

Využití smart technologií v průmyslu

Jan Jelínek

Bakalářská práce
2019



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Jan Jelínek
Osobní číslo: A16496
Studijní program: B3902 Inženýrská informatika
Studijní obor: Informační technologie v administrativě
Forma studia: prezenční

Téma práce: Využití smart technologií v průmyslu

Téma anglicky: Utilization of Smart Technologies in Industry

Zásady pro vypracování

1. Vysvětlíte pojmy Průmysl 4.0 a Internet věcí (Využití IoT a smart zařízení v průmyslu).
2. Popište současný stav Průmyslu 4.0 v ČR.
3. Vysvětlíte bezpečnostní problémy spojené s IoT.
4. Popište stávající ICT a procesy IT v souvislosti s výrobou.
5. Na modelovém příkladu demonstруйте využití smart zařízení a technologií.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh: -

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

Seznam doporučené literatury:

1. MAŘÍK, Vladimír. Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku. Praha: Management Press, 2016. ISBN 978-807-2614-400.
2. TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. Průmysl 4.0, aneb, Nikdo sám nevyhraje: výzva pro Českou republiku. Průhonice: Professional Publishing, 2017. ISBN 978-809-0659-445.
3. GILCHRIST, ALASDAIR. Industry 4.0: The Industrial Internet of Things. New York: APress, 2016. ISBN 978-148-4220-467.
4. GILCHRIST, ALASDAIR. Iot Security Issues. Boston: Walter de Gruyter, 2017. ISBN 978-150-1514-746.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Lukáš Králík

Ústav počítačových a komunikačních systémů

Datum zadání bakalářské práce:

26. července 2019

Termín odevzdání bakalářské práce:

26. srpna 2019

Ve Zlíně dne 2. srpna 2019

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
děkan



Ing. Miroslav Matýsek, Ph.D.
ředitel ústavu

Jméno, příjmení: Jan Jelínek

Název bakalářské práce: Využití smart technologií v průmyslu

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že 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;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že 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 totožné.

Ve Zlíně, dne 25. 08. 2019

Jan Jelínek v. r.
Podpis diplomanta

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá problematikou Průmyslu 4.0 a dalšími souvisejícími činnostmi. Na úvod práce je čtenář uveden do tématu Industrial internetu, seznámen s historií průmyslu, cloud computingem, outcome economy nebo motivací, proč je Průmysl 4.0 důležitým technologickým přínosem. Dále je představena bezpečnost Industrial internetu spolu s bezpečnostními riziky založenými na reálných příkladech a současná situace Průmyslu 4.0 v České republice založena na výsledcích ankety vytvořené samotným autorem. Na závěr práce jsou představeny technologie spojené s Průmyslem 4.0 a na smyšlené společnosti jsou nastíněny výhody jejich implementace.

Klíčová slova: Průmysl 4.0, Industrial Internet, cloud computing, ekonomie výsledku, Plánování podnikových zdrojů, Elektronická výměna dat.

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with the problems of Industry 4.0 and with other related activities. To begin with, the reader is introduced to the topic of Industrial Internet, familiarized with the history of industry, cloud computing, outcome economy, or the motivation why Industry 4.0 is an important technological asset. Furthermore, the safety of Industrial Internet is presented, along with security risks based on real examples, and the current situation of Industry 4.0 in the Czech Republic based on the results of a survey created by the author himself. At the end of the thesis, technologies related to Industry 4.0 are introduced and on the fictitious company are outlined the advantages of their implementation.

Keywords: Industry 4.0, Industrial Internet, cloud computing, outcome economy, Electronic Data Interchange, Enterprise Resource Planning.

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu panu Ing. Lukášovi Králíkovi za čas a cenné rady, které mi věnoval při tvorbě bakalářské práce.

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

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| ÚVOD..... | 9 |
| I TEORETICKÁ ČÁST..... | 10 |
| 1 INDUSTRIAL INTERNET | 11 |
| 1.1 THE POWER OF 1 %..... | 12 |
| 1.2 HISTORIE PRŮMYSLVÝCH REVOLUCÍ | 12 |
| 1.2.1 Druhá průmyslová revoluce | 12 |
| 1.2.2 Třetí průmyslová revoluce | 12 |
| 1.2.3 Počátky čtvrté průmyslové revoluce | 13 |
| 1.3 MOTIVACE PRŮMYSLU 4.0 | 13 |
| 1.4 PROČ INDUSTRIAL INTERNET NASTUPUJE PRÁVĚ TEĎ? | 14 |
| 1.5 OUTCOME ECONOMY | 15 |
| 1.6 CLOUD COMPUTING | 15 |
| 1.6.1 The Fog | 17 |
| 1.6.2 Big data | 17 |
| 2 BEZPEČNOST INDUSTRIAL INTERNETU | 18 |
| 2.1 PROLOMENÍ BEZPEČNOSTI | 18 |
| 2.1.1 Chrysler a Boeing..... | 19 |
| 2.2 IDENTITY AND ACCESS MANAGEMENT | 19 |
| 2.3 DISTRIBUTED DENIAL OF SERVICE | 20 |
| 2.4 DŮVODY BEZPEČNOSTNÍCH PROBLÉMŮ | 20 |
| 3 IT TECHNOLOGIE VE VÝROBĚ..... | 23 |
| 3.1 PRODUCT LIFECYCLE | 23 |
| 3.1.1 Moderní továrna | 25 |
| 3.2 ELECTRONIC DATA INTERCHANGE | 25 |
| 3.3 ENTERPRISE RESOURCE PLANNING | 26 |
| 4 SMART ZAŘÍZENÍ..... | 28 |
| 4.1 TECHNOLOGIE PRO SMART ZAŘÍZENÍ | 28 |
| 4.1.1 Senzor..... | 28 |
| 4.1.2 Poskytněte hodnotu | 28 |
| 4.1.3 Procesní výkon | 28 |
| 4.1.4 Komunikační rozhraní..... | 29 |
| 4.1.5 Zdroj energie | 29 |
| 4.1.6 Paměť | 29 |
| 4.1.7 Snadnost použití | 29 |
| 4.2 PRŮMYSL 4.0 A 3D TISK | 29 |
| 4.2.1 Rychlost tisku..... | 30 |
| 4.2.2 Kvalita | 30 |
| 4.2.3 Cena..... | 30 |
| 4.2.4 Bezpečnost | 30 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 4.2.5 | Dopad na životní prostředí | 30 |
| 4.2.6 | Výběr tiskového materiálu | 31 |
| 4.2.7 | Software a 3D tisk | 31 |
| 4.2.8 | Kdo z 3D tisku těží nejvíce? | 31 |
| 4.3 | ROZŠÍŘENÁ A VIRTUÁLNÍ REALITA | 31 |
| 4.3.1 | Virtuální realita | 31 |
| 4.3.2 | Rozšířená realita | 32 |
| 4.3.3 | Rozdíl v hardware | 32 |
| 4.3.4 | Specifické aplikace pro průmysl | 32 |
| II | PRAKTICKÁ ČÁST | 34 |
| 5 | STAV PRŮMYSLU 4.0 V ČESKÉ REPUBLICE | 35 |
| 5.1 | OBECNÉ VÝSLEDKY ANKETY | 36 |
| 5.1.1 | Povědomí o pojmu Průmysl 4.0 | 36 |
| 5.1.2 | Bezpečnostní obavy z Průmyslu 4.0 | 37 |
| 5.1.3 | Očekávání podniků od Průmyslu 4.0 | 38 |
| 5.1.4 | Využívané technologie Průmyslu 4.0 | 39 |
| 5.2 | SEGMENTOVANÉ VÝSLEDKY ANKETY | 39 |
| 5.2.1 | Obavy z bezpečnosti Průmyslu 4.0 dle velikosti podniku | 40 |
| 5.2.2 | Očekávání od Průmyslu 4.0 dle velikosti podniku | 40 |
| 5.2.3 | Používané technologie dle velikosti podniku | 41 |
| 5.3 | SHRNUTÍ VÝSLEDKŮ | 42 |
| 6 | DEMONSTRACE VYUŽITÍ SMART ZAŘÍZENÍ A TECHNOLOGIÍ | 44 |
| 6.1 | CHARAKTERISTIKA PODNIKU | 44 |
| 6.2 | ORGANIZAČNÍ STRUKTURA PODNIKU | 44 |
| 6.2.1 | Obchodní oddělení | 45 |
| 6.2.2 | Finanční oddělení | 45 |
| 6.2.3 | Výroba | 46 |
| 6.2.4 | Technologické oddělení | 46 |
| 6.2.5 | Sklad | 46 |
| 6.2.6 | IT oddělení | 47 |
| 6.3 | PŘÍNOSY A PROBLÉMY SPOJENÉ S IMPLEMENTACÍ JEDNOTLIVÝCH TECHNOLOGIÍ | 47 |
| 6.3.1 | Radio Frequency Identification | 47 |
| 6.3.2 | Electronic Data Interchange | 48 |
| 6.3.3 | Automated Guided Vehicles | 50 |
| 6.3.4 | Použití přenosných zařízení. | 50 |
| 6.3.5 | Enterprise Resource Planning | 51 |
| 6.4 | PŘÍNOSY JEDNOTLIVÝCH MODULŮ ERP | 52 |
| 6.4.1 | Personalistika a docházka | 53 |
| 6.4.2 | Prodej a nákup | 53 |
| 6.4.3 | Sklady | 53 |
| 6.4.4 | TPV a kalkulace | 53 |
| 6.4.5 | Plánování výroby | 54 |
| 6.4.6 | Kvalita | 54 |
| 6.4.7 | Řízení výroby | 54 |

| | |
|--|-----------|
| 6.4.8 Mzdy | 54 |
| ZÁVĚR | 55 |
| SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY..... | 56 |
| SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK..... | 59 |
| SEZNAM OBRÁZKŮ | 60 |
| SEZNAM PŘÍLOH..... | 61 |
| PŘÍLOHA P1: OBSAH DISKU CD..... | 62 |

ÚVOD

Průmysl 4.0 je v současné době často skloňovaným tématem v mnoha odvětvích. Jeho příchod považujeme za čtvrtou průmyslovou revoluci. V této práci se budeme primárně věnovat průmyslu jako takovému. V tomto odvětví Průmysl 4.0 umožnil vstup nové netradiční konkurence, která ohrožuje již zavedené subjekty. Tento konkurenční boj otevírá nové možnosti inovací, a právě pomáhá startu čtvrté průmyslové revoluce.

K výběru tématu o Průmyslu 4.0 vedl autora vlastní zájem o toto téma, který byl podpořen na univerzitě při studiu některých předmětů. Autor se plánuje i nadále rozvíjet v tomto tématu a pokračovat diplomovou prací.

V teoretické části bude čtenářům vysvětlen samotný pojem Průmysl 4.0 jak a kde vznikl, proč vlastně přichází čtvrtá průmyslová revoluce až v posledních letech navzdory dlouhodobé existenci internetu. Podíváme se na predikce růstu popularity a využití Průmyslu 4.0. Pojem outcome economy je novinkou Průmyslu 4.0 v jedné z kapitol si vysvětlíme, jak tento nový systém využívání služeb funguje. Následně se již podíváme na jednotlivé prvky Průmyslu 4.0 a na příkladech si vysvětlíme, jak tyto jednotlivé prvky fungují. Jedná se o cloud computing, Identity and Access Management, Smart factory, Electronic Data Interchange, Enterprise resource planning, Product Life Cycle. Dále se podíváme na Bezpečnost Průmyslu 4.0, jaké existují problémy a ukážeme si na nedávných událostech, jaké bezpečnostní rizika mohou vzniknout. Nakonec rozkryjeme tematiku smart zařízení, jaké jsou vlastně kritéria, aby mohlo být zařízení nazýváno chytrým.

V praktické části byla vytvořena anketa za účelem zjištění aktuálního stavu povědomí, očekávání a využití Průmyslu 4.0. Jedná se o krátkou anketu kladoucí základní otázky na Průmysl 4.0. Na jednotlivých grafech si ukážeme rozdíly v pohledu na Průmysl 4.0 dle velikosti jednotlivých podniků. V druhé části si na smyšleném podniku ukážeme, jaké výhody a překážky od jednotlivých implementovaných systémů lze očekávat. Jedná se o stručnou případovou studii, která pomůže podniku stanovit cíle a vybrat správné technologie.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 INDUSTRIAL INTERNET

Nejdříve je nutné rozdělit IoT do čtyř hlavních kategorií. Je to Internet of Things Enterprise, Commercial, Consumer, Industrial. Jednotlivé koncepty se zaměřují na velice odlišné aspekty trhu, technologických požadavků a strategií. Consumer, tedy spotřebitelský trh, je samozřejmě nejviditelnější, s jeho produkty se setkáváme každý den. Jsou to koncepty od chytrých domů až po drobnosti, jako jsou fitness náramky. Podobný je Commercial, tedy obchodní trh, kde se jedná se o služby v sektoru financí, pojišťovnictví atd. Enterprise se zabývá podnikáním v jakémkoliv měřítku. Pro nás je ovšem v této práci důležitý poslední koncept, a to Industrial, tedy průmyslový, tomu se také v celé kapitole budu věnovat. Industrial Internet of Things, zkráceně IIoT, je zároveň největším a nejobsáhlejším konceptem. Zahrnuje energetiku, logistiku, cestování vesmírem a mnohé další. [1]

Mnozí předpovídají, že Industrial Internet zajistí růst celého odvětví v další dekádě. Z finančního hlediska se bavíme o předpovědi růstu 151,01 miliard dolarů k roku 2020 s Compound Annual Growth Rate (CAGR) neboli složená roční míra růstu 8,03 % mezi roky 2015 a 2020. Průmyslový růst z praktického hlediska může být realizován využitím potenciálu Industrial Internet. S využitím plného potenciálu IIoT by mohlo dojít k návratu továren na vlastní území, které byly přesunuty za hranice. Tím by se docílilo zvýšení přidané hodnoty z výroby a podpoření HDP (hrubého domácího produktu). [1]

Nejprve si tedy vysvětlíme, o čem celý koncept Industrial Internet je a proč bychom ho měli začít využívat v jeho plné míře. Industrial Internet zajišťuje sběr obrovského množství dat z jednotlivých senzorů, middleware, software, kde se na konci data ukládají do cloudu nebo jiných úložných prostor. Toto velké množství dat pak následně lze analyzovat. Z toho také vyplývají zisky, které jsou dosaženy prostřednictvím zvýšené efektivity a produktivity. Firmy již několik let využívají senzorů a komunikačních zařízení. To samé platí o komunikaci machine to machine (M2M), neboli mezi stroji a spoluprací. Z toho vyplývá, že hlavní aspekty Industrial Internet jsou již několik let využívány a nejedná se o něco naprosto nového. Se zapojením IIoT se ovšem objem výstupních dat mnohonásobí, tato data mohou být analyzována online pomocí cloud computing. Pouze na základě tohoto množství dat lze zvýšit produktivitu, efektivitu a zároveň snížit náklady, protože nikdy předtím nebylo možné zpracovávat tak velké množství dat za použití moderních algoritmů. [1] [2]

1.1 The power of 1 %

Zde přichází poměrně zajímavý termín, a to the power of 1 %, tedy síla jednoho procenta. Tento termín se váže k tomu, že v některých odvětvích stačí snížení nákladu nebo neefektivitu o jedno procento k získání značných zisků. Autor v knize dává za příklad letectví, kde ušetření jednoho procenta ročně znamená úsporu 30 miliard dolarů. Tento trend pouhého jednoho procenta, který ušetří značné zdroje, lze pozorovat ve většině odvětví průmyslu. Zároveň můžeme vidět, že malé zlepšení o jedno procento by značně pomohlo s navrácením původní investice do IIoT. [1]

1.2 Historie průmyslových revolucí

První průmyslová revoluce začala koncem 18. století a trvala do začátku 19. století. Revoluce zaznamenala vznik mechanizace, procesu, který nahradil zemědělství a postavil průmysl jako základ hospodářské struktury společnosti. Hromadná těžba uhlí spolu s vynálezem parního motoru vytvořila nový typ energie, která díky vývoji železnic a akcelerací ekonomických, lidských a materiálových výměn stala dominantní. Další významné vynálezy, jako je kování a nové know-how tvarování kovů, postupně vypracovaly plány pro první továrny a města, jak je známe dnes. [3]

