozhodujícího elementu). Tímto je systém schopen chovat se optimálně, ale může se také pomást a může prokázat prvky emergentního chování, a to je třeba obejít, existují určité metody jak to provést.

Způsobnost působit v reálném čase – společně s posíláním zpráv se tvoří fronty, to zapříčiní zahlcování komunikačních kanálů. Pokud se zprávy seřadí ve špatné posloupnosti, tak zprávy ztrácejí svoji hodnotu a mohou systém vést do problémů. Proto je třeba aby vše běželo v reálném čase. U rozhodování v řádech minut a více to není problém, ale v řádech milisekund to je potíž a tam se musí řešit průchodnost a kapacita kanálu, tím způsobem, aby se systém nezhroutil čistě kvůli ucpání komunikačního kanálu.

Zaměření na služby – v dnešní době je teorie systémů založená na agentech. Každý agent ví, s kým se má dorozumívat a o čem se dá dorozumívat, aby dosáhl optimálního řešení. Při větším rozsahu sítě je využitelně lepší, aby agent do sítě vysílal svůj vlastní požadavek, a přesně věděl ke komu se dostane, protože těch, kteří se mohou podílet a řešit společně problém je více. V praxi to vypadá tak, že ne všichni agenti jsou volní, ale v daný okamžik se určitě najde jeden nebo více agentů, kteří mohou pomoci.

Modularita – je nutno budovat nové výrobní linky a výrobní úseky velice modulárně tak, aby mohlo dojít k samočinné rekonfiguraci výrobního zařízení přímo za chodu, aby se byly stroje schopné dohodnout. Některý ze strojů ohlásí závadu, že se zastavil a okamžitě se to roznese. Ostatní stroje se domluví, otočí flexibilní dopravník a přesunou část výroby jinam. Takto zní

takzvaná modulárnost a schopnost autonomní rekonfigurace na základě automatického rozpoznání situace.

Agentní systém – směřují k přelomové technologii systémů, ta vyžaduje zcela nové myšlení lidí. Od hierarchických struktur k plnému rozhodování a dohadování. Současná teorie je náležitá pro specifikaci, návrh a realizaci. K použití jsou softwarové platformy, kde se dají agenti snadno vytvořit, v nich už jsou služby předpřipraveny, to jsou dohadovací protokoly a jazyk. Existují standarty, mezinárodní organizace FIPA, která určuje, jak se má jevit zpráva posílaná mezi jednotlivými agenty a jak má vypadat rozhodovací záznam. Modely agentů, které jsou k dispozici zprostředkují propojování informací s reálným světem, vyskytují se praktické aplikace v nejrůznějších oblastech. Mnoho teoretických problémů není dořešeno, a to zatím brzdí tuto technologii. Jedná se hlavně o emergetním chování, když neexistuje centrální element. Složitě soustavy definují že jakýkoliv fyzický předmět je reprezentován agentem. Agent zahrnuje veškeré údaje o daném elementu. Hovoří se o vestavěné paměti, agent a element mezi sebou komunikují, když je třeba, jsou schopni se mezi sebou dohadovat dle standartních vyjednávacích pravidel. Agenti, kteří vytváří tento systém a mají za úkol optimalizovat něco dohromady mají jeden globální seed, ten sdílejí, znají ho a tomu podřizují svoji činnost. Pokud agent rozhoduje a výrobních procesech, musí být seznámen se všemi výrobními procesy. Vyžaduje informace o vnitřní struktuře výrobku, a také informace o dodavatelích a odběratelích. Objevují se také agenti, kteří v sobě obsahují zrovna tu znalost, nazývají se onkologičtí agenti. Ti obsahují celou znalost o procesech i výrobcích. Samostatní agenti si čtou dotazem jen tu část, kterou budou potřebovat a se kterou budou pracovat. Veškerá data, které jsou sjednocovány v pozadí agentové komunikace v dnešní době znamenají čím dál tím větší hodnotu. Je hodně možné, že v budoucnu to bude podstatná hodnota firmy. To vyjadřuje, že všechny znalosti o výrobních a organizačních procesech, dodavatelích a odběratelích budou v těchto strukturách a budou daným agentům dostupné. A to je ta znalost, která je potřeba a která bude mít hodnotu. Firma se nebude posuzovat podle hodnoty strojů, které vlastní ve výrobní hale, ale podle rozsahů znalostí asetu. [1]

2.3 Směr průmyslu 4.0

Jedná se o celospolečenský fenomén, víc revoluce v myšlení než v technologiích, ty už existují. Myšlenka průmyslu směřuje k větší rychlosti, levnější ceně, důrazu na bezpečnost a přívětivost pro životní prostředí. V současné době je důležité připravit lidstvo na tento průmysl a lehce změnit směr jejich uvažování. Úmyslem je jakým způsobem na sebe napojit některé jednotlivé prvky této sítě, v domácnosti se jedná třeba o ledničku, sporák, osvětlení, televize – s využitím znalostí tak, aby se chovali optimálně a efektivně. Tato myšlenka přináší decentralizované autonomní optimalizace malých sítí, jenž vznikají ve výsledku průmyslu 4.0.

Dochází k jasnému sblížení v telekomunikačních, automatizačních a počítačových technologiích. Čas od času není vůbec poznat, jestli šéf nebo manažer podniku má na stole obyčejný telefon, či multifunkční zařízení jako je regulátor větrné elektrárny. Podstatná myšlenka průmyslu je počítačově propojit výrobní stroje, ale také výrobky a polotovary, jenž se těmito stroji vyrábí, obrábějí a zpracovávají. Každý výrobek má svého dvojníka, který se dorozumívá se stroji a běžícími pásy, ale také s kanceláří a tím se stává aktivním prvkem, což je něco nového. Lidé, kteří jsou zařazeni do výrobního procesu (dělník, mistr, inženýr, co provádí návrh) jsou včleněni do stejného komunikačního řetězce.

Vytváří se heterogenní distribuovaná síť, kde je propojen každý – stroje, dopravníky, výrobky, lidé a jsou schopni oboustranně komunikovat a rozhodovat. Dispozice, aby byl provoz takové sítě možný je, že jakýkoliv prvek (dopravník, výrobek, polotovary) má své virtuální dvojče v prostředí nul a jednotek. Obraz dvojčete má i člověk, který pomocí zařízení (tabletu, stolního

PC, notebooku, chytrého telefonu) vstupuje do tohoto procesu. Dvojčata si v propojené síti mezi sebou odesílají a přijímají zprávy, komunikují, smlouvají, dohadují se. Obsahují protokoly, pomocí těch se domlouvají, mají dané přednosti, kdo má větší váhu a je důležitější a zjistí tak optimální řešení. Občas jsou řešení zcela automatické. [13]



Obrázek 3: Síťování všech zařízení [23]

Všeobecně se blíží k tomu, že se virtualizuje fyzický svět a tvoří se jeho virtuální obraz ve světě internetu. Užívají se zde dva internety, jeden je internet služeb, užívá se kupříkladu na rezervaci místa v kině, druhý internet věcí je připojen na ledničky, pračky, obráběcí stroje a automobily. Odlišnost mezi nimi není, jde pouze o koncový uzel, to je buď hmotné zařízení, nebo jde o nějaký terminál. Tato forma se nazývá jako propojení dvou světů – světa virtuálního a světa fyzického a hovoří se také o kyberneticko fyzických systémech. Jako třetí hráč se účastní člověk, jelikož toto propojení s sebou nese určité důsledky. Mentalita lidí má velkou zodpovědnost, na některý uzel spravují data, které jsou rozhodující. Tímto se i pozmění charakter života lidstva. Roboti sehrávají zcela novou roli, mezitímco do dnes jsou roboti vnímáni jako plně naprogramované stroje, ze kterých má člověk strach, aby mu neublížili, tak v současné době se roboti stávají kooperativními, přibližují se člověku, snižují rychlost i sílu. Nějací z nich jsou schopni uvolnit své klouby, pozorovat pohyby člověka, zapamatovat si je a naučit se je a takto spolupracují s lidmi na složitých montážích. [1]

2.4 Revoluce v energetice

Produkce výroby je nejlépe připravená tam, kde je to nejvíce prosítované, tam je to nejlépe vidět. Tyto myšlenky se budou muset používat i v jiných oblastech, jako je energetika, jelikož je dnes energetická síť organizována podle pravidel z doby Františka Josefa a je to nekompromisně hierarchická síť, kde se pouze vylepšují dráty a transformátory. Touto cestou budoucnost nemíří, spíše směřuje k malým sítím, které budou obhospodařovat malé město, půl okresu i tři vesnice a představují tam systémy, které budou lokálně vyrábět elektrický proud. Představa vypadá tak, že současní spotřebitelé, kteří budou doma topit, tak někteří z nich se promění na spotřebitele i výrobce. Tento obyvatel vesnice bude ze střechy prodávat proud v sobě, kdy zrovna doma nebude topit. Všichni budou na základě principu průmyslu 4 mezi sebou dohadovat optimální spotřebu a výrobu. Prokazuje se, že simulace v nových okresech může být úplně oddělena od hlavní energetické struktury. Takto bude vypadat energetika v budoucnu. Zatímco se podniky starají sami o zavádění průmyslu 4.0, tak by se měl stejně tak stát starat o to, aby se zavedla energetika 4.0, jelikož zde se zaostává a bude to podstatný problém společnosti za následujících 10 až 15 let, pokud se energie bude pořád distribuovat po staru a nebude odpovídat požadavkům průmyslu 4.0 a společnosti 4.0. S těmi většími společnostmi se zápasí těžce, nechtějí ustoupit od dolování uhlí, jelikož to jsou jejich roční prémie a pro ostatní potopa. Jiná cesta než je decentralizace aktuálně není, jestli se dnes

spotřebuje 40% veškeré vyprodukované energie jenom na drátech při transportu, tak je to dostatečný důvod k tomu, že by se energie měla z 30 až 40% vyrábět a spotřebovat lokálně. Zásada, jak to udělat lokálně ve vsi, je v uvažování průmyslu 4.0. [18]

2.5 Nejvíce navrhované kritiky

V době, kdy Německá vláda začala do průmyslu vkládat poměrně značnou část peněz, společně s tím přicházelo i mnoho kritiky.

Jedna z kritik zní tak, že toto byla 1. revoluce vyhlášená pomocí úředníků.

Další kritika se opírá o fakt, že revoluce je brána čistě technicky a nemá žádný základ v inovaci. Pro příklad v první revoluci byl parní stroj, ve druhé Fordovo pásová výroba a ve třetí automatizace. V současnosti kritici tvrdí, že automatizace postupem není a není v ní žádný zvrat. Zastánci průmyslu na to odpovídají že změna nastává v přecházení do virtuální reality a kyberprostoru, zatímco výroba zůstává sekundární.

Ignorací člověka je jmenováno jako dalším problémem, jakožto deterministický postoj k podniku. Skupina firem představuje software a ten má stanovit co z něho bude vycházet. Jiná skupina mluví a prediktivních analytikách a učících se systémech, tam už determinace není, tam už se jedná na hranici.

Předposlední kritika se bere tak, že průmysl 4.0 není nic jiného než zpětná vazba Německa na Americké přístupy, kterou jsou postaveny na start-upech, nových business modelech a nových technologiích.

Poslední z kritik se opírá o malé a střední podniky, ty odsuzují velké firmy ve spolupráci se státem, jak nabírají finance na to, aby udělali výzkum. Malé a střední podniky nemají prostředky na to, aby zrealizovaly výzkum a nějaké projekty. Mluví se o boji státu s velkými firmami proti začínajícím firmám (start-upy).

Závažnou hrozbou v průmyslu 4.0 může být hacking. Tato nelegální aktivita je všeobecně proslulá hlavně z nabourání se na známé webové stránky a tam útočník nebo skupina útočníků pozastavili chod stránky nebo zaměnili data. V průmyslu 4.0 to může způsobit fatální následky. [15]

3 Iniciativa Průmysl 4.0

3.1 Úvod do iniciativy Průmyslu 4.0

Rozvoj podnikání je většinou spojen s krátkodobými, střednědobými a dlouhodobými finančními výhodami. Usnadnění optimistických růstových cílů přimělo vedoucí pracovníky k různým podnikatelským růstovým iniciativám. S příchodem globalizace se stalo rostoucím přírodním hledáním růstového potenciálu mimo tradičně definované hranice.

Součástí podnikatelského záměru je pokrok v oblasti informačních technologií, které s sebou přinášejí intenzivní celosvětovou konkurenci. To vedlo k tomu, že mezinárodní konkurenceschopné podniky provádějí významné změny, aby danou konkurenceschopnost zajistily.

