

Úroveň implementace Průmyslu 4.0 ve vybraných regionech

Jiří Machynka

Bakalářská práce
2022



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Jiří Machynka
Osobní číslo:	T21846
Studijní program:	B3909 Procesní inženýrství
Studijní obor:	Technologická zařízení
Forma studia:	Kombinovaná
Téma práce:	Úroveň implementace Průmyslu 4.0 ve vybraných regionech

Zásady pro vypracování

1) Vypracování teoretické části:
Charakteristika Průmyslu 4.0
Charakteristika metod sběru dat pro výzkum
Zásady statistického vyhodnocení šetření

2) Vypracování praktické části:
Nastavení metodiky sběru informací
Statistické šetření
Vyhodnocení získaných dat

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

CHROMJAKOVÁ, Felicita, David TUČEK a Roman BOBÁK. *Projektování výrobních procesů pro Průmysl 4.0*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2017. ISBN 978-80-7454-680-8.

MARÍK, Vladimír. *Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku*. Praha: Management Press, 2016. ISBN 978-80-7261-440-0.

BUDÍKOVÁ, Marie, Maria KRÁLOVÁ a Bohumil MAROŠ. *Průvodce základními statistickými metodami*. Praha: Grada, 2010. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3243-5.

TEREK, Milan. *Dotazníkové prieskumy a analýzy získaných dát*. Equilibria, 2019. ISBN 978-80-8143-247-7.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. et Ing. Petra Hámorová**
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **3. ledna 2022**

Termín odevzdání bakalářské práce: **20. května 2022**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D. v.r.
děkan

prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D. v.r.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 24. února 2022

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....
podpis studenta

1) zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevýdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

2) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

3) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon)

ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Úroveň implementace Průmyslu 4.0 ve vybraných regionech se věnuje zjištění současné situace firem v regionu Jihovýchodní Moravy, konkrétně v okrese Uherské Hradiště a Hodonín. V práci se věnuji problematice implementace Průmyslu 4.0 v oslovených firmách. Oslovil jsem lidi z firem, aby vyplnili strukturovaný dotazník. Výsledky jsou prezentovány v této práci. Dále jsem nastínil současné problémy s implementací Průmyslu 4.0 a možné budoucí řešení.

Klíčová slova: Průmysl 4.0, CMS, Big Data, Internet věcí, Internet služeb, Internet lidí, autonomní roboti, Cloud, umělá inteligence

ABSTRACT

The level of implementation of Industry 4.0 in selected regions is devoted to finding out the current situation of companies in the region of Southeast Moravia, specifically in the district of Uherské Hradiště and Hodonín. In this thesis I look into the implementation of Industry 4.0 in the addressed companies. I contacted people from companies to fill out a structured questionnaire. The results are presented in this work. I also outlined the current problems with the implementation of Industry 4.0 and possible future solutions.

Keywords: Industry 4.0, CMS, Big data, Internet of Things, Internet of Services, Internet of people, Autonomous robots, Cloud, Artificial Intelligence

Rád bych tímto způsobem poděkoval vedoucí mé bakalářské práce, paní Ing. et Ing. Petře Hámorové za ochotný přístup, pochopení a věcné rady. Dále děkuji lidem, kteří ochotně vyplnili dotazník. Zvláště za psychickou podporu děkuji své rodině a přítelkyni.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	10
I I. TEORETICKÁ ČÁST	11
1 KONCEPT PRŮMYSLU 4.0.....	12
1.1 HISTORIE PRŮMYSLU 4.0.....	12
1.2 CHARAKTERISTIKA PRŮMYSLU 4.0	14
1.2.1 Základní principy a myšlenky Průmyslu 4.0.....	15
1.2.2 Digitalizace	17
1.3 ZÁKLADNÍ PRVKY	18
1.3.1 Analýza velkých dat (Big Data).....	18
1.3.2 Autonomní roboti	20
1.3.3 Komunikace mezi systémy – IoT – Internet of Things.....	22
1.3.4 IoP – Internet of Peoples (Internet lidí).....	24
1.3.5 IoS – Internet of Services (Internet služeb).....	24
1.3.6 Cloud Computing	25
1.3.7 Umělá inteligence (AI).....	26
1.3.8 Rozšířená realita.....	28
1.4 IMPLEMENTACE PRŮMYSLU 4.0.....	30
II II. PRAKTICKÁ ČÁST	31
2 STANOVENÍ CÍLŮ PRAKTICKÉ ČÁSTI.....	32
2.1 DOTAZNÍK – IMPLEMENTACE PRŮMYSLU 4.0 V REGIONU JIHOVÝCHODNÍ MORAVY	32
2.2 VÝSLEDKY DOTAZNÍKU	34
2.2.1 Kolik je Vám let?	34
2.2.2 V jakém odvětví průmyslu pracujete?.....	35
2.2.3 Co se Vám vybaví pod pojmem Průmysl 4.0?	36
2.2.4 Typ výroby ve vaší firmě?	37
2.2.5 Se kterými z následujících prvků jste se již setkal/a?	38
2.2.6 Které prvky již využíváte ve vaší firmě?	39
2.2.7 Které z těchto prvků se budete snažit implementovat ve vaší společnosti v dohledné době?.....	40
2.2.8 Využíváte ve firmě nějakých cloudových řešení?	41
2.2.9 Spolupracujete při implementaci s nějakými odbornými, výzkumnými organizacemi nebo vysokými školami?	42
2.2.10 Je podpora státu v této oblasti dostatečná?	43
2.2.11 Jaké podmínky by měl stát tvořit, vedoucí k lepší implementaci Průmyslu 4.0?.....	44
2.2.12 Jaké aspekty nejvíce ohrožují implementaci Průmyslu 4.0?.....	45
2.2.13 Plánujete rozšíření automatizace výroby?.....	46
2.2.14 Plánujete přijmout nové zaměstnance specializující se na integraci automatizace a digitalizace? Popřípadě zaměstnance na údržbu těchto zařízení?	46

2.2.15	V jaké míře mohou zákazníci individualizovat produkty, které si objednají?	47
2.2.16	V jakém rozsahu je na vašem pracovišti využíván software k řízení zakázky?	47
2.2.17	V jakém rozsahu je digitalizován průměrný produkt ve vašem portfoliu?	48
2.2.18	V jakém rozsahu jde vaše práce zautomatizovat?	48
2.2.19	Je možné získat vzdáleně přístup k informacím týkající se výroby?	49
2.2.20	Plánujete rozšíření pevných a bezdrátových sítí?	49
2.2.21	Jak důležité je pro vaši firmu sběr a následná analýza dat?	50
2.2.22	Myslíte si, že nové technologie nahradí lidskou práci?	50
2.2.23	Řídil/a byste se pokyny vydanými počítačovými programy nebo robotem?	51
2.3	SOUČASNÝ STAV	52
2.4	ŘEŠENÍ SOUČASNÉ SITUACE	53
2.5	RIZIKA POMALÉ IMPLEMENTACE	55
ZÁVĚR		56
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY		57
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK		60
SEZNAM OBRÁZKŮ		61
SEZNAM TABULEK		62

ÚVOD

Tato bakalářská práce je zaměřena na aktuální téma pro český průmysl. V práci se převážně zajímám o současnou úroveň implementace Průmyslu 4.0 v regionu Jihovýchodní Moravy v průmyslových podnicích v okresech Uherské Hradiště a Hodonín. Bakalářská práce má dvě části. V první teoretické části popisují koncept Průmyslu 4.0. Co si pod ním představit, základní charakteristiky, principy a myšlenky. Následně popisují jednotlivé prvky, které se již implementují do průmyslu a nadále se rovněž pokouším nastínit budoucí technologie. Ve druhé praktické části provádím dotazníková šetření ve výrobních firmách alespoň s 250 zaměstnanci.

Primárním cílem této práce je popsat současný stav implementace Průmyslu 4.0. a dále uvést, co ohrožuje implementaci v podnicích a jaké technologie plánují průmyslové podniky zavést do svého výrobního prostředí v nejbližší době. Následně analyzovat problémy a navrhnout možná řešení pro různé situace a podmínky.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 KONCEPT PRŮMYSLU 4.0

Ve světě se zmiňují pojmy, jako čtvrtá průmyslová revoluce, Industry 4.0 nebo především u nás, Průmysl 4.0. Tyto výrazy se vyskytují čím dál častěji ve společnosti, ať už v průmyslové oblasti nebo u lidí zaměřených například na služby. Tyto změny začínají primárně v průmyslové oblasti, tudíž z toho vychází tento pojem: „Průmysl 4.0.“ [1]

1.1 Historie Průmyslu 4.0

1.1.1 1. Průmyslová revoluce

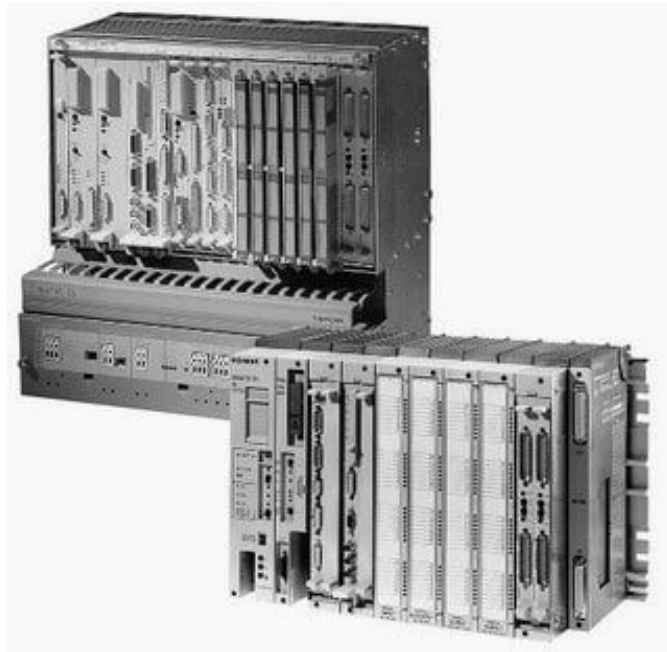
První průmyslová revoluce odstartovala v 18. století objevem páry a mechanizace výroby. Již v průběhu 19. století se dokončoval přechod od ruční výroby ke strojní výrobě v manufakturách. Začalo se hojně využívat parních strojů a k vytápění těchto strojů uhlí. Nastala velká společenská, kulturní i politická změna. Lidé se najednou i mohli přepravovat na velké vzdálenosti – vynález parní lokomotivy. [1] [24]

1.1.2 2. Průmyslová revoluce

Druhá průmyslová revoluce začala v roce 1870, kdy společnost Cincinnati ve svém závodě instalovala první montážní linku. O této průmyslové revoluci mluvíme především se spojením elektrifikace a motorizace. Tomu pomohl vynález žárovky (Thomas Alva Edison), vynález asynchronního motoru (Nikola Tesla) a také vynález spalovacího motoru (Gottlieb Daimler). Začaly se v té době stavět automobily, motocykly, první letadla atd. Revoluce trvala zhruba 100 let. [1] [24]

1.1.3 3. Průmyslová revoluce

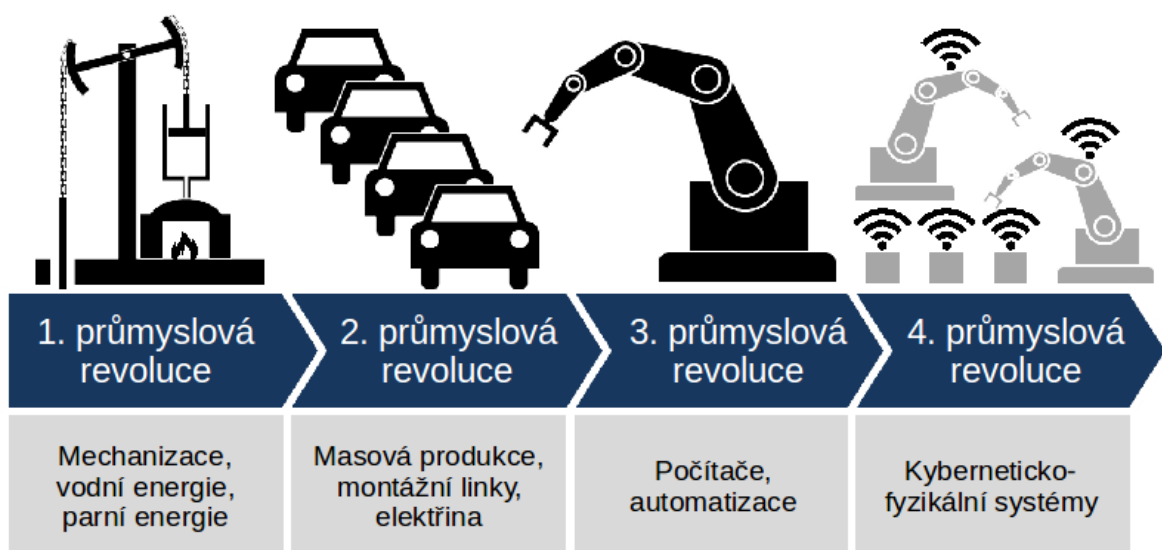
Nejčastěji se uvádí jako začátek třetí průmyslové revoluce rok 1969. Byl vyroben první Programovatelný logický automat (PLC), jedná se v podstatě o malý průmyslový počítač. Vyvíjely se nové materiály a nové výrobní postupy (3D tisk, reverzní inženýrství, ...). Rozvíjel se internet a připojení k síti. Začaly se využívat alternativní zdroje energie. Ke komunikaci a sdílení dat se využívají počítače a jiné chytré zařízení. [1] [24]



Obrázek 1 Modicon 084 – První průmyslový počítač [25]

1.1.4 4. Průmyslová revoluce

Prvotní a základní myšlenka čtvrté průmyslové revoluce se objevila v roce 2011 a její podstata byla představena na veletrhu v Hannoveru v roce 2013. Myšlenku představují kyberneticko – fyzikální systémy (CPS), které mají továrny řídit samy. Inteligentní systémy převezmou většinu systémů a činnosti, které dosud vykonávali lidé. Hojně se budou využívat čidla, čtečky kódů, kamery a jiná zařízení. Předpokládá se růst produktivity až o jednu třetinu. [1] [24]



Obrázek 2 Průmyslové revoluce [18]

1.2 Charakteristika Průmyslu 4.0

Tato čtvrtá průmyslová revoluce transformuje výrobu z jednotlivých samostatných automatizovaných jednotek na soubor plně integrovaných a průběžně optimalizovaných prostředí. Budou vznikat CPS – Cyber Physical Systems (kyberneticko-fyzikální systémy), založené na vzájemném propojení výrobních systémů a zařízení. Tyto CPS se stanou základními stavebními prvky “chytrých továren,” standardem se stane autonomní výměna informací, neodkladné akce se vyvolají v reakci na momentální podmínky a vzájemné nezávislé kontroly. Jednotlivé systémy, stroje, čidla, senzory a IT systémy se navzájem propojí v rámci hodnotového řetězce, který přesáhne hranice své výrobní linky i firmy. CPS propojené tímto způsobem budou na sebe reagovat a analyzovat data, to vše k predikci možných poruch nebo výrobních chyb. Díky tomuto propojení se budou moci v reálném čase konfigurovat a jinak přizpůsobovat ke svým reálným podmínkám. Komunikace mezi CPS bude probíhat v internetovém prostředí na bázi komunikačních protokolů. [1] [2]

