



Diplomová práce

Digitalizace systému řízení výroby

Studijní program:

N0688A140016 Systémové inženýrství a informatika

Autor práce:

Bc. Dominik Kolář

Vedoucí práce:

Ing. Michal Dostál, Ph.D.
Katedra informatiky

Liberec 2023



Zadání diplomové práce

Digitalizace systému řízení výroby

Jméno a příjmení:

Bc. Dominik Kolář

Osobní číslo:

E20000309

Studijní program:

N0688A140016 Systémové inženýrství a informatika

Zadávací katedra:

Katedra informatiky

Akademický rok:

2022/2023

Zásady pro vypracování:

1. Vývoj v oblasti digitalizace řízení výroby
2. Analýza současného trhu relevantních řešení
3. Analýza současného systému firmy, identifikace slabých míst a tzv. quick wins
4. Návrh digitalizace systému řízení výroby pro konkrétní firmu
5. Zhodnocení návrhu aktualizace systému

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování práce:

Jazyk práce:

60 normostran

tištěná/elektronická

čeština

Seznam odborné literatury:

- TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2017. *Průmysl 4.0, aneb, Nikdo sám nevyhraje*. První vydání. Průhonice: Professional Publishing. ISBN 978-80-906594-4-5.
- MAŘÍK, Vladimír, 2016. *Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku*. Vydání 1, Management Press. ISBN 978-80-7261-440-0.
- LIKER, Jeffrey K., 2021. *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. Second edition. New York: McGraw Hill Education. ISBN 978-1260468519.
- MOSS, Michael S. a Barbara ENDICOTT-POPOVSKY, 2015. *Is digital different? how information creation, capture, preservation and discovery are being transformed*. London: Facet Publishing. ISBN 978-1856048545.
- BRYNJOLFSSON, Erik a Filip DRLÍK, 2015. *Druhý věk strojů: práce, pokrok a prosperita v éře špičkových technologií*. Vydání první. V Brně: Jan Melvil Publishing. ISBN 978-80-87270-71-4.
- PROQUEST, 2022. *Databáze článků ProQuest* [online]. Ann Arbor, MI, USA: ProQuest. [cit. 2022-09-26]. Dostupné z: <http://knihovna.tul.cz>

Konzultant: Bc. Zdeněk Vondráček - Quality Manager ve firmě Laird s.r.o.

Vedoucí práce:

Ing. Michal Dostál, Ph.D.

Katedra informatiky

Datum zadání práce:

1. listopadu 2022

Předpokládaný termín odevzdání: 31. srpna 2024

L.S.

doc. Ing. Aleš Kocourek, Ph.D.
děkan

Ing. Petr Weinlich, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 1. listopadu 2022

Prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci jsem vypracoval samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Jsem si vědom toho, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má diplomová práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědom následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

Poděkování

V první řadě patří poděkování všem autorům publikací a článků za pomoci kterých byl autor práce schopen vypracovat teoretickou část. Poté by autor rád poděkoval všem kolegům ve výrobním závodě firmy, kde vykonával praxi, za veškeré poskytnuté informace a pomoc při vývoji dílčích řešení. Bez jejich pomoci by bylo velmi obtížné vypracovat praktickou část práce. Závěrem je nezbytné poděkovat panu Mgr. Janu Kolářovi za rady v oblasti stylistiky textu a vedoucímu práce panu Ing. Michalu Dostálovi, Ph.D. za trpělivost, vstřícnost a cenné rady po celou dobu vypracování diplomové práce.

Anotace

Cílem této diplomové práce zabývající se digitalizací systému výroby je vytvořit úvod do problematiky rychle vyvíjejícího se průmyslu a s ním úzce spjatou digitalizací. První část s teoretickou povahou se nejprve zabývá představením vývoje průmyslu, který vede až k Průmyslu 4.0. Společně s vývojem jsou uvedeny i jednotlivé technologie a filozofie spjaté s budoucností průmyslu. Dále je teoretická část věnována analýze současného trhu s řešeními využitelnými ve výrobním procesu a je zakončena provedenou komparativní analýzou. Druhá část je prakticky založená se zaměřením na analýzu stavu digitalizace ve vybraném podniku. Zde je možné nalézt popis firmy s jejími implementovanými systémy, vlastněnými technologiemi a diagramy prováděných procesů. Na základě výsledků analýzy jsou identifikována slabá místa. Výstupem práce jsou praktické návrhy, které vycházejí právě ze zjištěných slabých míst. Zbývající slabá místa jsou pokryta souborem obecných doporučení pro firmu. Veškerá doporučení by měla vést ke zvýšení současné úrovně digitalizace v daném podniku.

Klíčová slova

Digitalizace, Průmysl 4.0, systém, výrobní proces, Informační systémy, ERP, řízení výroby

Annotation

The aim of this diploma thesis dealing with the digitalization of the production system is to create an introduction to the issues of the rapidly evolving industry and the closely related digitalization. The first part, theoretical in nature, first deals with the introduction of the evolution of the industry leading up to Industry 4.0. Along with the evolution are introduced various technologies and philosophies associated with the future of industry. The theoretical part is then devoted to the analysis of the current market of solutions applicable in the production process and is concluded with a comparative analysis. The second part is practically based, focusing on the analysis of the state of digitalization in selected company. Here it is possible to find a description of the company with its implemented systems, owned technologies, and diagrams of the implemented processes. Based on the results of the analysis, weak points are identified. The output of the thesis are practical suggestions, which are based on the identified weak points. The remaining weaknesses are covered by a set of general recommendations. All suggestions and recommendations should lead to an increase in the current level of digitalization in the company and therefore to better efficiency.