Celková optimalizace podnikání vyžaduje aglomeraci strategie, operace, lidské zdroje, dodavatelský řetězec společně se všemi obchodními funkcemi do bezproblémové sady rozhodnutí. Tato sada nástrojů by se měla zaměřit na dostupnost dat v reálném čase, což umožní optimální rozhodování v oblasti podnikání. [10]

Vývoj technologie od nejnovějšího průmyslového věku až po technologickou éru je nazýván jako Průmysl 4.0. Růst a centralizace, které vždy zajišťují obchodní smysl, mohou mít za následek významné neočekávané dopady. Problémy, které mohou nastat:

- Nedostatek dat v reálném čase, důležitých pro podnikání, které umožňují optimální rozhodování v oblasti podnikání
- Celkové poskytování služeb postrádá optimalizaci hodnotového řetězce
- Nízká mezistupňová integrace, která vede k ručním nebo nepřesným datům
- Optimální automatizované pracovní postupy nejsou povoleny
- Výstupy organizace se stávají strnulými a omezenými kvůli hierarchickým omezením
- Zdánlivé mezery strategii mezi centrálou a obchodními jednotkami až po jednotlivé zaměstnance
- Neschopnost zaměstnance doručit z důvodu nejasných informací, nedostatek vhodných údajů
- Různá verze pravd a různých zdrojů dat
- Specializované nástroje, které vyžadují různé dovednosti a různé tréninky [7] [12]

3.1.1 Výzvy růstu podnikání

Klíčovou iniciativou mezi vedoucími pracovníky společnosti je růst podnikání. Fúze vedou k provozování synergií, ekonomických výhod, marketingové racionalizace, úspory váhy a snížení nákladů. [18]

3.1.2 Optimalizace

Podniky usilují o zefektivnění podnikání tím, že přijmou sady nástrojů pro optimalizaci podnikání. Optimalizace podnikání může být oddělena do různých oblastí zájmu, včetně:

- Řízení výroby
- Řízení údržby
- Řízení jakosti
- Řízení zásob

Mezi funkční oblasti patří například plánování a řízení výroby, zdraví a životní prostředí, údržba, bezpečnost, finanční zdroje, organizační návrh, dodavatelský řetězec, lidské zdroje...

Vývoj je závislý na hodnotě nasazení a přizpůsobení se zkušenostmi získaných na základě úspěchů v implementaci.

Provozní a výrobní aspekty řízení podniku využívají různé systémy, jako je Operační excelence. Tento systém využívá strukturované metody zahrnující pokročilé systémy, matematické modelování a IT. [18]

3.1.3 Plánování podnikových zdrojů

Současným přístupem podnikání je umožnit poskytování služeb prostřednictvím implementace vhodného řešení pro plánování podnikových zdrojů. Tato řešení, i když fungují na obchodní práce, jsou realizována v oblastech specializace (ERP). Oblasti specializace zahrnují výrobu, finance, lidské zdroje...ERP systémy jako AP typicky nekonstruují integraci informací do procesního prostoru, ale zaměřují se na integraci hodnotového řetězce ERP. [2]

3.1.4 Kontrola procesu

Použití řízení procesů a řízení postupů předem jako specializované řešení výrobní úrovně významně přispělo ke zlepšení výroby. Řešení na bázi řídicích systémů spolupracují s nejmodernějšími přístroji s programovatelnými logickými řadiči a dalšími zařízeními nižší úrovně, které usnadňují automatizované reakce na procesní úrovně. Pokroky zahrnují použití kontroly statických procesů společně s historií apod. [2]

3.1.5 Výrobní systémy

MES je informační a komunikační systém, který funguje ve výrobní organizaci, která integruje podnikové a závodní systémy. Výrobní systémy se zaměřují na optimalizaci hodnotového řetězce a snaží se poskytovat údaje v reálném čase o klíčových preventivních činnostech a rozhodování.

Výhody MES:

- Centrální úložiště dat/informací v rámci podniku
- Podpora dodržování předpisů v oblasti bezpečnosti, zdraví, životního prostředí a finančních standardů
- Podnikový přístup k přesným datům v reálném čase
- Řízený přístup na základě rolí - vizualizace snižující přetížení informací
- KPI generace umožňující a podporující proces rozhodování
- Optimální využití zařízení, zaměstnanců a materiálních zdrojů
- Zajištění splnění standardů kvality výroby [2]

3.1.6 Lidské zdroje

Lidské zdroje jsou klíčovým přínosem každého podnikání. Klíčem dosažení co nejlepších výsledků v oblasti lidských zdrojů je určení způsobilosti. Organizační kultura je kritickým faktorem při formulaci a dodávání výrobní strategie. Kompetence zaměstnanců mohou být silně propojeny s organizační kulturou. [2]

3.1.7 Strategie

Vedoucí pracovníci v současné době vyvíjejí obchodní strategie. Tyto strategie jsou vysoce závislé na komunikaci a vrcholovém managementu, který se snižuje na úroveň zaměstnanců. Sjednocení strategie bylo uznáno za jeden z klíčových faktorů při provozování efektivního podnikání. Marketingová a výrobní strategie musí být v rovnováze. Většina podniků se snaží o umožnění strategie na vysoké úrovni. [2]

3.1.8 Integrovaná strategie

Jedním z hlavních problémů v globalizaci je nedostatek integračních strategií se zaměřením na rozdělené implementace. To vedlo k různým standardům, které používají různé části podniku, což zvyšuje počáteční náklady na kapitálové výdaje a náklady na provozní výdaje. [2]

3.2 Potencionální problémy

Shledalo se pár problémů, o kterých podniky hovoří

Jeden z problémů se týká požadavku, aby několik strojů bylo možné propojit, aby bez zásahu člověka viděly, jak mají vyrábět a předaly si parametry, případně se okamžitě vyřadily z činnosti.

Začleňování kolaborativních robotů do současného provozu. Velmi problémové je plánování a rozvrhování, dynamické a agentové. Plno podniků nahromadilo mnoho dat, ale neví si rady, co s nimi. Mají přeplněný cloud, řešením je data mining a umělá inteligence.

Mnoho podniků chce organizovat znalosti v ontologických strukturách, protože je to problém. Neví, jak zanést svůj poznatek, know-how, znalosti starého mistra matematicky do nějakého stromu.

Při průmyslové revoluci se musí zrušit nějaké pracovní pozice pro lidi, přibude nezaměstnaných. Revoluce zformuje problémy, ti lidé, kteří budou schopni jít podle revoluce budou udávat i její rychlost. Zbytek problémů se vypiluje, lidé se přemístí do služeb a jinam. Závěrem by mělo být to, že se má tlačit na vzdělávání, aby se systém mohl změnit. V Německu, kde je průmysl 4.0 trochu napřed oproti České republice to moc zatím neřeší, je tam pokus o založení práce 4.0, ale zatím z toho nejsou žádné výsledky. [1] [6]

3.3 Iniciativa v České republice

V České republice vznikla národní iniciativa průmyslu 4.0 za podpory pana ministra Jana Mládka. Podařilo se vytvořit postoj, který byl uveřejněn v knížce průmyslu 4.0. Na této listině se účastnilo 87 expertů v 11 odborných skupinách, vláda pak přijala iniciativu průmyslu 4.0 24. srpna roku 2016. Tento dokument byl poměrně široce rozvržen, zahrnoval průmyslovou výrobu, té se věnoval pouze ve 2 kapitolách z 11. Byly tam otázky dopadu na trh práce, potřeby, vzdělávání, potřeby okolí továren jako je životní prostředí, zásobování elektřinou, legislativní problémy, ochrana duševního vlastnictví. Vláda na místě rozhodla, že tento dokument je spíše pro společnost 4.0 než pro průmysl 4.0. Dále rozhodla založit alianci pro společnost 4.0, jenž byla 15.2.2017 založena. V současné době její řídicí výbor, který má řešit koordinaci je vládní výbor pro digitální agendu. [12]

4 Implementace iniciativy Průmysl 4.0

4.1 Integrace

Kompletní výrobní proces dle vize Průmysl 4.0 zakládá na trojí integraci, která je podložena znalostmi. Nejedná se o propojení drátu, o přenesení informace z nul a jedniček. Integrace je sjednocení hodnotového řetězce a tvorby hodnotového řetězce. Existuje horizontální a vertikální řetězec.

Horizontální vede od klienta přes preparaci výroby, výrobu, zabalení výrobku a distribuci.

Vertikální vede od řízení výroby v reálném čase, kde se jedná o zprávy rozhodování v desítkách milisekund, přes stanovování na jednotlivé díly, to je plánování a rozhodování až po nejvyšší management.

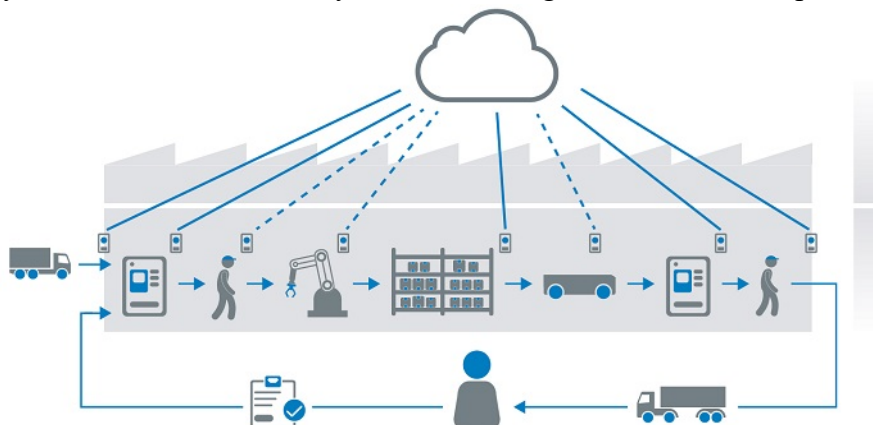
Osa inženýrské odpovědi – všechno co okolo produktu probíhá je v digitální formě a ukládá se jeho digitální historie. Má to takový důsledek, že se o jakémkoli dílu může vést celý záznam z minulosti, jenž může být vhodný pro budoucí potřeby řízení jeho cyklu.

Globální prosítování – idea se nejdříve uplatňovala přímo ve výrobě pro řízení v reálném čase. Základní představa je absolutně prosítovat všechno v tomto světě a potom vymezit systémy individuálně funkční tak, aby agenti jednotlivých elementů, kteří vstupují komunikovali chytře s využitím vědomostí.

Digitalizace je pouze primární předpoklad pro realizaci myšlenek 4. průmyslové revoluce, je to nástroj. Rychlý internet je třeba na to, aby byla rychlá komunikace, poté vstupuje do hry kybernetika, proto 4. průmyslová revoluce není až tak o digitalizaci, ale o kybernetice.

Sémantická informace – Uvažuje se zde o složitých agentních systémech, ve kterých se systémy navzájem dohadují a optimalizaci a optimálním postupu.

Optimalizace – V průmyslu 4.0 se optimalizace učí nějaké znalosti. Podnik má k dispozici informace, které pomocí síťové infrastruktury a využitím virtualizace cílí, jak algoritmy optimálně vyvinout, aby optimalizovaly výrobu. Projevuje se, že bez učení a zkušeností k čemuž je vyžadováno něco co se nazývá umělá inteligence se dále nelze pohnout.



Obrázek 4: Všichni v jedné síti [24]

Chytrá továrna a chytré strojírenství mají společné jedno, a to je inteligentní síť, ve které se pohybují stroje, zařízení, výrobky a lidé se spojitostí na podnikové informační systémy. Inteligentní síť se nalézá kolem celého hodnotového řetězce, ať už to jsou výrobci, dodavatelé, prodejci, nebo samotní uživatelé.

Celá struktura je založena na šesti základních systémech – dorozumívání se, prvky mají svá dvojčata, decentralizace, chod v reálném čase, přehled služeb a modularita. Pro plynulý chod

je třeba vyhovět několika technologickým předpokladům, jenž se navzájem kombinují a doplňují. Systémová integrace propojuje v rozdílných vrstvách jednotlivé procesy systému ve vlastní firmě, nebo ve vztahu dodavatel, odběratel a uživatel.

Analýza velkých dat – v současnosti má mnoho výrobců a uživatelů k dispozici hodně dat, ale zatím ne všichni je umí správně používat, strukturovat a posílat korektně do svých procesů. Autonomní roboti a stroje cílí ke zvýšení produktivity.

Pojem **komunikační infrastruktura** popisuje základní páteř, která je třeba aby byla spolehlivá, bezpečná a musí splňovat parametr správce v reálném čase.

Datové uložení a cloudy – pomocí těmto technologiím je možno provádět velmi obtížně a sofistikované simulace a je to podstatný přínos z hlediska výkonu a kapacity pro společnosti, které by při normálních finančních možnostech nemohli toto dovolit.

Aditivní výroba neboli 3D tisk je relativně revoluční technologie pro klasické výrobce. Není to nic mimořádně nového, ale je to dnes už vcelku přístupné a aplikovatelné pro sériové nasazení.

Kybernetika a umělá inteligence – v první řadě se jedná o početná data, které jsou nashromážděny a jsou potřeba jen ty velká data. Pomocí metod strojového učení se získávají znalosti, které chybějí člověku i operátorům optimálního řízení průmyslové výroby. Z toho vyplývá že digitalizace je podmínkou a následuje rozšíření kybernetická speciálně umělo inteligentní, která ve výrobě vytváří něco nového. Prvky umělé inteligence strojového učení v kombinaci s výpočetním výkonem poskytují dodávat funkční řešení založené na strojovém učení.

Bezpečnost systémů – jestliže je potřeba práce v reálném čase, tak bez bezpečnosti by to nebylo možné.