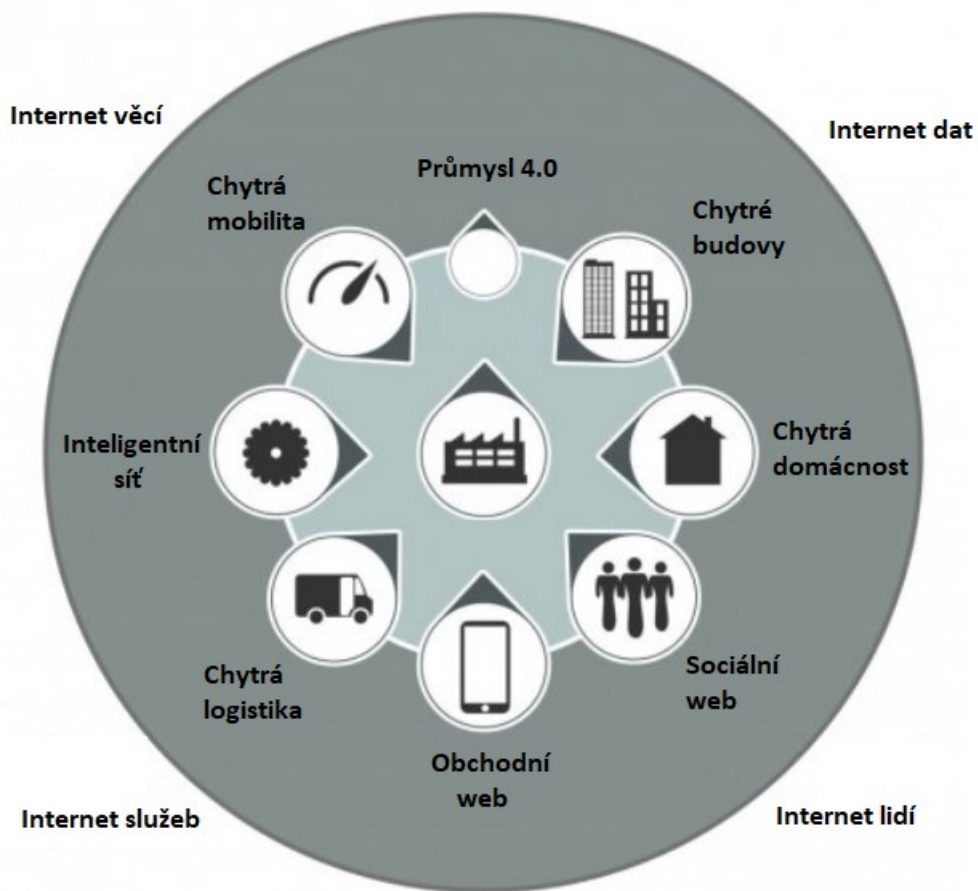
V takovém prostředí vzniknou „inteligentní produkty“, ty budou jednoznačně lokalizovatelné a správně identifikovatelné, budeme znát jejich kompletní historii, včetně aktuálního stavu ve výrobním procesu i po něm. Znamé také budou různé alternativy, jak se dopracovat k finálnímu produktu. Takové výrobní procesy budou neustále optimalizovány dle určitých, neustále se měnících požadavků zákazníka a trhu, nebo budou reagovat na případné výpadky výrobních zařízení, způsobenými třeba poruchami, nebo náhradami za jiná zařízení. [1]

V chytrých továrnách vznikne prostor pro nové obchodní modely, u nichž dojde k redefinici vazeb mezi výrobcí, zákazníky a dodavateli. Dojde také ke změně komunikace mezi strojem a člověkem. Zajisté to ve značné míře přispěje k řešení některých globálních problémů, energetické náročnosti, nedostatku surovin či demografických změn. Téměř vymizí fyzicky náročná a rutinní práce. Vznikne více prostoru pro kreativní práci jedince, což by mělo přispět k větší pracovní flexibilitě. [1] [2]

1.2.1 Základní principy a myšlenky Průmyslu 4.0

Základní charakteristiky Průmyslu 4.0 v „chytrých továrnách“ lze shrnout do následujících bodů:

- Výrobní procesy jsou optimalizované v rámci celého hodnotového řetězce díky vertikálně i horizontálně integrovaným IT systémům.
- Jednotlivé izolované výrobní jednotky jsou nahrazeny plně automatizovanými a vzájemně propojenými výrobními systémy/linkami.
- Fyzické prototypy jsou nahrazeny virtuálními návrhy produktů, výrobních procesů a výrobních prostředků. Uvedení těchto procesů a prostředků probíhá v rámci jednoho integrovaného procesu, ve kterém je zapojen dodavatel i samotný výrobce.
- Výrobní procesy jsou natolik flexibilní, že umožní výrobu i malých sérií přizpůsobených požadavkům zákazníka.
- Vzájemně komunikující výrobní zařízení, roboti a jiné systémy fungují do jisté míry, činí autonomní rozhodnutí v reálném čase a díky tomu navyšují efektivitu a flexibilitu výrobního procesu.
- Výrobní zařízení se samy optimalizují a konfigurují dle parametrů výrobku
- Logistické zázemí, které je vybaveno autonomními vozíky a roboty se automaticky přizpůsobuje potřebám výroby. [1]



Obrázek 3 Chytrá továrna

1.2.2 Digitalizace

Pod pojmem digitalizace v průmyslu si můžeme představit různé koncepty a procesy. Jedním z nich je zavedení čistě digitálního chodu v podniku, tedy úplné nahrazení papírové formy vedení různých dokumentací, výkresů atd. Tyto data se naskenují do digitální podoby a nově už se budou vytvářet jen s využitím počítačů. Dále si můžeme digitalizaci představit nasazením robotických linek až po práci s daty. Je velmi důležité tyto data uvést do jednoho systému, integrovat je například do cloudu. Celý tento proces je základním prvkem P4.0. Všechny výrobní stroje, robotické podavače, autonomní vozíky a jiné, mohou být řízeny z jednoho řídicího systému linky a jsou programovány z jednoho vývojového prostředí, což nám vytváří uniformní systém. Tato digitální transformace nám již umožňuje přístup k jednotlivým informacím z provozu z jakéhokoliv místa a z jakéhokoliv chytrého zařízení připojeného k internetu. Nastává také možnost správy a řízení zařízení na dálku. Takto automatizované a digitalizované prostředí poskytuje velké množství dat, které můžeme využít k budoucím analýzám a vylepšení, také z těchto dat můžeme získat přehled o aktuálním stavu výroby. [1] [3] [4]

1.3 Základní prvky

1.3.1 Analýza velkých dat (Big Data)

Objem analyzovaných dat exponenciálně stoupá a díky tomu i množství potenciálně využitelných informací, zatímco cena snímání těchto dat dlouhodobě klesá. Bohužel většina těchto informací zůstává nevyužita, jelikož schopnost získání pro nás praktických znalostí je prozatím velmi omezena. Můžou za to především nedostatečné kapacity personálního řádu mezi odborníky a slabý vědecký pokrok v některých oblastech informatiky a matematiky. Proto je v dnešní době neuvěřitelný zájem o datové odborníky. Po celém světě jde o statisíce pracovních míst. Momentálně zaznamenáváme dle IDC neskutečný růst trhu v oblasti dat v řádech desítek až stovek miliard eur. [1]

Zdrojem těchto velkých dat jsou data z různých záznamových zařízení, čidel, které sledují výrobní procesy, včetně logistiky v továrnách. Dále také z dat z provozu na internetu, sociálních sítí, bezpečnostních kamer, satelitního pozorování, CRM (Customer Relationship Management) systémů nebo lékařských obrazových systémů atd. [1] [5]

Analýza velkých dat není moc náročná na materiální zdroje, ale má velkou přidanou hodnotu. Co se týče materiálních zdrojů, tak je potřeba výkonné výpočetní techniky s rychlým připojením do sítě. Náročnost spočívá ve velké potřebě lidských zdrojů. [1] [3]

Cílem analýzy je vývoj robustních a spolehlivých metod rozpoznání pro automatickou analýzu obchodních dat a procesů, vyhledávání schematicky podobných obrazových dat, pro logistiku a dopravu, pro automatické porozumění statistickým nebo dynamickým obrazovým scénám, pro interakci s obrazovými daty v aplikacích doplněné nebo virtuální reality, lékařské, sociální nebo bezpečnostní aplikace. [1] [3] [5]

U konceptu IoT je hlavním cílem analýza dat z tzv. paměti výrobků. [3]

Big Data jsou společně s Cloud computingem velmi diskutovány, díky jejich propojení a vzájemnému aplikování. Tyto prvky mají sloužit k získávání, analýze a archivaci dat. Hlavním cílem pro využití takového objemu dat je jejich analýza pro využití prediktivních výrobních systémů. Po propojení IoP, IoS a IoT bude probíhat vzájemná komunikace spojená s velkým objemem dat, které budou generovat určité informace k následné analýze. Tyto data se dají shromažďovat z internetu, senzorů, sdílených disků, RFID čipů, výzkumu atd. Využití těchto dat je velmi široké, až skoro bez omezení. Dají se využívat k plánování výroby, servisu zařízení, plánování nákupu zdrojů, projektovému

managementu, ...Využití je mohou různé články hodnotového řetězce, propojené s centrálním Cloudem. Tyto data se získávají z továren, od zákazníků, dodavatelů, přepravců zboží. S tím je spojená online archivace dat, která je závislá na velikosti dostupných úložišť. Big data se časem dostanou do života každého z nás, už jen s využitím Smart home. [1] [3]

Překážkou této technologie je především bezpečnost celého systému. Princip Big Data je sběr všech možných informací, co lze z výrobního procesu, strojů, expedice atd. dostat. Tyto informace jsou pro všechny společnosti velmi citlivé a nikdo nebude chtít, aby je někdo zneužil. Cloud bude terčem různých hackerských skupin, a proto je nutné primárně začít bezpečností v technologii Big Data. [1] [3] [5]



Obrázek 4 Big data [19]

1.3.2 Autonomní roboti

Při zavádění Průmyslu 4.0 do továren musí být kladen důraz na implementaci nové generace robotů, tzv. autonomních robotů, které můžeme snadněji programovat. Jejich výhoda nastává v provozech, kde se často mění výrobní podmínky a postupy, nebo v podnicích kde se vyrábí v malých a středních sériích, popřípadě ve specializovaných výroбах. [1]

Základním předpokladem pro pořízování této technologie jsou erudovaní pracovníci. Autonomní roboty jsou samozřejmě provázány s dalšími výrobními technologiemi v továrně, což vede k větší efektivitě. Také je zásadní kvalitní pokrytí komunikačních technologií v regionu, v zemi. [1] [16]

Ve spojitosti s robotizací se mluví o různých cestách, jak dosáhnout co největšího rozšíření. Jedna z cest spoléhá na vytvoření platformy pro sdílení robotů, včetně prostředků pro jejich programování, testování a zařazení do mnoha výrobních procesů. Již několikrát se osvědčil model sdílení – pronájmu výrobních prostředků i s know-how. [1] [6] [16]

Dle Anglického modelu „Robot as a Service“ (RaaS) by se mohl sdílet Software s roboty mezi různými továrnami. Takto navzájem propojené robotické systémy s ukládáním dat na cloud by umožnilo sdílení a vylepšování programů. Pomohlo by to také při simulaci a testování mnoha procesů. Současně by to vedlo ke snížení lokálních nákladů na robotizaci, počtu potřebných odborníků k zavedení robotizace a zajisté by se i zvýšila dostupnost těchto systémů. [16]

Již nyní se s roboty můžeme setkat v různých sférách průmyslu. Zastávají, zejména, pravidelně se opakující úkony. Jejich hlavní výhodou je přesnost, výkonnost a na rozdíl od lidských pracovníků jim nevádí rutinní práce a neovlivňuje jejich výkon únava. Momentálně se robotika rozvíjí i do oblastí ve kterých bychom je nečekali. Tyto systémy se využívají ve zdravotnictví při provádění testů a vyhodnocování snímků. Obstarávají dopravu v uzavřených systémech atd. [6] [16]

Dle mezinárodní robotické federace je v současné době v provozu zhruba 3 miliony robotických jednotek. Každým rokem toto číslo roste o dalších 13 %. V České republice pracuje mezi 3 % až 4 % evropských robotů, což je číslo asi 2x vyšší, než odpovídá naší ekonomice. [1] [6] [16]

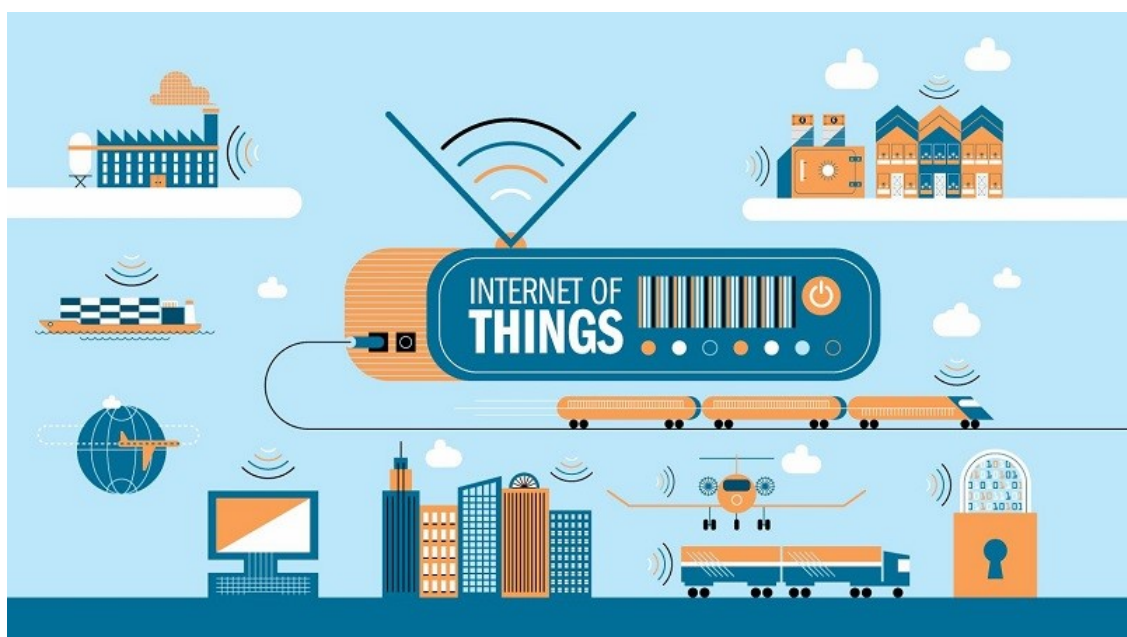


Obrázek 5 Autonomní robot [20]

1.3.3 Komunikace mezi systémy – IoT – Internet of Things

Komunikace mezi systémy, internet věcí, M2M (Machine to Machine), jsou totožný výraz, používaný pro komunikaci s využitím rádiového spektra. Dosud se využívalo u zařízení M2M kmitočtů pod 1 Ghz. U nastupující generace IoT/M2M jsou požadavky na téměř 100% spolehlivost, rádiové rozhraní pod 1 ms a s latencí mezi zařízeními v řádech ms. Nejlepší parametry z hlediska latencí a přenosové kapacity mají optická vlákna, nicméně v průmyslových provozech se uplatní i např. revize jedno párového ethernetu IEEE 802.3cg, která umožní napájet několik koncových IoT zařízení na jednom kabelu až na vzdálenost jednoho kilometru (varianta 10BASE-T1L). Druhý standard z rodiny BASE-T1 se může uplatnit v automotive, kde zjednoduší komunikaci uvnitř automobilu mezi senzory a dalšími elektronickými prvky. Zařízení M2M je množina datových stanic komunikujících relativně malou rychlostí mezi zařízeními. Tento typ komunikace se využívá u senzorů, zabezpečovacích systémů, kamer, individuálního řízení domácnosti, metropolitních sítí, telemetrické komunikace, metropolitní sítě využívané pro ovládání pouličních světel a parkovacích automatů, aplikace v automobilovém průmyslu, bezpečnostní komunikace mezi vozidly atd. [2] [7]