1.2.1 Druhá průmyslová revoluce

Téměř o jedno století později, na konci 19. století, nové technologické vyspělosti zajišťují nové zdroje energie: elektřinu, plyn a ropu. Vývoj spalovacího motoru využil těchto nových zdrojů k plnému potenciálu. Kromě toho se začal rozvíjet a rostl ocelářský průmysl vedle exponenciálního růstu poptávky po oceli. Chemická syntéza se také vyvíjela a přinesla syntetické tkaniny, barviva a hnojivo. Způsoby komunikace prošly také revolucí s vynálezem telegrafu a telefonu, rovněž dopravní metody s nástupem automobilu a letadla na počátku 20. století. Všechny tyto vynálezy byly umožněny centralizací výzkumu a kapitálu strukturovaného kolem ekonomického a průmyslového modelu založeného na nových velkých továrnách a organizačních modelech výroby, jak si představovali Taylor a Ford. [3]

1.2.2 Třetí průmyslová revoluce

O dalších sto let později, tedy v druhé polovině 20. století, se objevila třetí průmyslová revoluce se vznikem nového typu energie, jehož potenciál překonal všechny

předchůdce, a to jadernou energií. Tato revoluce byla svědkem nejen vzestupu elektroniky s tranzistorem a mikroprocesorem, ale také vzestupu telekomunikací a počítačů. Nová technologie vedla k výrobě miniaturizovaného materiálu, který by otevřel dveře zejména k výzkumu vesmíru a biotechnologii. Pro průmysl tato revoluce přinesla vysokou úroveň automatizace v produkci, a to především díky dvěma hlavním vynálezům PLC a robotům. [3]

1.2.3 Počátky čtvrté průmyslové revoluce

Myšlenka čtvrté průmyslové revoluce tedy Průmyslu 4.0 vznikla v Německu, ale koncept byl následně rozšířen do Evropské unie a dále. Název Industry 4.0 se vykládá jako 4. průmyslová revoluce, tři předchozí závisely na industrializaci, elektrifikaci, automatizaci. Ta čtvrtá je postavena na myšlence Internet of Things a Internet of Services integrovaných do výrobního procesu. Vize Industry 4.0 je o propojení všech výrobních celků pracujících jako kyberfyzikálních systémů (CPS) navzájem se inteligentně kontrolujících na základě sdílení informací, jejímž působením vyústí v činnost. Tyto CPS se formují jako chytré továrny, chytrá zařízení, chytré skladování a chytré zásobovací řetězce. To jako celek přinese vylepšení do celého procesu výroby. [1] [4] [5]

1.3 Motivace Průmyslu 4.0

Vzhledem k tomu, že čtvrtá průmyslová revoluce sdružuje společnosti a země ještě těsněji prostřednictvím celosvětových dodavatelských řetězců a senzorových sítí, bude stále více podporovat globalizaci. Zároveň bude úzce propojen s místními společnostmi. To vysvětluje, proč se výsledky průzkumu v jednotlivých regionech značně lišily. Asijské společnosti, zejména ty, které sídlí v Japonsku a Číně, očekávaly největší zisky z digitalizace průmyslu 4.0, následované společnostmi v Americe a poté v Evropě a na Středním východě. Japonské společnosti jsou v této oblasti nejpokročilejšími, následované těmi, které se nacházejí v USA a poté v Evropě. Vzhledem k tomu, že Průmysl 4.0 se rozbíhá po celém světě, národy stojící na počátku budou mít pravděpodobně největší zisk. Mohou využít digitalizaci, aby získaly efektivitu při své horizontální integraci, spolupracovali s globálními výrobci, kterým dodávají veškeré suroviny, díly a komponenty. Čím více se s platformami průmyslu 4.0 sladí, tím více potenciálních zákazníků budou schopni oslovit. [1]

Průmysl 4.0 nabývá na síle v době politické fragmentace, kdy mnoho vlád zvažuje ztížení mezinárodního obchodu. Vskutku může být těžké přesunout lidi a výrobky přes

některé národní hranice. Průmysl 4.0 by však mohl překonat tyto překážky tím, že umožní společnostem převést pouze jejich duševní vlastnictví, včetně jejich softwaru, a nechat každý národ udržovat své vlastní výrobní sítě. Budoucí pokrok v oblasti 3D tisku například umožní prakticky každému podniku, aby si kdykoli vybral obchod a vyrobil součásti, náhradní díly a (případně) průmyslové zařízení, aniž by musel dodat hotové kusy. Operace se stanou globálnějšími a zároveň více lokálními. [1]

1.4 Proč Industrial Internet nastupuje právě teď?

Navzdory patnáctileté existenci dostupného Internetu je Industrial Internet stále v plenkách. V lednu roku 2015 v průzkumu uvedlo 87 % průmyslových lídrů, že stále nemají jasnou představu o funkčnosti obchodních modelů a technologiích. [1]

Proč tedy Industrial Internet přichází teprve v tuto chvíli, když potřebné technologie existují již několik let? Jedním z důvodů je, že rychlost rozvoje systémů předstihla možnosti a rychlost učení operátorů těchto systémů. To může vyústit v nenaplnění maximální produktivity strojů, které pracují pod své možnosti. Jen toto samotné vede k inovacím. Dalším z faktorů je snížení ceny senzorů, výpočetních technologií a úložišť, což vede k větším možnostem v monitorování jednotlivých systémů. V návaznosti na monitorování velkých objemů dat a jejich ukládání dospěly technologie cloud computing do stádia, kdy se na tyto technologie lze spolehnout a začínají se masivně využívat. Zároveň umožňují využívat velkých výpočetních kapacit ve zpracování těchto dat. Dalším důležitým faktorem je snížení ceny a zvýšení spolehlivosti bezdrátových sítí, které zajišťují sběr těchto dat z jednotlivých systémů. Tyto sítě se nazývají Wireless Wide Area Networks (WWAN) a zajišťují dálkové ovládání a monitorování systémů. Dohromady tyto změny poskytují možnosti, které doposud nebyly dostupné. [1] [2]

Je za potřebí mít adekvátně trénované a schopné zaměstnance, pokud očekáváme, že budeme benefitovat ze všech možností, se kterými Industrial Internet přichází. To znamená data scientists (volně přeloženo statistiky), procesní inženýry a elektro-mechanické inženýry. Problémem v dnešní době je právě hledání a zajišťování těchto talentovaných lidí, jelikož na školách jsou studenti stále vedeni spíše k programování. V důsledku toho v příštím desetiletí bude větší poptávka po těchto lidech, ale stále jich bude nedostatek. Dalším požadavkem je být nakloněn inovacím a pracovat s dlouhodobou perspektivou IIoT projektů, co se návratu investic týče. Investování prostředků bude nezbytné pro rozmístění senzorů, zařízení, strojů a všech potřebných systémů. Výsledek

se ovšem nemusí dostavit okamžitě, klíčové je správně zachytit a nastavit parametry algoritmů. Jsou shromažďována obrovská množství dat, a ne vše jsou výsledky, které hledáme. Je tedy potřeba klást správnou otázku, abychom dostali správnou odpověď. Je tedy potřeba hledat výsledky, které jsou v souladu s cílem společnosti. [1] [5]

1.5 Outcome economy

Industrial Internet společně s IIoT vytvářejí i novou strategii prodeje, známou jako outcome economy (ekonomie výsledku). Idejí celé strategie je prodávat služby, ne přímo produkty. Na jednoduchém příkladu prodeje žárovek lze říct, že budeme prodávat světlo, ne žárovku. Společnost tedy zpoplatňuje používání produktu, ne produkt samotný. Příkladem využití outcome economy strategie je společnost Rolls Royce. Společnosti od Rolls Royce nekupují letecké motory, ale kupují služby, zajišťující motory bez zbytečného servisu, odstávek či poškození. Aby tento systém mohl vůbec fungovat, Rolls Royce používá tisíce senzorů na monitorování stavu motoru, a to v reálném čase v průběhu jejich životnosti. Takové monitorování produkuje obrovské množství prediktivních dat, která napomáhají předpovídat degradaci jednotlivých komponentů motorů. Toto množství dat navíc umožňuje vytvořit takzvané digitální dvojče motoru. Digitální dvojče motoru je klon fyzického motoru, které napomáhá servisu, jelikož se předem ví, co je s motorem v nepořádku. Tento přístup značně redukuje potřebný čas na servis motorů. Koncept digitálního dvojčete je velice důležitým prostředkem pro Industrial Internet, jelikož ho lze použít ve většině odvětví na redukci doby nepotřebného servisu strojů. Další výhodou je možnost využití tohoto virtuálního zařízení k testování výroby či nastavení před uvedením do provozu. [1]

1.6 Cloud computing

Jako první s myšlenkou cloud computingu přišel na trh Amazon, který postavil obrovská datová centra pro požadavky svého webu. Následně začal pronajímat zbytkovou kapacitu ostatním zákazníkům ve formě výpočetní a uložené kapacity. Ostatní firmy jako Microsoft a Google jej následovali, jelikož tato strategie byla velice úspěšná. Cloud computing funguje na bázi pay-as-you-use (platíš za to, co využíváš), proto je velice atraktivní pro malé až střední společnosti. Náklady na výstavbu a provoz vlastního datového centra jsou natolik veliké, že se to malým společnostem nevyplatí. Abychom pochopili, proč je cloud computing tak úspěšný, musíme si říct, co tedy vlastně poskytuje. Cloud nabízí své zdroje ve formě výpočetní, úložné kapacity a sítí. Zákazník následně platí na hodinové bázi

(záleží na poskytovateli), nic víc. Další výhodou je elasticita cloudu, to znamená možnost zvětšení potřebné výpočetní a/nebo úložné kapacity, aniž by zákazník musel nějak zasahovat. Toto se hodí hlavně, tehdy pokud naše požadavky na výpočetní a úložnou kapacitu přesáhnou představy a je potřeba kapacitu navýšit. Jestliže se nejedná o cloud technologie, jsou to další finanční i časové náklady navíc. Cloud poskytuje tři základní služby Infrastructure as a Service, Platform as a Service a Software as a Service. Každá kategorie nabízí zákazníkovi jiné služby. [1] [4]

- Infrastructure as a Service (IaaS) jedná se o základní produkt nabízející výpočetní, úložné kapacity a síť. Nabízí společností možnost platit pouze za to, co využijí. Není tedy třeba vytvářet vlastní datová centra a síť.
- Platform as a Service (PaaS) rozšiřuje infrastrukturu, kterou nabízí IaaS, o přístup k využívání informačních a technologických platforem, jako jsou operační systémy, knihovny, vývojářské jazyky atd. Lze zde vytvářet virtuální kopie, jako například virtuální dvojče strojů, o kterých již byla řeč.
- Software as a Service (SaaS) je nový způsob přístupu k softwaru. V tomto případě dochází k hostování software provozovatelem služby. Služba tedy používá přístup skrze webový prohlížeč pro užívání aplikací sdílených na serveru. Potlačuje tedy nutnost nákupu a instalace aplikací. [1]

Pro Industrial Internet cloudové služby nabízejí dostupnou a v podstatě neomezenou infrastrukturu ve formě IaaS (Infrastructure as a Service). Jelikož data produkovaná skrze Industrial Internet mohou být obrovská, je potřeba určitá elasticita kapacity pro data. Toto je hlavním důvodem, proč jsou cloudové služby tak výhodné oproti budování vlastních datových center. Je zde ale jeden problém, a to je odezva, což je doba přenosu dat ze zařízení do cloudu ke zpracování. Tato doba může být v některých případech klíčová, v jiných případech vysokou odezvu nelze akceptovat. Většinou to není problém, protože Big Data se zpracovávají dodatečně. Jsou zde ale případy, kdy jsou data vyžadována v reálném čase, například ve výrobě. Existují tři základní druhy cloudových služeb: Private, Public a Hybrid cloud. [1] [4]

- Private cloud může být řešen interní nebo externí infrastrukturou, kterou spravuje společnost sama nebo je spravována třetí stranou. Je oddělen od ostatních zákazníků. Ztrácí tedy možnost, že si uživatel platí za to, co využívá.

- Public cloud se technologicky téměř neliší od private cloudu. Rozdíl je v přístupnosti pro všechny zákazníky, kteří platí za využití cloudu. K přístupu k datům jiného zákazníka slouží ID zákazníka.
- Hybrid cloud je kombinace dvou předchozích cloudů. Společnost používá na citlivé informace private cloud a na vše ostatní cloud veřejný. [1]

1.6.1 The Fog

Ke klasickému cloud computingu existuje alternativa tzv. The Fog (fog computing). S tímto termínem přišlo Cisco. Jedná se o cloud, který je lokalizován v blízkosti okraje sítě. Toto řeší problém IIoT zařízení, která jsou závislá na rychlé odezvě a částečně řeší některá bezpečnostní rizika. Data totiž cestují skrze mnoho nezávislých routerů a riskuje se tím narušení integrity a důvěrnosti dat, toto bezpečnostní riziko narůstá se vzdáleností od zdroje dat. [1]

1.6.2 Big data

Big data lze charakterizovat jako data, která jsou příliš velká pro analyzování a manipulaci tradičním způsobem. Toto množství dat je produkováno z velkého množství zdrojů jako GPS cesty, logy, reporty atd. Společnosti ale potřebují tato data nějakým způsobem zpracovávat, aby bylo možno benefitovat z IIoT. Pro IIoT jsou problémem velká množství produkováných nestrukturovaných dat a data pocházející z M2M senzorů z tisíců strojů. Naštěstí pro průmysl již existují cloudové služby, které nabízejí možnosti, jak Big Data zpracovávat. [1] [4]

2 BEZPEČNOST INDUSTRIAL INTERNETU

Bezpečnost je jedna z hlavních obav pro zavedení Industrial Internetu. Jedná se hlavně o obavu z otevření průmyslových procesů pro potenciální narušení nebo ztrátu klíčových firemních tajemství. Tradičně průmyslové sítě zůstaly nedotčeny vlivy Internetu, jako jsou viry, trojské koně, DDoS útoky atd. Jednoduše proto, že jsou jejich architektury a protokoly odlišné od běžných počítačových zařízení. Jen zřídka kdy průmyslové systémy běží na Windows nebo Linux, namísto toho běží na vlastních operačních systémech propojených pomocí non-IP protokolů a sériovou sběrnici. Navíc mnoho těchto sítí je odděleno od ostatních firemních sítí, což poskytuje určitou míru oddělenosti. Díky těmto skutečnostem zůstaly nedotčeny některým bezpečnostními riziky Internetu. [1] [6]

Nicméně se zdá, že tato představa není úplně pravdivá. ICS-CERT tvrdí, že z 245 podezření z únik, které vyšetřovali v roce 2014, nemohly být některé uzavřeny z důvodu nedostatku informací. Navíc na Black Hat konferenci v roce 2015 vědecká pracovnice z Hamburg University of Technology, Marina Krytofil, tvrdí, že nabourávání do systémů je pouze tajemstvím a nikde se nešíří. Dále tvrdí, že hackování ve velkých rozměrech se děje již od roku 2006, pouze neexistuje dostatek informací o tom, jak to hackeři provádějí. ICS-CERT monitoruje útoky od roku 2010, do roku 2015 registrovala 800 problémů s bezpečností. To je sice zanedbatelné číslo oproti míře zneužívání mobilních systémů Android nebo Windows operačních systémů na počítačích, ale neznamená to, že tato čísla lze brát na lehkou váhu. Útok na průmyslové objekty, jako jsou nukleární elektrárny, ropné rafinerie atd., mohou mít katastrofální důsledky a velké ztráty na životech. ICS-CERT zároveň říká, že je téměř nemožné vypátrat původce útoku, jelikož ne všechny OT a ICT systémy jsou schopny identifikace, autentifikace a autorizace přístupů. Tento problém je v současnosti výrobcí vyřešen, problémem je dlouhý životní cyklus strojů. Tento životní cyklus může být dlouhý až 20 let. Abychom mohli systémy zabezpečit, potřebujeme najít způsob, jak identifikovat a autentizovat všechny uzly v síti. A přesně k tomuto účelu potřebujeme Identity and Access Management (IAM), tedy Správa identit a přístupu, ke kterému se později vrátíme a popíšeme si jeho funkce. [1] [6]