Standardizace – pokud se mluví o modularitě a rekonfigurovatelnosti, tak se musí používat přesné průmyslové standardy, aby se docílilo kolektivnosti. [7] [19]

4.2 Možné problémy pro implementaci

- **Nedostatek kapitálu na potřebné investice**

Malé a střední podniky se často setkávají s problémem, pokud chtějí zavést průmysl 4.0 ve svém podniku. Týká se to problému finančního, podniky většinou nemají tak vysoké zisky, aby si mohli dovolit pro ně cenově méně dostupné technologie. I přes to některé z menších firem mají snahu o zavedení průmyslu 4.0 a zavádí jej postupně.

- **Nedostatek (zejména technicky) kvalifikovaného personálu**

Personál co pracuje dle určitých postupů v řádů několika let má zaseté postupy a špatně se jim přechází na jiný systém. Zaměstnanci zvyklí na určitý druh práce musí změnit denní náplň práce a největší problém nastává u těch, kteří nemají základní znalosti ohledně technologií a zacházení s nimi.

- **Malá znalost principů Průmyslu 4.0**

V případě, že lidé už technologie znají, může nastat ještě komplikace v nedostačujícím poznání Průmyslu 4.0, za této situace mohou nastat zmatky ve výrobě, pracovník nemůže zjistit chybu. Také nemůže plynule fungovat s ostatními stroji, pokud neví, jak stroje mezi sebou komunikují a jak tento systém funguje.

- **Nedostatečná podpora ze strany státu**

Stát zatím moc nedotuje a nepodporuje podniky v tomto odvětví, firmy užívající nejnovější technologie by měly více žádat o podporu státem, na příklad z důvodu lepší ekologie, úspory energie, větší bezpečnosti.

- **Nízký rozsah spolupráce se školami a odbornými organizacemi**

Školy mimo pár výjimek zatím nevyučují a zároveň neužívají nejnovější technologie. Tato skutečnost má vysoký vliv na budoucí povolání žáků, kteří se musí v zaměstnání vše učit od začátku. V případě, že by se žáci učili novým technologiím už od prvních ročníků, tak se v budoucím zaměstnání budou snadněji rozvíjet v tomto odvětví

- **Obavy o ztráty pracovních míst**

Tyto obavy se už naplňují v některých odvětvích. Zatím je toto téma na počátku, ale místa, která zaniknou zase nahradí nová pracovní místa, která aktuálně neexistují, nebo jich není tolik. Pracovní pozice budou zanikat pomalu, pro zaměstnance, který bude chtít vykonávat jinou práci to nebude zas takový problém. Bude si moct najít totožnou pozici v jiné firmě, kde s implementací technologií nejsou tak daleko.

- **Nové nároky na růst pracovních kompetencí**

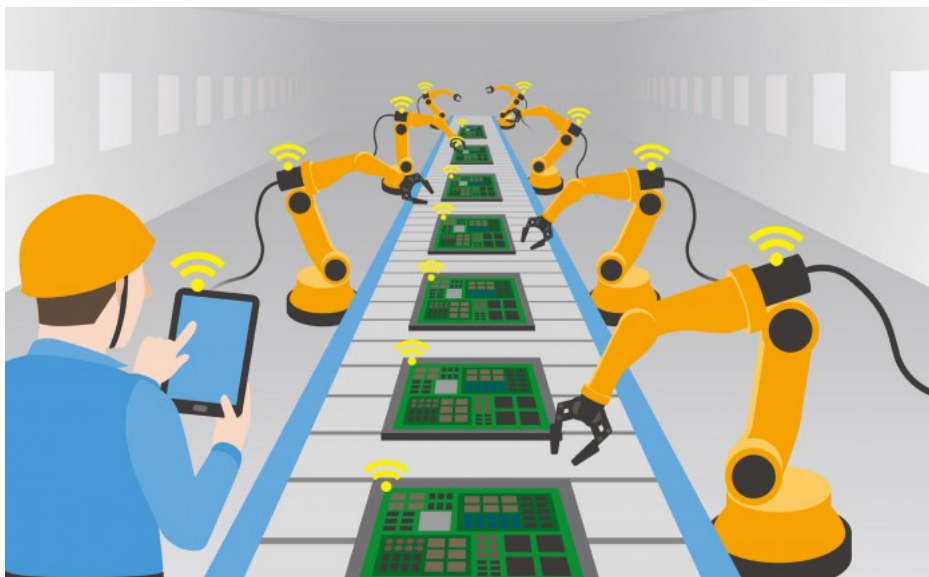
Druh práce se bude částečně měnit, budou probíhat různá školení v podobě webinářů, prezentací, nových manuálů. Jedinci, kteří budou mít problém s novými informacemi a nebudou schopni aplikovat další vědomosti čeká změna pracovního nasazení.

- **Nedostatečná motivace managementu i personálu k implementaci průmyslu 4.0**

Podniky mající nízkou konkurenci, nevidí dobré vyhlídky změnu. Jedná se i o podniky s nízkým kapitálem na další investice. Nejméně motivované jsou podniky mající konstantě dobré zisky po dlouhá léta.

4.3 Implementace testbedů

Iniciativa poskytuje výzvy v oblasti vzdělávání, v tom se od první revoluce nestalo vůbec nic. Pokud se společnost neposune ve vzdělávání, tak se neposune ani v průmyslové revoluci. Je mnoho důsledků v odvětví výzkumu a inovací, výzkum v oblasti průmyslu 4.0 nelze systematizovat tak, že 2 až 3 výzkumníci něco dořešili. Zde je nezbytné integrovat týmy a investiční vybavení, jelikož malé a střední podniky, jenž to nejvíce potřebují nepořídí 5 zařízení, aby něco vyzkoušely. Je vyžadováno takzvaných testbedů, jedná se o malé experimentální provozy, kde si malý a střední podnik na zakázku vyzkouší co požaduje. V Německu je podpora 20 testbedů, 8 velkých a 12 malých. V České republice se první testbed vyrobil na ČVUT na českém institutu informatiky, robotiky a kybernetiky. Testbed byl vyvíjen za podpory Siemens a Škoda Volkswagen a dalších firem.



Obrázek 5: Testbed v praxi [25]

Skutečný cíl je vytvářet kompatibilní řešení pro průmysl 4.0 pro malé a střední podniky a zaručit interoperabilitu. Také primárně vytvoření komunit firem, škol, malých a velkých firem, dodavatelů, kde si mohou vyměnit názory a zkušenosti, jak dále postupovat. Česká republika na tom v oblasti průmyslu 4.0 není špatně, má koncepci, podniky do něho vkládají dost znatelné prostředky. Japonsko se pustilo do robotické iniciativy tím, že na ní pozvalo 5 zemí, které byly v revoluci nejdále. Česká republika byla jedna mezi nimi a měla možnost představit svoji koncepci a vizi na zahajovacím fóru v Tokiu v říjnu 2016.

Podniky se posouvají kupředu, ví, že něco je třeba udělat. Vidina jim slouží k tomu, že ví, kam by zhruba měly dojít za 15 až 20 let. V České republice zatím podniky nebudují nové provozy podle průmyslu 4.0, toho je schopen Siemens nebo Bosch, ale obyčejné podniky nikoliv. Přesto díl po dílku ty průmysly prosazují, propojují stroje, tvoří dvojčata, organizují komunikaci a sběr dat. Snaží se získat jakékoliv informace. [15]

4.4 Životní cyklus výrobku 4.0

Postup dle přípravy výroby má vazby na předvýrobní etapu. Klienti čím dál tím více chtějí individualizovaný výrobek. Každý by se chtěl odlišit od toho druhého, chtějí být poněkud unikátní, mít jiné auto, odlišné oblečení. Existují výrobky, které potřebují vnímat uživatele z hlediska jeho konkrétní stavby, třeba speciální úchop z důvodu jinak tvarovaného těla a podobně. Určitý směr tu jednoznačně je a tomu je potřeba přizpůsobit celý životní cyklus od návrhu výrobku přes přípravu výroby až po výrobu a vlastní provoz. Opětovně to přivádí k nějaké integraci průmyslových systémů procesu ať už v podniku, nebo partnerů a dodavatelů.

Z hlediska předvýrobních etap, ty zastupuje návrh výrobku a příprava výroby se dnes do životního cyklu výrobku umisťují nové technologie a nové řešení. Není nezbytné čekat na designera, na koncept a na mechanickou konstrukci. Je uskutečnitelné tyto činnosti současně velmi dobře integrovat do sebe a v čase, kdy pracuje designer je možné pracovat na konceptu a současně mechanická konstrukce s elektro konstrukcí pracuje na novém výrobku. Také je reálné aktivně vtáhnout zákazníka do návrhového procesu. Pracuje se na technologičnosti konstrukce, výtvar se seřizuje a chystá se do pozice, že je pro výrobu zoptimalizován a patřičně laciný. [11]

4.4.1 Rychlé testy a modelace

Je realizovatelné použít digitální prototyp výrobku a podrobit ho všelijakým simulacím. Nepatří sem pouze strukturální 3D simulace, ale patří sem i 1D simulace v prostoru. To bude do budoucna zprostředkovávat nasazení méně kvalifikované síly. Ve směru, že k předdefinovaným šablonám může být postaven obvyklý inženýr, který na základě jasných vstupů získává přes šablonu potřebné výsledky. [5]

4.4.2 Virtuální zprovoznění

Technologie, která je vytvořena na propojení virtuálního obrazu vyvíjejícího se výrobku a fyzického řídicího systému. Pokud se v konstruování jedná o komplikovanější celek – výrobní stroj, výrobní linku nebo svařovací linku tak ve fázi konceptu digitalizace je možné odsimulovat a odladit, jak to bude provozováno v realitě. Z toho vzniká kombinace skutečného řídicího systému budoucího zařízení s digitálním obrazem, který vzniká v konstrukci. [3]

4.5 Výroba 4.0

V oboru výroby je to o flexibilitě strojů a výroby zařízení. Je to silný prvek virtualizace a v těchto vrstvách probíhá současné vyhodnocování optimalizace a požadavek se vrací zpět do výroby v reálném čase. [1]

4.5.1 Vzdálené sledování a správa

Rozšířená realita je element, který se uplatňuje v montážích a skladech. Mluví se o značném nástroji pro řešení servisů především ve vzdálených lokacích, kde výrobce zařízení není povinen posílat svého technika, ale pomocí rozšířené reality je ho schopen korigovat a navádět k pokynům, které potom realizuje, aniž by byl vyškolen servisní technik, který přímo provádí servis. [1]

4.5.2 Optimalizace dodávání a zásobování v reálném čase

Při flexibilitě výroby není potřeba držet se tak početného množství dílů, budou k tomu pomáhat i nekonvenční metody jako je 3D tisk, zde není nutné čekat na velké dodávky od dodavatelů. Firma může flexibilně výrobu zajišťovat vlastními silami. [1]

4.5.3 Způsoby kontroly

Digitalizace skutečné situace výrobku a odeslání zpět do podnikových informačních systémů, které plánují další tok výroby. [1]

4.5.4 Chod, služby a servis

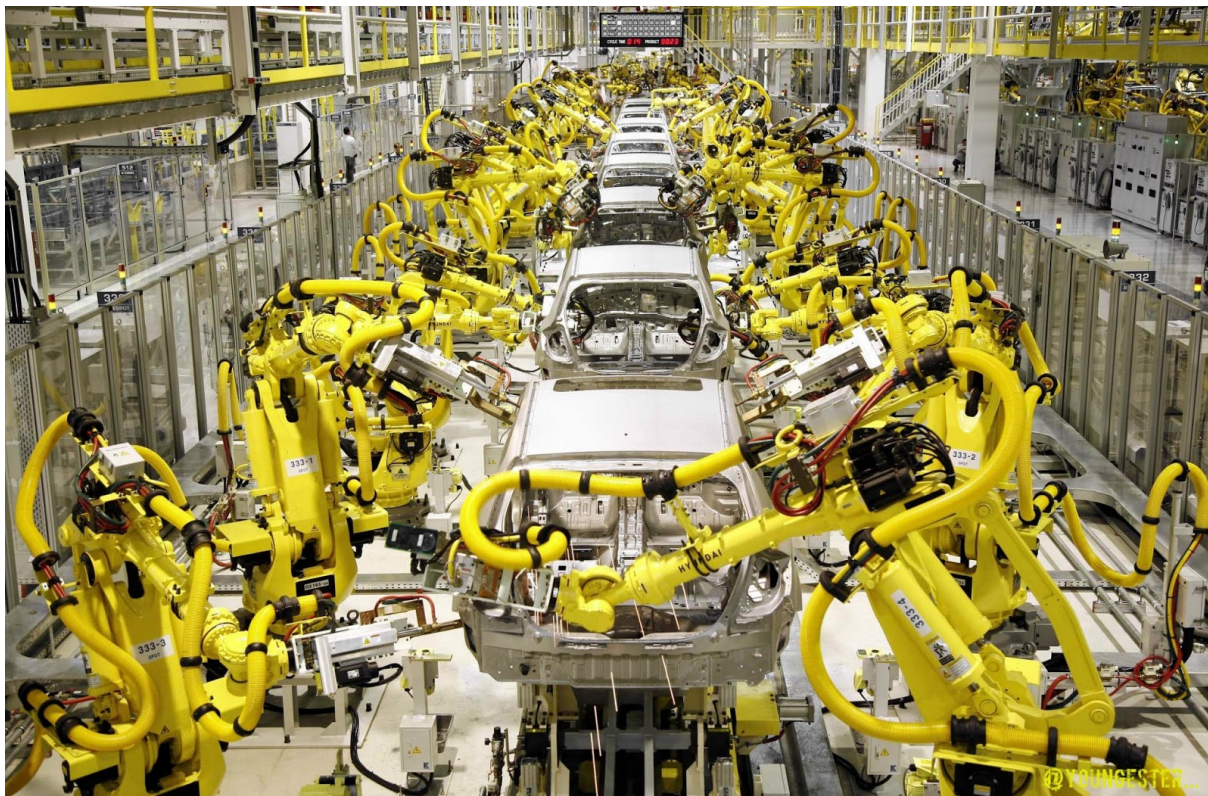
Význam získává řešení typu prediktivní údržby, pokročilé diagnostiky, vzdálený monitoring chodu a servisu. Vše bude včas ohlašovat co je nutné z hlediska dalšího provozu provést a zajistit. [1]

4.5.5 Rozbor dat pro další inovace výrobku

Obor, který bude zvyšovat svůj smysl, bude na základě reálného provozu vyhodnocovat, jak se výrobek využívá a bude to zohledňovat zpět při dalších inovacích. Bude odhaleno, jak uživatel určitý výrobek provozuje, bude možné další rozšíření a optimalizace dalších služeb. Oblast, která usiluje ke vzdálenému monitoringu a vzdálenému vyhodnocování dat. [1]

4.6 Přínosy průmyslu 4.0

Zásadní jsou přínosy v průmyslu, aplikují se téměř ve všech oblastech životního cyklu. Nachází se zkrácení uvedení výrobku na trh až o 50 %. Budou se lépe předvídat konkrétní potřeby a požadavky zákazníků. Přesnost zadání nových výrobků bude zlepšená až na 85 %. Sníží se náklady na kvalitu až o 20 %. Zmenšení zásob a s tím kapitál o 20 % až 50 %.