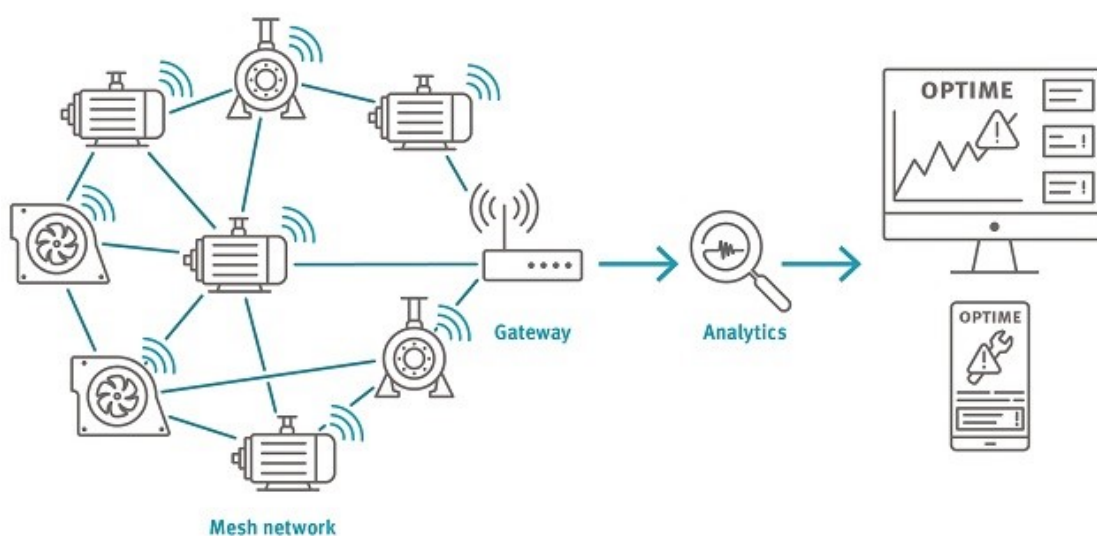
Kromě bezdrátových sítí se budou uplatňovat vysokokapacitní komunikační trasy, vyžadované používáním procesů, které jsou založeny na zpracování velkých dat, computingu s využitím cloudů. Bude třeba nadále vytvářet vysokorychlostní sítě k propojení těchto systému v národním i nadnárodním měřítku. [2] [7]



Obrázek 6 Internet věcí [17]

1.3.3.1 Cms Schaeffler optime

Tyto monitorovací zařízení sledují stav jakéhokoliv výrobního stroje, respektive jeho různé části. Z 95 % nejsou ve firmách monitorovány jejich výrobní zařízení. Často se měření provádí jen při periodických kontrolách, a to už kolikrát může být pozdě, neboť zařízení může být trvale poškozeno a nákladně opravováno nebo vyměněno za nové. Schaeffler optime je zařízení ke komplexnímu a automatizovanému sledování stavu. Toto měření vůbec nenarušuje výrobní proces. Zařízení je navrženo tak, aby efektivně sledovalo všechna připojená zařízení strojního parku. [8]



Obrázek 7 Schéma použití Schaeffler optime [8]

Celý systém je tvořen ze snímačů vibrací, brány a softwaru (aplikace) k zobrazení aktuálních výsledků a datové analýzy. Systém dokáže až s několikátýdenním předstihem upozornit na budoucí poruchu. Umí detekovat klepání, porušení souososti, různými nevyváženostmi atd. Zařízení se montuje na čerpadla, elektromotory, ventilátory atd. Díky tomu, lze dopředu naplánovat údržbu, sehnat specializovaný personál, nakoupit potřebné díly a přerušení výrobního stroje bude mnohem menší, než kdyby se součástka pokazila najednou a situace by se následně musela řešit hned. Čidla mezi sebou a bránou komunikují pomocí technologie NFC. Tento měřicí systém nám zajisté může velmi razantně snížit náklady na údržbu. [8]



Obrázek 8 Sensory Schaeffler optime [8]

1.3.4 IoP – Internet of Peoples (Internet lidí)

Internet lidí (IoP) je forma propojení/sblížení lidí. S využitím internetové sítě spolu mohou objektivně komunikovat a vyhledávat informace. V dnešní době je připojení k internetu pro nás už samozřejmost i s více zařízeními, které vlastníme. Největší váhu v propojování lidí mají momentálně sociální sítě a různé chatovací aplikace. V České republice máme v podstatě 100% pokrytí internetových sítí, tudíž i v naší zemi není problém rozvíjet tuto oblast. [1] [9]

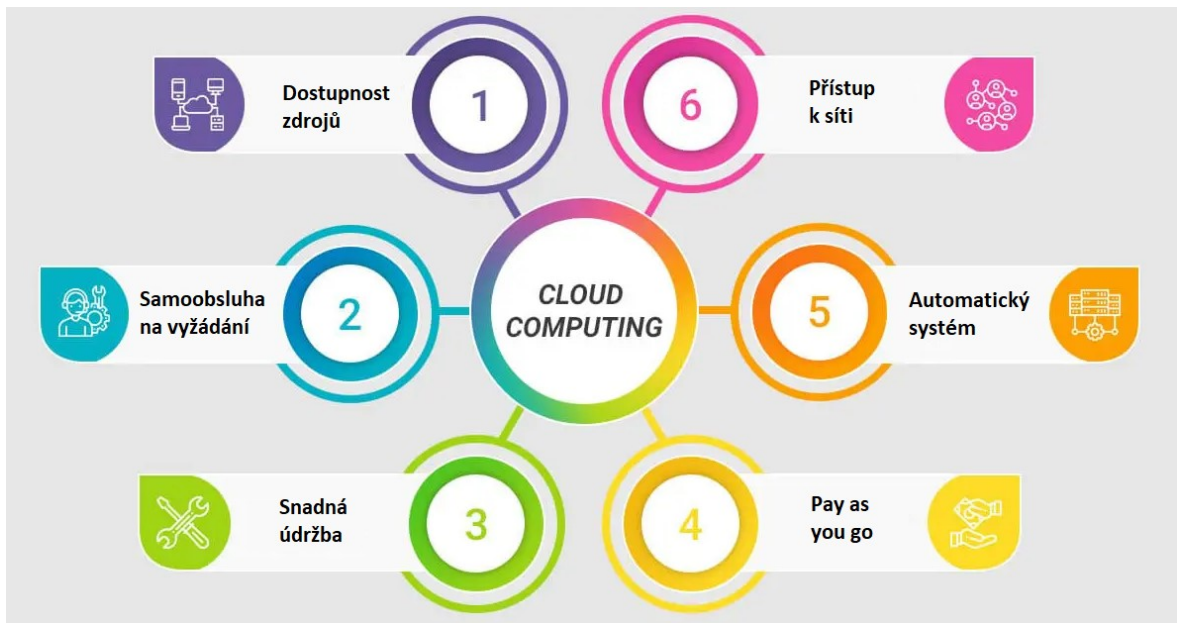
1.3.5 IoS – Internet of Services (Internet služeb)

Internet služeb je průřezová oblast pro všechny oblasti Průmyslu 4.0. Tato infrastruktura představuje využití internetu jako média pro nabídku a prodej služeb. Důsledkem toho se služby stávají produktem, se kterým se obchoduje. Pro různé obchodní modely, IoS poskytuje technickou a obchodní základnu a zaměřuje se na poskytování a využívání mnoha služeb. Mezi tyto služby se řadí výzkum, projektování, vývoj, výroba, prodej a distribuce určitých služeb, marketing atd. Tedy IoS nám poskytuje možnost vytvořit a následně řídit nový „průmyslový servis“ pro výrobu, úpravy, provozní služby a prodej. [1] [10]

Internetové obchody na sebe poutají v posledních letech velkou pozornost, jelikož umožňují obchodní interakci mezi poskytovatelem a spotřebitelem fyzického zboží.

Typickým příkladem IoS je Cloud Computing. [1] [10]

1.3.6 Cloud Computing



Obrázek 9 Schéma Cloud computing

Jedná se o vzdálený přístup k serverům, poskytujícím služby a programy. Není potřeba nákupu vlastního hardwaru, se kterým jsou neustále spojeny další náklady na provoz a údržbu. Lze využít různé programy, kancelářské aplikace, systémy pro distribuované výpočty.

Modely cloud computingu:

- Software as a Service (SaaS) – Software jako služba
- Platform as a Service (PaaS) – Platforma jako služba
- Infrastructure as a Service (IaaS) – Infrastruktura jako služba

[1] [11]

1.3.7 Umělá inteligence (AI)

Umělá inteligence – Artificial intelligence je schopnost strojů napodobovat lidské schopnosti, jako je uvažování, učení se, plánování i kreativita. AI umožňuje technickým systémům reagovat na jejich vjemy z jejich prostředí, dokáže řešit problémy a umožňuje jim dosahovat zadaných cílů. Integrovaný počítač v takovém zařízení přijme již připravená data, nebo pracuje s daty, které si sám nasbírá pomocí různých sensorů a kamer. Tyto data vyhodnotí a následně na ně reaguje. Systémy AI jsou schopny pracovat zcela samostatně a též přizpůsobovat a měnit své jednání na základě předchozího vyhodnocení jejich práce. [2] [12]

Některé z těchto technologií už fungují více než 50 let, ale až nynější pokrok v posledních pár letech nám umožňuje přístup k obrovskému množství dat a novým algoritmům. Už dnes je umělá inteligence součástí našich životů. Například využití umělé inteligence v různých systémech autonomního řízení a jiných asistentech v autech. Přizpůsobení reklam na každého uživatele na internetu. Inteligentní věci v domácnosti se přizpůsobují podle našeho chování, světla, termostaty, žaluzie atd. [2] [12]

AI může výrobním společností výrazně zefektivnit výrobu. S využitím robotů, včasnou údržbou nebo při optimalizaci prodeje. [1]

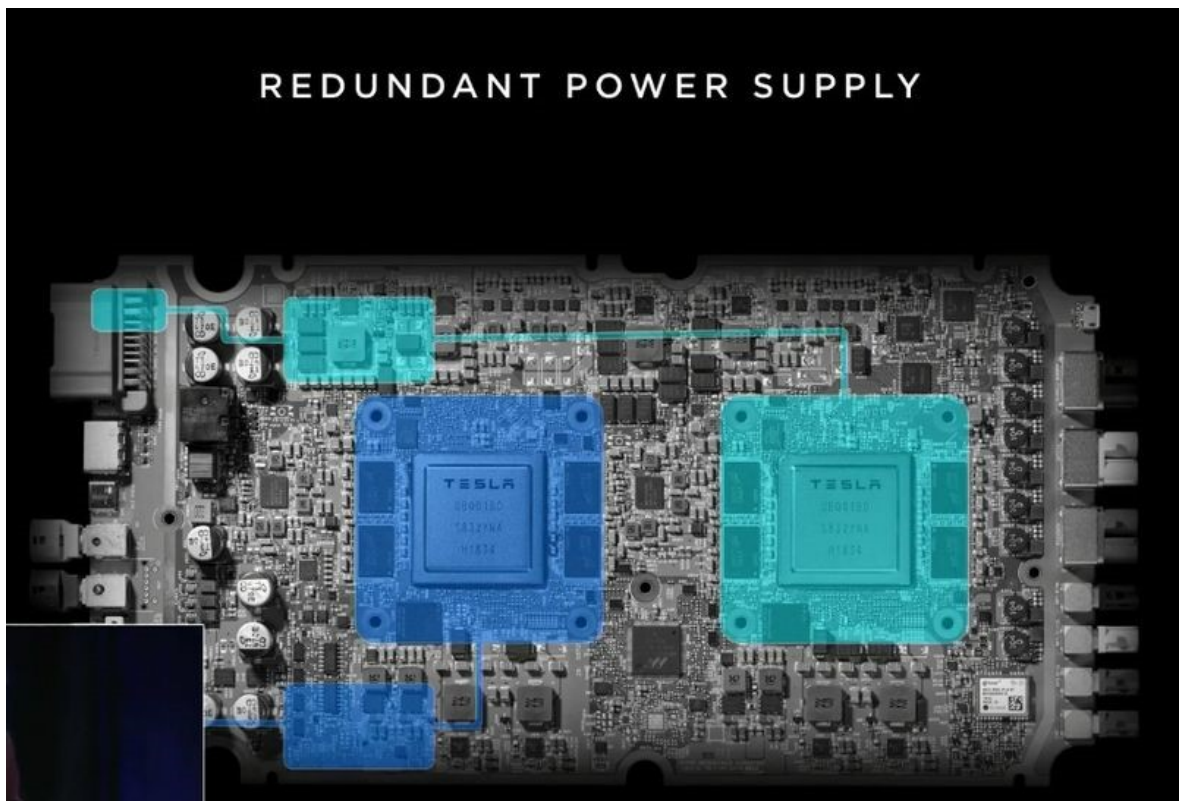
Jedna z nejvyspělejších umělých inteligencí na světě je FSD (Full Self-Driving) od firmy Tesla a jejich FSD computer. Jedná se o první navržený počítač pro neuronovou síť AI. Na jejich základní kartě se nacházejí dva čipy, kvůli zajištění redundantnosti. Pokud jeden z čipů, senzoru, kamery nebo jiného vstupu selže, nahradí ho druhý. V praxi se využívá vzájemná nezávislá kontrola výpočtů a navzájem si ověřují výsledky. Následně ještě probíhá kontrola toho, jestli byl výsledný úkon proveden. Co se týče bezpečnosti, tak systém ověřuje, zda zpracovává kód Tesly. V případě naborání systému třetí stranou by neměl FSD Computer provést žádný neautorizovaný příkaz. [23]

Trénování jejich AI vypadalo u příkladu držení auta v jízdnicích pružích tak, že programátor nakreslil na jedné ze situací jízdnicí pruhy, a tím vlastně dal pokyn k tomu, co by měla AI vidět. Následně tým vývojářů nechal z flotily vozů poslat snímky s podobnými situacemi a nechal je zpracovat neuronovou sítí. Když některou situaci neuronová síť vyřeší špatně, je pak nutné tuto situaci ručně upravit. Při učení AI je nutné mít mnoho variací vstupů, např. jízdu za deště, v tunelu, částečně zapadanou cestu listím atd. Z bezpečnostních důvodů se ale AI ještě nevyužívá v provozu. Po úspěšných simulacích

se vydá update do tzv. „Shadow módu.“ Systém tak ve vozech dělá pouze predikce svého chování a trénovací tým je následně upravuje v situacích, ve kterých se spletl. Až když je tým spokojený se spolehlivostí, tak se začne naplno používat. [23]

Typy AI:

- Softwarová: vyhledávače, systémy na rozpoznání obličeje nebo řeči, virtuální asistenti, ...
- Zabudovaná: roboti, autonomní auta, drony, ... [1]



Obrázek 10 FSD Computer [23]

1.3.8 Rozšířená realita

Rozšířenou realitu si většina lidí může představit pod dnes dobře známým pojmem Virtuální realita. V posledních pár letech tato technologie zažívá boom, jak pro hráče počítačových her, tak i pro jiné lidi. Jedná se o využití VR brýlí, které si člověk nasadí na oči. Tyto brýle přenáší projekci jakoby 3D obrazu a člověk se „ocitne“ v jakémkoli naprogramovaném prostředí. [1]

V P 4.0 se tato technologie bude využívat při činnostech, kde bude potřeba využít lidských sil. Tudiž brýle budou na očích poskytovat obraz ve všech směrech okolo osoby. Ruce bude mít subjekt volné, připravené k použití, pro různé pracovní situace. Díky této technologii se urychlí práce jedince. Lze využít například pro navigaci v různém prostředí, ve skladu, ve výrobní hale atd. Také k rozpoznávání objektů, čtení čárových, QR kódů i na velkou vzdálenost. Rozšířená realita se bude šířit v celém výrobním procesu, od výroby přes servis, až klidně k ekologické likvidaci. Dále například k dálkovému navádění člověka člověkem, nebo počítačem. Nepominutelným aspektem jsou minimální nároky na pracovní sílu a její vzdělání. [1]

Zatím je technologie minimálně použitelná. Dokud se nebudou vyrábět brýle nebo čočky, přes které jedinec uvidí normální realitu doplněnou o prvky té virtuální, tak má tato technologie velmi omezené použití. V dnešní době se dá využít tzv. Head-up display, který tyto požadavky splňuje, ale je připevněn k nějakému stroji, tudíž je využitelný, jen když člověk tento stroj používá. Nejslibnější technologií, která se dá využít je tzv. Google Glass 2. Tyto brýle mají čiré čočky, malý display v pravém horním rohu z pohledu lidských očí a kameru, kterou lze využít k mentoringu. [13]

Dají se zde promítat různá schémata zapojení, části výkresů, čas a různé jiné parametry, dle vlastní konfigurace. Už to není jen technologie budoucnosti, ale dá se již dnes využít. [1]
[13]



Obrázek 11 Využití rozšířené reality [21]

1.4 Implementace Průmyslu 4.0

„Je třeba zdůraznit, že klíč k úspěchu Průmyslu 4.0 není v technologiích, ale ve změně myšlení lidí. Zde musí sehrát hlavní roli sféra vzdělávání, bez dostatku kvalifikovaných lidí se dopředu nepohneme.“ [1]