2.1 Prolomení bezpečnosti

Společnosti odmítají zveřejnit tato prolomení bezpečnosti z jednoduchého důvodu, a to jsou ztráty reputace a poškození jména značky. Od roku 2016 se situace ale mění, množství cílených útoků na průmyslové cíle roste. Navíc tyto útoky představují velká,

bezpečnostní rizika jako například útok v roce 2015 na ukrajinskou elektrickou síť. Útočníci rozeslali phishingové emaily s Excel soubory, které využívaly zranitelnosti v Microsoft office zejména v makrech. Poté se dostali skrze firewall do Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA), tedy dispečerské řízení a sběr dat, a poté změnili nastavení. Dne 23. prosince 2015 útočníci převzali kontrolu a vyřadili rozvodny z provozu. Důsledkem toho zůstalo 230 tisíc lidí bez elektrické energie. Tento výpadek trval v rozmezí jedné až šesti hodin. Ne všechny útoky jsou motivovány pro finanční nebo osobní zisk, některé se mohou zdát neškodné, opak je ale pravdou. V roce 2014 Godzilla Attack převzal kontrolu nad světelnou signalizací a informačními tabulemi. Na tabulích bylo napsáno: „Godzilla Attack! Turn Back“. Tento humorný útok však poukázal na nebezpečí, které by případný útok znamenal. V kontextu chytrých měst by takový útok mohl způsobit zranění či smrt. [6] [7]

2.1.1 Chrysler a Boeing

Nejsou to pouze chytrá města nebo průmysl, které jsou v ohrožení. Zjistila to například firma Chrysler u jejich vozidel Jeep. Výrobce věřil, že používají izolovaný kontrolní systém a ten nelze napadnout. Dříve to mohla být pravda, ale s příchodem systémů podporujících Wi-Fi přístup to již nebyla pravda. Výzkumníci dokázali nalézt zařízení, které spojovalo Controller Area Network (CAN), což je sběrnice využívaná pro vnitřní komunikaci v automobilu, a V850 ovladač. Ovladač V850 umožňuje pouze čtecí přístup k CAN sběrnici. Ovšem výzkumníkům se podařilo zařízení přeprogramovat na čtení i zápis k CAN sběrnici. Výsledkem byla naprostá kontrola nad vozidlem, od stěračů až po brzdy a motor. Navíc veškeré ovládání bylo možno provádět dálkově. To samé se výzkumníkům podařilo prokázat i u firmy Boeing, kde také získali kontrolu nad CAN sběrnici a následně nad letadlem. Výzkumníci v těchto případech pouze poukazovali na bezpečnostní chyby a možná nebezpečí, ne všichni mají dobré úmysly. [6]

2.2 Identity and Access Management

Identity and Access Management (IAM) v podnikovém IT řeší definování a správy rolí a přístupových oprávnění jednotlivých uživatelů sítě a okolností, za kterých jsou uživatelům udělena (nebo odeprána) tato oprávnění. Uživatelé mohou být zákazníci nebo zaměstnanci. Hlavním cílem IAM je přidělení jedné digitální identity pro jednotlivce. To vede k poskytnutí přístupu ke správným podnikovým zdrojům, správným uživatelům ve správném kontextu. Systémy IAM poskytují správcům nástroje a technologie pro změnu

role uživatele, sledování aktivit uživatelů, vytváření zpráv o těchto činnostech a prosazování podnikové politiky. Tyto systémy jsou navrženy tak, aby poskytovaly prostředky pro správu přístupu uživatelů v rámci celého podniku a zajišťovaly dodržování firemních zásad a vládních předpisů. [1] [8]

2.3 Distributed denial of service

Distributed denial of service (DDoS), tedy odepření služby, jedná se o útok za použití kompromitovaných počítačových systémů, které se pokoušejí narušit provoz zaplavením internetového provozu cílených serverů. DDoS je jako dopravní zácpa, která reprezentuje blokování pravidelné dopravy mířící na požadované místo určení. Použité zařízení k DDoS útoku mohou být počítače a další zařízení připojená k síti, jako například IoT zařízení. Útok DDoS začíná získáním kontroly nad zařízeními připojenými k síti pomocí malware, tedy škodlivého software. Každé nakažené zařízení se stává botem (zombie), útočník pak má dálkově ovládanou skupinu botů, která se nazývá botnet. Útočník pomocí dálkového ovládání cílí na IP adresu oběti útoku botnetem. Každý bot reaguje odesíláním požadavků na cíl, což může vést k přetížení cílového serveru nebo sítě, což vede k odmítnutí služby běžných požadavků. Příkladem velkého DDoS útoku je útok z roku 2016 na společnost Dyn. [9]

V té době se jednalo o největší DDoS útok. Odehrál se v říjnu roku 2016, byl zaměřen na společnost Dyn, která je poskytovatelem DNS služeb. Útok byl ničivý a narušil mnoho hlavních stránek, jako jsou AirBnB, Netflix, PayPal, Visa, Amazon, New York Times, Reddit, nebo GitHub. Útok byl proveden za pomoci malware nazvaného Mirai, který vytvořil botnet zařízení IoT. Zařízení, jako jsou kamery, inteligentní televizory, tiskárny atd. Aby útočník dosáhl přetížení cíle, musel všechna IoT zařízení přeprogramovat, aby odesílala požadavky na jeden cíl. [9] [10]

2.4 Důvody bezpečnostních problémů

Bezpečnost je hlavní obavou a problémem se zaváděním Industrial Internetu, jak jsme si ukázali na předchozích příkladech. Dříve totiž neexistovaly důvody pro existenci firewall a přístroje pro detekci vniknutí. To s příchodem IIoT přestalo být pravdou, a tak se bezpečnost systémů a aplikací stala hlavní obavou celého konceptu. Jeden z problémů je Industrial Operation Technologies (IOT) síť odlišující se od klasického IT, protože tradičně používaly non-IP protokoly pro komunikaci M2M a M to PLC (Programmable

Logic Controller). Dále byla využívána fieldbus nebo kruhová topologie a RS232/422 nebo RS485 kabeláž s použitím protokolu, jako je Modbus, což je protokol umožňující vzájemnou komunikaci zařízení, a který preferuje sériovou komunikaci. Problémem je rychlost přenosu dat, která již není dostatečná. [1] [6]

Systémová dostupnost je velice důležitá v průmyslových OT prostředí. V průmyslovém OT nemohou být žádné prostoje na restartování serverů, to je jedním z důvodů, proč Windows Servery nebyly plošně využity v průmyslu, jelikož nesplňovaly požadavky OT na dostupnost. Nutnost restartování serverů jednou za čas není pro OT přijatelné. Stejně tak Ethernet, který byl považován za lehkovážný a křehký. Komerční verze RJ45 konektorů byly náchylné na vibrace, teploty, navíc dřívější half-duplexní systémy nevyhovují, protože nemohly komunikovat současně. [1]

Odmítnutí Ethernetu a Windows v průmyslových OT sítích podtrhuje další hlavní rozdíl mezi OT a IT systémy. Může se zdát, že OT systémy žijí v minulosti, half-duplexní systémy jsou minulostí a komunikaci lze provádět bezdrátově. Problémem není jejich zastaralost, ale je potřeba rozumět finanční náročnosti OT systémů, ty jsou kupovány v dvacetiletém životním cyklu. Pokud nahlédneme do moderní továrny, pravděpodobně se díváme na technologická řešení deset až dvacet let stará. Ve vztahu k původnímu řešení se jedná o fungující stroje, které plní své původní určení perfektně. To neznamená, že neprobíhal žádný vývoj, OT systémy prošly vývojem, začaly přicházet nové protokoly nebo, jako v případě Modbusu, byly modifikovány, aby zvládly IP provoz. Trend využívání IP a Ethernetu vedl k průmyslové verzi Ethernet/IP, kde IP stojí jako Industrial Protocol. [1]

Problémem je tedy rychlost vývoje technologií, ty předčily původní předpovědi ze začátku tisíciletí. Pokrok v oblasti senzorových technologií, bezdrátového přenosu a Big Data analýzy a mnoho dalších jsou základem konceptu Industrial Internetu s jeho přísliby i hrozbami. [1]

Pro porovnání to bylo podobné s IT sítěmi v devadesátých letech minulého století, před příchodem Internetu. Je nutno podotknout, že počítačové viry, červi atd. zde byli od počátku, ale nebylo to nic v porovnání s příchodem Internetu pro širokou veřejnost, kde Internet přestal být jen konceptem, ale stal se i realitou každodenního použití. S příchodem internetových prohlížečů jako Netscape v roce 1995, který Internet zpřístupnil široké veřejnosti. Jednou se Internet stal všudypřítomným ve všech odvětvích a emaily se staly formou komunikace, viry se začaly šířit raketově. IT na to nebyl připraven, počítače byly napadány dálkově a zdálo se, že IT je proti takovým hrozbám bezbranné. Jsou zde obavy

průmyslu z připojení systémů, které doposud nebyly připojeny k Internetu, že přinesou stejné počáteční problémy, jako mělo IT na začátku tisíciletí. [1] [2]

Naštěstí pro průmysl IT se poučilo ze svých chyb a během dvou dekád svého fungování se naučilo, jak chránit kódy, aplikace, servery a sítě před hrozbami Internetu. Každopádně OT sítě nejsou stejné jako IT sítě, proto je třeba se dívat na OT sítě jednotlivě a posoudit, jaké IT bezpečnostní technologie lze použít. Jako nejjednodušší by se mohlo zdát přenést IT zkušenosti do OT, jelikož OT je pouze specializací IT. Tento přístup je chybný. OT nebo Industrial Control System (ICS) jsou zodpovědné operace a výrobní úkoly. Jediné, co mají OT i IT společné, jsou lidé. Ti v obou případech mají odlišný pohled na úspěšné operace v jejich oblastech včetně bezpečnosti. [1] [6]

3 IT TECHNOLOGIE VE VÝROBĚ

Centrem vize stojí smart factory tedy chytrá továrna, ta změní způsob produkce na základě chytrých zařízení a produktů. Pod chytrým produktem si musíme představit možnost jeho přesné identifikace a lokalizace po celou dobu procesu. To umožní miniaturizace Radio Frequency Identification (RFID), tedy identifikace na rádiové frekvenci. Tato technologie činí produkty chytré, produkt ví, co je, kde byl vyroben, a hlavně jeho aktuální stav a počet kroků k jeho konečnému stavu. [1] [5]

Pro pochopení konceptu se podíváme na příklad, jak smart factory funguje, a poté budeme schopni vnímat výhody a vylepšení v efektivitě a produktivitě, jaké smart factory přináší. Představme si výrobní linku šamponů, v tomto případě se všechny nádoby plní stejným základem. Rozdíl přichází se značkou, zde se může lišit barva, aroma. V tradiční průmyslové výrobě by bylo zapotřebí výrobní linky na každou variantu. Produkce je tedy specifikována na jeden typ nádoby, kdy několik výrobních linek dělá stejnou věc pouze s malým rozdílem. Proč tedy nedokážeme určit, co za produkt se na lince nachází a nenaplní se podle potřeby? To je jedním ze základních prvků chytré výroby, můžeme sledovat produkt v reálném čase. Právě k tomu slouží RFID. Ty mohou být umístěny ve štítku nebo lze použít technologii Near Frequency Contact (NFC), stejně jako tomu je u platebních karet. Problémem NFC technologie je relativně malá vzdálenost od čtečky. RFID štítky jsou používány například na počítání kol u závodních aut, dokáže spolehlivě zaznamenávat kola při rychlostech přes 300 km/h. [1] [2]

Vrátíme se k našemu příkladu, kde různé varianty šamponu budou vyráběny na jedné výrobní lince. Hlavním problémem tedy je nutnost rozeznání jednotlivých produktů stroji. To je možné pouze skrz datová uložiska a RFID štítky přímo na výrobcích. RFID štítek říká, co má udělat a co je dalším krokem, aby byl výrobek dokončen. [1]

3.1 Product lifecycle

Výrobek zůstane chytrým i po dokončení výroby, na to budeme potřebovat složitější produkt nežli šampon. Vezměme si například motor, chytrý motor bude po celou svou životnost provádět sebediagnostiku a bude mít možnost upozornit na nutnost údržby nebo dokonce předpovědět selhání určitého komponentu. To je důležitý přechod od opravy po rozbití k opravě před rozbitím, což snižuje výpadky. [1] [11]

Tam, kde by v minulosti vývojáři produktů uvízli v pomalém procesu s intenzivním využíváním zdrojů, což brání podnikům v přesunu nových produktů prostřednictvím fází prototypů rychlým a nákladově efektivním způsobem, mohou podniky v odvětví 4.0 rychle a snadno udělat malé, 3D tištěné prototypové série vyvíjejících se produktů. To může mít za následek dramatické zkrácení dodací lhůty produktu tím, že návrhářům produktů umožní otestovat nové nápady a provádět úpravy ve zrychleném módu, což znamená, že podniky mohou rychleji vydávat nové produkty a dosahovat vyšší míry jistoty. [11]

Dalším klíčovým znakem Industry 4.0 je jeho usnadnění přizpůsobení produktu. Digitalizované výrobní procesy v podstatě připravují cestu pro vysoce viditelné, vysoce přizpůsobitelné plánování výroby, což znamená, že je jednodušší než kdy jindy provádět drobné úpravy výrobních procesů na základě objednávky, zatímco tyto přizpůsobené produkty vkládáte do stávajících výrobních pracovních postupů. Když tedy přijde zakázka na zakázku, plánovači nemusejí přestavět celý výrobní proces, ale místo toho mohou přizpůsobit stávající plány a procesy. Pro životní cyklus výrobku to znamená snadnější přizpůsobení produktu. V podstatě napomůže tomu, aby byl proces návrhu produktu více spolupracující a individualizovanější. To otevírá obousměrný proud komunikace mezi výrobcí a jejich zákazníky, který pomáhá vytvářet synergie a budovat spojení. [11]

Prediktivní analýza ve světě Industry 4.0 slouží právě nyní dvěma odlišným účelům. Zlepšování prognóz poptávky na jedné straně a vytváření scénářů, které předpovídají výsledky různých rozhodnutí o dodavatelském řetězci na straně druhé. Přemýšlejte, jak by to mohlo být aplikováno na výše popsané nové pracovní postupy. Nejenže můžete rychle prototypovat produkty pomocí aditivní výroby, ale můžete také použít pokročilé analytické procesy pro simulaci efektu, který bude mít každý nový výrobní program na vaši stávající kapacitu a využití zásob. Tímto způsobem se vyhnete nejistotě a riziku, které obvykle přicházejí s uvedením nového produktu na trh. [11]

Stejně tak by prediktivní analýza mohla modelovat účinky přizpůsobených produktů na váš hodnotový řetězec a také předpovídat poptávku po opakovaných zakázkách předem, na základě nákupních zvyklostí zákazníků. Tímto způsobem by výrobní plánovači mohli potenciálně přizpůsobit své plány tak, aby zahrnuli některé z těchto zakázek ještě před umístěním objednávek, čímž se zajistí, že narušení a neočekávané události v dodavatelském řetězci budou minimalizovány, a to při současném zajištění včasného dodání. Vzhledem k tomu, že mnozí manažeři dodavatelského řetězce v současné době bojují s krátkými dodacími lhůtami u některých objednávek, je to obrovský přínos pro přidanou hodnotu. [11]

3.1.1 Moderní továrna

Nové zařízení na ploše 4500 m² umožňuje společnosti rozšířit svou kapacitu na 50 strojů, které budou vyrábět sériové díly pro Siemens Power a Gas a zákazníky z oblasti letectví, automobilového průmyslu, motorsportu a dalších odvětví průmyslu. Jedná se o opravdu digitální továrnu v každém smyslu. Každý krok procesního řetězce AM se provádí v továrně od designových služeb až po kontrolu kvality. Stroje AM od firmy EOS a Renishaw jsou umístěny za 32 3D tiskáren, které obsahují také všechny potřebné kroky pro odstranění prášku a následného zpracování a mají dostatek prostoru pro rozšíření. Nahoře je mezi profesní úroveň, která se používá k přivádění materiálu do strojů z inteligentních zásobníků na zemi, oranžové stopy ukazují na další budoucí automatizaci, kde vedené jednotky mohou dopravovat produkty mezi stroji. Rozvržení bylo navrženo s ohledem na flexibilitu, jak vysvětlil generální ředitel společnosti Materials Solutions Phil Hatherley: „Nikdy nevíte, co byste mohli udělat v příštím roce.“ Zařízení tedy musí být přizpůsobitelné. Celé toto soustředění přináší komplexní PLM řetěz společnosti Siemens, počítačový programovací software NX a MindSphere, otevřený operační systém IoT založený na cloudovém rozhraní, který spojuje produkty, továrny, systémy a stroje s datovou analýzou. V zařízení pracují stroje M 300-4 společnosti EOS a dále rozšiřuje partnerství, v němž se obě společnosti vzájemně integrují do svých technologií. Továrna byla vybudována pro sériovou výrobu. Společnost Materials Solutions již vytiskla více než 5 000 kusů AM dílů pro více než 80 zákazníků a společnost Siemens říká, že má za cíl do roku 2025 dokončit certifikaci více než 200 kovových dílů. I přes všechno moderní vybavení v postprocesní části je stále používán nástroj volby: kladivo. Může se jednat o digitální továrnu, ale někdy je zapotřebí využít staré dobré nástroje, jako je kladivo. [12]