Obrázek 6: Autonomní výroba v reálu [26]

Pracovní síla – některé funkce budou nahrazovány automatizací. Záměna expertní práce v návrhové fázi ale i ve výrobě, nebude potřeba obtížně programovat CNC stroje, bude užito automatizačních postupů. Nebude zapotřebí zhotovovat strukturální modely pro simulace výrobku, ale budou používané předdefinované šablony. Proběhne optimalizace strojního vybavení ve firmě, úbytek strojů. Producenti vlastní 10 obráběcích strojů, ale neví, zda je užívají na maximum, nemají k nim relevantní data. Při dlouhodobějším sledování a vyhodnocování společně s výrobcem daného zařízení je uskutečnitelné optimalizovat samostatné výrobní zařízení ale i soubory tak, aby se dokázaly prostoje eliminovat a aby bylo dále využíváno to, co je ve firmě. Snížení nákladů na servis souvisí s prediktivní údržbou, vzdáleným monitoringem a diagnostikou.

Technologie v současné době z části existují, ale z části nikoliv. Ten největší účinek bude mít až se technologie budou integrovat přes celý životní cyklus výrobku, to jsou předvýrobní fáze, ale i fáze výroby a následného provozu. Technologie mohou být sebelepší, ale úroveň a stupeň použití budou definovat samotní uživatelé. Podstatný bod pro určení úrovně budou finance a dostupnost technologií. [5]

5 Charakteristika podniků

5.1 Definice podniků dle velikosti

Nejvíce produkčních podniků spadá do kategorie MSP. Zbylá část patří mezi velké podniky, ty mají více jak 250 zaměstnanců a mají ročně vyšší obrat než 50 milionů euro. [30]

5.1.1 Malé podniky

Do této skupiny spadají podniky s celkovým počtem zaměstnanců 50 a méně. Další podmínkou je, aby roční obrat nepřesáhl 10 milionů euro. Poslední podmínka je splňující kritérium nezávislosti. [30]

5.1.2 Mikro podniky

Spadají pod malé podniky a jejich počet zaměstnaných osob nepřesahuje číslo 10 a obrat za jeden rok nepřesáhne 2 miliony euro. Poslední podmínka je splňující kritérium nezávislosti. [30]

5.1.3 Střední podniky

Do této skupiny spadají podniky s celkovým počtem zaměstnanců 250 a méně v Evropské unii, v USA tato hranice činí 500 zaměstnanců. Další podmínkou je, aby roční obrat nepřesáhl 50 milionů euro. Podnik by neměl vlastnit aktiva přesahující částku 43 milionů euro. Poslední podmínka je splňující kritérium nezávislosti. Všechny ostatní podniky, kde je více jak 250 zaměstnanců, nebo přesahují obratem ročně přes 50 milionů euro se řadí mezi velké podniky. [30]

5.2 Specifika MSP

Malé a střední podniky mají velký podíl na hospodárnosti každého státu. V České republice znázorňují 99 % veškerých podniků a zajišťují ze 60 % zaměstnanost.

Přínosy pro ekonomiku mají v oblasti flexibilitnosti, pohotové přizpůsobení se potřebám a výkyvům trhu. Tímto se snaží uplatnit na lokálním trhu, dokáží modifikovat požadavek zákazníka. Oproti monopolům nemají příliš mnoho šancí, jak uspět. Také malé a střední podniky jsou specializované na danou oblast a kooperují s velkými firmami a dodávají jim svoje výrobky, jedná se o automobilky nebo stavební firmy, které vytváří zakázky u těch menších firem. [30]

5.2.1 Problémy

Je zde pár problémů, které postihují MSP, důvodem je méně zaměstnaných odborníků ve správě. Pracovník řídící firmu je zatěžován odbornými a časovými potřebami v MSP a není zde dostatek zaměstnanců pro využití plnění všech zákonů a předpisů. Dále mají limitované finance na propagaci a reklamu, komplikované prosazení se na zahraničním trhu a horší přístup k finančním prostředkům – kapitálu. Pro banky jsou malé podniky riskantní a ne vždy jim nabídnou veškeré finanční služby. [30]

5.2.2 Překážky a hrozby

Normy a ustanovení – může nastat komplikace při vyvíjení a testování nového výrobku, v horším případě až po zavedení a fungování výrobku i několik let. Komplikace spočívá v upravení legislativy státem, vydání nového zákona, které se týká určitého produktu. [30]

5.2.3 Kapitál

Finance jsou základním nedostatkem, je jich omezený počet a pro MSP není možné dovolit si to, co velké podniky. [30]

5.3 Specifika řízení v produkčních podnicích

5.3.1 Druhy řízení firem

Byrokratický – je centralizovaný, uskutečněná rozhodnutí jsou z jednoho místa, a to vedoucího pracovníka. Fungují zde rozkazy a příkazy od vedoucího pracovníka směrem k podřízeným. Skupina podřízených zaměstnanců má málo prostoru a svobody pro vyjádření svých názorů a podnětů, jenž by mohly zefektivnit výrobu. Vztahy mezi pracovníky jsou často napjaté a nepanuje tam moc dobrá nálada, to může ovlivnit i výkony a efektivitu vykonané práce. V tomto druhu řízení velmi záleží na schopnostech a dovednostech vedoucího pracovníka

Liberální – vůdce skupiny se vkládá méně do tvorby ostatních pracantů, ti jsou na vůdci zřídka závislí. Nadřízený má vliv více jako osoba dohlížející na ostatní a navrhuje své názory, pokud je na ně přímo dotázán. Neexistují zde normy a předpisy chování, jako je to v byrokratickém řízení. Volnost pracantů liberálního řízení nebývá zaměstnanci zneužívána.

Demokratický – je nejčastější a považován za nejpříjemnější z pohledu pracovních skupin. Je centralizovaný a vůdce i členové skupiny k sobě navzájem drží respekt. Pracovníci znají činnosti i cíle skupiny a mají podíl na rozhodování. Vedoucí rozdává méně rozkazů a snaží se podporovat jejich zájem a pracovitost. Výkonost takové skupiny je běžná, ale z dlouhodobého hlediska kvalitní a vyvážená. Členové jsou do finální práce zainteresováni a toho se také využívá, v nezbytných okolnostech tato skupina dokáže dosáhnout značně vysokých výkonů. [30]

5.4 Pracoviště budoucnosti 4.0

Jedná se o výchozí jednotku průmyslu 4.0, je plně integrovatelná do širších celků, do takzvaných chytrých továren. V principu je to nějaké zobrazení. Pracoviště je případně možné si znázornit jako soubor výrobních zařízení. Znázornění funguje i na jediném zařízení, pro příklad na robotické buňce. Digitalizace průmyslu směřuje k tomu, že jakýkoliv hmotný stroj, prvek, zařízení má svůj virtuální obraz. Ten se užívá ve fázi návrhu výrobku samotného, nebo návrhu výrobního zařízení. V případě že je vytvořen virtuální obraz, tak ve výrobním procesu dochází ke sdílení informací mezi jednotlivými zařízeními, jedná se o manipulátory, dopravníky, sklady a samotný produkt, který se v určitém souboru pohybuje. Data se získávají do virtuálního obrazu, používá se výraz digitální dvojče. V této míře dochází k optimalizaci veškerých procesů. Jinak vysvětleno, že zařízení mezi sebou vyjednávají, jakým způsobem budou přebírat jednotlivé výrobní dávky a jak celkovou výrobu optimalizovat. Dále existují podpůrné procesy, kterými jsou monitoring, diagnostika a kontrola. Tyto procesy vstupují do plánování a řízení výroby. Informační systém už vlastní každý podnik.

Plánovací modul – vazby jsou jednosměrné a chybí tam zpětná vazba ve skutečném čase. Proto pracoviště budoucnosti vyžaduje práci s podpůrnou vrstvou virtuálního obrazu s propojením jednotlivých podpůrných systémů, může se jednat o podporu, jenž zasílá zdigitalizované informace typu korektní nebo nekorektní rozměr do plánování. Ze systému plánování se data dostávají zpět do výrobního procesu.

Servis – možnost dlouhodobého mapování, sledování a vyhodnocování provozních dat, diagnostická nebo energetická data. Rozdílné jsou servisy pravidelné, poté se jedná o servis nadstandartní a řadí se ke službám. [31]

5.5 Zákony ovlivňující moderní podniky v průmyslu 4.0

5.5.1 Moorův zákon

Vyjadřuje že jednou za zhruba 18 měsíců se zvýší nebo zdvojnásobí kapacita výpočetního výkonu procesoru. Vývoj a výkonost zařízení roste tedy exponenciálně. Má to důsledky zlevňování zařízení, dnešní chytrý telefon má výkon jako nejvýkonnější počítač na světě, který se dal před několika lety koupit a byl o rozloze několika metrů. [15]

5.5.2 Metkalfův zákon

Síťový efekt ovlivňuje hodnotu produktu či služby, která exponenciálně roste a jde s počtem uživatelů. [15]

6 Fenomény průmyslu 4.0

Implementace Průmyslu 4.0 využívá nové možnosti nabízené moderními IT, které akcentují zejména prvky mobility, kontextualizaci a personalizaci zařízení. Z toho vyplývá že každé zařízení si pamatuje uživatele, kdo to je a jakým stylem pracuje s uživatelem. Jeden z počátečních vzorů je Iphone od firmy Apple. Dnes už jsou tablety, přes které je možné na základě fotoaparátu a nainstalovaného softwaru kontrolovat auto v reálném čase a vidět na něm chyby nebo závady, které nejsou zřejmé a ihned viditelné. Poutavou je, že technologická revoluce jde proti nynějším procesům a stávajícím informačním architekturám. [8]

6.1 Robotika

Zavládnul zásadní zlom, kdysi to byl robot, fyzikální zařízení, co bylo třeba složitě naprogramovat a umělo několik úkonů. V současnosti se připojí robotický stroj na cloud, kde je systém strojového učení, roboti zde odpozorovávají operátora, to je člověk, co tam operuje. Hrají zde roli velká data, strojové učení a syntetická inteligence to je něco, co se učí samo z dat a systémů, tvoří samo nový kód a poté to rozposílá robotům po celém světě. Současné informační architektury se mění a díky propojení analytik a systémů, dochází k tomu, že řízení se mohou chopit chytří lidé. V jedné firmě může pracovat místo tisíc lidí pouhých sto nebo méně chytrých lidí. Existuje početná část továren, kde už lidí není potřeba vůbec.

Stroje už jsou schopny rozhodovat se sami. Člověk převážně využívá informace a na základě nich se rozhoduje. Chytré stroje sbírají data, budou je zhotovovat a budou přímo rozhodovat a řídit výrobu, jelikož znalosti už mají implementovány přímo v sobě. Vyznačující faktorem je, že při zadání úkonu je počítač rychlejší a méně chybující než člověk. Jednoduchým příkladem je automobil od automobilky Tesla. Auto má plně vybavený hardware, mnoho senzorů, kamer, čidel a nejvyspělejší software, který lze na dálku automaticky upgradovat a vylepšovat. [16]

6.2 Rozhraní

Monitor kde se něco zaznamenává neboli chatbox. Spadají sem roboti, kteří pracují na úrovni psaného textu, ale už i v podobě zvuku nebo obrazu. [13]

6.2.1 Aditivní výroba 3D tisk

První automobil byl vyroben firmou Local Motors se zapojením 3D tiskárny, také vznikl první opensource automobilu. Firma má najaté designéry, kteří údajně jsou v utajení, jelikož jsou z rozdílných jiných automobilek. Auto je u nich možné nechat vytisknout na díly.