Jádrem Průmyslu 4.0, potažmo 4. průmyslové revoluce je propojení digitálního světa se světem reálným. Koncept P 4.0 je iniciativa k co největší a co nejrychlejší implementaci jednotlivých prvků Průmyslu 4.0. V jiných státech, primárně v Evropě, je tento koncept velmi podporován vládními institucemi. Primárně jde o přetvoření myšlení ve firmách a taky celé společnosti. Přetvoření trhu práce bude vytvářet nové pracovní pozice. Pravděpodobně dojde k vyřešení problému s nedostatkem pracovníků. I přes fakt, že firmy, které už jsou s implementací P 4.0 velmi daleko, tak se jim v některých případech stav zaměstnanců snížil, někdy se i dokonce navýšil. Dojde také k výrazným změnám ve vzdělávání, některé obory vymizí, vzniknou nové. Spousta pracujících lidí se bude muset rekvalifikovat. [14] [15]

Dojde ke kompletní změně ekonomiky. S využitím nových technologií budou překonány lokální hranice a firmy se dostanou na globální úroveň. S tím je spojené to, že primární úlohu budou hrát ti, kteří budou vyvíjet a inovovat mnohé technologie a problematice rozumí. Důležití budou také poskytovatelé digitálních služeb, cloudů a jiných platforem. Velmi pozitivní také je, že člověk již nebude muset dělat tolik namáhavou práci. Předěje se tak pracovní úrazům a prostředí ve výrobě bude celkově bezpečnější místo. [14]

Implementací P 4.0 ve firmě se docílí větší atraktivita pro zákazníky, tudíž se zvýší konkurenceschopnost. Díky předcházení poruchám včasnou údržbou, se nebude tolik přerušovat výroba a výrobní proces se zefektivní. Dle některých studií se může zvýšit produktivita práce až o 33 %. Jeden z důvodů, proč implementovat P 4.0, je ten, že by mohlo nastat mnoho problémů, pokud zákazník, dodavatel nebo partnerská firma, již bude technologicky dál. [1] [14] [15]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

2 STANOVENÍ CÍLŮ PRAKTICKÉ ČÁSTI

Cílem praktické části je sběr dotazníkového šetření ve výrobních firmách nad 250 zaměstnanců. Dotazník je zaměřen na zjištění, jak firmy v oblasti Jihovýchodní Moravy implementují různé prvky Průmyslu 4.0, jejich postoj do budoucna, zhodnocení současné situace a znalost jednotlivých prvků a pojmů.

Podrobněji:

- Vyhodnocení dotazníku
- Zhodnocení různých aspektů ovlivňujících situaci ve firmách
- Diskuse o současné situaci
- Diskuse o budoucí situaci
- Závěr

2.1 Dotazník – Implementace průmyslu 4.0 v regionu Jihovýchodní Moravy

Dotazník jsem rozeslal a rozesl do 13 firem v okrese Uherské Hradiště a Hodonín. Prozkoumal jsem úroveň implementace v regionu Jihovýchodní Moravy ve firmách s více než 250 zaměstnanci. 210 dotazníků se mi vrátilo zcela vyplněno, tyto jsem následně zpracoval. Bohužel jsem narazil na mnoho lidí, kteří vůbec neměli zájem dotazník vyplnit z důvodu neporozumění tématu.

Jednotlivé otázky:

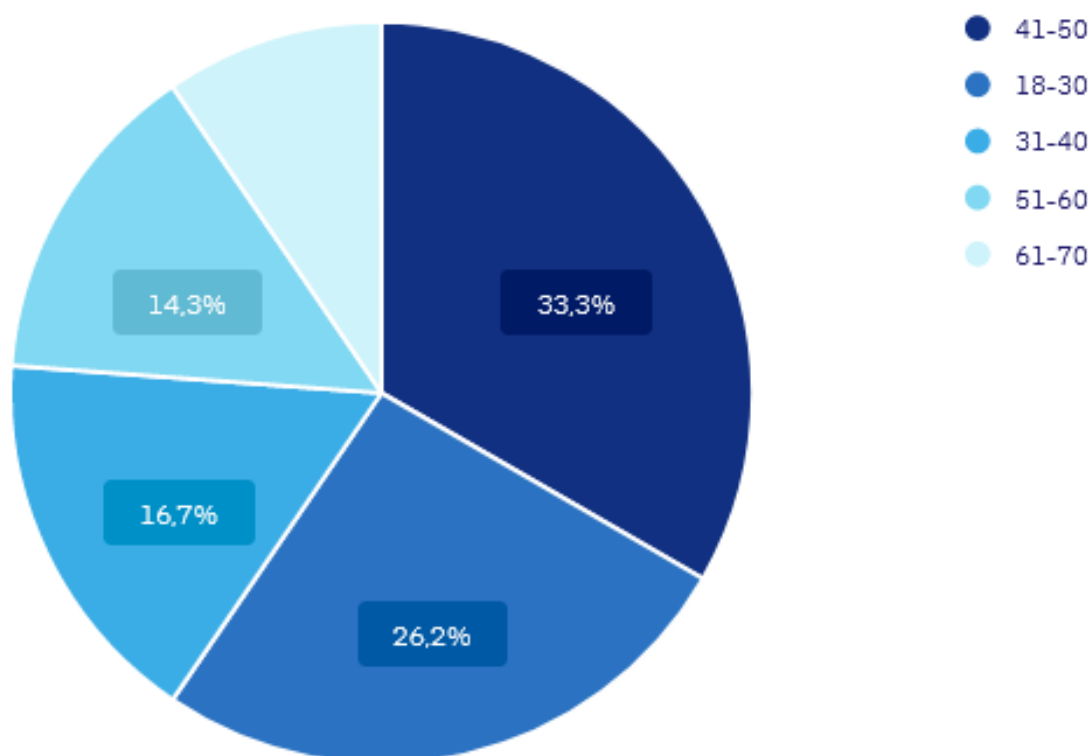
- 1) V jakém okrese se nachází firma, ve které pracujete?
- 2) Kolik je Vám let?
- 3) V jakém odvětví průmyslu pracujete?
- 4) Co se Vám vybaví pod pojmem Průmysl 4.0?
- 5) Typ výroby ve Vaší firmě?
- 6) Kolik zaměstnanců má firma, ve které pracujete?
- 7) Se kterými z následujících prvků jste se již setkal/a?
- 8) Které prvky již využíváte ve vaší firmě?

- 9) Které z těchto prvků se budete snažit implementovat ve vaší společnosti v dohledné době?
- 10) Využíváte ve firmě nějakých cloudových řešení?
- 11) Spolupracujete při implementaci s nějakými odbornými, výzkumnými organizacemi nebo vysokými školami?
- 12) Je podpora státu v této oblasti dostatečná?
- 13) Jaké podmínky by měl stát tvořit, vedoucí k lepší implementaci Průmyslu 4.0?
- 14) Jaké aspekty nejvíce ohrožují implementaci Průmyslu 4.0?
- 15) Plánujete rozšíření automatizace výroby?
- 16) Pokud jste na předchozí otázku odpověděl ano, tak kdy?
- 17) Plánujete přijmout nové zaměstnance specializující se na integraci automatizace a digitalizace? Popřípadě zaměstnance na údržbu těchto zařízení?
- 18) V jaké míře mohou zákazníci individualizovat produkty, které si objednají?
- 19) V jakém rozsahu je na vašem pracovišti využíván software k řízení zakázky?
- 20) V jakém rozsahu je digitalizován průměrný produkt ve vašem portfoliu?
- 21) V jakém rozsahu jde vaše práce zautomatizovat?
- 22) Je možné získat vzdáleně přístup k informacím týkající se výroby?
- 23) Plánujete rozšíření pevných a bezdrátových sítí?
- 24) Jak důležité je pro vaši firmu sběr a následná analýza dat?
- 25) Myslíte si, že nové technologie nahradí lidskou práci?
- 26) Řídil/a byste se pokyny vydanými počítačovými programy, nebo robotem?

2.2 Výsledky dotazníku

2.2.1 Kolik je Vám let?

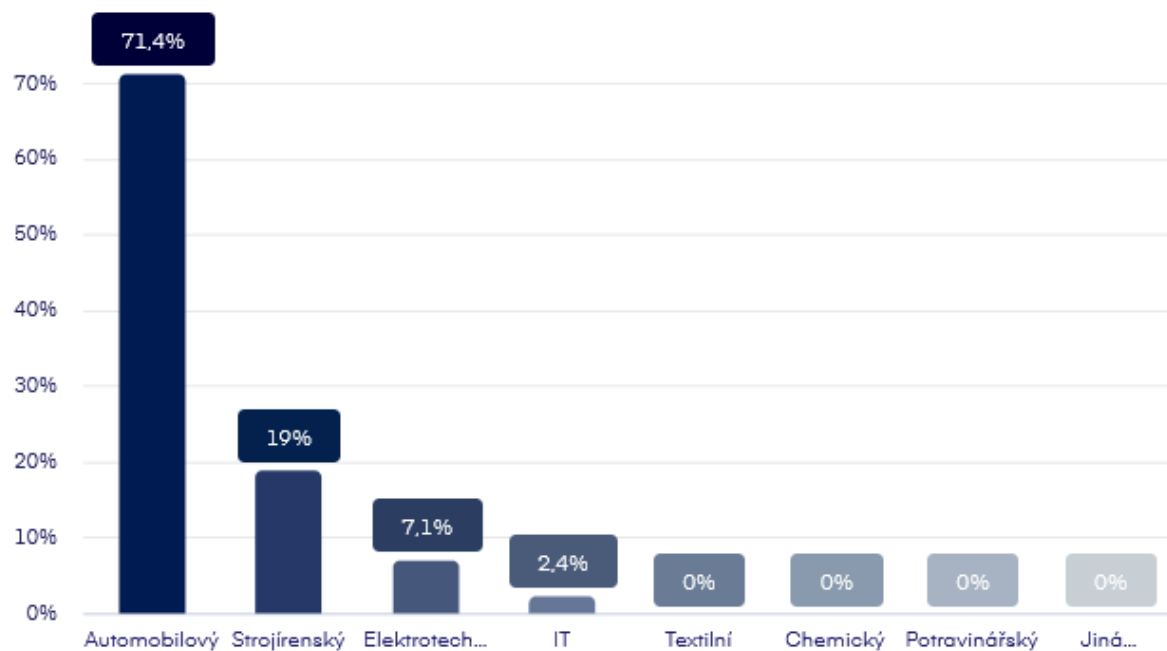
Největší množinou lidí, kteří mi odpovídali na dotazník, byli ze 33,3 % lidé ve středním věku 41–50 let. O něco méně bylo ze skupiny mladší generace v rozpětí 18–30 let a to 26,2 %. Dále ve věku 31–40 let bylo respondentů 16,7 % a ve věku 51–60 let bylo respondentů 14,3 %. Nejmenší skupinou 9,5 % byli lidé staří 61–70 let.



Obrázek 12 Graf rozložení respondentů podle věku

2.2.2 V jakém odvětví průmyslu pracujete?

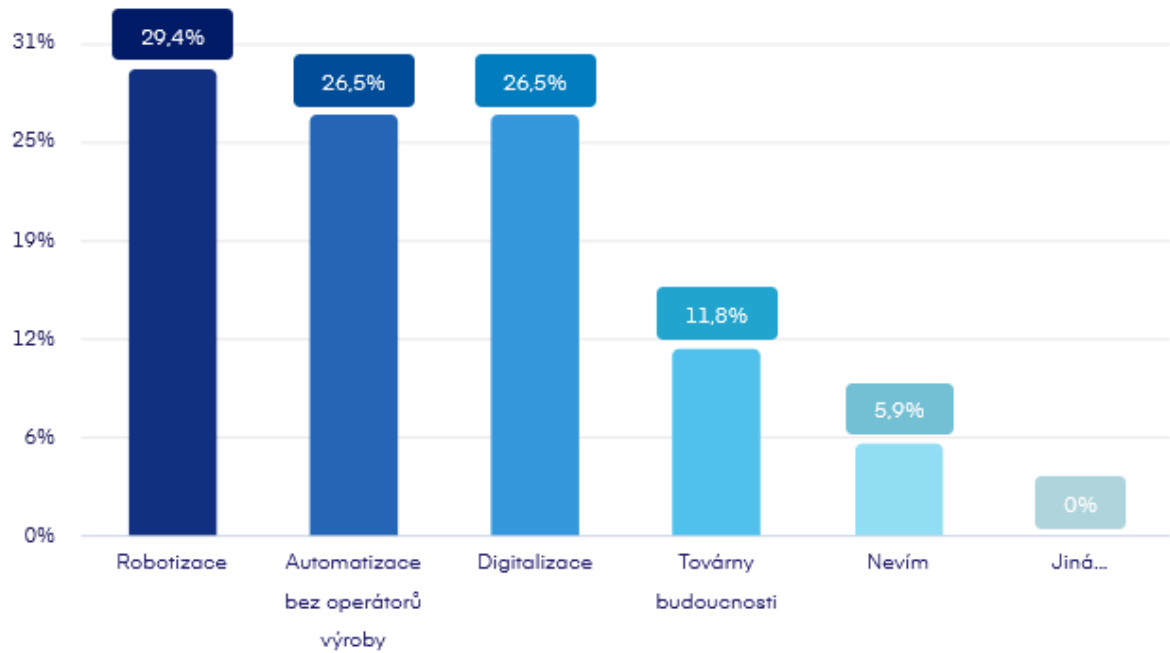
Největší skupinu dotázaných tvoří lidé pracující v automobilovém průmyslu, přesně 71,4 %. Dále obecně ve strojírenském odvětví 19 %. V elektrotechnické oblasti pracuje 7,1 % dotázaných. Nejmenší skupinu dotázaných jsou lidé z oblasti IT firem, v míře 2,4 %. Bohužel se stalo, že lidé označili IT odvětví. Pravděpodobně označili svou pozici ve firmě, než zaměření společnosti, ve které pracují.



Obrázek 13 Graf členění odvětví průmyslu

2.2.3 Co se Vám vybaví pod pojmem Průmysl 4.0?

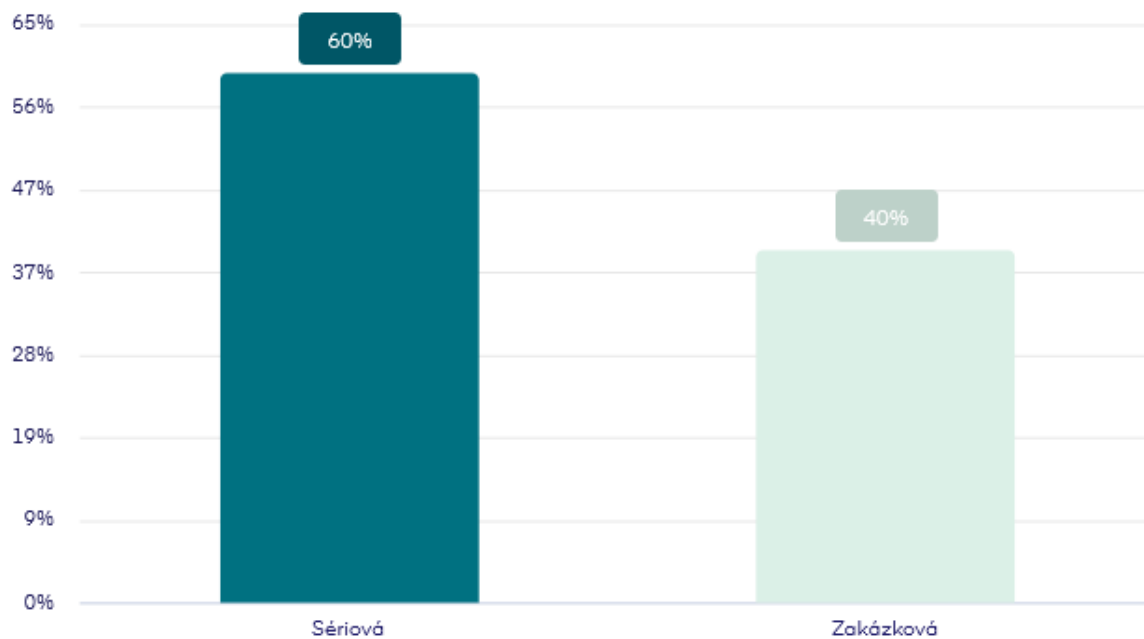
Většina respondentů má vcelku správné povědomí o základních myšlenkách Průmyslu 4.0. Byla zde i menší skupina lidí, kteří nevěděli, co si mají pod tímto pojmem představit. Robotizaci označilo 29,4 % lidí. Dále automatizaci bez operátorů výroby zadalo 26,5 % dotázaných. Digitalizace byla zvolena z 26,5 %. Pojem Továrny budoucnosti označilo 11,8 % tázaných. Malá skupina lidí označila možnost nevím, z 5,9 %.