3.2 Electronic Data Interchange

Od přechodu z výměny dokumentů mezi podniky v papírové podobě na elektronickou, podniky dosahují snížení nákladů, zvýšení rychlosti komunikace, snížení chybovosti atd. Electronic Data Interchange (EDI) nahrazuje klasickou poštu, email a fax, jelikož nepotřebuje člověka, který bude s daty operovat, a jedná se tedy o komunikaci počítače s počítačem. Je to obrovskou výhodou, lidé totiž celou komunikaci zpomalují a jsou náchylní na děláni chyb. Klasickým příkladem dokumentů, které jsou skrze EDI posílány, jsou faktury, objednávky, ale i mnoho dalších. Aby spolu mohly podniky společně skrze počítače komunikovat, je nutné, aby počítače uměly přečíst příchozí dokument. Proto

existují EDI standardy a podniky se musí domluvit na standardu a jeho verzi, jinak počítač dokument nebude schopen přečíst a zpracovat požadavek. Existuje několik základních standardů ANSI, EDIFACT, TRADACOMS a ebXML. Na obrázku můžeme vidět příklad nákupového příkazu v standardu ANSI a EDIFACT. [13]

Paper Purchase Order

Purchase Order

XYZ Company
123 Main Street
Fairview, CA 94168

PO Number: 4768
PO Date: 9/30/2012

| Item No. | Quantity | Unit of Measure | Price | Product ID |
|----------|----------|-----------------|-------|------------|
| 1 | 100 | EA | 27.65 | 331896-42 |

Total Items: 1 Total Quantity: 100

ST*850*540001

BEG*00*SA*4768*65*20120930

N1*SO*XYZ Company

N3*123 Main Street

N4*Fairview*CA*94168

PO1*1*100*EA*27.65**VN*331896-42

CTT*1*100

SE*8*54001

ANSI EDI Purchase Order

UNH+SSDD1+ORDERS:D:03B:UN:EAN008'

BGM+220+4768+9'

DTM+137:20120930:102'

NAD+BY+5412345000176::9++XYZ

Company+123 Main

Street+Fairview+CA+94168+US'

LIN+1+1+331896-42:VN'

QTY+1:100:EA'

PRI+AAA:27.65'

UNS+S'

CNT+2:1'

UNT+10+SSDD1'

EDIFACT EDI Purchase Order

Obrázek 1: Nákupový příkaz v standardu ANSI a EDIFACT [13]

3.3 Enterprise resource planning

Enterprise resource planning (ERP) je proces, který společnosti používají ke správě a integraci důležitých částí svého podnikání. Existuje mnoho ERP softwarových aplikací, které pomáhají společnostem implementovat plánování zdrojů integrací všech procesů, jež potřebují ke spuštění společnosti s jedním systémem. ERP software systém může integrovat plánování, nákup zásob, prodeje, marketingu, financí, lidských zdrojů a dalších. ERP tedy spojuje různé systémy do jednoho celku. Bez ERP každé oddělení používá vlastní systém optimalizovaný pro jejich potřeby, tyto systémy jsou často navzájem nekompatibilní. ERP software tento problém řeší jednou aplikací, která sice stále obsahuje pro každé

oddělení vlastní systém, ale mají stejné rozhraní a jsou navzájem kompatibilní. To umožňuje snadnější sdílení informací mezi odděleními ve společnosti. [1] [14]

Nabídka ERP se v průběhu let vyvinula z tradičních softwarových modelů, které využívají fyzické klientské servery k cloudovému softwaru, jenž nabízí vzdálený webový přístup. Jedná se o SaaS službu. [1]

4 SMART ZAŘÍZENÍ

V poslední době byla smart neboli chytrá zařízení synonymem všeho, co bylo připojeno k síti. Ale je to více než jen schopnosti umožněné připojením zařízení k internetu, což z něj dělá smart. Je to kombinace služeb, důvěry a snadnosti použití, díky které smart zařízení poskytuje spotřebiteli určitou přidanou hodnotu. Je nejvyšší čas, abychom přestali nazývat všechno, co je připojeno k internetu, smart zařízením. [15]

4.1 Technologie pro smart zařízení

Aby bylo zařízení označeno jako smart zařízení, mělo by splňovat jistá základní kritéria, bez kterých se jedná pouze o další zařízení bez přidané hodnoty. [15]

4.1.1 Senzor

Senzor rozlišuje zařízení od inteligentního zařízení. Inteligentní zařízení by mělo být schopno zachytit některé parametry ze svého prostředí, jako je teplota, vlhkost, vibrace atd. Funguje jako oči a uši, aby zaznamenal okolí. [15]

4.1.2 Poskytněte hodnotu

Mělo by být schopno nabídnout uživateli hodnotu. Pokud zařízení nepřidá žádnou přidanou hodnotu, nikdo za něj nebude připraven zaplatit. Mohlo by to být tak jednoduché jako schopnost ovládat světla z telefonu a používat strojové učení k pochopení vašich preferencí během dne. Bez jakékoli hodnoty je „chytré“ zařízení skutečně jen dálkově ovládané zařízení. [15]

4.1.3 Procesní výkon

Mělo by mít schopnost zpracování, aby mohlo inteligentně rozhodovat, pracovalo efektivněji a vykonávalo rychlejší rozhodnutí, místo aby posílalo všechny informace do cloudu ke zpracování a rozhodování. V závislosti na případě použití IoT se může požadavek na výkon inteligentního zařízení lišit. Pokud je třeba učinit okamžité rozhodnutí, pak inteligentní zařízení musí mít více procesního výkonu, aby jej mohlo učinit rozhodnutí. Pokud případ použití nevyžaduje okamžitá rozhodnutí, pak to toho lze udělat v backendových systémech. [15]

4.1.4 Komunikační rozhraní

Mělo by být schopno komunikovat s jinými zařízeními nebo s cloudem. Měly by být schopny nás spojit s daty, která mohou ukázat vzhled do našich každodenních životů a poskytovat prediktivní analýzu na základě uvedených dat. K dispozici je celá řada komunikačních mechanismů, jako jsou MQTT, Bluetooth, GSM, LPWAN atd. [15]

4.1.5 Zdroj energie

Mělo by mít zdroj energie. Mohlo by to být hlavní elektrické vedení, baterie, solární atd. Může to být jednorázové nabití baterie, které může vydržet po celou dobu životnosti zařízení, nebo obnovitelný zdroj energie. [15]

4.1.6 Paměť

Mělo by mít vnitřní paměť, aby mohlo činit inteligentní rozhodnutí a chovat se v souladu s vnějším prostředím. Interní paměť je také nutná pro instalaci ovladačů, nebo pro zpracovávání dat. S rostoucí složitostí zařízení budou v budoucnu růst i požadavky na paměť. [15]

4.1.7 Snadnost použití

Nakonec musí být snadno použitelné. Pokud máme tisíce inteligentních zařízení pro správu, pak nechceme, aby bylo obtížné je používat a spravovat. Chceme, aby bylo co nejjednodušší nastavení a zapomenout na ně na dlouhou dobu. To vše při očekávání, že budou fungovat s minimální nebo žádnou údržbou. V případě, že je v zařízení vyžadována aktualizace firmwaru, měla by být co nejhladší. [15]

4.2 Průmysl 4.0 a 3D tisk

3D tiskárny jsou důležitou součástí Průmyslu 4.0. Zatímco o sobě 3D tiskárny dali vědět již v 80. letech, komerčně životaschopný 3D tisk byl možný až v posledním desetiletí. Technologie 3D tisku je dnes ve fázi, kdy si společnosti začínají uvědomovat významnou a hmatatelnou novou hodnotu pro sebe a své zákazníky, kteří je používají. Přední společnosti a konzultanti z celého světa významně investují do znalostí a schopností 3D tisku, aby mohli poskytovat poradenství a připojit se ke svým klientům v rámci vlny Průmyslu 4.0 a revoluci v dodavatelských řetězcích, produktových portfoliích a obchodních modelech. [16]

Parametry, které významně změnily a posunuly měřítko ve prospěch 3D tiskáren, jsou hlavně rychlost tisku, kvalita a cena. To ale nejsou všechny faktory přispívající k rozmachu 3D tisku. [16]

4.2.1 Rychlost tisku

3D tiskárny jsou skvělé pro hromadné přizpůsobení, protože starší tiskárny byly příliš pomalé pro potřeby skutečného tisku. Chcete-li digitálně transformovat zpracovatelský průmysl, je třeba díly vytisknout během několika minut, nikoli hodin. Se zlepšováním technologie 3D tisku se také zvýšila rychlost tiskáren. [16]

4.2.2 Kvalita

Dřívější 3D tiskárny nebyly příliš přesné, zejména pokud se jednalo o tisk složitých návrhů. Vylepšením jsou však 3D software a nové technologie, které tuto překážku odstranily. [16]

4.2.3 Cena

Výrobní průmysl nakonec přijme digitální transformaci, pouze za předpokladu, že cena je správná. Jednou z největších překážek 3D tisku ve velkém měřítku byla, kromě rychlosti, vysoká cena. Tím, že se konkurence rozrůstá a čím dál více malých hráčů vstupuje do boje, náklady na 3D tiskárny budou stále klesat. Jak ceny klesají, stále více zákazníků začíná kupovat 3D tiskárny, z čehož budou mít prospěch všichni. [16]

4.2.4 Bezpečnost

Většina předchozích 3D tiskáren využívala technologii, která vyžadovala provoz při vysokých teplotách. Tiskárny byly také objemné. Nejnovější 3D tiskárny však zaznamenaly významné změny ve způsobu práce. [16]

4.2.5 Dopad na životní prostředí

Tradiční výroba plýtvá spoustou materiálu. Ve většině případů zvyšuje uhlíkovou stopu. 3D tisk snižuje plýtvání a výrobci šetrní k životnímu prostředí mohou používat biologicky rozložitelný materiál šetrný k Zemi. Nejnovější 3D tiskárny mohou v případě potřeby také vytvořit jednu kopii. Tím se snižuje neprodaný inventář. Výsledkem je, že ukončené nebo neprodané produkty neskončí na skládkách. [16]

4.2.6 Výběr tiskového materiálu

Jedná se o game changer, který pracuje ve prospěch 3D tiskáren. Dnešní 3D tiskárny mohou tisknout téměř vše od kovu po jídlo. Jak se výběr materiálu dále rozšiřuje, bude pro průmyslová odvětví snazší výroba téměř všeho, co si zákazníci přejí. A co víc, výrobní množství nebude hlavním faktorem jak pro výrobce, tak pro spotřebitele. [16]

4.2.7 Software a 3D tisk

Jednou z klíčových součástí Průmyslu 4.0 jsou Big data. Jakmile bude k dispozici nový software, který je schopen tato Big data zpracovat. V budoucnu se pouze zvýší význam 3D tiskáren, protože tato data mohou být přímo do nich dodávána během prototypování. [16]

4.2.8 Kdo z 3D tisku těží nejvíce?

Většina výrobních odvětví je z velké části připravena využívat technologii 3D tisku nejdříve. Nejhmotatelnější přínosy však přinesou automobilové a velké výrobní společnosti, a to díky výrazným úsporám nákladů spojených s digitalizací jejich zásob. Mezi další společnosti, které pravděpodobně budou mít prospěch dříve, patří spotřebitelská výroba, výrobci obranných zařízení a zdravotnické společnosti, zejména společnosti v oblasti zubní péče a protetiky. [16]

4.3 Rozšířená a virtuální realita

Rozšířená realita a virtuální realita z anglického augmented reality and virtual reality. Související, ale odlišné. Oba často přicházejí ve stejných rozhovorech a často jsou navzájem zaměňovány. Rozšířená a virtuální realita mají jednu velkou věc společnou. Oba mají pozoruhodnou schopnost změnit naše vnímání světa. Tam, kde se liší, je vnímání naší přítomnosti. [17]

4.3.1 Virtuální realita

Umožňuje uživatelům pohyb ve virtuálním světě, pozorovat tento svět ze všech perspektiv a v závislosti na aplikaci dokonce umožňuje uživatelům interagovat s tímto virtuálním světem. Uživatelé tak již nevnímají své skutečné fyzické prostředí. Místo toho jsou zcela ponořeni do virtuálního světa, s pomocí brýlí VR. Díky rychlejším a výkonnějším procesorům, lepším grafickým kartám a kamerám s vyšším rozlišením se objevuje stále více

aplikací. Od her, které reprodukuje realitu věrněji než kdy jindy, až po výcvik simulátorů a konfiguratorů produktů pro nová auta, jsou překážky kreativity rychle mizí. [17]

4.3.2 Rozšířená realita

Liší se od virtuální reality v jednom konkrétním, rozhodujícím ohledu: zatímco uživatelé VR zažívají úplné ponoření do virtuálního světa, bez ohledu na to, kde se skutečně nacházejí. Uživatelé AR musí skutečně být na konkrétním místě, aby rozšířili své zkušenosti s realitou a obohatili s užitečnými informacemi podle jejich umístění. [17]

4.3.3 Rozdíl v hardware

Další rozdíl mezi Virtuální realitou a Rozšířenou realitou se týká hardwaru, který je vyžadován. Zatímco VR využívá naprostou blokaci uživatele z přítomnosti a přenáší ho na jiné místo, moderní smartphone nebo tablet je vše, co je potřeba pro použití AR aplikací. [17]

4.3.4 Specifické aplikace pro průmysl

Od automobilového průmyslu po letecký a strojírenský průmysl otevírá technologie VR a AR zcela nové možnosti průmyslovým podnikům. Automobilový průmysl používá tyto nové technologie především v oblasti strojírenství, výroby, servisu a údržby. Použití AR umožňuje konstruktérům a technikům vytvářet a optimalizovat vizuální reprezentace tvarů, vzorů a barev dlouho předtím, než budou postaveny první prototypy. Během výrobní fáze pomáhá rozšířená realita pracovníkům optimalizovat ruční výrobní a montážní procesy. Přesahy, které jsou přesné až do posledního milimetru, umožňují vizuální překrytí dalších fází výrobního procesu, čímž se účinně snižuje počet defektů. Celá výrobní zařízení a výrobní závody lze navíc simulovat a optimalizovat pomocí rozšířené reality. Přesným překrýváním strojů, které ještě neexistují v reálném prostředí, lze simulovat a optimalizovat pohyb materiálů ve výrobním procesu. [17]

Oblast servisu a údržby také těžce využívá výhod této technologie. Mechanici a elektronici technici se u virtuálního vozidla učí, jak například demontovat motor, aby se namontoval nový rozvodový řemen. Tato schopnost má nejen velký ekonomický potenciál, ale také činí práci bezpečnější. [17]

Výrobní inženýrství je dalším sektorem, kde možnosti, které nabízí VR a AR, přitahují velké nadšení. V rámci CAM, počítačem podporované výroby, je možné provést

virtuální vizualizaci výrobního procesu a provést přesnou analýzu potenciálních střetů dlouho předtím, než k nim může dojít. To znamená, že inženýři mohou během obráběcího procesu zkontrolovat, zda se fréza nebo vrták střetávají s jinými sestavami nebo přípravkami.