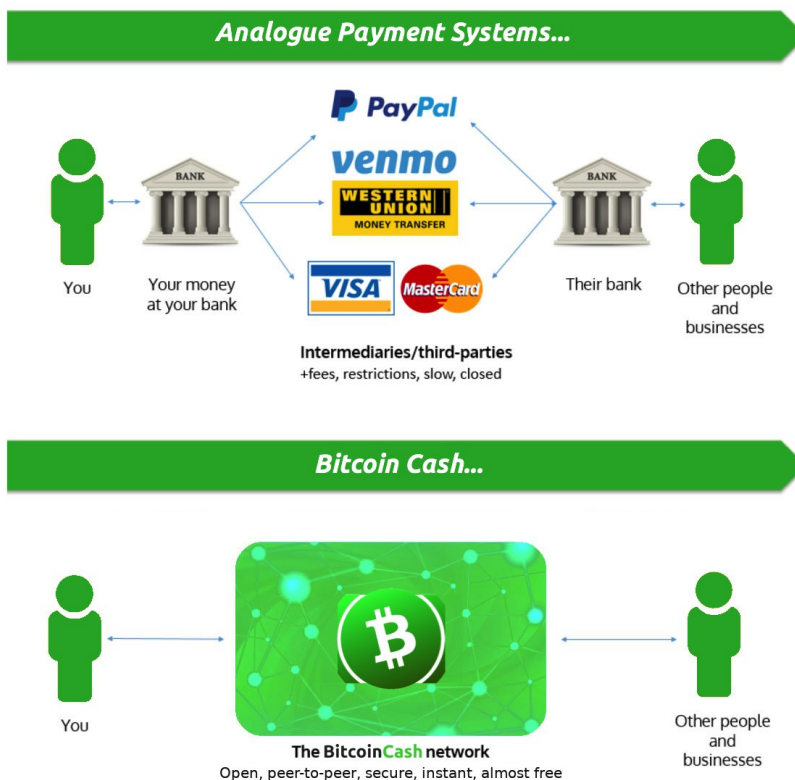
Obrázek 7: První auto z 3D tisku [27]

Jednotlivé díly poté samostatně anebo s pomocí firmy poskládat. Opticky se jeví auto jako něco mezi letadlem raketou a autem. To je jeden ze směrů, kterým se může vydat automobilový průmysl v budoucnu z hlediska výroby. [16]

6.3 Blockchain a kryptoměny

U kreditních karet celá procedura trvá 2 až 3 dny, jedná se o sofistikovaný proces, existuje několik prostředníků a jsou zde 2 procesní kroky. Prvním krokem je autorizace a druhým přenos transakce do clearingového systému. Když vše proběhne clearingovým procesem, tak platba reálně proběhla. Tento model je zdlouhavý a drahý.

V blockchainu se při zasílání financí vytvoří virtuální peněženka, která se nabije danou kryptoměnou a zásadní rozdíl oproti současné bezhotovostní transakce je, že peníze jsou v okamžiku odeslání na jiném účtě skoro v reálném čase., nezávisle na tom, jestli převod probíhá v jedné zemi, v Evropské unii, nebo z EU do USA. Další benefit spočívá, že k převodu není potřeba mít banku, ani národní měnu. Existuje primární infrastruktura, která mimo přesouvání financí umožňuje evidovat transakce mezi stroji. Do budoucna je vidina toho, že stroje budou mít peněženku a při vyhotovení polotovaru uhradí částku klient přímo příslušnému stroji.



Obrázek 8: Srovnání mastercard vs blockchain [28]

Užití je reálné skoro všude při platbě, jeden z mnoha vzorů je platba za elektřinu. Spotřebiteli je doručována každý měsíc faktura, tu musí platit a jsou zde placení další lidé za zprostředkování, tento systém je vcelku zastaralý. [17]

6.4 Platformizace

Je nový business model, kde konkrétně v Airbnb někdo nabídne nemovitost a kdosi si jí objedná. Tato platforma neprovádí nic jiného než že něco umožňuje mezi dvěma zákazníky. Také filtruje, co asi tak klient zrovna požaduje a na co má finanční prostředky, tím zprostředkovává rozmanitým aktérům vzájemnou interakci a tím abstrahuje hodnotu reálné světa a přináší to do světa digitálního.

V zemědělství to funguje tak, že produkt = traktor je propojen s nějakou inteligencí, ta obsahuje senzory a zvládá autodiagnostiku. Následující krok je propojení dvou traktorů, tím pádem jsou veškeré traktory mezi sebou propojeny a jsou schopni komunikovat mezi sebou. Traktor v sobě uchovává data o počasí, které si stahuje automaticky přes internetové připojení, také má algoritmy, jak zasít obilí. Tímto se přesouvá od fyzického modelu k digitálnímu produktu. [32]

6.5 Transformace automobilového průmyslu

Od počátku Henryho Forda je zde další start-up automobilového průmyslu. Nynější auta vlastní v řídicí jednotce 50 až 100 miliónů řádků kódu. V současnosti hodnota auta je ze 40% software. V dohledné době se předpokládá že 80% hodnoty auta bude obsahovat 200 až 300 miliónů řádků a jaké kvalitní digitální služby je automobil schopen nabídnout.

Automobilka Tesla má i odlišný druh prodeje co se týče business modelu. Auto dodávají přes web a nevyžadují žádné distributory, velmi se ubrala cesta od výroby k zákazníkovi. V USA toto řešení směřuje k problémům, dokonce v nějakých státech je prodej Tesly nepovolen

z důvodu boje Dealerů konkurenčních značek, kteří se spojili a šli proti tomuto systému. Tesla reagovala tak, že v těchto státech auto neprodává, ale pokud se objeví zájemce, automobil mu bude dovezen do příslušného státu. Z toho plyne, že ne pro každou inovaci je trh připraven a vítá ji s otevřenou náručí. Podobný problém tohoto typu, celosvětově známý je mezi klasickými taxikáři a řidiči společnosti Uber. 90 % inovací v automobilovém průmyslu je již software. Značně podstatný v softwaru je operační systém a technický model. Model popisuje, jak auto bude pracovat v síti služeb a operační systém stanovuje, jak bude v té síti zapojen.

Auto je v nynější době chápáno jako nosičem služeb. Jeho ekosystém služeb obsahuje parkovací službu, datovou službu na mapy pro navigaci a jsou stále vytvářeny různé aplikace pro automobily. V příštích letech může být auto bráno jako internetový vyhledávač v reálném světě. Na obrázku níže zaujme rozměrný monitor automobilu, který zobrazuje, co se děje před automobilem a kde se řidič s automobilem nachází. Průměrné nynější auto od automobilky Tesla má 16 kamer, a proto v budoucnu by bylo reálné použít auto i jako vyhledávač v reálném čase. [16]



Obrázek 9: Software Tesly [29]

7 Analýza podniků

7.1 Úvod do analýzy konkrétních podniků

Pro snažší porozumění kontextu adaptace Průmyslu 4.0 v České republice, je praktická část složena na základě výsledků z různých průzkumů, postupně navazujících v čase. Na těchto výsledcích je jasnější, jak firmy pomalu začínají přikládat význam Průmyslu 4.0 a uvědomovat si, že je důležitý. Existuje mnoho dokumentů, které se zabývají se hodnocením situací průmyslu 4.0. Jeden z nejkvalitněji zpracovaných je průzkum s názvem „Průmysl 4.0 v České republice – aktuální stav, příležitosti a výzvy“, který vytvořila Česko-německá obchodní a průmyslová komora. Dokument je nazván příkladně a nadčasově: Téma roku ČNOPK 2015. Důležité je uvést, že od té doby uplynulo 5 let, ale toto téma roku je pořád aktuální a spíše začíná být aktuálnější. Dokument, který je z roku 2015 a popisuje vyhodnocení průzkumu, který tato komora dělala. Průzkum pochází z období od 26.2. -11.3.2015 a zúčastnilo se jej 274 subjektů napříč všemi sektory průmyslu. Nachází se zde celkem 9 otázek. Zajímavá otázka byla zaměřená na předpověď vývoje stavu počtu pracujících. Jsou poznamenány hlavní výpovědi a další otázky jsou vnořeny do dnešní doby a výzkum byl prováděn u firmy Siemens a.s. a Škoda Auto.

7.1.1 Dotazování společností

V období nouzového stavu v České republice, z důvodu vyskytující se onemocnění SARS-CoV-19 byli respondenti tázáni pomocí emailové schránky a komunikace byla kvalitní. Všechna data jsou z období 15.3.2020.-15.6.2020. Zajímavé je sledovat, jak se odlišují odpovědi. V souhrnu odpovídalo 20 zaměstnanců z odlišných profesí ze Siemensu dalších 20 zaměstnanců ze Škoda Auto. Při průzkumu se objevila lehká komplikace z důvodu nouzového stavu ohledně SARS-CoV-19, jelikož nebyl dobrá nálada a někteří neměli náladu na vyplňování dotazníků, na druhou stranu mnoho lidí bylo doma a měli více času než jindy.

Zde jsou **zadané otázky**:

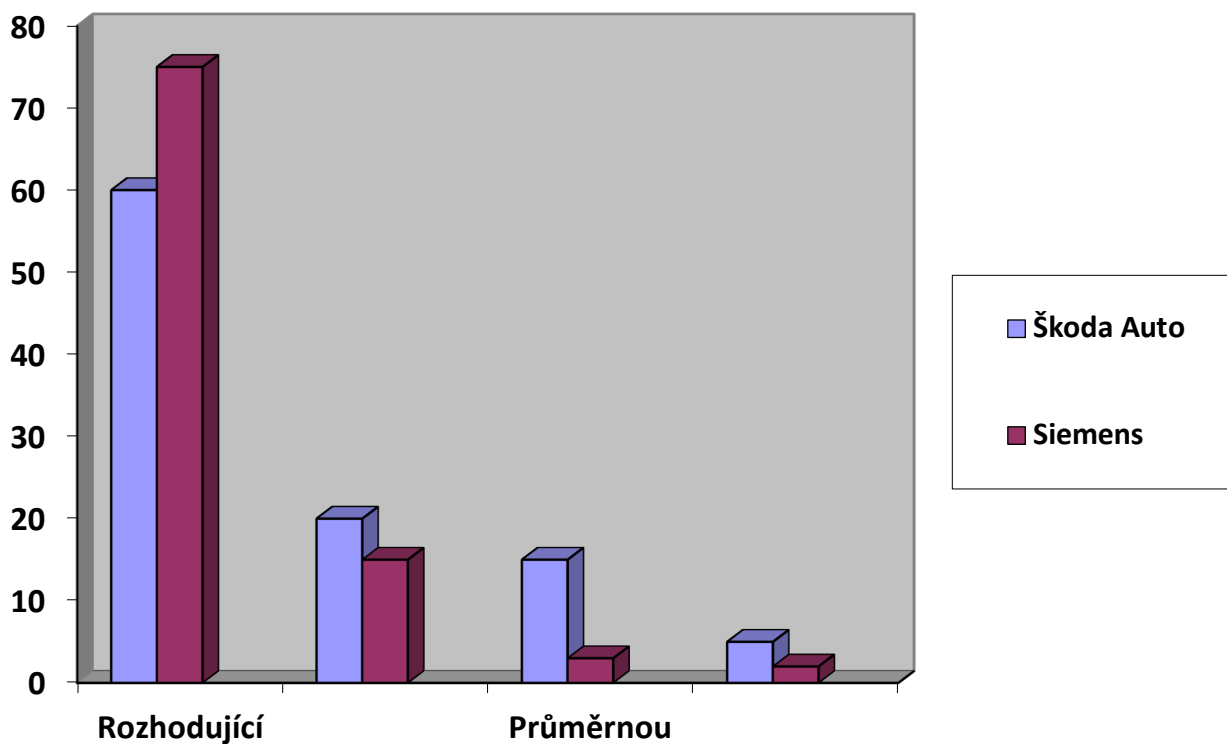
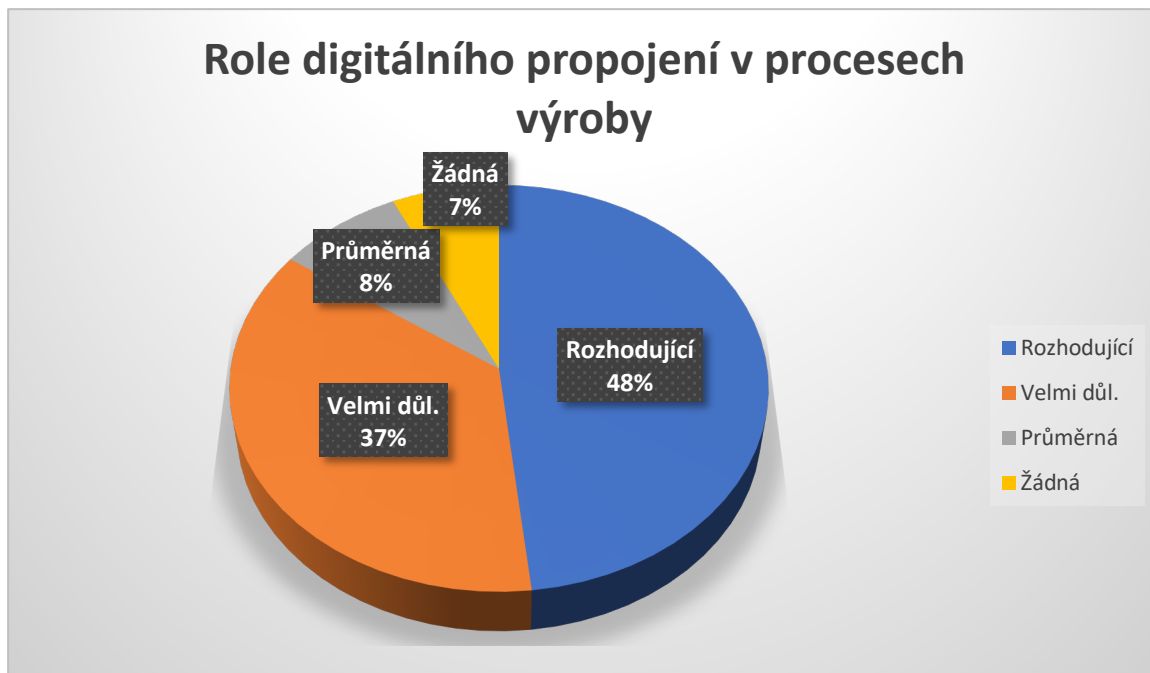
- 1) Jakou roli hraje digitální propojení v procesech výroby a tvorby ve Vašem podniku?
- 2) Myslíte si, že digitalizace bude mít vliv na počet zaměstnanců?
- 3) Myslíte si, že jste dostatečně kvalifikovaní pro tuto práci?
- 4) Je Váš podnik již digitalizován?
- 5) Bude Váš podnik do budoucna plně digitalizován?
- 6) Očekáváte, že digitalizace bude mít vliv na počet zaměstnanců ve Vaší firmě?
- 7) Máte ve firmě již oddělení plně digitalizované?
- 8) Vnímáte riziko digitalizace jako riziko nebo obavu?