Obrázek 14 Graf, co si lidé představují pod pojmem Průmysl 4.0

2.2.4 Typ výroby ve vaší firmě?

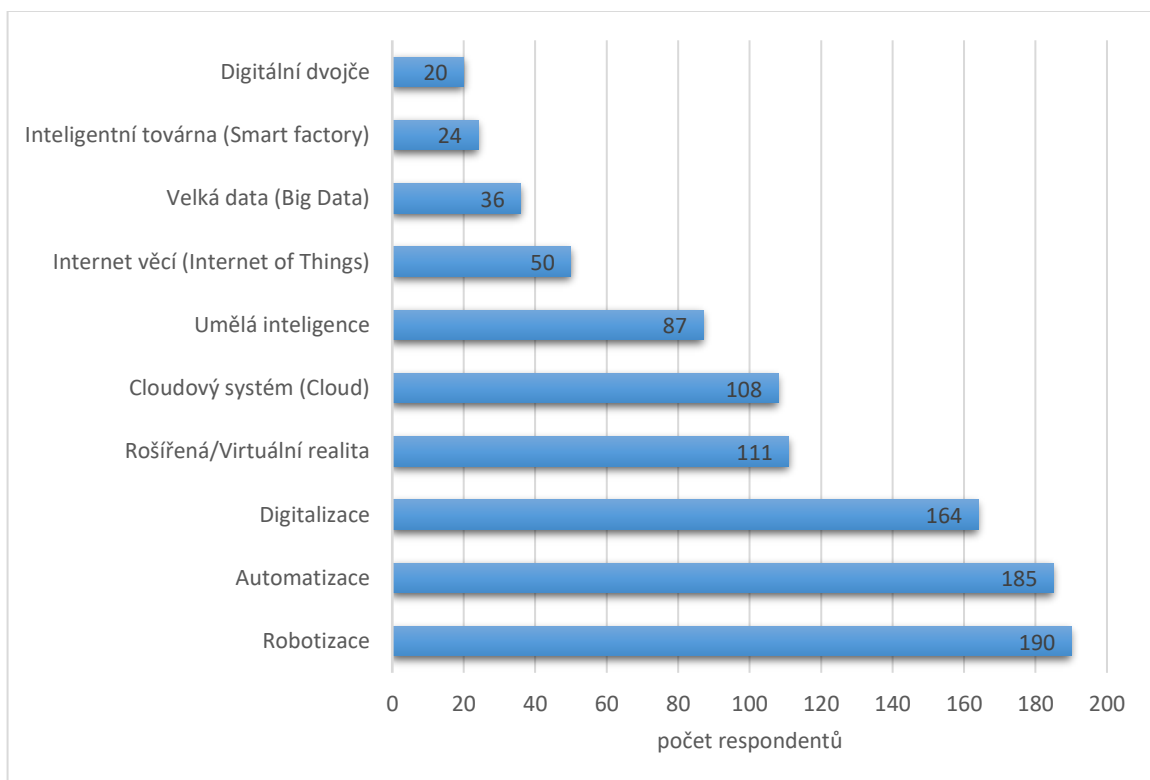
Většina oslovených firem se zabývá primárně sériovou výrobou, ale podařilo se získat i dostatečně mnoho dotazníků z firem zabývajících se výrobou zakázkovou. Firem se sériovou výrobou je 60 % a firem se zakázkovou výrobou je 40 %.



Obrázek 15 Graf typu výroby

2.2.5 Se kterými z následujících prvků jste se již setkal/a?

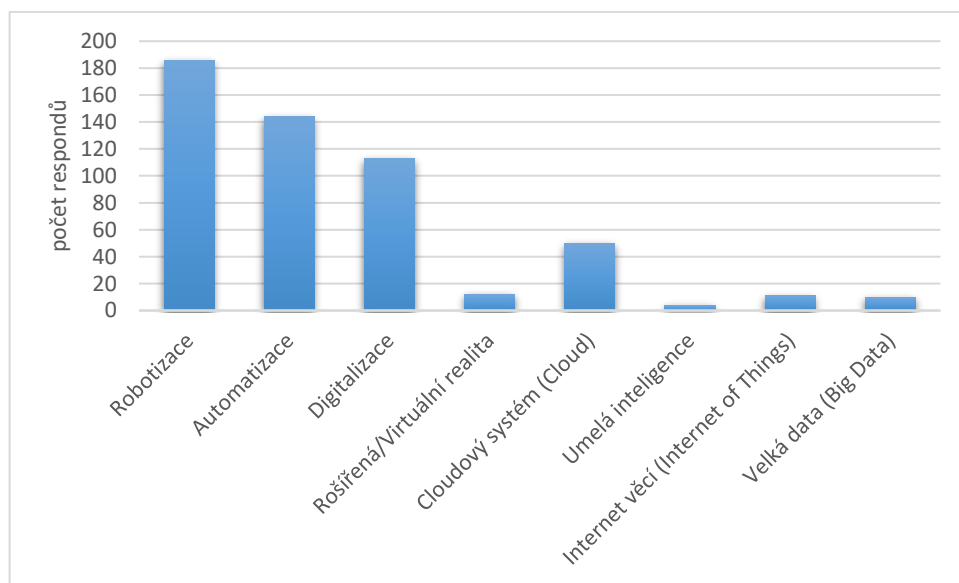
U této otázky mohli respondenti vybírat všechny pojmy týkající se Průmyslu 4.0, které znají. Většina z nich zná prvek Robotizace, Automatizace, Digitalizace. Nejvíce ze všech 190 respondentů zná pojem Robotizace. Automatizaci zná také skoro většina, 185 lidí. Digitalizace je také známým pojmem, tuto možnost označilo 164 lidí. Zhruba polovina z nich zná pojem Rozšířená/Virtuální reality a cloudových systémů, 111 tázaných. To jsou pojmy, které se všude kolem nás objevují čím dál více ze všech stran. Dnes už většina lidí využívá cloudy pro své data ze soukromých počítačů nebo mobilních telefonů. Hodně lidí vyzkoušelo virtuální realitu s brýlemi, kde se mohli pohybovat v různých prostředích nebo hrát počítačové hry. Umělou inteligenci (AI) zná 87 dotázaných. U pojmů, jako Digitální dvojče, Inteligentní továrna, Big data a IoT už se musel respondent orientovat v dané problematice. Internet věcí (IoT) zná 50 respondentů. 36 lidí zná pojem Velká Data (Big Data). Inteligentní továrna je známá pro 24 z nich a jen pro 20 tázaných je znám pojem digitální dvojče.



Obrázek 16 Graf prvků, se kterými se respondenti již setkali

2.2.6 Které prvky již využíváte ve vaší firmě?

Ve většině firem už jsou rozšířeny základní prvky průmyslu 4.0. Ve většině firem už je rozšířená robotizace, odpovědělo tak 186 lidí. U většiny společností se aplikuje také automatizace výroby, přesně tak odpovědělo 144 respondentů. Skoro polovina respondentů uvedla, že využívají digitalizaci svého výrobního procesu, 113 tázaných. U 50 dotázaných se využívá ve firmě cloudových systémů. Ostatní prvky se zatím využívají jen málo. Rozšířená/virtuální realita u 12 respondentů. Velká Data (Big Data) u 10. U prvku IoT odpovědělo 11 lidí. Nejméně ze všech prvků se využívá Umělá inteligence (AI), u 4 respondentů.



Obrázek 17 Graf prvků, které se již využívají

Tabulka 1 Využití jednotlivých prvků ve výrobě

Které prvky již využíváte ve vaší firmě?	počet respondentů	procentuální využití prvků
Robotizace	186	88,6
Automatizace	144	68,5
Digitalizace	113	53,8
Rozšířená/Virtuální realita	12	5,7
Cloudový systém (Cloud)	50	23,8
Umělá inteligence	4	1,9
Internet věcí (Internet of Things)	11	5,23
Velká data (Big Data)	10	4,8

2.2.7 Které z těchto prvků se budete snažit implementovat ve vaší společnosti v dohledné době?

Robotizaci se chystá v dohledné době začít využívat 47,6 % dotázaných ve svých firmách. U automatizace je to zhruba podobné, přesněji 54,8 % dotázaných. S digitalizací se budou v dohledné době potýkat u 30,5 % respondentů. Ostatní prvky už v menší míře. Cloudových systémů se začne využívat u 17,6 % firem, 13,8 % firem chce zavést Velká data (Big Data) a 11,9 % firem zavede internet věcí (IoS). 4,3 % firem, což by odpovídalo jedné dotázané firmě chce zavést umělou inteligenci (AI).

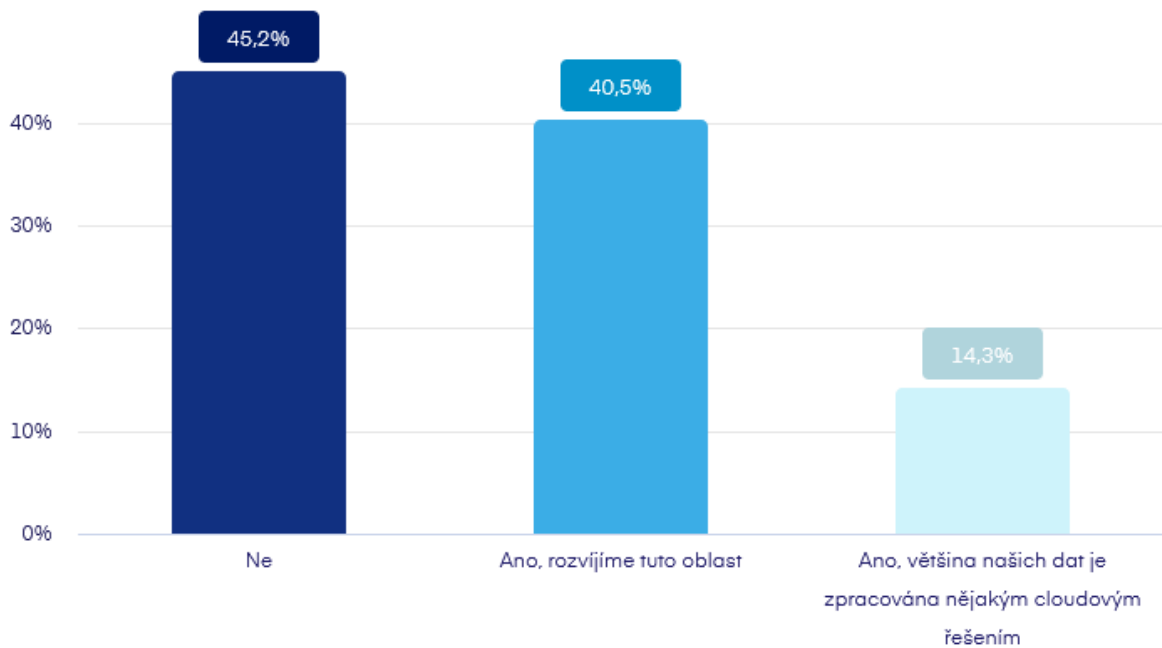
Podle toho, jaké procento firem už využívá robotizaci a automatizaci v současné době, tak většina z nich bude tyto technologie jen rozšiřovat.

Tabulka 2 V budoucnu implementované prvky

	Počet respondentů	Procenta %
Robotizace	100	47,6
Automatizace	115	54,8
Digitalizace	64	30,5
Cloudový systém (Cloud)	37	17,6
Velká data (Big Data)	29	13,8
Internet věcí (Internet of Things)	25	11,9
Umělá inteligence	9	4,3
Jiná	6	2,9

2.2.8 Využíváte ve firmě nějakých cloudových řešení?

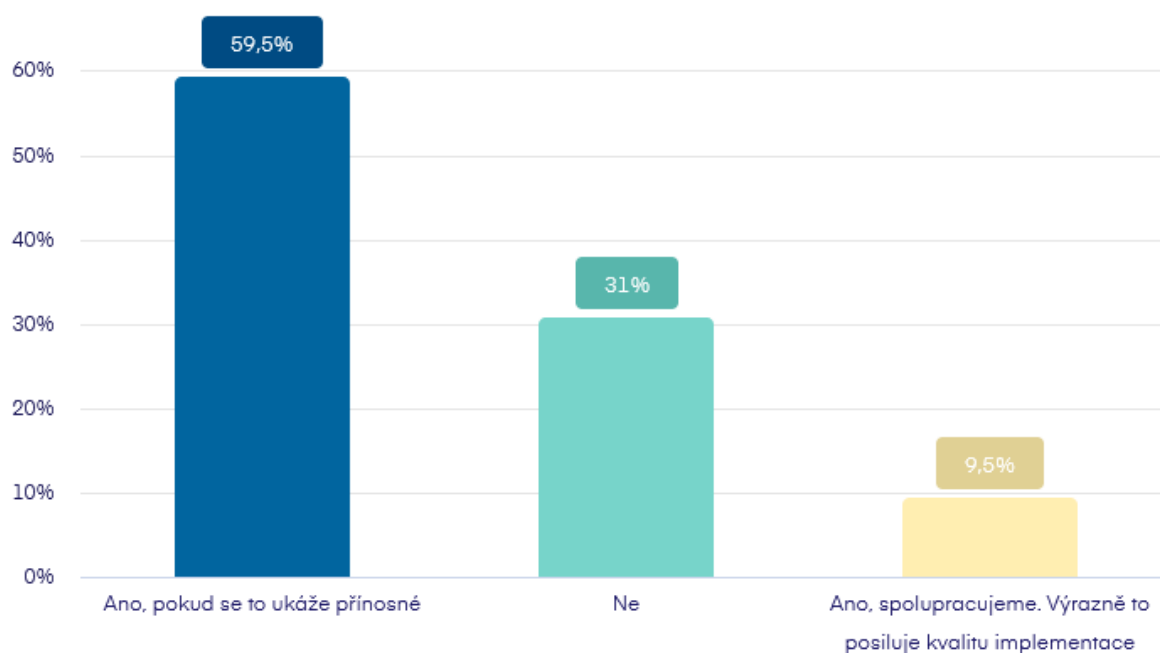
45,2 % z dotázaných ve firmách vůbec nepoužívá žádné Cloudové řešení k ukládání svých dat a ani v dohledné době neplánují toto zavádět. 40,5 % z dotázaných ve firmách tuto oblast rozvíjí, tudíž už ji pravděpodobně využívá a 14,3 % z dotázaných ve firmách odpovědělo, že Cloud k ukládání většiny jejich dat již využívá.