[17]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

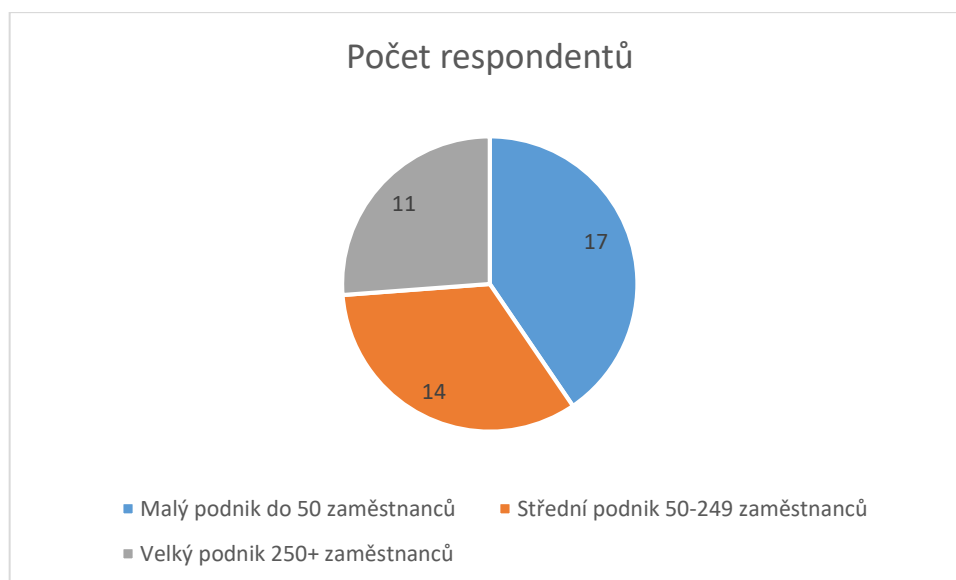
5 STAV PRŮMYSLU 4.0 V ČESKÉ REPUBLICE

České výrobní podniky stojí na začátku jakýchkoli úvah integrace Průmyslu 4.0. Stejně tak sdílení dat mezi podniky, které je klíčové pro tvorbu a funkčnost integrovaných modelů spolupráce. Ze statistik ČSÚ z roku 2016 vyplývá problém standardizace komunikačních systémů. A to hlavně u malých firem, pokud jsou náklady spojené s implementací příliš vysoké. Na druhou stranu ukazuje náklonnost malých podniků, pokud náklady nejsou příliš vysoké, se adaptovat. Komunikaci Electronic Data Interchange (EDI) používá méně než 10 % malých podniků, kolem 15 % podniků středních a přibližně 32 % velkých k realizaci nákupu a prodeje. Využití Enterprise Resource Planning (ERP) a Customer Relationship Management (CRM) u malých podniků je lehce přes 21 % a 17 %, u velkých podniků je to téměř 82 % a 47 %. Tento rozdíl mezi malými a velkými podniky poukazuje právě na vysoké náklady na zavedení mezipodnikové komunikace. Technologii RFID využívají pouze 3 % malých podniků a 27 % velkých podniků. Malé podniky jsou na tom o poznání lépe, co se týče využití přenosných zařízení je to 18 % oproti 15 % podniků velkých. V České republice využívalo placených cloudových služeb dle ČSÚ za leden 23,8 % malých firem a 44,9 % velkých firem. Největší obavou představující cloudové služby je narušení bezpečnosti. Kapacita cloudových služeb na českém trhu je v současné době dostačující. [4]

Komunikace IoT/M2M klade požadavky na odezvu mezi zařízeními v jednotkách ms a rádiovém rozhraní pod 1 ms s téměř 100 % spolehlivostí. Zařízení M2M musí reagovat v reálném čase, proto odezva nemůže být vysoká. Státní iniciativu vedoucí k rozvoji vysokorychlostních sítí a ultravysokorychlostních sítí a její cíle formulované v roce 2013 státní politikou Digitální Česko pro přístup domácností k internetu v roce 2020, které si dávají za cíl přístup k internetu s datovým tokem min. 30 Mb/s pro každého občana a min. 100 Mb/s pro alespoň 50 % domácností. Což z hlediska průmyslu je nedostačující. [4]

5.1 Obecné výsledky ankety

Jelikož k roku 2019 nevznikají žádné navazující dokumenty byla provedena malá anketa za účelem nahlédnutí do aktuálního stavu a dění v českých podnicích v souvislosti se čtvrtou průmyslovou revolucí. Anketa je anonymní a byla shromážděna emailovou a telefonickou komunikací s vedoucím pracovníkem. Následně byly výsledky ručně vloženy na portál vyplnto.cz. Anketa proběhla ve 42 podnicích v České republice. Jednalo se primárně o podniky zaměřené na výrobu, ale byly zde i podniky s vazbami na výrobu nebo tvorbu software. Ankety se zúčastnilo 17 malých podniků do 50 zaměstnanců, 14 středně velkých podniků do 250 zaměstnanců a 11 velkých podniků s 250 a více zaměstnanci.



Graf 1: Počet respondentů

Anketa byla vyhodnocena na portálu vyplnto.cz, výhodou tohoto portálu jsou rozšířené funkce jako segmentace a filtrování respondentů již ve verzi zdarma. Dále k následnému popisu grafů byl využit nástroj analýza souvislostí a závislostí. Grafy vložené do této práce jsou vytvořeny pomocí programu Microsoft Excel. Otázky v anketě jsou uzavřené s možností jedné odpovědi, výjimkou jsou poslední dvě otázky, kde lze označit více odpovědí.

5.1.1 Povědomí o pojmu Průmysl 4.0

Dle článku v Hospodářských novinách jsme s povědomím o Průmyslu 4.0 v porovnání se Spojenými státy, kde tento pojem zná 99 % vedoucích pracovníků a 1 %

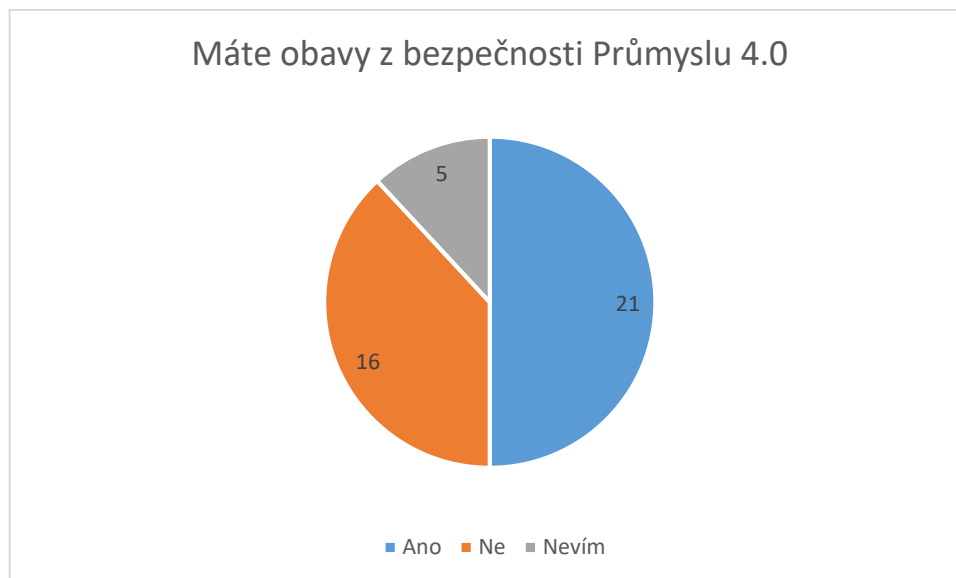
neznalosti je pouhá výjimka. V porovnání s Českou republikou dle tohoto článku se jedná o propastný rozdíl, když pojem Průmysl 4.0 30 % vedoucích pracovníků nikdy neslyšelo. V anketě provedené v této práci dopadla Česká republika podstatně lépe a pojem Průmysl 4.0 zná 90 % vedoucích pracovníků. O Průmyslu 4.0 nikdy neslyšelo necelých 10 %. [18]



Graf 2: Slyšeli jste někdy pojem Průmysl 4.0

5.1.2 Bezpečnostní obavy z Průmyslu 4.0

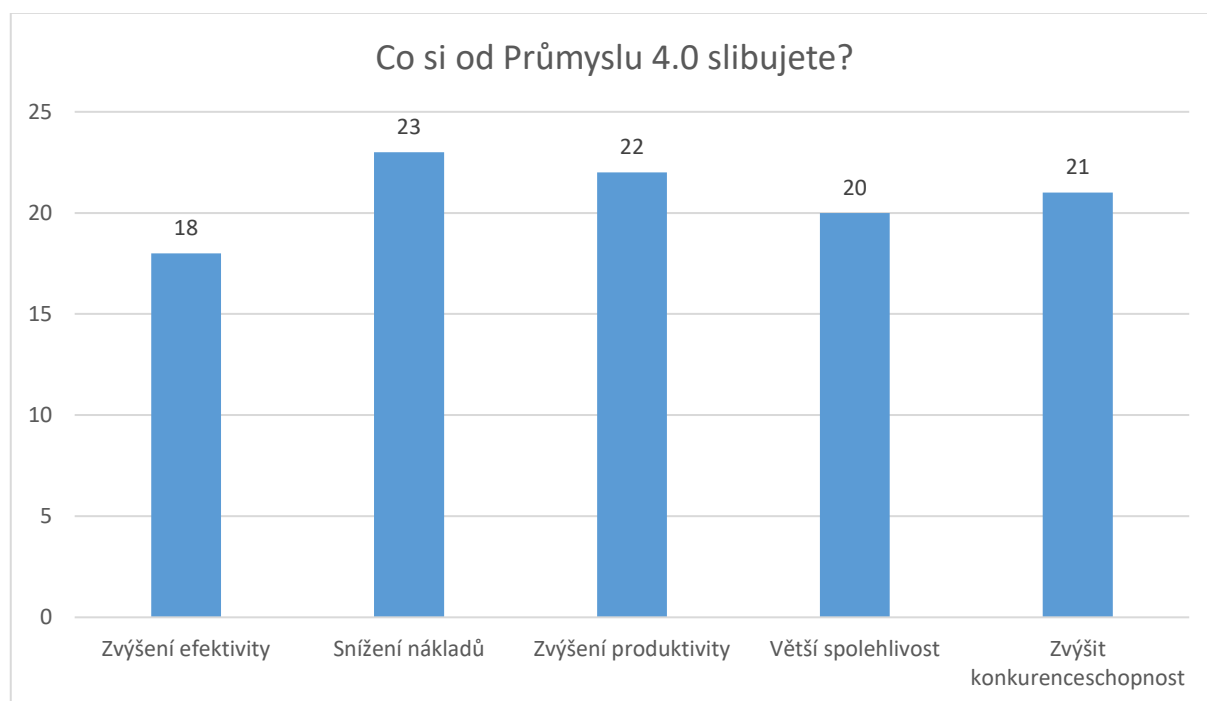
Bezpečnost v kontextu Průmyslu 4.0 je jednou z nejdůležitějších otázek pro podniky. Se zaváděním Průmyslu 4.0 je tedy na místě otázka, zda mají podniky obavy z bezpečnosti. Obavy vyjádřilo 50 % dotázaných podniků což lze po odečtení nerozhodnutých podniků za nadpoloviční většinu. Z celkového počtu je bez obav pouze 38,1 % dotázaných.



Graf 3: Máte obavy z bezpečnosti Průmyslu 4.0

5.1.3 Očekávání podniků od Průmyslu 4.0

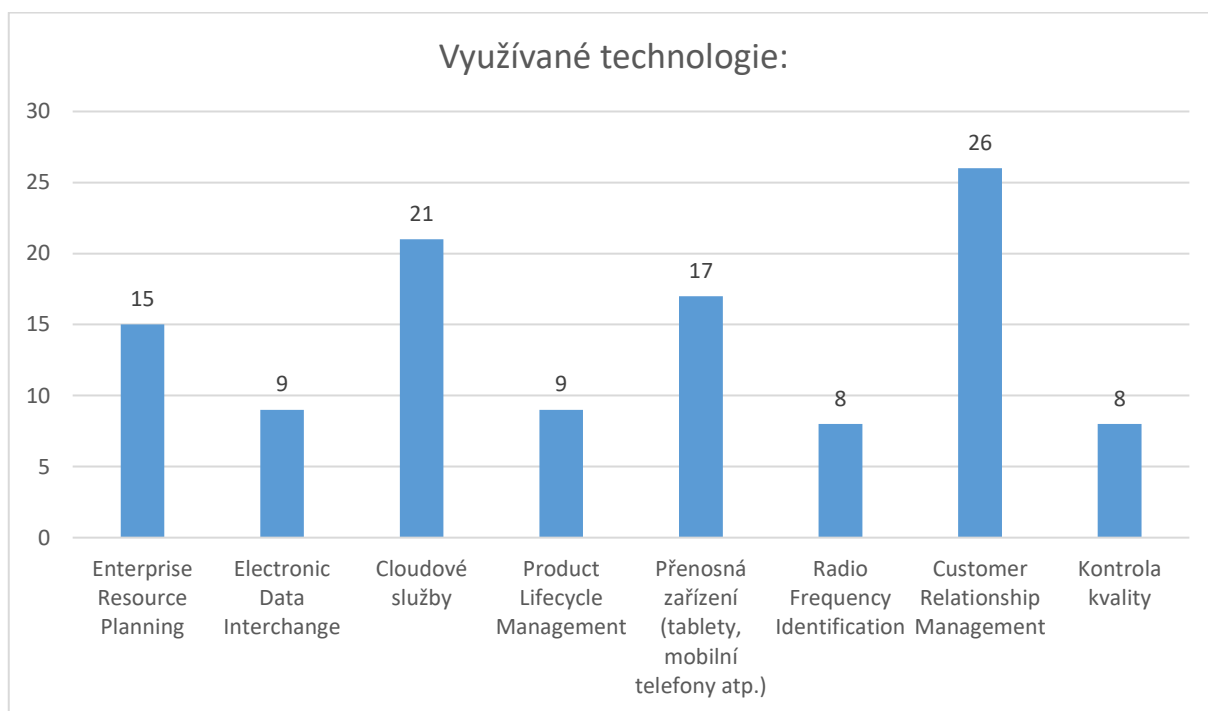
Další otázka byla kladena na očekávání plynoucí se zavedení Průmyslu 4.0. Největší zájem mají podniky na snížení nákladů, snížení nákladů si od průmyslu slibuje necelých 61 % podniků. V tomto ohledu se jednalo o velice těsnou anketu, kdy možnost s největší a nejmenší četností dělilo necelých 14 %. Lze tedy tvrdit, že většina očekává určitou formu vylepšení ve spojení s Průmyslem 4.0.



Graf 4: Co si od Průmyslu 4.0 slibujete?

5.1.4 Využívané technologie Průmyslu 4.0

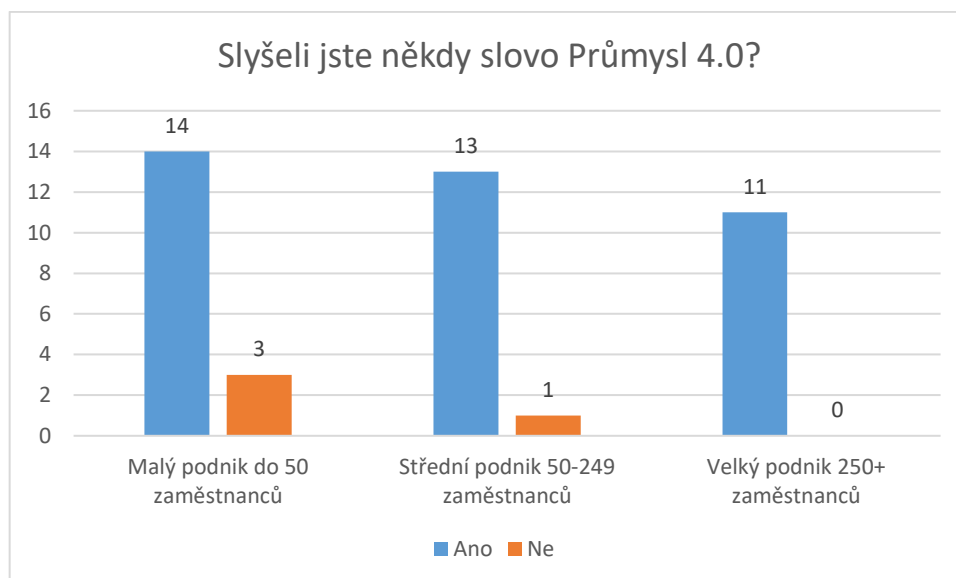
Poslední otázka směřovala na používané technologie v podnicích. Jedná se o základní technologie, které lze implementovat. Nejvíce využívanou technologií je Customer Relationship Management zaujímající téměř 69 % což není naprostým překvapením, když jsou sociální sítě v takto silném postavení ve společnosti. Druhou nejvyužívanější technologií jsou cloudové služby s 55,26 %. Na konci s nejmenším využitím leží Radio Frequency Identification s 21,05 %, jedná se o nákladný systém, a ne všem podnikům se vyplatí.