Dotaz 1: Jak vysoká je role digitální propojení v procesech výroby a tvorby v podniku ve kterém pracujete?

Graf byl vytvořen ze zprůměrovaných výsledků respondentů obou firem. V odpovědích nebyly výrazné odlišnosti.

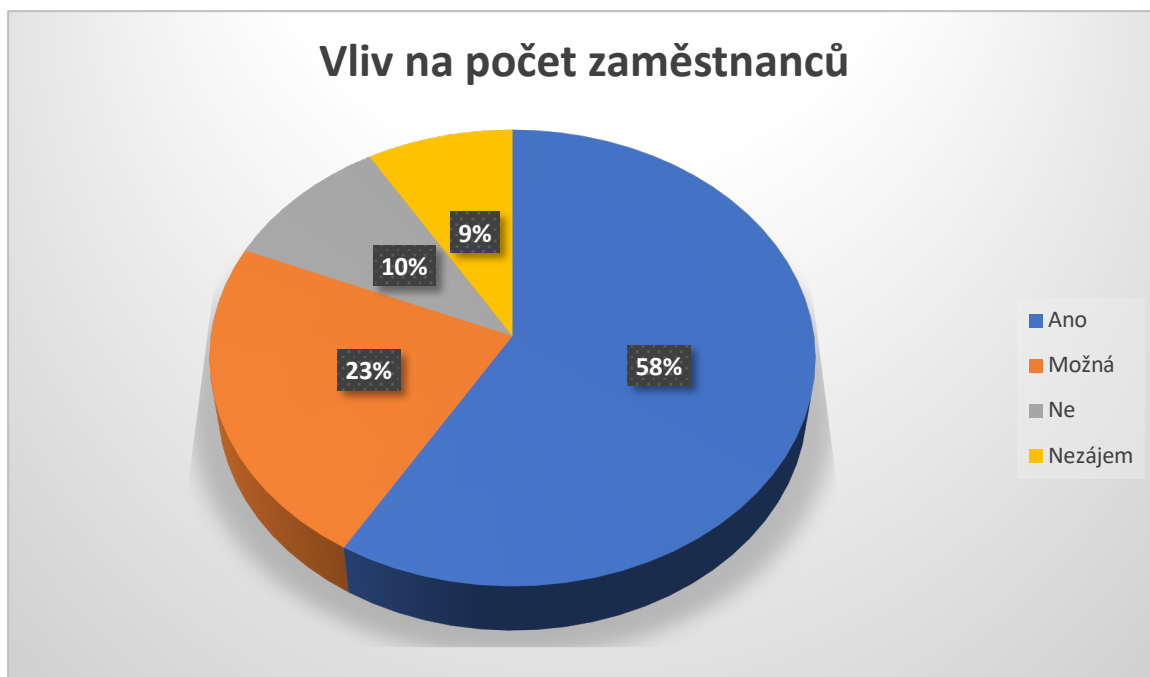
Odpovědi na výběr:

- (a) rozhodující
- (b) velmi důležitou
- (c) průměrnou
- (d) žádnou.



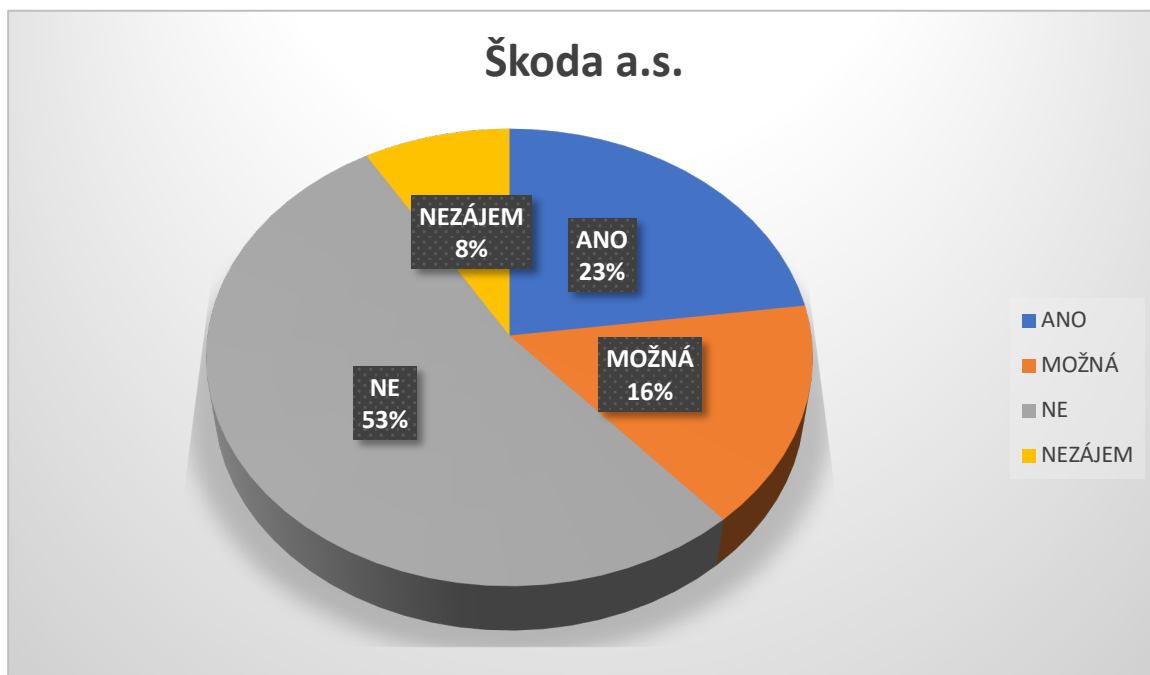
Otázka č. 2: Domníváte se, že bude mít digitalizace vliv na počet zaměstnanců?

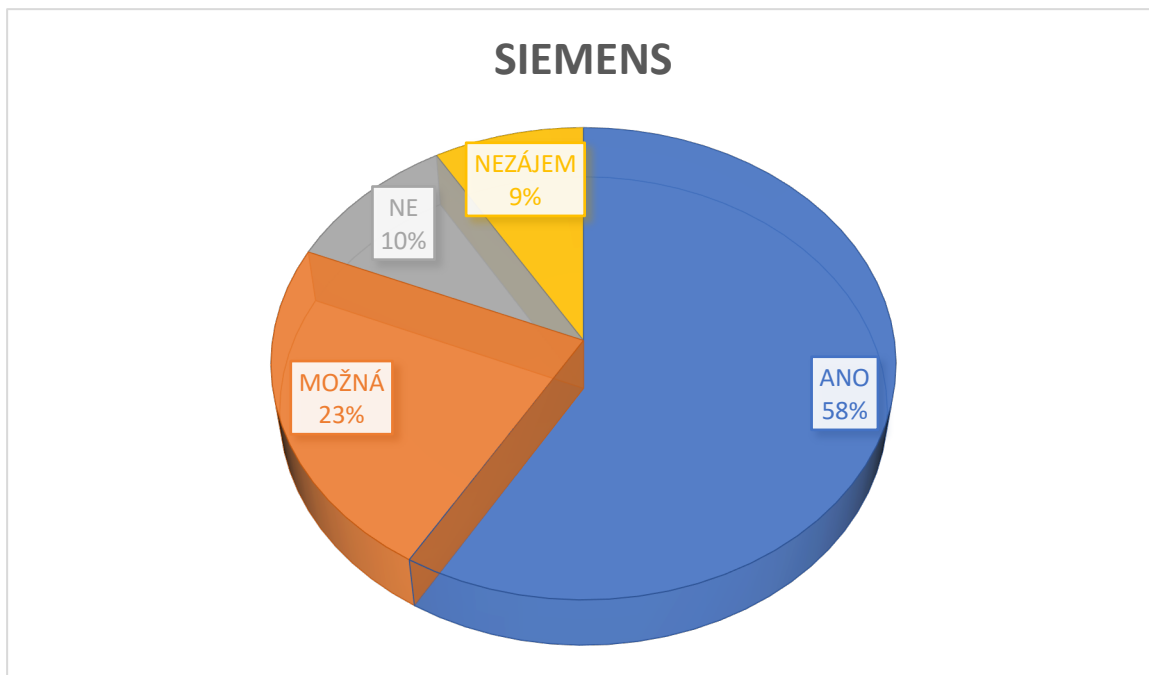
Graf byl vytvořen ze zprůměrovaných výsledků respondentů obou firem. V odpovědích nebyly výrazné odlišnosti.



Otázka č. 3: Myslíte si, že jste dostatečně kvalifikovaní pro tuto práci?

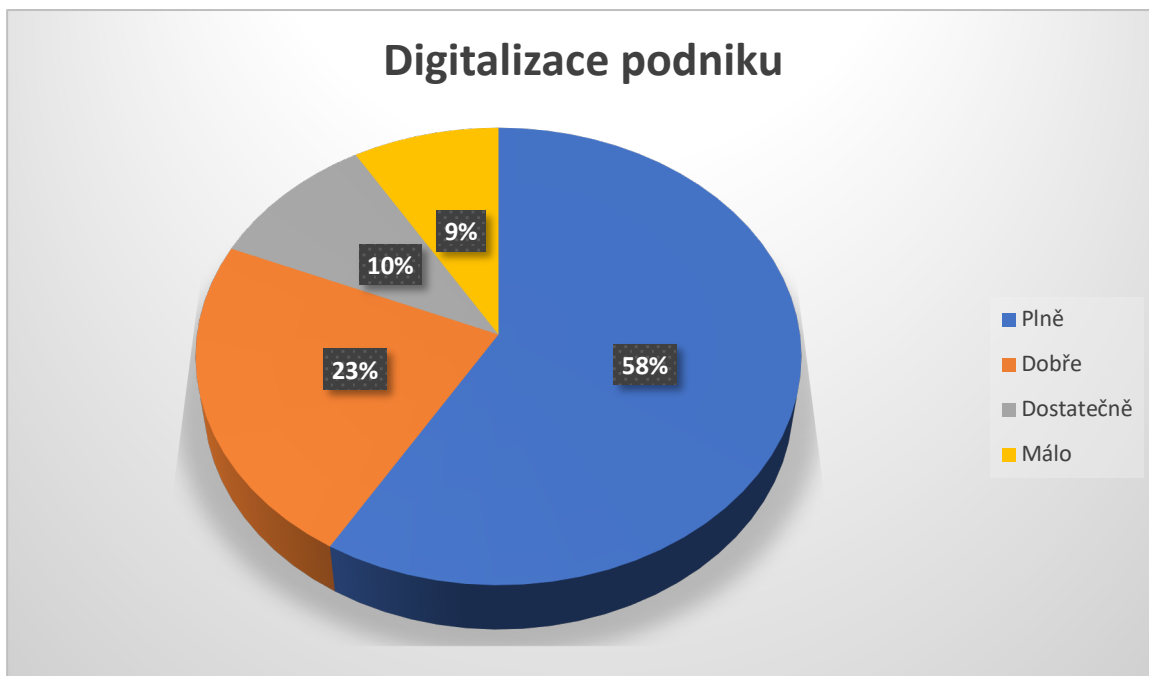
Tyto grafy na dvě části, z důvodu odlišnosti. Lidé ze společnosti Siemens a.s. jsou více kvalifikovaní a mají větší odhodlání. Z důvodu rozdílnosti se výsledky rozdělily do dvou grafů.