Obrázek 18 Sloupcový graf vyžití cloudu

2.2.9 Spolupracujete při implementaci s nějakými odbornými, výzkumnými organizacemi nebo vysokými školami?

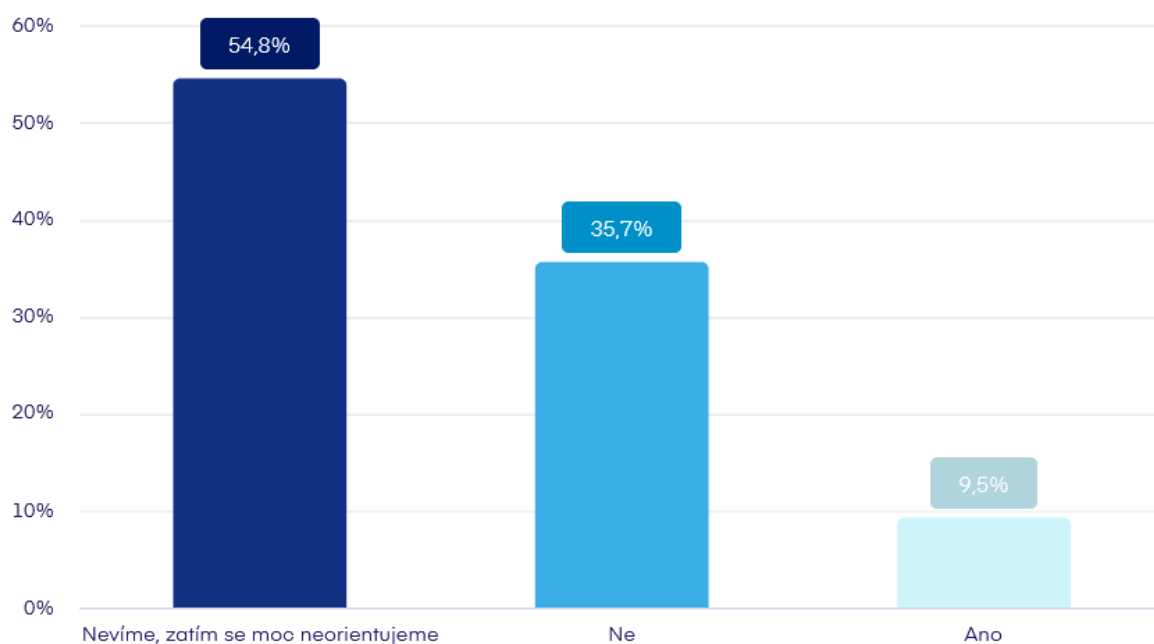
Většina firem spolupracuje s organizacemi, jako jsou vysoké školy nebo výzkumné a odborné organizace. Pokud se to ukáže přínosné, tak s takovými subjekty spolupracují firmy, ve kterých pracuje 59,5 % respondentů. U 9,5 % lidí je taková spolupráce dosti důležitá a spolupracují s nimi pravidelně. Žádná spolupráce neprobíhá na pracovištích 31 % dotázaných.



Obrázek 19 Sloupcový graf o spolupráci s organizacemi

2.2.10 Je podpora státu v této oblasti dostatečná?

Pouze 9,5 % dotázaných uvedla, že jsou spokojeni se státní podporou, uvádějí tedy, že je podpora dostatečná. U 35,7 % respondentů není podpora státu dostatečná. Z 54,8 % odpověděli lidé, že se zatím v problematice příliš neorientují, proto nemohou podporu ohodnotit za dostatečnou nebo nedostatečnou.



Obrázek 20 Sloupcový graf o podpoře státu

2.2.11 Jaké podmínky by měl stát tvořit, vedoucí k lepší implementaci Průmyslu 4.0?

60,5 % respondentů by uvítalo větší podporu vzdělávání v této oblasti. 44,3 % by chtělo daňově zvýhodnit firmy, implementující Průmysl 4.0. 33,3 % dotázaných by chtěli podporu výzkumu. Zhruba stejné procento, přesně 32,4 % lidí by chtělo podporu implementace v rámci legislativy. 29,5 % lidí by uvítalo zrychlení celoplošné digitalizace.

60,5 % firem uvedlo, že není spokojeno se vzděláváním v této oblasti, což se musí zajisté do budoucna změnit. Primárně by se mělo začít ve středním školství. U učňovských oborů chodit, co nejčastěji, na praxe do firem, které už disponují pokročilou výrobní technologií a s tou se učit. Zlepšit financování pro školy je základ. Ty si pak můžou nakoupit malé roboty a studenti, například, mohou tyto roboty programovat. Vysoké školy by měli zavést nové obory a do technických oborů přidat předměty ohledně výrobních procesů v P 4.0.

Po daňovém zvýhodnění firem volá přes 44 % dotázaných. Částečně už taková podpora od státu existuje, jen o ni spousta firem bohužel neví. Také vypsané částky na podporu P 4.0 jsou minimální vzhledem k nákladům na nákup takové technologie ve všech firmách v ČR a také není snadné na ně dosáhnout. V některých evropských státech se dá odepsat takový náklad až 2,5krát z daní (Francie, Itálie).

Tabulka 3 Podmínky ke zlepšení implementace P 4.0

	Počet respondentů	Procenta %
Podpora vzdělávání v této oblasti	127	60,5
Daňové zvýhodnění implementujících firem	93	44,3
Podpora výzkumu	70	33,3
Podpora implementace v rámci legislativy	68	32,4
Urychlení celoplošné digitalizace	62	29,5

2.2.12 Jaké aspekty nejvíce ohrožují implementaci Průmyslu 4.0?

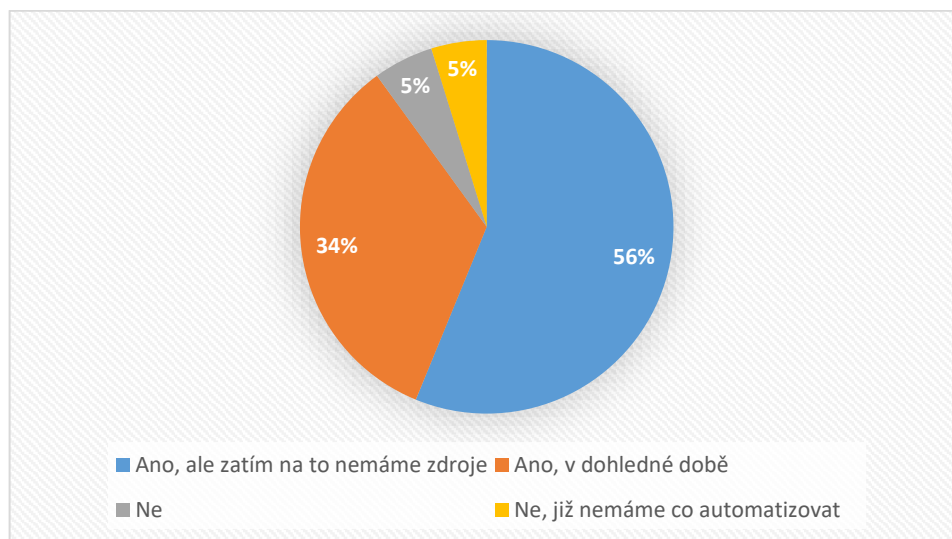
Primárním problémem implementace P 4.0 pro 70 % firem je výše investic do jejich prvků. Pro 61 % dotázaných je problém s kvalifikací zaměstnanců ve firmách. 27,6 % si myslí, že ještě není technologie dostatečně vyspělá. 20 % respondentů uvedla, že legislativa a úroveň státní podpory není na dostatečné úrovni. Velkým problémem je také zabezpečení dat, podle 14,3 % dotázaných.

Tabulka 4 Podmínky ohrožující implementaci P 4.0

	Počet respondentů	Procenta %
Výše investic	147	70
Kvalifikace zaměstnanců	128	61
Nedostatečně vyspělá technologie	58	27,6
Nedostatečná úroveň státní podpory a legislativy	42	20
Zabezpečení dat	30	14,3

2.2.13 Plánujete rozšíření automatizace výroby?

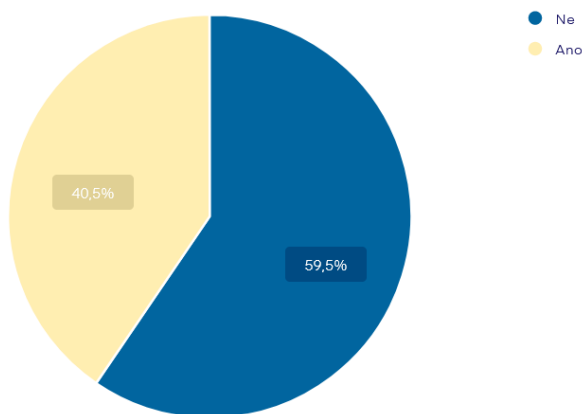
Z 56 % firmy plánují rozšíření automatizace výroby, ale zatím na to bohužel nemají zdroje. 34 % společností budou rozšiřovat automatizaci v dohledné době. Desetina firem nebude vůbec rozšiřovat automatizaci, z toho polovina proto, že již nemají co automatizovat.



Obrázek 21 Koláčový graf o rozšíření automatizace

2.2.14 Plánujete přijmout nové zaměstnance specializující se na integraci automatizace a digitalizace? Popřípadě zaměstnance na údržbu těchto zařízení?

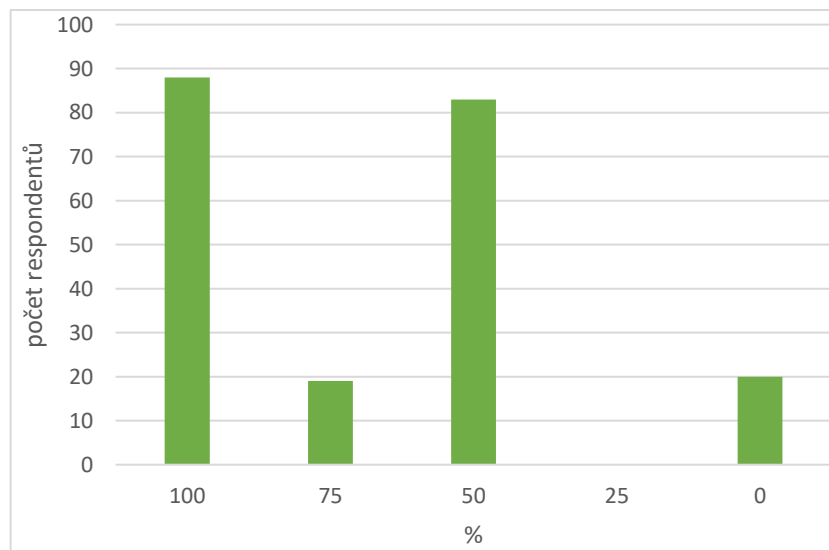
Zhruba 59,5 % firem plánuje přijmout nové zaměstnance, specializujících se na integraci automatizace a digitalizace, popřípadě chtějí zaměstnávat lidi na údržbu těchto zařízení. Zbylé firmy nechtějí nikoho nového přijímat, pravděpodobně už takové zaměstnance přijaly nebo budou přeškolovat vlastní zaměstnance. U firem s převážně sériovou výrobou je procentuální podíl přijímání nových zaměstnanců zhruba 50 %.



Obrázek 22 Koláčový graf ohledně přijímání nových zaměstnanců

2.2.15 V jaké míře mohou zákazníci individualizovat produkty, které si objednají?

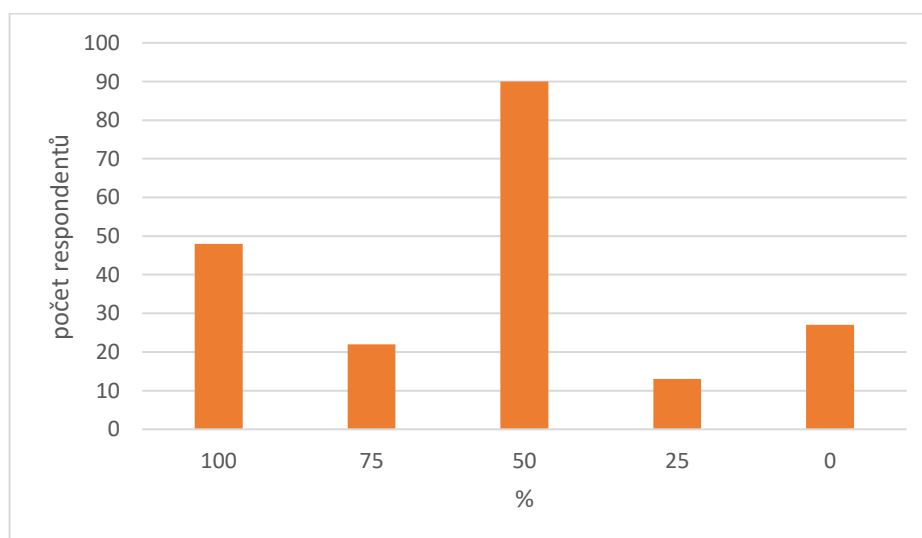
U 88 respondentů lze individualizovat své produkty úplně. Ze 75 % jde individualizovat produkty pro 19 respondentů a z 50 % to jde u 83 respondentů. Pro 20 respondentů nejde individualizovat vůbec. V průměru mohou zákazníci individualizovat své produkty ze 68,69 %.



Obrázek 23 Sloupcový graf – individualizace produktů

2.2.16 V jakém rozsahu je na vašem pracovišti využíván software k řízení zakázky?

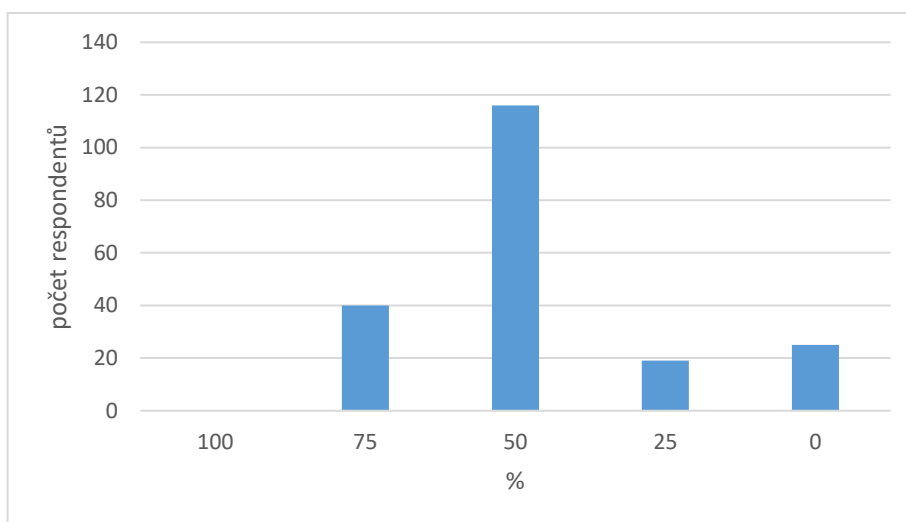
48 respondentů označilo odpověď ze 100 %. Ze 75 % je využíván software u 22 dotázaných, ale z 50 % je to u 90 tázaných. 27 respondentů říká, že se u nich software k řízení zakázky nevyužívá vůbec a 13 lidí využívá software ze 25 %. Průměrně ve všech dotázaných firmách je využíván software k řízení zakázky ve 53,57 % firmách.



Obrázek 24 Sloupcový graf – využití softwaru k řízení zakázky

2.2.17 V jakém rozsahu je digitalizován průměrný produkt ve vašem portfoliu?

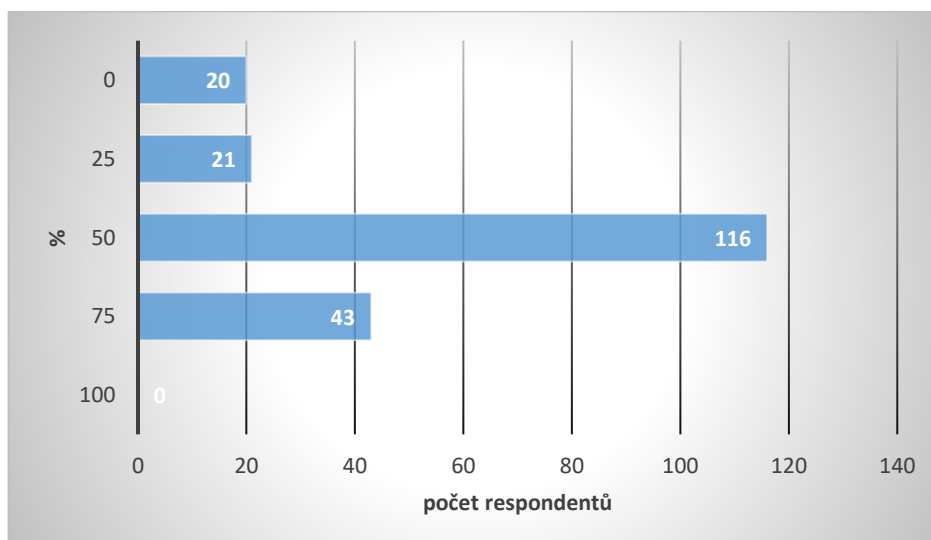
V žádné dotazované firmě nejsou digitalizované produkty na 100 %. Čtyřicet respondentů uvedlo, že je u nich digitalizován produkt ze 75 %. Z 50 % je produkt digitalizován pro 116 dotázaných a pro 19 lidí je to jen z 25 %. Vůbec žádná digitalizaci produktů není u 25 dotázaných. Průměrně je tedy digitalizován produkt ze 44,64 %.