Graf 5: Využívané technologie

5.2 Segmentované výsledky ankety

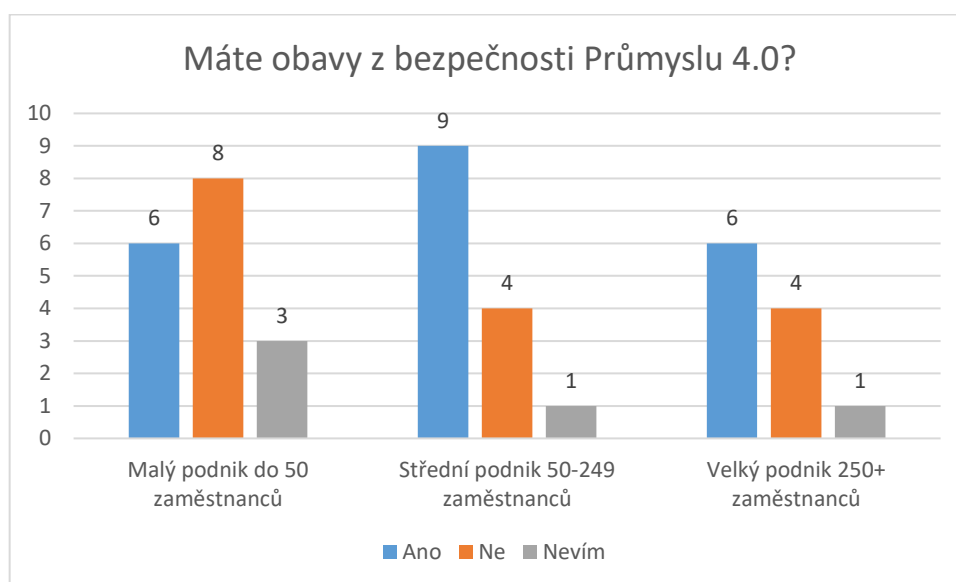
Pokud nahlížíme na grafy jednotlivě podle velikosti podniku zleva od malého po velký podnik lze pozorovat zvyšování povědomí o pojmu Průmysl 4.0. S povědomím o pojmu Průmysl 4.0 jsou na tom nejhůře malé podniky s 82,35 %, následují podniky střední s 92,86 %. Největší povědomí můžeme sledovat u velkých podniků, kde o pojmu slyšeli všichni vedoucí pracovníci.



Graf 6: Slyšeli jste někdy slovo Průmysl 4.0?

5.2.1 Obavy z bezpečnosti Průmyslu 4.0 dle velikosti podniku

Nejmenší obavy z bezpečnosti Průmyslu 4.0 mají malé podniky, kde se o bezpečnost obávalo pouze 6 (35,29 %) dotázaných. Největší obavy však byly na straně středně velkých podniků 9 (64,29 %), uprostřed leží velké podniky s obavami u 6 (54,55 %) dotázaných.

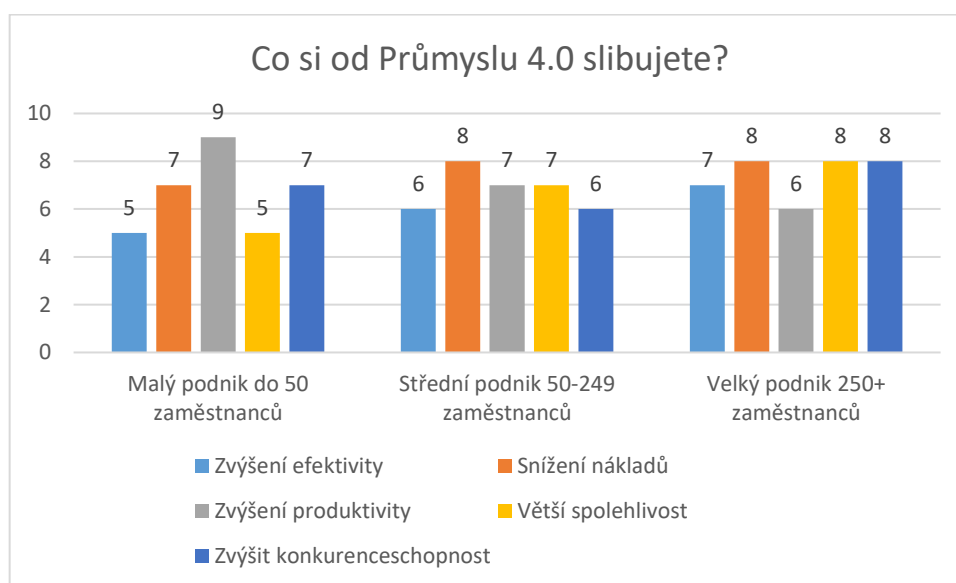


Graf 7: Máte obavy z bezpečnosti Průmyslu 4.0?

5.2.2 Očekávání od Průmyslu 4.0 dle velikosti podniku

Co se týče očekávání plynoucích z Průmyslu 4.0 můžeme sledovat největší zájem malých podniků o navýšení jejich produkce 9 (64,29 %). Naopak menší zájem malé podniky

mají na zvyšování efektivity a větší spolehlivosti shodně 5 (35,71 %). V součtu s druhou nejčastější odpovědí o zvýšení konkurence schopnosti 7 (50 %) z toho lze vyčíst snahu o vyrovnání se větším podnikům co se produkce týče. U středně velkých podniků se jedná o mnohem vyrovnanější výsledky, největší zájem mají střední podniky na snížení nákladů 8 (61,54 %). Velké podniky mají odpovědi nejvyrovnanější, to naznačuje jejich zájem na komplexnějším využití technologií Průmyslu 4.0. Nejmenší zájem mají firmy na zvýšení produktivity 6 (54,55 %) naopak největší a shodný zájem mají velké podniky na větší spolehlivosti, snižování nákladů a zvýšení konkurenceschopnosti 8 (72,73 %).

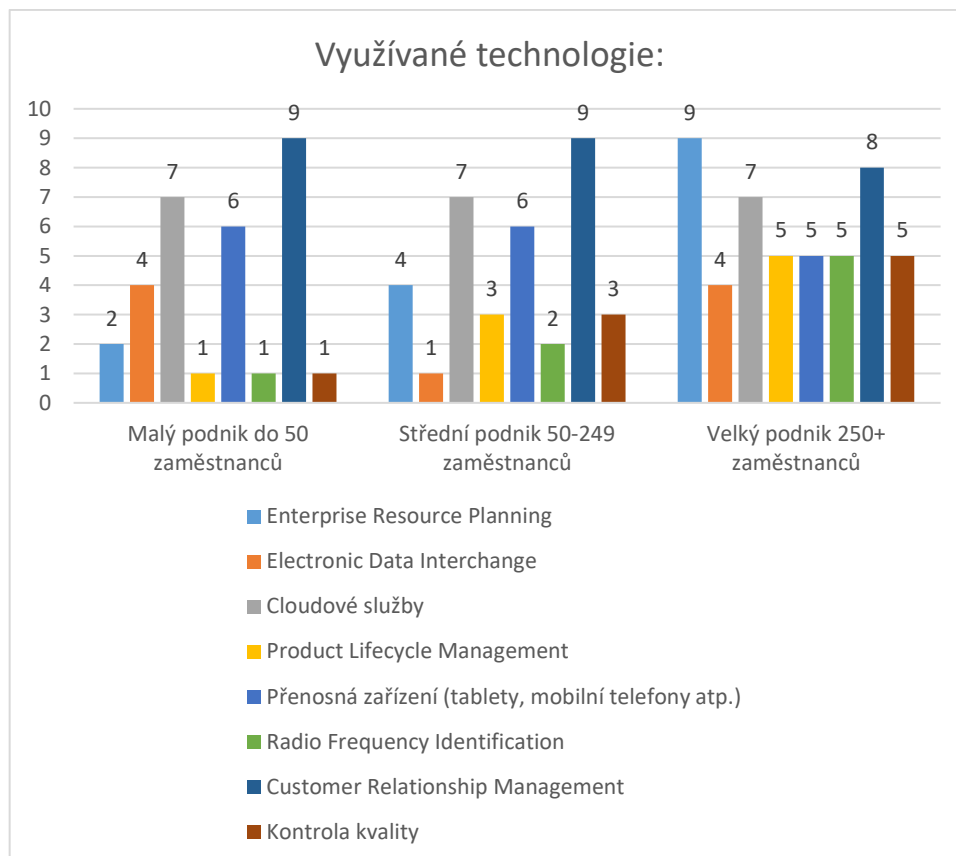


Graf 8: Co si od Průmyslu 4.0 slibujete?

5.2.3 Používané technologie dle velikosti podniku

V návaznosti na článek Hospodářských novin, jsme dopadli špatně co se neznalosti pojmu Průmyslu 4.0. Naopak ČR dopadla mnohem lépe v souvislosti se zaváděním jednotlivých prvků čtvrté průmyslové revoluce. V tomto případě již české podniky nejsou tolik pozadu oproti podnikům v USA. V USA tak činí 59 % středně velkých podniků, v ČR se jedná o polovinu podniků. Dle výsledků v malých podnicích nejčastěji využívají CRM 9 (64,29 %) následně cloudové služby 7 (50 %) a přenosná mobilní zařízení 6 (42,86 %). U malých podniků se jedná spíše o levnější prvky čtvrté průmyslové revoluce. U středních podniků je situace velice podobná, pouze četnost jednotlivých technologií se zvyšuje. Stále nejvíce využívanou technologií je CRM 9 (69,23 %), dále cloudové služby 7 (53,85 %) a přenosná mobilní zařízení 6 (46,15 %). U středně velkých firem již lze sledovat zvýšený zájem o ERP systémy 4 (30,77 %). Tento zvýšený zájem o ERP systémy u středně velkých

fírem se přesouvá u velkých fírem na post číslo jedna v implementovaných technologiích 9 (81,82 %) a velký zájem o CRM technologie stále přetrvává 8 (72,73 %). Využití ostatních technologií je velice vyrovnané, za zmínku stojí růst v počtu využití technologie RFID v závislosti na velikosti podniku: malý 1 (7,14 %), střední 2 (15,38 %) a velký 5 (45,45 %). [18]



Graf 9: Využívané technologie

5.3 Shrnutí výsledků

Díky obecným výsledkům šetření lze sledovat velký rozdíl ve znalostech Pojmu 4.0 vedoucích pracovníků podniků zaměřujících se na výrobu nebo mají úzké vazby na ni a vedoucími pracovníky bez ohledu na zaměření podniku. Tento jev lze připsat většímu hladu podniků po inovaci a zájmu na brzké implementaci Průmyslu 4.0, jelikož pro toto odvětví Průmysl 4.0 slibuje velké zlepšení ve všech směrech.

Co se týče bezpečnosti, podniky jsou si mnohem méně jisté, nejhůře však dopadly podniky střední velikosti což by mohlo být překvapením. To by mohlo ukazovat na menší bezpečnostní opatření podnikané středně velkými podniky oproti podnikům velkým a složitější ochranu podniku, než tomu tak je u podniků malých. Očekávání od Průmyslu 4.0

jsou v podstatě totožné největší rozdíl lze sledovat mezi malými a velkými podniky ve spojení se zvýšením produkce. Malé podniky mají velký zájem na jejím zvýšení a podniky velké to již nepovažují za prioritní. To ukazuje na určitou změnu priorit podniků s rozdílnou velikostí podniku, kde zjednodušeně chtějí malé podniky vyrábět více a ty velké chtějí vyrábět levněji. Podobný jev lze sledovat u využívaných technologií, kdy v závislosti na velikosti podniku roste využití ERP a RFID to je zapříčiněno nákladností obou systémů.

6 DEMONSTRACE VYUŽITÍ SMART ZAŘÍZENÍ A TECHNOLOGIÍ

Tato část se bude věnovat implementaci smart zařízení a technologií do středně velkého podniku. Podnik, na kterém bude tato implementace demonstrována je smyšlený. Prospěšnost implementovaných technologií bude demonstrována pomocí případu užití.

6.1 Charakteristika podniku

Jedná se o rodinný podnik, jehož hlavním zaměřením je vývoj a výroba zakázkových součástek a dílů. Firma se při svém založení věnovala obrábění klasickými technologiemi tedy soustružení, frézování a broušení. Následně se společnost rozhodla investovat do nových technologií ve formě CNC strojů. V současnosti se společnost zajímá o implementaci Průmyslu 4.0 do svého podniku za účelem další modernizace. Zároveň plánují stavbu nového výrobního komplexu, kde budou instalovány nové 3D tiskárny a nejmodernější technologie, které Průmysl 4.0 v současnosti nabízí. Podnik si tímto krokem slibuje brzký vstup do tohoto odvětví. Nejedná se pouze o výrobu, ale podnik chce zaimplementovat moderní technologie jak do výroby, tak do řízení firmy, obchodu a ekonomiky.

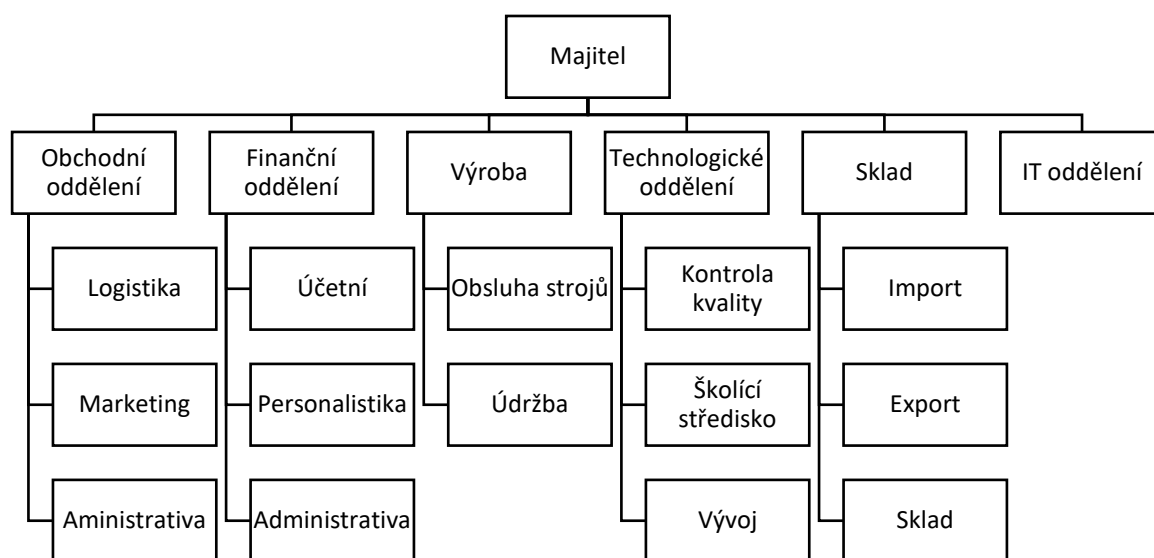
Díky novému výrobnímu oddělení se zvýší počet zaměstnanců z původních 100 na 140. Zaměstnanci pracují v třísměnném provozu. Podnik si uvědomuje náročnost nových technologií a rozhodl se investovat do nového školicího střediska, chce tak navázat na úspěšnou spolupráci s vysokými školami v tréninku nových kvalifikovaných zaměstnanců. Školící středisko bude využívat technologií virtuální reality, to zabezpečí zrychlení procesu zaškolení nových zaměstnanců bezpečnější cestou a s menšími náklady.

S novými technologiemi vznikly nové požadavky na sklad. Sklad provází dlouho dobé problémy s nedostatkem zaměstnanců a organizací, proto bylo rozhodnuto pro implementaci Automated Guided Vehicles (AVG) a Radio Frequency Identification (RFID). Tyto technologie vyřeší nejen problém s nedostatkem zaměstnanců a špatnou organizací, ale zvýší efektivitu a náklady na sklad.