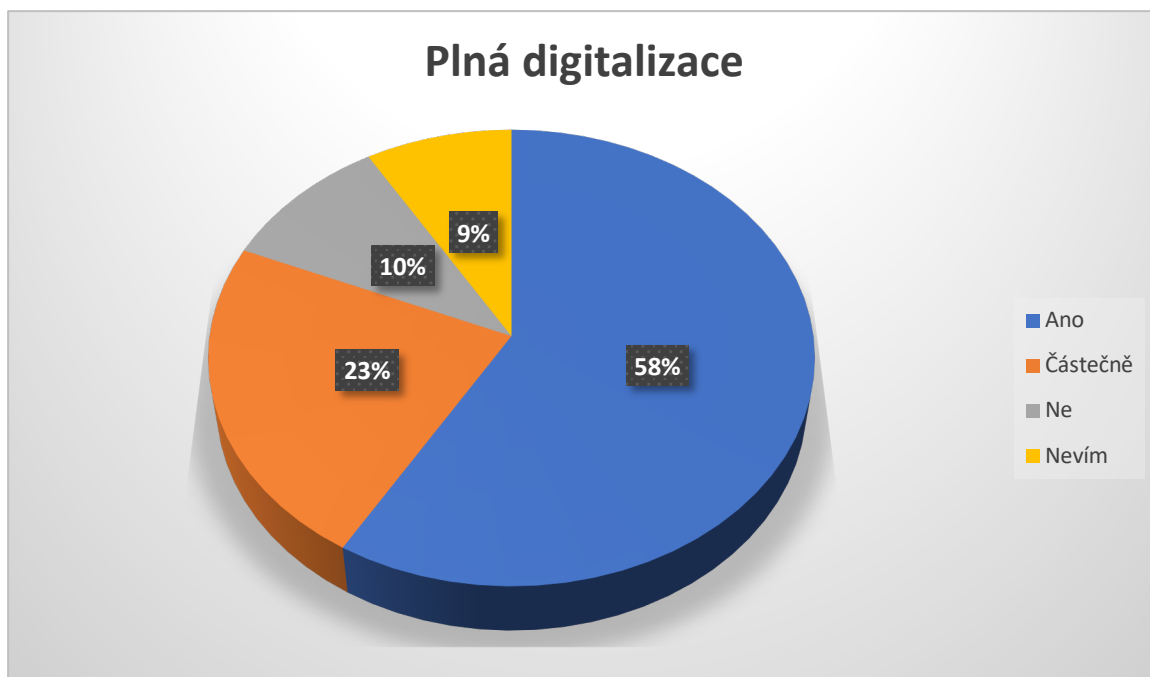


Z grafu vyplývá fakt, že v podniku Škoda Auto a.s. je více zahraničních dělníků.
Výsledky mohla značně ovlivnit situace ohledně SARS-CoviD-19.

Otázka č. 4: Myslíte si, že je váš podnik již digitalizován?



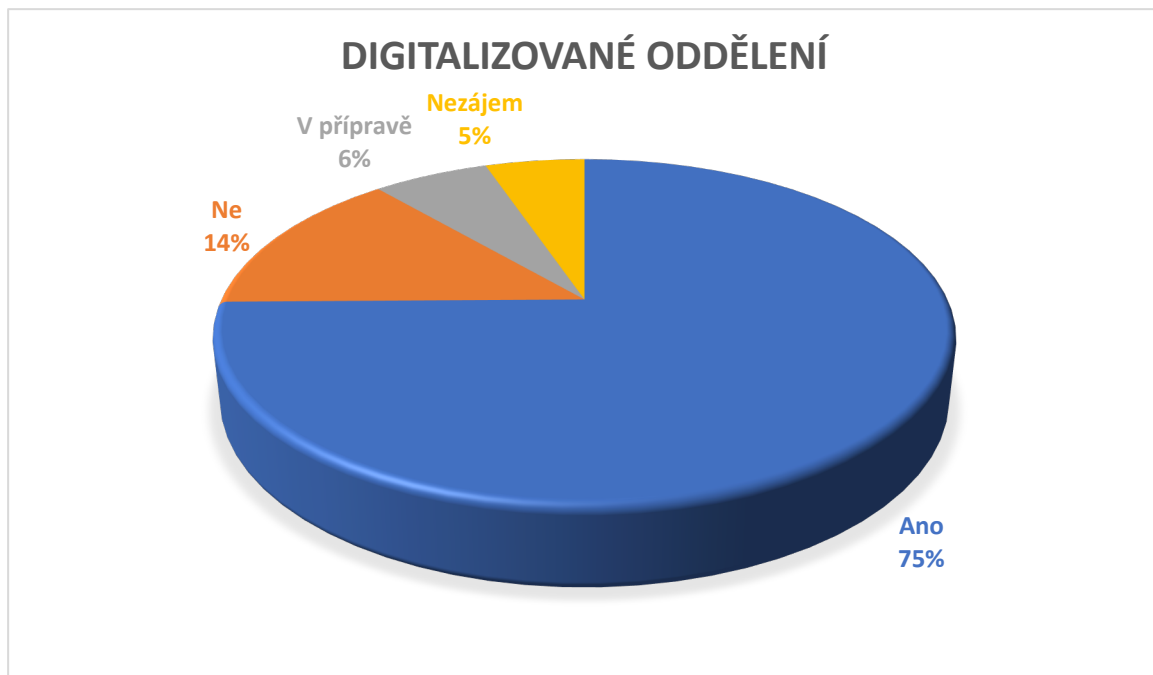
Otázka č. 5: Myslíte si, že do budoucna plně podnik plně digitalizován?



Otázka č. 6: Myslíte si, že digitalizace ovlivní počet zaměstnanců ve vaší firmě?

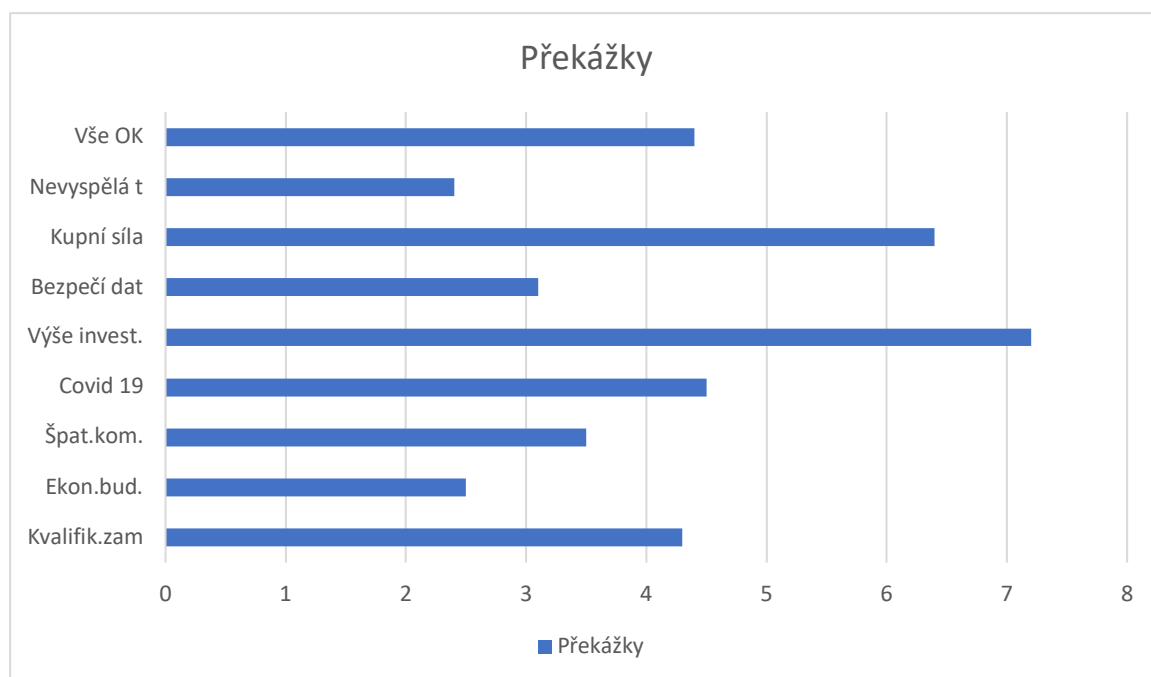


Otázka č. 7: Je ve vaší firmě některé oddělení, které je již plně digitalizované?



Zde jsou dotazy týkající se rizik a obav z digitalizace z pohledu zaměstnanců. Bylo možné si vybrat i k více odpovědím. Zde jsou konkrétní odpovědi:

- 1) kvalifikace zaměstnanců
- 2) ekonomická budoucnost podniku
- 3) špatná komunikace managementu se zaměstnanci
- 4) pokračování období Covidu-19
- 5) výše investic
- 6) bezpečnost dat
- 7) kupní síla
- 8) nedostatečně vyspělé technologie
- 9) nevidíme žádné překážky



7.2 Zhodnocení dopadů implementace Průmysl 4.0 v podnicích Siemens a.s. a Škoda

Většina zaměstnanců má stále obavy z budoucnosti, třeba z důvodu, že podnik bude více investovat a potom nebude na výplaty zaměstnancům, nebo se sníží odměny.

Vedení podniků, na základě emailové komunikace ze tří čtvrtin nepředpokládali znatelnou změnu v počtu zaměstnanců. Změny nastanou z důvodu, že se budou muset zaměstnanci překvalifikovat na nové technologie.

7.2.1 Dopady z hlediska bezpečnosti

Podniky vědí, že se s přechodem Průmyslu v praxi vyskytují i určitá rizika a jako největší riziko při implementaci Průmyslu 4.0 vidí podniky bezpečnost dat, konkrétněji slabší ochranu interních dat před útoky z vnějšího okolí. Vývoj Průmyslu 4.0 mohou brzdit překážky, a to autonomní výroba a nejmodernější technologie dostupné na trhu. Nejmodernější technologie jsou drahé, jsou zde vysoké investice, bude tedy přechod průmyslu hodně zainvestovat.

7.2.2 Dopady z hlediska kvalifikace

Dále bude nezbytné také hodně investovat do kvalifikace zaměstnaných pracovníků. V této oblasti podnik velmi zvažuje, kdo je správný kandidát na přeškolení a kdo nikoli. Kandidát, kterému zbývá rok, nebo dva do důchodu, ten je téměř bez šance a je z řízení vyřazen. Bude muset dokončovat běžné práce které dělal doposud, nebo se přesune na práci kde je potřeba jen základní, orientační školení. To platí i brigádníky, cizince, ti budou dělat pouze pomocné práce.

Firmy a vlády si více začínají uvědomovat, že kdo nezavádí Průmysl 4.0 ve své výrobě, může selhat v konkurenčním boji. Českou republiku, zemi se kvalitním automobilovým průmyslem a relativně menší a otevřenou ekonomikou v srdci Evropy by to mělo více zajímat. Automobilový průmysl, kde termín Průmysl 4.0 vznikl a je po světě nejrozvinutější, je pro Českou republiku velmi důležitý.

7.2.3 Dopady z hlediska financí

Vláda jde naproti automatizaci a digitalizaci, a to nejen z finanční stránky. Na základě aplikování senzorů jsou roboti schopni sledovat okolí, ve kterém se nacházejí a ihned na něj dle zdrojového kódu reagovat. V souvislosti s pokročilou robotikou tak dojde k značné úspoře nákladů. Sensory jsou tím klíčovým nástrojem, co umožňuje další revoluci. Vyšší počty senzorů a schopnost těchto senzorů akumulovat hodnotná data budou klíčovými prvky posunu. Kdyby nebylo senzorů, tak by ani ty nejkvalitnější počítače řídící automatizační proces nebo ty nejkvalitnější výrobní systémy neměly z čeho získávat a vyhodnocovat všechna data. Jedná se o propojení internetu věcí a internetu služeb.

Další ekonomický dopad, který se týká podniků, jejichž prvky Průmyslu 4.0 implementují, je vyšší ziskovost v dlouhodobém horizontu. Na základě automatizace a digitalizace očekávají podniky zvýšení efektivnosti a následně vyšší produktivity. Je možné, že pracovní kapitál nebude možno v kratším období udržet krok s inovacemi.

7.2.4 Dopady z hlediska technologie

Koncept IoT zajišťuje úplné propojení mezi veškerými prvky těchto systémů. Jedná se o propojení výrobních procesů v továrnách, jejich dodavatelích, prodeje všech výrobků a služeb, propojení domácností a také lidí. Je to v podstatě globální síť, ve které se sdílí veškeré informace, které jsou vnořeny do virtuálního světa. Tato továrna umožní integrovat data od celopodnikových, fyzických, provozních nebo lidských zdrojů až po data o výrobě, údržbě, zásobách atd. Tato proměna se promítne ve více sektorech národního hospodářství a bude ovlivňovat nejen soukromou, ale také veřejnou sféru. Na vědomí se musí brát, aby byl potenciál ekonomického růstu způsobeného Průmyslem 4.0 uvažován také v souvislosti s ekonomickou situací. Chování ekonomického růstu bude jiné v době ekonomické krize a jiné v době růstu, kdy je ekonomika na svém vrcholu. Při náhradě vysokého množství manuální, náročné práce, roboty a změně podstaty práce, budou zaměstnancům umožněno i ve vyšším věku stále udržet svá zaměstnání. Podniky přitom nebudou muset zaměstnávat mladší a fyzicky silnější pracovníky do výroby, protože tuto práci budou zajišťovat stroje.