Obrázek 25 Sloupcový graf – digitalizace průměrného produktu

2.2.18 V jakém rozsahu jde vaše práce zautomatizovat?

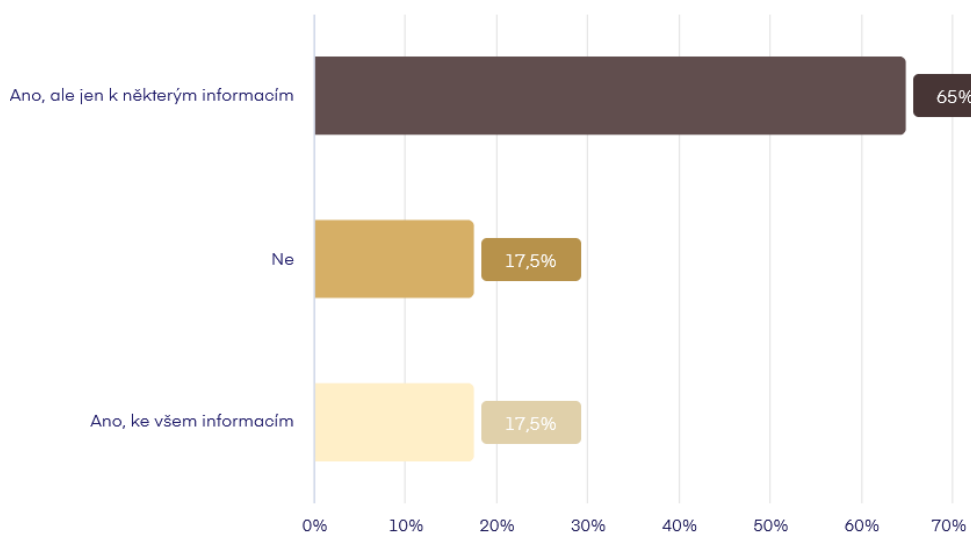
Žádný člověk neuvedl, že by šla jeho práce plně zautomatizovat. Nejvíce lidí uvedlo, přesně 116 lidí, že jde jejich práce zautomatizovat z 50 %, tedy z poloviny. O něco více to jde u 43 lidí a to ze 75 %. 21 respondentů uvedlo, že jde jejich práce zautomatizovat jen z 25 % a u 20 dotazovaných nejde zautomatizovat vůbec. Průměrně jde práce respondentů zautomatizovat ze 45,23 %.



Obrázek 26 Graf – rozsah automatizace práce

2.2.19 Je možné získat vzdáleně přístup k informacím týkající se výroby?

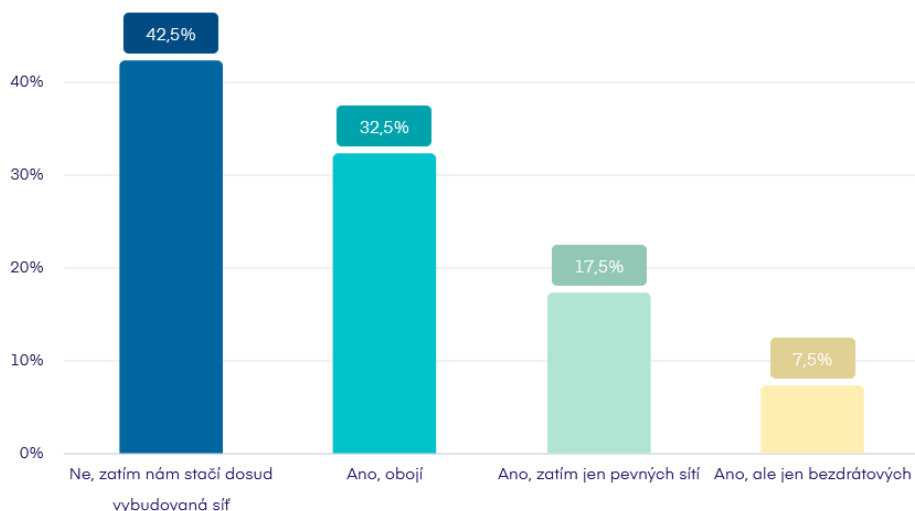
U 65 % firem se lze částečně dostat k informacím týkajících se výroby z jiných míst než ve firmě. Pouze 17,5 % firem se může dostat vzdáleně kompletně ke všem informacím. U stejného procenta se k těmto informacím nedá vzdáleně dostat vůbec. Většina firem už využívá vzdáleného přístupu, což vypovídá o částečné digitalizaci výrobního zařízení.



Obrázek 27 Graf – vzdálený přístup k informacím ohledně výroby

2.2.20 Plánujete rozšíření pevných a bezdrátových sítí?

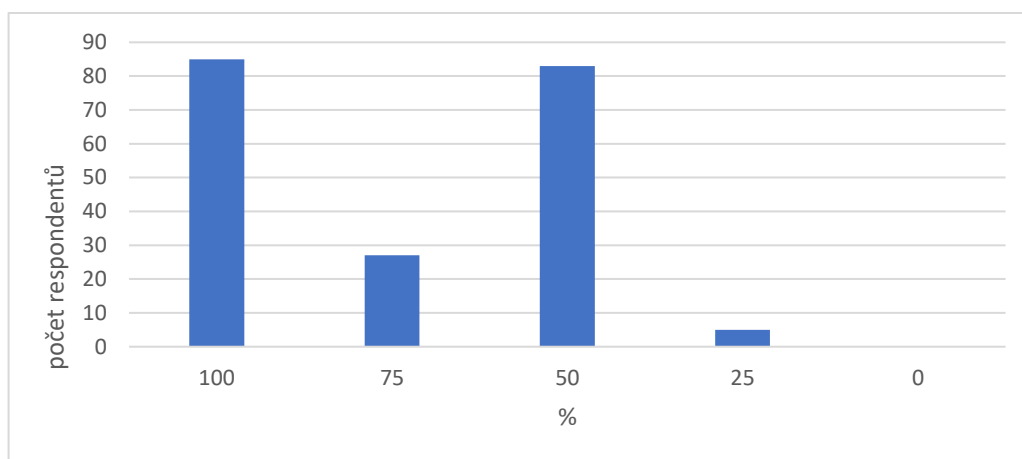
U 42,5 % firem jim stačí dosud vybudovaná síť. Ve 32,5 % firem budou rozšiřovat jak pevné sítě, tak i bezdrátové sítě. 17,5 % firem bude zatím rozšiřovat jen pevné připojení. A u 7,5 % se bude rozšiřovat síť jen v bezdrátovém rozhraní. Většina firem svou síť rozšiřuje, aby pokryla současnou nebo budoucí výrobní techniku.



Obrázek 28 Sloupcový graf – rozšíření sítí

2.2.21 Jak důležité je pro vaši firmu sběr a následná analýza dat?

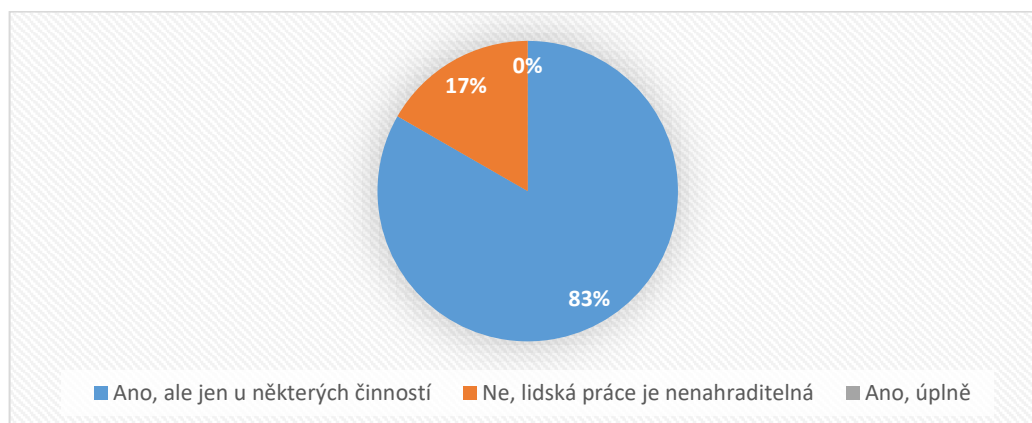
Pro 85 dotázaných je sběr a následná analýza velmi důležitá. U 83 tázaných je to jen z 50 %. A pro 27 lidí je to důležité ze 75 %. 5 lidí uvedlo, že je to pro ně důležité z 25 %. Žádný člověk neuvedl, že by pro něj sběr a následná analýza dat byla absolutně postradatelná a zbytečná. V průměru je to pro firmy důležité ze 70,24 %, což je na velmi dobré úrovni.



Obrázek 29 Sloupcový graf – sběr a analýza dat

2.2.22 Myslíte si, že nové technologie nahradí lidskou práci?

Doplňkovým dotazem bylo, zda si lidi myslí, že nové technologie, včetně robotů s umělou inteligencí i bez, nahradí lidskou práci. 83 % dotázaných si myslí, že to nastane jen u některých činností. U 17 % lidí převládá názor, že lidská práce je nenahraditelná. To reflektuje současnou i budoucí situaci, některé činnosti úplně zaniknou a některé budou ulehčeny roboty nebo různými podavači atd. Každopádně lidská práce se neztratí, jen se přetvoří pracovní pozice.

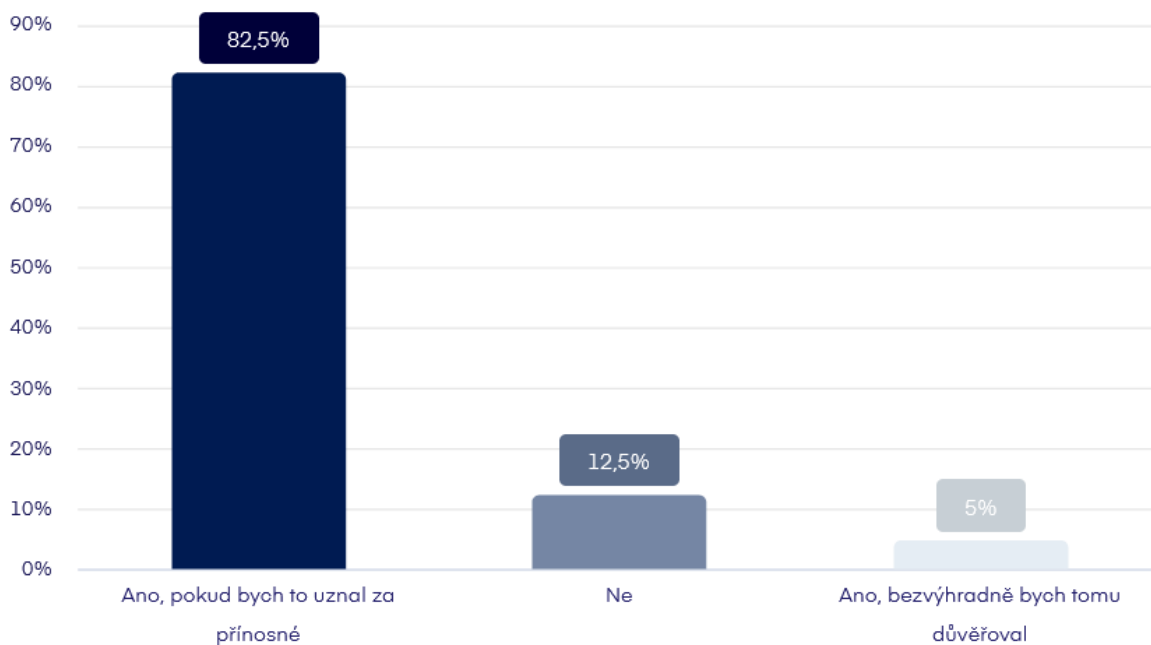


Obrázek 30 Koláčový graf – nahrazení lidské práce

2.2.23 Řídil/a byste se pokyny vydanými počítačovými programy nebo robotem?

Druhým doplňujícím dotazem bylo, zda by se někdo řídil pokyny, které vydá nějaký robot, nebo počítačový program. Většina uvedla, tedy 82,5 %, že by s tím neměli problém, pokud by uvážili tento pokyn za přínosný. 12,5 % respondentů by se takovými pokyny neřídila. 5 % tázaných by tomu dokonce i bezvýhradně důvěřovalo.

Tento dotaz jsem schválně zařadil do dotazníku, protože čím dál více pracovních pozic bude muset spolupracovat s počítačovými programy, umělou inteligencí a roboty. Tudíž je dobré, že k tomu většina respondentů nemá odpor a uvědomují si, že technika může být přínosná.



Obrázek 31 Sloupcový graf – řízení pokyny vydanými počítačem nebo robotem

2.3 Současný stav

Současným problémem je především informovanost týkající se této problematiky. Spousta jedinců měli problém dotazník vyplnit, i přes fakt, že jsem jim nastínil zhruba o co se jedná. Dle mého zjištění jsou firmy ve stavu, kdy dokončily 3. průmyslovou revoluci a částečně využívají některé prvky Průmyslu 4.0, ovšem bez nějakého konceptu či propojení. Převážně se snaží rozšiřovat automatizaci a robotizaci, ale bez nějakého dalšího propojení a chytrějších systémů. Úroveň digitalizace je na startovací pozici, většina se na ni ještě ani nepřipravuje. Je velmi pozitivní, že více než polovina firem si nechá pomoci od výzkumných nebo odborných institucí. To výrazně posílí kvalitu implementace P 4.0.

Stát momentálně není schopen ve větší míře firmy podporovat. Nedostatky v legislativě pouze firmy zatěžuje papírováním a o podporu nežádají, protože se bojí dodatečného zdanění atd. Chybí zde odpisy na daních z nakoupených technologických zařízení podporující P 4.0. V některých státech se to urychleně řeší a není problém odepsat dokonce i vyšší částku, než kolik nákup takové technologie stál. Nicméně 50 % firem uvedlo, že se v problematice podpory státu neorientují. A finance na tyto technologie jsou primárním problémem celé implementace. Samozřejmě je to ovlivněno dobou. Firmy, do kterých jsem rozesílal dotazníky jsou z většiny napojené na automobilový průmysl, a tudíž zažívají teď nelehké časy. Nedostatečně vyspělé technologie jsou, zajisté, také velkým problémem. Samozřejmě není umělá inteligence ve všech zařízeních a neumí udělat cokoli, ale dnes už vyvinutá technologie je na takové úrovni, že není problém vybudovat chytrou továrnu.

Mezi další věc, kterou si ještě firmy neuvědomují, je zabezpečení dat a kyberprostoru. Již mnoho firem bylo napadeno hackery. Firmy mohou přijít o své know-how a také o svá výrobní nebo ekonomická data.

Mezi další současnou pozitivitu se řadí využití nějakého softwaru k řízení zakázky. U většiny firem se toto řešení používá v čím dál větší míře. Firmy tudíž nejsou tolik odkázány na papírovou formu řízení výroby, čím si šetří náklady a také naši přírodu. U 75 % respondentů, dle jejich odpovědi, jde jejich práce částečně zautomatizovat. Z toho vyvstává myšlenka, že je proces teprve na začátku.

Pro většinu firem je důležitý sběr dat a jejich následná analýza, už jen z toho důvodu, aby věděly, co dělají špatně a jak případně do budoucna předejít problémům. Firmy si tento fakt uvědomují. Samozřejmě si spousta lidí uvědomuje, že v budoucnu bude jejich práce vypadat zcela jinak a možná budou na jejich pozici nahrazeni úplně, proto je důležité,

že většina lidí nemá problém spolupracovat s roboty nebo počítačovými programy, což vede k větší produktivitě práce.