6.2 Organizační struktura podniku

Pro lepší představu aktuálního chodu podniku je potřeba stanovit si základní organizační strukturu podniku. Jednotlivé implementované technologie musí být schopné spolehlivě komunikovat mezi jednotlivými odděleními. Ze současného stavu podniku budou

vyvozeny jednotlivé nedostatky jak v jednotlivých odděleních, tak v celkové struktuře podniku. Z těchto nedostatků pak bude vyvozeno, jaké technologie lze použít a jaký bude jejich reálný přínos pro podnik. V podniku probíhá třísměnný provoz včetně víkendů, ale obchodní a finanční fungují pouze 8 hodin denně v pěti pracovních dnech.



Obrázek 2: Organizační struktura podniku

6.2.1 Obchodní oddělení

Chod oddělení má na starosti 5 zaměstnanců a na každého připadá jeden počítač. Problémem je, že počítače spolu komunikují pouze velice omezeně, což představuje zbytečné zpomalování všech úkonů mezi pracovníky.

Na tomto oddělení probíhá veškerá komunikace s dodavateli i odběrateli a neustále se zvyšující kapacitou výroby podniku a s přispěním 3D tisku i možnost mnohem menších objednávek. Veškerou práci odvádí ručně pracovníci oddělení a je čím dál více náchylná k lidským chybám. V důsledku toho vznikají zbytečné časové prodlevy. Smlouvy přichází i odchází na tomto oddělení jsou zpracovávány ručně a zakládány do kartotéky, vzniká tak potřeba po elektronické evidenci.

6.2.2 Finanční oddělení

Finanční oddělení zaměstnává tři zaměstnance, ti obsluhují tři počítače. Toto oddělení se stará o veškerý majetek podniku a o peněžní toky. Se zvyšujícím se počtem

zaměstnanců začínají být patrné problémy ve sledování docházky zaměstnanců. Docházku vypracovávají jednotlivé oddělení nezávisle a tyto data jsou pak následně odesílána na finanční oddělení. To problém jen prohlubuje, protože data jsou posílána v různých časových intervalech. Dále je tento systém náchylný na lidské chyby, tím vznikají rozpory ve mzdách jednotlivých zaměstnanců.

6.2.3 Výroba

Na tomto oddělení probíhají veškeré operace související s výrobou a jejím plánováním. Širší vedení obsahuje osm zaměstnanců a využívají osm počítačů. Dále zde pracuje 120 zaměstnanců jako obsluha strojů a jejich údržba. Díky malé provázanosti komunikaci mezi jednotlivými odděleními vznikají problémy v předvýrobních kalkulacích a s plánováním a řízením výroby samotným. Data dostávána ze skladů jsou často zpožděna a vznikají tam chyby způsobené lidským faktorem.

Dalším problémem je kontrola kvality produktů v různých stadiích výroby. Problémy nejsou zaznamenány v reálném čase a vzniká více vadných kusů, než by vznikalo při proaktivní kontrole kvality. Stejná situace se týká odstávek strojů, veškeré problémy se stroji jsou řešeny reaktivně nebo namátkou.

6.2.4 Technologické oddělení

Na oddělení pracuje dvanáct zaměstnanců a využívají osm počítačů. Toto oddělení je úzce provázáno s výrobou, zodpovídá za kontrolu kvality, ta je zmíněna v předchozím bodě. Pracovníci musí namátkově kontrolovat jednotlivé výrobky což je velice časově náročné a nespolehlivé. Pracovníci zde vytvářejí v počítačových programech modely produktů není zde však k dispozici propojení se stroji, a tak musí být veškerá data do strojů dopravena ručně technikou z IT oddělení.

Toto oddělení je zároveň zodpovědné za školení nových zaměstnanců. To je časově náročný proces, kdy školící pracovník je schopen zaučovat pouze jednoho nově příchozího zaměstnance v daném čase. To je neefektivní a zpomaluje to celý proces zaučení zaměstnanců. Zároveň to omezuje pracnost stroje, na kterém je zaměstnanec zaučován.

6.2.5 Sklad

Sklad je problémové oddělení díky konstantnímu nedostatku zaměstnanců, sklad vyžaduje obsluhu minimálně šesti zaměstnanců. Navíc se jedná o nebezpečné prostředí,

protože při manipulaci může snadno vzniknout pracovní úraz. Pracovníci skladu zadávají veškeré příchozí a odchozí položky skladu ručně, díky tomu vznikají nesrovnalosti ve stavech skladu. Skladníci používají vlastní systém organizace, ten je neefektivní a neorganizovaný. Všechny položky jsou na skladu evidovány pomocí čárových kódů.

6.2.6 IT oddělení

Toto oddělení má na starosti veškeré počítačové systémy a vše s nimi spojené. Na oddělení pracují tři IT technici a každý z nich operuje na vlastním počítači. Toto oddělení nezaznamenává žádné zásadní problémy, pouze do budoucna s navýšením operací spojených s IT bude oddělení muset rozšířit stavy.

6.3 Přínosy a problémy spojené s implementací jednotlivých technologií

Tato kapitola pojednává o motivaci podniku pro implementaci jednotlivých technologií. Podnik zvažuje výhody i problémy spojené s implementací. Jednotlivé technologie, které budou do podniku implementovány jsou:

- Radio Frequency Identification
- Electronic Data Interchange
- Automated Guided Vehicles
- Použití přenosných zařízení
- Enterprise Resource Planning

6.3.1 Radio Frequency Identification

Podnik začne využívat technologii RFID jako náhradu za doposud využívané čárové kódy. Od RFID společnost očekává rychlejší čtecí operace, větší životnost a větší rozsah čtení, než je tomu u čárových kódů. RFID nemusí být umístěn na jednom fixním bodě na každém výrobku, na rozdíl od štítků s čárovým kódem, který se musí nacházet na standartním místě. Jedinou podmínkou RFID je umístění v rozsahu čtečky a nesmí být blokován kovy nebo vodou. Další výhodou je možnost čtení několika RFID tagů zároveň, což celý proces čtení urychluje.

RFID zlepšuje výkonnost celého dodavatelského řetězce především proto, že poskytuje manažerům data v reálném čase, která zvyšují rozhodovací proces. Umožňuje efektivní řízení materiálu a řízení zásob omezením úzkých míst v toku materiálů, což

v konečném důsledku zajišťuje, že produkty jsou umístěny ve správný čas na správném místě. Pomáhá snižovat množství nepotřebných zásob ve skladech a distribučních centrech. Pomocné plánování a proaktivní postupy umožňují přesnější odhad poptávky po zboží, protože tyto odhady jsou založeny na datech v reálném čase. Obchodní manažeři jsou tak schopni vnímat slabá místa v dřívější fázi a jednat podle nich včas.

Redukuje náklady snížením času a práce potřebné pro ruční zadávání dat. Tyto systémy zvyšují přesnost dat, což přímo prospívá plánování prodeje a provozu a je praktickým způsobem, jak pomoci firmám udržet zbytečné náklady na minimu.

Zlepšit a posílit vztahy mezi zákazníky a dodavateli podporou komunikace a sdílení informací mezi obchodními společnostmi, dodavateli a zákazníky. Správa zásob je vylepšena, protože tagy a čtečky mohou být naprogramovány tak, aby byl automaticky odeslán signál, když jsou potřebné příkazy k výměně. Obousměrná komunikace umožňuje včasné odeslání objednávky, to je klíčové pro komfort zákazníků a prioritou pro všechny společnosti.

Jednou z překážek je základní nedostatek pochopení přístupů k integraci technologie do stávající infrastruktury IT. Ačkoliv existují společné rysy mezi implementacemi RFID, je to specifické pro každou společnost. Založené na jejich velikosti, průmyslu a vztazích s jinými podniky. Výrobní společnost (dodavatel), která bude na své produkty ukládat štítky RFID, bude mít například jiné implementační potřeby než maloobchodní společnost, která přijímá označované produkty. Tito výrobci spotřebního zboží budou zpočátku nejvíce znepokojeni, jak efektivně modifikovat své sklady a výrobní linky a jak označovat výrobky a/nebo palety štítky RFID, zatímco maloobchodní společnosti se budou zpočátku více zajímat o zpracování dat obdržených od označených produktů.

Z toho vzniká další problém, že RFID vytváří obrovské objemy dat, které je obtížné spravovat. Podle odhadu může systém RFID generovat 10 až 100násobek dat konvenčních systémů čárových kódů, což způsobuje obrovský nárůst denního objemu dat v podnikovém IT systému.

6.3.2 Electronic Data Interchange

Podnik si slibuje odklonění od transakcí založených na papíru a jiných formách elektronické komunikace. EDI je považován za nástroj, který organizaci umožní reorganizovat informační toky a obchodní procesy.

Výhod je u EDI velké množství, mezi hlavní se řadí redukce časových zpoždění. Zpoždění jsou způsobena především dvěma faktory. Papírové dokumenty mohou trvat několik dnů, než se přepraví z jednoho místa na druhé. Kromě toho jsou zpoždění při ručním zpracování způsobena potřebou klíčů, souborů, načítání a porovnávání dat. Z toho vyplývá další výhoda – snížení mzdových nákladů. V systémech jiných, než EDI je vyžadováno ruční zpracování dat pro klíčování dat, ukládání a načítání dokumentů, třídění, párování, porovnávání, plnění obálek, razítkování, podepisování atd. Zatímco automatizovaná zařízení mohou pomoci s některými z těchto procesů, většina manažerů bude souhlasit, že významnou část jejich režijních nákladů představují náklady práce na zpracování dokumentů. Obecně platí, že pracovní procesy jsou mnohem dražší než operace, které nejsou náročné na pracovní sílu zahrnující počítače a telekomunikace.

Omezení chybovosti je cílem každého správně fungujícího podniku. Vzhledem k tomu, že informace jsou zadávány vícekrát a dokumenty jsou přepravovány, ukládány a získávány lidmi, systémy, které nejsou součástí systému EDI, bývají náchylné k chybám. To eliminuje i nejistotu, ta existuje ve dvou oblastech. Za prvé, přeprava papíru a další zpoždění při ručním zpracování znamená, že doba, po kterou je dokument přijat, je nejistá. Jakmile je transakce odeslána, odesílatel neví, kdy bude transakce přijata, ani kdy bude zpracována. Zadruhé odesílatel ani neví, zda transakce byla vůbec přijata, ani zda příjemce souhlasí s tím, co bylo v transakci odesláno.

Větší jistota v zásobách. Vzhledem k časovým zpožděním a nejistotám při zpracování mimo EDI jsou zásoby často vyšší, než je nezbytné. Dodací lhůty pro zpracování papíru jsou dlouhé. Ve výrobní firmě může být prakticky nemožné dosáhnout inventarizačního systému „just-in-time“ s časovým zpožděním spojeným se systémy, které nejsou zpracovány systémem EDI.

Přístup k informacím. EDI umožňuje uživateli přístup k velkému množství podrobných transakčních dat. V prostředí mimo EDI je to možné pouze s velkým úsilím a časovým zpožděním. Vzhledem k tomu, že data EDI jsou již ve formě, která je dostupná v počítači, podléhají automatizovanému zpracování a analýze. To umožňuje firmě jednoduše dohledávat objednávky zákazníků.

EDI ale neprovází pouze samá pozitiva. Používá více standardů, které mohou často omezit, kolik zařízení lze připojit k síti. Jazyk webového textu XML například nemá přísnou standardizaci a umožňuje, aby k programování přispělo více programátorů. Kromě přísných standardů by EDI mohl mít také příliš mnoho přísných norem s příliš mnoha formáty

dokumentů, které by mohly selhat v případě problémů s křížovou kompatibilitou, s nimiž se budete setkávat při dalším uplatňování standardů. Jakožto velká společnost se zákazníky z mnoha zemí, může EDI omezit typy partnerství, se kterými se může nadále rozvíjet.

6.3.3 Automated Guided Vehicles

Společnost měla v posledních letech narůstající problémy s hledáním pracovníků do svých skladů, a to i v případě zvedání finančních ohodnocení. Jelikož bylo každým rokem stále složitější naplnit stavy zaměstnanců do skladu a zároveň to provázeli zvětšující se náklady na zaměstnance, společnost se rozhodla pro implementaci a otestování prvních AGV ve svém skladu. Společnost si již nemůže dovolit nejistotu v počtu zaměstnanců. Od této investice společnost očekává níže uvedené výhody, ale i určité problémy.

Snížení nákladů na pracovní sílu v provozu. Výměnou lidského pracovníka za AVGs se společnost zbaví nejen stálých nákladů na pracovníka ale také ostatních nákladů jako sociální a zdravotní, daní, dovolených atd. Zakoupení AGV provází jen počáteční investice a následné náklady na údržbu. AGV, jsou vyráběny s ohledem na bezpečnost okolí. Na AGV jsou instalovány kamery, lasery a další sensory, pro snadný pohyb v prostoru a umožňují AGV bezpečně kooperovat s personálem a pohybovat se kolem struktur. Oproti lidskému personálu se nikdy nerozptýlí, neunaví a nezpůsobí díky tomu nehodu. Zvýšení přesnosti a produktivity nahrazením lidského elementu, se lze vyhnout chybám vytvořených lidmi. Pomocí AGV lze odstranit nepřesné pracovní postupy, a nakonec zvýšit výkon, což umožní, aby byly produktivnější a přesnější. A vzhledem k tomu, že lidský personál je omezen tím, jak dlouho mohou pracovat, AGV jsou schopny provozu 24/7. Díky možnosti snadného rozšíření, je snadné přidat další AGV jako jednotlivé moduly. To umožňuje rozšíření vozového parku v případě další potřeby.

Jedná se pouze o stroje to snižuje flexibilitu operací, což je jednou z výhod lidské složky. Například možnost okamžitého rozhodování a schopnost přeskakovat úkoly. Na rozdíl od lidí AGV fungují podle přednastavených systémů a procesů, což může ztěžovat rychlé změny.

6.3.4 Použití přenosných zařízení.

Společnost se snaží vybavit své zaměstnance chytrými mobilními zařízeními, aby jim umožnila přístup k pracovním systémům. Chce umožnit vedoucím pracovníkům větší informovanost a podpořit tak lepší rozhodování prostřednictvím přenosných zařízení, která

jsou schopna zobrazovat data v reálném čase. Ačkoli mobilní technologie nabízí ve výrobní sféře vzrušující a zdánlivě nekonečný potenciál, společnost si uvědomuje i rizika spojená s implementací mobilních zařízení. Jedno z rizik se týká kybernetické bezpečnosti, kdy zaměstnanci by využívali v práci celou řadu osobních mobilních zařízení, a nikoli přenosných zařízení vydaných společností. Vzhledem k tomu, že ceny za smartphony a tablety nadále klesají, společnost se rozhodla koupit pro zaměstnance vlastní zařízení a vyhnout se tak možnosti Bring Your Own Device (BYOD).

Pomocí mobilních technologií společnost usiluje o využití mobilních aplikací ke zefektivnění funkcí auditu kvality. Například audity systému řízení kvality ISO 9001 nebo opatření nařízená zákazníkem, jako jsou audity ve vrstvených procesech Layered Process Audit (LPA). Cílem je poskytnout pohled na shodu s provozními procesy a nápravná opatření, jak požadují někteří koncoví výrobci na podporu kvality dodavatelů. Při správném použití společnost hodlá přijmout kulturu neustálého zlepšování. Dále společnost plánuje snížit časově náročné úkoly spojené s přidělováním a plánováním auditů až o 80 %.

Softwarová řešení LPA, která jsou snadno podporována smartphony i tablety, poskytnou manažerům výrobní data v reálném čase pro plánování a rozhodování. Toto softwarové řešení pomůže eliminovat chaotickou povahu papírových auditů a kontrolních seznamů a umožňují manažerům rychleji nalézt a zmírnit procesní problémy. Společnost chce auditorům umožnit pohodlně, rychle a efektivně používat tablet nebo jiné mobilní zařízení. To eliminuje potřebu časově náročného zadávání údajů o zjištěních a výsledcích auditu.

6.3.5 Enterprise Resource Planning

Podnik se rozhodl k investici do technologie ERP. Jednalo se o obtížné rozhodnutí podniku, chtěl být inovativní, proto rozhodnutí pro správný systém bylo klíčovým krokem. Nakonec se společnost rozhodla pro modulární ERP systém, jedná se o sadu přizpůsobitelných aplikací, které umožňují podnikům integrovat a spravovat jejich nejdůležitější procesy. Jednotlivé balíčky modulů slouží k řízení firmy, obchodu, výroby a ekonomiky. Přestože existuje spousta výhod, není to všechno tak jednoduché, jak se může zdát, ERP má také své nevýhody.