7.2.5 Dopady z hlediska obav zaměstnanců

Jedna z obav je, že pracovníci nebudou zvládat dostatečně rychle získat kvalifikaci, která bude potřebná pro novější úkony, které přinese nová průmyslová revoluce. Nejvíce bude ohrožená rutinní manuální práce. Práci, při které se úkony pravidelně opakují, dokážou stroje velmi snadno nahradit, to se aktuálně už děje. V kratším období tak je možné očekávat, že nástup nových technologií bude způsobovat problémy na trhu práce. To se stane tím, že nové technologie nahradí lidskou práci. Lidé budou muset změnit náplň své práce. Na tento druh práce nebudou zatím dostatečně kvalifikováni, a proto pro ně bude problém najít si práci někde jinde. To způsobí vyšší nezaměstnanost. Představa technických výroby a výpočetních podniků je reálná, ale zatím nebudou nahrazeny myšlenkové práce a místa, které jsou například role právníků nebo účetních.

7.2.6 Dopady z hlediska bezpečnosti

Firmy budou muset investovat více do bezpečnosti než tomu bylo před Průmyslem 4.0. S vyspělejšími technologiemi a rostoucím počtem kvalitních hackerů je větší problém ochrana dat. Pokud by na některé firmy byl úspěšný hackerský útok, má to fatální následky, v tom nehorším případě může jít i o životy. Pokud by nějaký hacker naboural síť nějaké firmy, tak by mohl třeba změnit chod robotů, nebo dokonce aut. V jiné kategorii dat by mohli hackeři ukrást

velmi citlivá data, know-how, nebo data pouze smazat, to by bylo taky velmi problematické a mělo vysoké škody.

8 Závěr

Z průzkumů firem plyne, že by se zaměstnanci měli začít připravovat na přicházející revoluci. Ti, kteří budou kvalifikovaní v oblasti Průmyslu 4.0 budou mít výhodu a v případě nečekané změny v podniku je jednotlivec připraven, dostane lepší práci, nebo bude mít na výběr.

Investice, které firmy do inovace vloží, se jim vrátí. Takže by se firmy neměly bát investic, jen je důležité si částky podrobněji propočítat.

Dopady 4. Průmyslové revoluce pozná snad každé odvětví, hlavně za pomoci virtuální reality, digitalizaci, IoT a přicházejícím nejrychlejším 5G sítím.

Firmy nesmí podcenit bezpečnost, pokud se stane díky inovaci nějaká nehoda, média a vlády se toho ihned chytou a začne být strach a můžou padnout i zakázky v používání některých nástrojů. Z reálného případu může být vzor automobil od automobilky Tesla, která najede bez nehody 1 milion kilometrů, při nájezdu přes milion se automobil dostane do situace, na kterou není zatím naprogramován a způsobí nehodu. Tato událost se pak zvětšuje a šíří mezi lidmi. Ale už se nikde neříká že obyčejný řidič chybuje v průměru chybuje častěji než po nájezdu 1 milion kilometrů.

Technologie, které jsou dostupné všem se i postupně dostávají do obvyklé výroby. Průmysl 4.0 zavádí to, že z výroby se stane služba. Je zde UBER, nebo AIRBNB, stejné principy se implementují ve výrobě. Práci, kterou mohou dělat stroje a dělají ji lidé budou dělat pouze stroje a lidé budou pracovat tam, kde stroje pracovat nemohou, tam kde je potřeba kreaace, kde je potřeba něco promyslet a musí se stanovit řešení.

Průmyslem 4.0 obsahuje trend vytváření automatických továren, kde se koná výroba pouze pomocí strojů.

Ekonomické důsledky – vyplní se vize mnoha politiků, že průmysl 4.0 vrátí výrobu zpět do USA a Evropy, jelikož se oddělí vyšší cena práce, která obsahuje cenu výrobku. Bude nárůst produktivity a výnosu, vzniknou dopady při přerozdělování peněz, ovlivní to i dávky a podpory.

Majitelé výrobních prostředků nebudou vládnout, v současné době už kdokoliv pomocí portálu YouTube se může stát influencerem, může být slavný, sdělovat cokoli na veřejnost. Stejná věc se stane ve výrobě, návrh budou mít ti, kteří budou mít nápad a nemusí mít žádné stroje, aby ten nápad zrealizovali, pomocí může 3D tisk a pokud se to něco vyrobí v České republice, nebo v Německu, na tom už nezáleží.

Možná základní změna v průmyslu 4.0 zní, že továrny budou budovat blíže k místu spotřeby. Z aktuálního zpravodajství se jedná o společnosti Apple, která nedávno oznámila, že bude vracet svoji výrobu zpět do Spojených Států. To vše zapříčiňují nové technologie, uskutečnitelnost nové distribuce energie, vytváření autonomních továren, začínající návrat z Asie do tradičních zemí.

U strojů je velké pozitivum v tom, že nepotřebují pauzy, nemají hlad a neznají únavu. Člověk je z 8 pracovních hodin opravdu produktivní 3 hodiny bez pauzy, velmi záleží na typu prováděné práce, také pokud jde o fyzickou práci, nebo o práci náročnou na myšlení. Stroje mohou pracovat nepřetržitě 24 hodin 7 dní v týdnu.

9 Seznam použitých obrázků

Obrázek 1: Průmyslové revoluce	8
Obrázek 2: Graf času a produktivity podniků.....	10
Obrázek 3: Síťování všech zařízení	12
Obrázek 4: Všichni v jedné síti.....	17
Obrázek 5: Testbed v praxi.....	20
Obrázek 6: Autonomní výroba v reálu.....	22
Obrázek 7: První auto z 3D tisku.....	27
Obrázek 8: Srovnání mastercard vs blockchain.....	28
Obrázek 9: Software Tesly.....	29

10 Seznam použitých zdrojů

- [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, D.: Průmysl 4.0 aneb nikdo sám nevyhraje. Praha, Professional Publishing 2017, ISBN: 978-80-906594-4,
- [3] Virtual reality [online]. [cit. 2020-06-29]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_reality.
- [4] Brýle pro VR [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné z: [https://samsungmagazine.eu/2018/04/09/recenze-vr-box-nejlevnejsi-zpusob-jak-vstoupit-do-sveta-virtualni-reality/gallery/28498,28497,28503,28498,28500,28502,28501,28499,28504/#scrollto 600](https://samsungmagazine.eu/2018/04/09/recenze-vr-box-nejlevnejsi-zpusob-jak-vstoupit-do-sveta-virtualni-reality/gallery/28498,28497,28503,28498,28500,28502,28501,28499,28504/#scrollto%20600).
- [5] ČIERNY, Michal. *Kvalita a Industry 4.0_cz* [online]. [cit. 2020-01-06]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/tisk-a-media/aktualni-vzdelavani/kvalita-a-industry-4-0cz>
- [6] Safety Measures for the Industrial Workplace – Present and Future. *Japanindustrynews.com* [online]. [cit. 2020-06-06]. Dostupné z: <https://www.japanindustrynews.com/2016/01/safety-measures-industrial-workplace-present-future/>
- [7] *Mpo.cz* [online]. [cit. 2017-12-05]. Dostupné z <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/53723/64358/658713/priloha001.pdf>
- [8] *Pctuning.tyden.cz* [online]. 2016 [cit. 2020-05-06]. Dostupné z: <http://pctuning.tyden.cz/multimedia/hry-a-zabava/40951-4-prumyslova-revoluce-staneme-se-obeti-pokroku>
- [9] POHANKA, Pavel. *I2ot: Internet věcí* [online]. 2017 [cit. 2020-05-01]. Dostupné z: <http://i2ot.eu/internet-of-things/>
- [10] Národní iniciativa Průmysl 4.0. *Businessinfo.cz* [online]. 2015 [cit. 2020-06-04]. Dostupné z: <http://www.businessinfo.cz/cs/clanky/narodni-iniciativa-prumysl-40-71386.html#!&chapter=5>
- [11] Průmysl - vývoj průmyslových tržeb v ČR, 2017 - 5 let. *Kurzy.cz* [online]. [cit. 2020-07-05]. Dostupné z: <http://www.kurzy.cz/makroekonomika/prumysl/>
- [12] INICIATIVY PRŮMYSL 4.0, PRÁCE 4.0 A VZDĚLÁVÁNÍ 4.0. *Nuv.cz* [online]. [cit. 2020-07-03]. Dostupné z: <http://www.nuv.cz/eqf/iniciativy-prumysl-4-0-prace-4-0-a-vzdelavani-4-0>
- [13] *Trendy v logistice: Roboti i just-in-time* [online]. 7.9.2016 [cit. 2020-07-20]. Dostupné z: <https://www.businessinfo.cz/cs/clanky/trendy-v-logistice-roboti-i-just-in-time-82130.html>
- [14] SIDORA, Juraj. *Logistika 4.0* [online]. 30.9.2017 [cit. 2020-07-11]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/logistika-4-0-cz>

[15] TOMAN, Pavel. LOGISTICE VLÁDNE ŘADA NOVÝCH TRENDŮ, PŘEDEVŠÍM AUTOMATIZACE. *Elogistika*[online]. 2016 [cit. 2020-07-11]. Dostupné z: <https://www.elogistika.info/logistice-vladne-rada-novych-trendu-predevsim-automatizace/>

[16] *Umělá inteligence – horký trend v logistice* [online]. 10.8.2017 [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <http://www.logisticsacademy.net/blog/moderni-technologie/umela-inteligence-horky-trend-v-logistice>

[17] *Logistika v rukou umělé inteligence a technologie Blockchain* [online]. 27.9.2016 [cit. 2020-07-04]. Dostupné z: <http://www.kla.cz/cs/aktualne/91/logistika-v-rukou-umele-inteligence-a-technologie-blockchain>

[18] Martínek J., „BusinessInfo.cz,“ [Online]. 27.9.2016 [cit. 2020-07-04]. Dostupné z: <http://www.businessinfo.cz/cs/clanky/jan-mladek-prumysl-40-je-cestou-k-udrzeni-nasi-konkurenceschopnosti-75605.html>.

[19] AUTOMA, "Industrie 4.0" 2015. [Online]. [cit. 2020-07-04]. Dostupné z: http://automa.cz/cz/casopis-clanky/referencni-model-struktury-industrie-4-0-rami-4-0-2015_11_54254_6868/

[20] TOMEK, Gustav a VÁVROVÁ, Věra. *Průmysl 4.0, aneb, Nikdo sám nevyhraje*. První vydání. Píluhonice: Professional Publishing, 2017. 200 stran. ISBN 978-80-906594-4-5.

[21] [https://cs.wikipedia.org/wiki/Průmysl_4.0#/media/File:Industry_4.0_\(cs\).png](https://cs.wikipedia.org/wiki/Průmysl_4.0#/media/File:Industry_4.0_(cs).png)

[22] <http://www.i2cat.net/en/blog/industry-40-strategy-europe>

[23] <https://www.nist.gov/news-events/news/2015/09/nist-releases-draft-framework-help-cyber-physical-systems-developers>

[24] <https://www.sick.com/ag/en/sensor-intelligence-in-the-smart-factory/w/smartfactory/>

[25] <https://www.pradiptaghosh.com/img/irisbot2.png>

[26] <https://www.actemium.com/en/smart-industry/smart-process/the-industrial-robot-reinventing-the-factory/>

[27] <https://boygeniusreport.files.wordpress.com/2014/09/local-motors-strati-3.jpg?quality=98&strip=all&w=782>

[28] <https://i.redd.it/yxwj678vt0z01.jpg>

[29] <https://fortunedotcom.files.wordpress.com/2016/10/gettyimages-609781368.jpg>

[30] AMSP ČR. O asociaci. Asociace malých a středních podniků a živnostníků ČR [online]. [cit. 2020-07-02]. Dostupné z: <http://www.amsp.cz/o-asociaci>

[31] M. Rüßmann, P. Gerbert a M. Lorenz, „BCG,“ 2015. [Online]. Dostupné z:
https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx.

[32] BCG, „*Embracing Industry 4.0*,“ 2018. [Online]. Available:
<https://www.bcg.com/capabilities/operations/embracing-industry-4.0-rediscovering-growth.aspx>. [Přístup získán 12 7 2020].

[33] I-SCOOP, „EDUKATIONAL RESOURCE,“ 2018. [Online]. Available:
<https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/>. [Přístup získán 15 7 2020].

11 Seznam zkratk

IT	Informační Technologie
KPI	Klíčový ukazatel výkonosti
MES	System provádění výroby
ERP	Plánování podnikových zdrojů
AP	Přístupový bod
PLC	Životní cyklus produktu
PC	Osobní počítač
MSP	Malé a střední podniky
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
OSVČ	Osoba samostatně výdělečně činná
SARS-CoV-19	Koronavirus SARS-CoV-19
IoT	Internet věcí