2.4 Řešení současné situace

Zde by měl hrát hlavní úlohu stát, primárně jde o motivaci firem k inovacím, primárně k implementaci Průmyslu 4.0. Je zde spousta způsobů, jak takovou věc uchopit, popřípadě zkombinovat některé kroky. Většina firem má problém s financováním těchto technologií, tudíž je nutné podpořit podniky finančně. Vláda se může nechat inspirovat světovými předáky, jakou jsou Francie, Itálie, Japonsko nebo nám blízké Německo. Z této situace vyvstává možnost podpory firem skrze daňového zvýhodnění, resp. odpisu z daně v zaplacené částce za nákup technologie splňující parametry Průmyslu 4.0, popřípadě v nějakém násobku zaplacené částky. Lze použít i možnosti dotací, ale o ty si firmy musejí dopředu žádat a nastává problém s papírováním a dodržením legislativy. Primárně se musí najít způsob, jak firmám ulehčit nákup technologií a omezit složitost v získání podpory. S tím je spojená změna legislativy, která by se měla začít projednávat co nejdříve. K tomu by měla být vedena kampaň, směřující k informovanosti firem o takových možnostech, aby se urychlila implementace P 4.0.

Postoj firem k novým technologiím se musí výrazně změnit. Firmy by si měly uvědomit, že negativní postoj k Průmyslu 4.0 je v dlouhodobé firemní strategii chybný. Když firmy zaspí ve vývoji, tak je předběhne konkurence a velké firmy o spolupráci s nimi ztratí zájem. Významný fakt je, že implementací nových technologií firma zvýší svoji produktivitu, může ušetřit velké náklady a bude více konkurenceschopná. Může dojít ke snížení počtu zaměstnanců, což jsou pro firmy nemalé náklady.

Velmi by pomohlo, kdyby se ve firmách zaměstnávali lidé, kteří by měli implementaci nových technologií na starost. Tito lidé by se neustále vzdělávali v nových trendech a inovacích a zajišťovali by interní stránku implementace. Bez znalosti nových technologií, které nejsou ani velmi nákladné, se nemůže situace v našich firmách zlepšovat. Již dnes pro příklad se dají použít různé skenery a čidla ke snímání chodu strojů a mohou pomoci při zjišťování problémů onoho stroje a předejít tomu, díky včasné údržbě. Tato čidla nejsou velmi drahá a napojení na centrální systém je ve formě denního příspěvku v řádu setin dolaru na čidlo. Takových technologií je spousta, jen o tom firmy, bohužel, nemají přehled. Tito lidé by mohli obstarávat komunikaci s různými výzkumnými a odbornými centry, které se na tyto technologie specializují. Aby mohly firmy zaměstnávat tyto zaměstnance,

tak je budou muset nechat proškolit anebo už tyto specialisty přijmout. Z toho vyplývá změna našeho školství, převážně výuka na středních a vysokých školách. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy by se mělo zamyslet nad takovými změnami a mělo by zvážit možnost financování u technických oborů. Školy samotné by měly upravit své studijní obory a vytvářet nové, zaměřené přímo na tuto problematiku. Již zaznamenáváme zvyšující se poptávku po takových odbornících a primárně školy by měly takové odborníky vzdělávat a pouštět do praxe.

Samozřejmě zavádění nových technologií musí jít ruku v ruce s bezpečností, bezpečností na pracovišti, ale také kyberbezpečností. Při výběru různých cloudových úložišť nebo využití různých softwarů, které jsou neustále připojeny k internetu se musí dbát na výběr takových technologií ze strany jejich zabezpečení. Žádná firma nechce ztratit svoje know-how a svá data ve prospěch jiné strany. Může se využít společnosti, které se kyberbezpečností zabývají a měly by se postarat kompletně o celý systém nebo zaměstnat specialisty, kteří tuto stránku bezpečnosti zajistí přímo ve firmě.

2.5 Rizika pomalé implementace

Hlavním rizikem je ztráta zakázek od důležitých a velkých firem. Nadnárodní korporace a velké firmy, např. automobilky, výrobci oblečení atd. budou postupně ztrácet zájem obchodovat s firmami, které nepoužívají nejnovější techniku a nebudou se tak moci s nimi sladit na jednu technickou úroveň, na kterou už přešly tyto velké firmy. Firmu předběhne její konkurence nebo si ty velké firmy udělají moderní výrobu produktů, které dříve odebíraly od jiných dodavatelů, blízko své firmy nebo výrobního závodu a budou si to vyrábět samy.

Spousta firem se potýká s nedostatkem kvalifikovaných zaměstnanců. Pokud tyto firmy nebudou inovovat své technologie, tak budou neustále bojovat s nedostatkem odborného personálu a možná se ten problém ještě prohloubí. Kvalifikovaní zaměstnanci budou mít pravděpodobně zájem pracovat ve firmách využívající prvky Průmyslu 4.0, operátoři výroby nebudou mít tak těžkou práci, pracovníci v logistice budou využívat různé vylepšující softwary atd.

Pokud budou firmy implementovat P 4.0 pomalu a stát vymyslí nějaké financování, nebo odpisy z daní na určitou dobu, tak tyto firmy stihnou jen malou část inovace a poté už možná nebudou mít možnost tak výhodně investovat do nových technologií.

ZÁVĚR

V první teoretické části práce jsem se zaměřil primárně na vysvětlení pojmu Průmysl 4.0 a popsal jeho nejdůležitější prvky. Ve druhé části, té praktické, jsem vyhodnotil dotazník. Po posouzení výsledku jsem zjistil současnou situaci strojírenských firem napojených primárně na automobilový průmysl v Jihovýchodní části Moravy. Na dotazník mi odpovědělo celkem 210 osob, čímž byl můj cíl splněn. Bohužel, spousta lidí i po vysvětlení, neuměla dotazník vyplnit a rovnou vyplnění odmítla.

Aktuální situace u dotázaných firem reflektuje výsledky, které jsem očekával. Firmy jsou v raném stádiu implementace P 4.0. Většina firem již využívá některé prvky P 4.0, ale bohužel zatím bez nějakého většího provázání těchto technologií nějakým společným systémem. Ukázalo se, že se spousta lidí v problematice moc neorientuje, ale je tu i spousta lidí, kteří o tom už ví velmi mnoho a vedou své firmy správným směrem. Samozřejmě je zde spousta pracovních pozic, kde momentálně není dostatečně vyspělá technologie k tomu, aby byla tato pracovní pozice nějak automatizována nebo robotizována, např. u pracovníků, které odjehlují odlitky, kterých jsou desítky typů a u každého je třeba posoudit na jakých místech je potřeba provést daný úkon, je velmi těžké tyto pozice nějak nahradit.

Ukázalo se, že firmy nejsou právem spokojené s podporou státu. Bojují s financemi a nesmyslnou administrativou, která brzdí jejich rozvoj.

Na konci praktické části jsem rozebral současný stav dotázaných firem a navrhl možné řešení situace v budoucnu. Popsal jsem také rizika pro firmy, které budou inovovat své výrobní zařízení velmi pomalu, což by mohlo mít velké následky v budoucnu. Dospěl jsem k závěru, že každá firma musí ke svému rozvoji přistupovat individuálně. Neexistuje žádný model, který by se dal aplikovat na všechny. Firmy, které vyrábějí primárně na zakázku, musí přistupovat k problematice z jiného úhlu pohledu, než firmy zabývající se sériovou výrobou.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MAŘÍK, Vladimír. *Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku*. Praha: Management Press, 2016. ISBN 978-80-7261-440-0.
- [2] KAMICKÝ, Daniel. *Průmysl 4.0 a čtvrtá průmyslová revoluce* [online]. [cit. 2021-01-03]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/prumysl-4-0-a-ctvrta-prumyslova-revoluce>
- [3] CHROMJAKOVÁ, Felicita, David TUČEK a Roman BOBÁK. *Projektování výrobních procesů pro Průmysl 4.0*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2017. ISBN isbnisbn978-80-7454-680-8.
- [4] PROKŠ, Jan. *Aktuální stav digitalizace v českém průmyslu* [online]. [cit. 2021-02-03]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/aktualni-stav-digitalizace-v-ceskem-prumyslu>
- [5] RAI, Abhinav. *What is Big Data – Characteristics, Types, Benefits & Examples* [online]. [cit. 2021-02-03]. Dostupné z: <https://www.upgrad.com/blog/what-is-big-data-types-characteristics-benefits-and-examples/>
- [6] BEKEY, George A. *Autonomous Robots From Biological Inspiration to Implementation and Control* [online]. [cit. 2021-03-04]. Dostupné z: <https://mitpress.mit.edu/books/autonomous-robots>
- [7] RANGER, Steve. *What is the IoT? Everything you need to know about the Internet of Things right now* [online]. [cit. 2021-03-04]. Dostupné z: <https://www.zdnet.com/article/what-is-the-internet-of-things-everything-you-need-to-know-about-the-iot-right-now/>
- [8] *Schaeffler OPTIME makes condition monitoring cost-effective for all plant assets* [online]. [cit. 2021-03-06]. Dostupné z: https://www.schaeffler.com/content.schaeffler.com/en/news_media/press_office/press_releases/press_releases_detail.jsp?id=87484224
- [9] CONTI, Marco a Andrea PASSARELLA. *Internet of People (IoP): An interdisciplinary approach to Networking in a human-centric NGI* [online]. [cit. 2021-03-06]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/iop_ngi_cnr_v1.0.pdf
- [10] WASMUND, Ryan. *The internet of services in Industrie 4.0* [online]. [cit. 2021-03-08]. Dostupné z: <https://conceptsystemsinc.com/the-internet-of-services-in-industrie-4-0/>
- [11] FRANKENFIELD, Jake. *Cloud computing* [online]. [cit. 2021-03-10]. Dostupné z: <https://www.investopedia.com/terms/c/cloud-computing.asp>
- [12] PUTTEN, Peter van der, Walter A. KOSTERS, Egbert J. W. BOERS, Joost N KOK a Mannes POEL. *ARTIFICIAL INTELLIGENCE: DEFINITION, TRENDS, TECHNIQUES, AND CASES* [online]. [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: <https://www.eolss.net/Sample-Chapters/C15/E6-44.pdf>

- [13] RAUSCHNABEL, Philipp A., Alexander BREM a Young K. RO. *Augmented Reality Smart Glasses: Definition, Conceptual Insights, and Managerial Importance* [online]. [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Alexander-Brem-2/publication/279942768_Augmented_Reality_Smart_Glasses_Definition_Conceptual_Insights_and_Managerial_Importance/links/5721ec2e08aee857c3b5dd6c/Augmented-Reality-Smart-Glasses-Definition-Conceptual-Insights-and-Managerial-Importance.pdf
- [14] KŘÍŽ, Lukáš a David ZAJÍC. *Průmysl 4.0: Méně slov, více činů* [online]. [cit. 2021-03-15]. Dostupné z: <https://archiv.ihned.cz/c1-66762080-prumysl-4-0-mene-slov-vice-cinu>
- [15] ZOUBEK, Michal a Michal ŠIMON. *Návrh modelu připravenosti pro hodnocení interních logistických procesů v kontextu Průmyslu 4.0* [online]. [cit. 2021-03-15]. Dostupné z: <https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/42206/1/Zoubek.pdf>
- [16] MARR, Bernard. *What Is The Difference Between Deep Learning, Machine Learning and AI?* [online]. [cit. 2021-03-16]. Dostupné z: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2016/12/08/what-is-the-difference-between-deep-learning-machine-learning-and-ai/?sh=79d2b15126cf>
- [17] *Technologie IoT již pomáhá i v retailu* [online]. [cit. 2021-04-23]. Dostupné z: <https://www.mistoprodeje.cz/obsah/ze-zahranici/technologie-iot-jiz-pomaha-i-v-retailu/>
- [18] *Průmysl 4.0* [online]. [cit. 2021-04-24]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Pr%C5%AFmysl_4.0
- [19] *Benefits of using Big Data in Education* [online]. [cit. 2021-04-24]. Dostupné z: <https://www.newgenapps.com/blog/benefits-of-using-big-data-in-education/>
- [20] LINHART, Jakub. *ROBOT SAWYER V NEJLEPŠÍCH RUKÁCH* [online]. [cit. 2021-04-24]. Dostupné z: <https://www.rob4job.com/robot-sawyer-v-nejlepsich-rukach/>
- [21] MARR, Bernard. *9 Powerful Real-World Applications Of Augmented Reality (AR) Today* [online]. [cit. 2021-04-24]. Dostupné z: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/07/30/9-powerful-real-world-applications-of-augmented-reality-ar-today/?sh=5dbb1a632fe9>
- [22] RS Components. *Průmyslový IOT, Jednopárový Ethernet – Svět na drátě (White paper)* [online]. [cit. 2022-05-02]. Dostupné z: https://cz.rs-online.com/euro/img/task-requests/84207/c56736_ce_ac_iiot_whitepaper_nov_16pp-cs.pdf?intcmp=CZ-DCAT--CP-C2--MCC_169_1120_CE--whitepaper
- [23] LENC, Michal. *Tesla představila výkonný FSD Computer pro plně autonomní řízení* [online]. 24.4.2019, 2019 [cit. 2022-04-20]. Dostupné z: <https://www.elonx.cz/tesla-predstavila-vykonny-fsd-computer-pro-plne-autonomni-rizeni/>
- [24] MARCOŇ, Petr. *Průmysl 4.0 (Industry 4.0)* [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: <https://adoc.pub/prmysl-40-industry-40.html>

[25] CSANYI, Edvard. *When we started to use PLCs after all* [online]. 2011, 21.12.2011 [cit. 2022-04-20]. Dostupné z: <https://electrical-engineering-portal.com/when-we-started-to-use-plcs-after-all>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

P 4.0 Průmysl 4.0

CMS Content management system

PLC Programmable Logic Controller

IoT Internet of Things

IoS Internet of Services

IoP Internet of Peoples

AI Artificial intelligence

IT Information Technology

CRM Customer Relationship Management

RFID Radio Frequency Identification

RaaS Robot as a Service

M2M Machine to Machine

3D Three dimensional

QR Quick response

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Modicon 084 – První průmyslový počítač [25]	13
Obrázek 2 Průmyslové revoluce [18]	13
Obrázek 3 Chytrá továrna	16
Obrázek 4 Big data [19].....	19
Obrázek 5 Autonomní robot [20].....	21
Obrázek 6 Internet věcí [17]	22
Obrázek 7 Schéma použití Schaeffler optime [8]	23
Obrázek 8 Sensory Schaeffler optime [8].....	24
Obrázek 9 Schéma Cloud computing	25
Obrázek 10 FSD Computer [23]	27
Obrázek 11 Využití rozšířené reality [21]	29
Obrázek 12 Graf rozložení respondentů podle věku	34
Obrázek 13 Graf členění odvětví průmyslu	35
Obrázek 14 Graf, co si lidé představují pod pojmem Průmysl 4.0	36
Obrázek 15 Graf typu výroby	37
Obrázek 16 Graf prvků, se kterými se respondenti již setkali	38
Obrázek 17 Graf prvků, které se již využívají	39
Obrázek 18 Sloupcový graf využití cloudu	41
Obrázek 19 Sloupcový graf o spolupráci s organizacemi.....	42
Obrázek 20 Sloupcový graf o podpoře státu.....	43
Obrázek 21 Koláčový graf o rozšíření automatizace.....	46
Obrázek 22 Koláčový graf ohledně přijímání nových zaměstnanců	46
Obrázek 23 Sloupcový graf – individualizace produktů	47
Obrázek 24 Sloupcový graf – využití softwaru k řízení zakázky	47
Obrázek 25 Sloupcový graf – digitalizace průměrného produktu	48
Obrázek 26 Graf – rozsah automatizace práce	48
Obrázek 27 Graf – vzdálený přístup k informacím ohledně výroby	49
Obrázek 28 Sloupcový graf – rozšíření sítí	49
Obrázek 29 Sloupcový graf – sběr a analýza dat.....	50
Obrázek 30 Koláčový graf – nahrazení lidské práce	50
Obrázek 31 Sloupcový graf – řízení pokyny vydanými počítačem nebo robotem.....	51

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Využití jednotlivých prvků ve výrobě	39
Tabulka 2 V budoucnu implementované prvky	40
Tabulka 3 Podmínky ke zlepšení implementace P 4.0	44
Tabulka 4 Podmínky ohrožující implementaci P 4.0.....	45