Ačkoliv je ERP velká investice společnost očekává sjednocení jednotlivých systému a zvýšení efektivity. Namísto využití prostředků na více systémech, které potřebují specializovaný personál, infrastrukturu, podpůrné týmy a licence, společnost plánuje

všechny tyto náklady soustředit do jednoho ERP. Díky využití centralizovaného ERP společnost doufá v ušetření celkových nákladů na IT. Další náklady plánuje podnik zkrátit použitím jediného systému, který snižuje požadavky na školení pro koncové uživatele, protože se musí naučit ovládat jeden systém než interakci s mnoha jednotlivými aplikacemi.

Důležitým faktorem hovořící ve prospěch ERP je přístupnost ke všem důležitým procesům v podniku, a to tak, že data z každého oddělení jsou snadno přístupná vedoucím pracovníkům. Lze tedy denně sledovat stavy zásob, objednávek a výroby. To umožňuje ovládání kapitálu na mnohem přesnější úrovni. Centralizovaný systém umístění dat umožní intenzivnější spolupráci jednotlivých oddělení a zefektivní tak plnění úkolů. To vše umožňuje rychlé rozhodování s důvěrou, protože si pracovníci mohou být jisti, že v daném okamžiku vidí kompletní data v reálném čase.

V návaznosti na předchozí odstavce si podnik slibuje větší přehled. Implementace sady ERP napříč odděleními znamená, že váš podnik má pro každý proces jednotný systém podávání zpráv. Tím, že má jediný zdroj pravdy, ERP systém může snadno generovat užitečné zprávy a analýzy kdykoliv. Tento software vám dává možnost analyzovat a porovnávat funkce napříč odděleními.

Přizpůsobení je jedním z nejlepších aspektů ERP, společnost si ale uvědomuje, jak snadno a rychle se může vymknout z rukou. Přizpůsobení softwaru ERP vyžaduje spoustu času, úsilí, odbornosti a peněz. Dalším problémem je potencionálně příliš složitý a obtížně použitelný systém. Společnost se tomu chce vyhnout a poučit se z chyb podniků, které se nepodařilo správně implementovat ERP. Některé podniky se mohou dostat do systémů příliš velkých a složitých pro své procesy, což vede ke špatné návratnosti investic. To platí zejména v případě, když podnik nemůžete přesvědčit svůj tým, aby tento software přijal kvůli složitosti.

6.4 Přínosy jednotlivých modulů ERP

ERP je modulární systém, to představuje výhodu v možnosti přidání nových modulů a v případě potřeby bez zásadního narušení celého systému. Podnik se rozhodl použít následující moduly, které považuje za stěžejní.

6.4.1 Personalistika a docházka

Společnost získá aktuální informace o příchodech, odchodech a nepřítomnosti zaměstnanců. Pracovník dostane čip, který přiloží k terminálu a systém ho zaznamená. Na základě těchto údajů systém zpracuje a vyhodnotí odpracovanou dobu. Vedoucí pracovník má okamžitý přístup k aktuálním docházkovým datům, která se porovnávají s plánovanými směnami. Údaje z tohoto modulu se automaticky přenášejí do modulu mzdy, to šetří spoustu času při zpracovávání výplat. Zaměstnanci získají možnost zapisovat přímo do systému své dovolené, ty pak může vedoucí pracovník potvrdit nebo zamítnout. Dále hodnotí kandidáty do zaměstnání pomocí psychometrických dotazníků.

6.4.2 Prodej a nákup

V systému lze podle množství aktivit odhadovat potenciální příjmy a řídit nákladové aktivity. Systém dokáže zaevidovat všechny obchodní partnery a veškeré informace o nich. V QI lze vysledovat zboží a materiál, a to i v zahraničí.

6.4.3 Sklady

Systém přiděluje skladovým položkám unikátní kódy, pod kterými eviduje jednotlivé skladové položky. Zaměstnanec skladu má tak přehled o aktuálních stavech jednotlivých zásob a poloze, kde se zásoby nachází. Máme zde na výběr hned z několika druhů kódů, které můžeme použít. Zároveň systém dokáže jednotlivé položky třídit do kategorií, evidovat rezervované zboží, či datum výroby a typ materiálu. Díky těmto funkcím se nestane, že budou skladové položky vyskladněny pro jiného zákazníka, ve skladu se bude díky hierarchickému dělení snáze vyhledávat a položky s prošlou lhůtou životnosti budou vyřazeny a zrecyklovány.

6.4.4 TPV a kalkulace

Předvýrobní kalkulace jsou nedílnou součástí výroby, a právě o ně se stará modul PTV. Evidence nespočtu výrobků, která obsahuje přesné složení, ba i jednotlivé operace ve výrobě produktu. Nechybí ani grafický návrh produktu, časová a materiálová náročnost nebo kalkulace výsledné ceny. Modul pracuje s databází normativních úkonů (sváření, broušení atd.) a dokáže přesně odhadnout náklady na výrobu jednotlivých kusů. Nechybí zde ani možnost importu do CAD/CAM systémů a statistických dat.

6.4.5 Plánování výroby

Aby byla společnost schopna uspokojit poptávku svých zákazníků v reálném čase, je třeba správně naplánovat výrobu. Při využití modulu plánování výroby se tak do rukou společnosti dostává ucelený nástroj schopný pracovat jak s kapacitami výrobních strojů, tak s dostupností materiálu a dodávkovým cyklem. V případě nízkých zásob je systém schopen automaticky vytvořit objednávku na nový materiál, či alespoň vedoucího pracovníka upozorní na nízké stavy zásob. Při tvorbě výrobního plánu se modul snaží o nejefektivnější a nejméně nákladný plán, kterým by se měla společnost řídit.

6.4.6 Kvalita

Aby bylo docíleno co nejvyšší kvality za co nejnižších nákladů, začleňuje se do výrobních procesů modul kontroly kvality. Modul sleduje zmetkovost ve výrobě, upozorňuje na nestandardní postupy a vytváří statistiky výroby. Podporuje také výběr správného dodavatele dle předchozích zkušeností.

6.4.7 Řízení výroby

V oblasti řízení výroby jsou moduly připraveny reagovat takřka na všechny dnešní používané technologie. MRP II, JIT nebo KANBAN a mnoho dalších jsou začleněny přímo v modulu. Modul zvládá identifikovat ztrátové nebo málo výdělečné výroby, počítá optimální rozložení zakázek a zajišťuje návaznost na CAD/CAM systémy. Podpora on-line terminálů se čtečkami čárových kódů přináší přesný on-line dohled nad výrobou a vykresluje její reálný stav.

6.4.8 Mzdy

Mzdy a vyplácení zaměstnanců, na tomto poli spolupracuje modul i s docházkovým modulem, kdy jsou data z docházkových systémů přenesena do mezd. Účetním zde systém velmi komplexně pomáhá řešit výpočty se mzdami spojené. Šetří firemní náklady a přírodu díky on-line výplatním lístkům. Pro komunikaci s úřady zde můžeme využít integrovanou datovou schránku, či export dat do XML. Aby se předešlo chybám, je samozřejmostí, že modul obsahuje kontrolní postupy a zamezuje tak chybám.

ZÁVĚR

Prostřednictvím této bakalářské práce byly vysvětleny základní pojmy Průmyslu 4.0. V průběhu teoretické části byl stále jasnější budoucí význam Průmyslu 4.0 a jeho nevyhnutelný rozvoj v budoucnosti jakožto čtvrté průmyslové revoluce. Autor se utvrdil v jeho zájmu o tuto problematiku a jeho budoucí odhodlaní znalosti prohlubovat.

V této práci jsme si objasnili význam pojmů jako smart factory jako jeden z hlavních prvků celé průmyslové revoluce, na kterém je tento koncept v oblasti průmyslu postaven. Dle statistik a predikcí bude význam Průmyslu 4.0 v budoucích letech neustále růst. Toto lze pozorovat na složené roční míře růstu 8,03 % mezi roky 2015 a 2020. Vysvětlili jsme si důvody poměrně pozdního příchodu čtvrté průmyslové revoluce navzdory dlouhodobé existenci potřebných technologií. Teoreticky i na příkladech jsme si ukázali nebezpečí, které se skrývá za implementací Průmyslu 4.0 bez adekvátních opatření. Dále byl objasněn problém v nazývání veškerých zařízení připojených k internetu smart zařízeními.

V praktické části byl zaznamenán problém malé iniciativy ze strany České republiky a nedostatek podkladů pro ověření některých tvrzení, proto byla vytvořena anketa, ve které bylo zjištěno konstantní zlepšování povědomí o Průmyslu 4.0 v České republice a jeho následných aplikací do samotného provozu. České podniky dopadly dle zjištění vycházejících z ankety mnohem lépe, než bylo předpokládáno. V druhé části byl uveden smyšlený podnik, bylo podrobně popsáno jeho zaměření a aktuální stav na základě organizační struktury. Následně byla nastíněna implementace technologií a jejich dopady na budoucí chod podniku včetně jejich výhod a nevýhod.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] GILCHRIST, alasdair. *Industry 4.0: the industrial internet of things*. New York, NY: Springer Science Business Media, 2016. ISBN 978-148-4220-467.
- [2] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Průmysl 4.0, aneb, Nikdo sám nevyhraje*. 1. Průhonice: Professional Publishing, 2017. ISBN 978-809-0659-445.
- [3] Industrial revolutions: the 4 main revolutions in the industrial world. *Sentryo - Cybersécurité pour l'Internet Industriel* [online]. Villeurbanne Cedex: Sentryo SAS, 2017 [cit. 2019-05-27]. Dostupné z: <https://www.sentryo.net/the-4-industrial-revolutions/>
- [4] MAŘÍK, Vladimír. *Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku*. 1. Praha: Management Press, 2016. ISBN 978-807-2614-400.
- [5] GEISSBAUER, Dr., Jesper VEDSO a Stefan SCHRAUF. Industry 4.0: Building the digital enterprise. <https://www.pwc.com/> [online]. Londýn: PwC, 2016 [cit. 2019-05-27]. Dostupné z: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/industries-4.0/landing-page/industry-4.0-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf>
- [6] GILCHRIST, Alasdair. *IoT security issues*. 1. Boston: DE-G Press, 2017. ISBN 978-150-1514-746.
- [7] GREENBERG, Andy. Crash Override Malware Took Down Ukraine Power Grid Last December | WIRED. *WIRED* [online]. New York: Condé Nast Publications, Inc., 2017 [cit. 2019-05-27]. Dostupné z: <https://www.wired.com/story/crash-override-malware/>
- [8] MARTIN, James a John WATERS. What is IAM? Identity and access management explained | CSO Online. *CSO | Security news, features and analysis about prevention, protection and business innovation*. [online]. Kalifornie: IDG Communications, Inc., 2018 [cit. 2019-05-27]. Dostupné z: <https://www.csoonline.com/article/2120384/what-is-iam-identity-and-access-management-explained.html>
- [9] What Is a Distributed Denial-of-Service (DDoS) Attack? | Cloudflare. *Cloudflare - The Web Performance & Security Company* | Cloudflare [online]. Kalifornie: Cloudflare,

- Inc., 2019 [cit. 2019-05-27]. Dostupné z: <https://www.cloudflare.com/learning/ddos/what-is-a-ddos-attack/>
- [10] Famous DDoS Attacks | Cloudflare. *Cloudflare - The Web Performance & Security Company | Cloudflare* [online]. Kalifornie: Cloudflare, Inc., 2019 [cit. 2019-05-27]. Dostupné z: <https://www.cloudflare.com/learning/ddos/famous-ddos-attacks/>
- [11] HOEY, Brian. How Industry 4.0 is Changing Product Life Cycles. *Flexis* [online]. Stuttgart: flexis AG, 2018 [cit. 2019-05-27]. Dostupné z: <https://blog.flexis.com/how-industry-4.0-is-changing-product-life-cycles>
- [12] GRIFFITHS, Laura. Inside Siemens' new UK 3D printing smart factory - TCT Magazine. *TCT Magazine | Additive Manufacturing & 3D Printing News | Additive Manufacturing | Product Development Technology - TCT Magazine* [online]. Chester: apid News Publications Ltd., 2019 [cit. 2019-05-27]. Dostupné z: https://www.tctmagazine.com/3d-printing-news/inside-siemens-uk-3d-printing-smart-factory_1/
- [13] What Comprises an EDI Document? | EDI Basics. *Edibasics* [online]. London: OpenText Corp, 2019 [cit. 2019-05-27]. Dostupné z: <https://www.edibasics.com/what-is-edi/what-comprises-an-edi-document/>
- [14] What is ERP? | Oracle. *Oracle | Integrated Cloud Applications and Platform Services* [online]. Kalifornie: Oracle Corporation, 2017 [cit. 2019-05-27]. Dostupné z: <https://www.oracle.com/applications/erp/what-is-erp.html>
- [15] BHATNAGAR, Tushar. What Is a Smart Device? - DZone IoT. *DZone* [online]. North Carolina: DZone, 2017 [cit. 2019-08-23]. Dostupné z: <https://dzone.com/articles/what-is-a-smart-device>
- [16] The Role of 3D Printers in the Industry 4.0 Digital Transformation. *CAD, CAM, CAE, PTC PLM Solutions, 3D Printers, India*. [online]. Kothrud: DesignTech Systems, 2018 [cit. 2019-08-23]. Dostupné z: <https://www.designtechproducts.com/articles/3d-printers-industry-4>

- [17] AR and VR in manufacturing and industry | ARTS. *Homepage* | ARTS [online]. Hamburg: ARTS, 2018 [cit. 2019-08-23]. Dostupné z: <https://arts.eu/blog/augmented-reality-and-virtual-reality-in-manufacturing-and-industry>
- [18] České podniky jsou v zavádění prvků Průmyslu 4.0 ve srovnání s USA pozadu | Hospodářské noviny (IHNEP.cz). *Hospodářské noviny - byznys, politika, názory (IHNEP.cz)* [online]. Praha: Economia, a.s., 2019 [cit. 2019-05-27]. Dostupné z: https://ictrevue.ihned.cz/c3-66569310-0ICT00_d-66569310-ceske-podniky-jsou-v-zavadeni-prvku-prumyslu-4-0-ve-srovnani-s-usa-pozadu

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

| | |
|-------|--|
| AR | Augmented Reality |
| AVG | Automated Guided Vehicles |
| BYOD | Bring Your Own Device |
| CAGR | Compound Annual Growth Rate |
| CAN | Controller Area Network |
| CPS | Cyberphysical System |
| CRM | Customer Relationship Management |
| DDoS | Distributed Denial of Service |
| EDI | Electronic Data Interchange |
| ERP | Enterprise Resource Planning |
| HDP | Hrubý domácí produkt |
| IaaS | Infrastructure as a Service |
| IAM | Identity and Access Management |
| ICT | Industrial Control System |
| IIoT | Industrial Internet of Things |
| IoT | Internet of Things |
| IOT | Industrial Operation Technologies |
| LPA | Layered Process Audit |
| M2M | Machine to Machine |
| NFC | Near Frequency Contact |
| PaaS | Platform as a Service |
| PLC | Programmable Logic Controller |
| RFID | Radio Frequency Identification |
| SaaS | Software as a Service |
| SCADA | Supervisory Control And Data Acquisition |
| VR | Virtual Reality |
| WWAN | Wireless Wide Area Networks |

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|--|----|
| Obrázek 1: Nákupový příkaz v standardu ANSI a EDIFACT [13] | 26 |
| Obrázek 2: Organizační struktura podniku | 45 |
| | |
| Graf 1: Počet respondentů..... | 36 |
| Graf 2: Slyšeli jste někdy pojem Průmysl 4.0 | 37 |
| Graf 3: Máte obavy z bezpečnosti Průmyslu 4.0 | 38 |
| Graf 4: Co si od Průmyslu 4.0 slibujete? | 38 |
| Graf 5: Využívané technologie | 39 |
| Graf 6: Slyšeli jste někdy slovo Průmysl 4.0? | 40 |
| Graf 7: Máte obavy z bezpečnosti Průmyslu 4.0? | 40 |
| Graf 8: Co si od Průmyslu 4.0 slibujete? | 41 |
| Graf 9: Využívané technologie | 42 |

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P1: Obsah disku CD

PŘÍLOHA P1: OBSAH DISKU CD

Anketa_stavu_prumyslu_4_0.xlsx

fulltext.pdf