Key Words

Digitalization, Industry 4.0, system, production process, Information systems, ERP, production management

Obsah

Seznam ilustrací (obrázků)	13
Seznam tabulek	14
Seznam použitých zkratk, značek a symbolů	15
Úvod	16
1 Historie vývoje průmyslu	17
2 Průmysl 4.0	19
2.1 Filozofie Průmyslu 4.0	19
2.2 Úrovně podniků.....	22
3 Digitalizace firmy	25
3.1 Informační systémy.....	27
3.1.1 ERP	28
3.1.2 MES	28
3.2 Koncept chytré továrny	29
3.3 Data.....	30
3.3.1 Datová úložiště	31
3.3.2 Analýza dat	33
4 Dostupná řešení	36
4.1 Hotová řešení.....	36
4.1.1 SAP	37
4.1.2 Helios	39
4.1.3 Microsoft Dynamics 365	40
4.1.4 Oracle Cloud ERP.....	40
4.1.5 Porovnání ERP systémů.....	41
4.1.6 Pivotware	42
4.1.7 SoftLi	43
4.1.8 Shrnutí hotových řešení.....	44
4.2 Vývoj vlastních řešení	45
4.2.1 Power BI.....	46
4.2.2 Low-code aplikace	49
4.2.3 Shrnutí vývoje vlastních řešení	50
5 Analýza stavu firmy	52
5.1 Produkční procesy	52

5.2 Firemní systémy	55
5.2.1 QAD	56
5.2.2 Qtree	57
5.2.3 MES.....	58
5.2.4 Další firemní systémy	59
5.3 Provázanost dat	60
5.4 Slabá místa	62
5.4.1 Data.....	62
5.4.2 Duplicitní systémy	64
5.4.3 Nedostatečné užívání prostředků.....	65
5.4.4 Dokumentace	66
5.5 Návrhy na zlepšení.....	67
5.5.1 Návrh nového řízení dokumentace.....	68
5.5.2 Implementace Power BI	71
5.5.3 Soubor doporučení.....	73
5.5.4 Ekonomické zhodnocení navržených doporučení.....	76
Závěr	78
Seznam použité literatury	82

Seznam ilustrací (obrázků)

Obrázek 1: Přehled průmyslových revolucí.....	18
Obrázek 2: Power BI Destop x Service	48
Obrázek 3: Diagram první úrovně interních procesů	53
Obrázek 4: Diagram druhé úrovně interních procesů.....	54
Obrázek 5: Diagram třetí úrovně interních procesů	54
Obrázek 6: Diagram čtvrté úrovně interních procesů.....	55
Obrázek 7: Synchronizace databází.....	60
Obrázek 8: Interní síť a databáze	61
Obrázek 9: Schéma používaných systémů.....	62
Obrázek 10: Instance databáze.....	64
Obrázek 11: Porovnání designu QAD.....	65
Obrázek 12: Diagram původního procesu schvalování	67
Obrázek 13: Diagram aktualizovaného procesu schvalování.....	71
Obrázek 14: Power BI – globální reporting	72
Obrázek 15: Power BI: Přehled nekvality výrobků	73
Obrázek 16: Doporučení pro digitalizaci	76

Seznam tabulek

Tabulka 1: ERP systémy č.1.....	41
Tabulka 2: ERP systémy č.2	42
Tabulka 3: Porovnání hotových řešení	45
Tabulka 4: Silné a slabé stránky hotových řešení	45
Tabulka 5: Srovnání způsobů programování aplikací.....	50
Tabulka 6: Souhrn vlastního vývoje	51

Seznam použitých zkratek, značek a symbolů

API	Application programming interface
BI	Business intelligence
CAD	Computer Aided Design (počítačem podporované navrhování)
CPS	Cyber-Physical systems
CRM	Customer Relationship Management
ČSJ	Česká společnost pro jakost
DAS	Direct Attached Storage
DPH	Daň z přidané hodnoty
ERP	Enterprise resource planning (Plánování podnikových zdrojů)
IS	Informační systém
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci
IT	Informační technologie
KPI	Klíčové ukazatele výkonnosti
LAN	Local Area Network
MES	Manufacturing Execution System
NAS	Network Attached Storage
OCR	Optické rozpoznávání znaků
PC	Personal Computer (osobní počítač)
PLC	Programmable Logic Controller (programovatelný logický kontrolér)
PP	Pracovní příkaz
QR	Quick Response (Rychlá odezva)
SaaS	Software as a service
SAN	Storage Area Network
SQE	System Quality Engineer

Úvod

Průmysl podléhá nepřetržitému vývoji, stejně jako tomu je u celé společnosti. Což vystihuje citát "pokrok nezastavíš". Nejvýznamnější milníky ve vývoji průmyslu jsou spojovány s tzv. revolucemi za pomoci, kterých jsou odlišovány podstatné pokroky v technologiích a zdrojích. Nyní se lidstvo nachází na prahu, čím dál víc zmiňovaného a řešeného, Průmyslu 4.0, s nímž úzce souvisí pojem digitalizace.

Technologie se neústupně vyvíjí a objem dat nekontrolovatelně roste. S digitalizací přichází šance pro organizace získat konkurenční výhodu a upevnit své místo na trhu. Zároveň však může představovat i potenciální hrozbu. Pokud podniky podcení přípravu a nebudou věnovat dostatečnou pozornost implementaci nových technologií spojených s digitalizací, mohou z toho pro ně plynout fatální následky. S příchodem velkého množství nových technologií, analýz dat a inovativního stylu myšlení je nutné, aby firmy nabrali alespoň základní povědomí o tom, co je to digitalizace a co se za tímto pojmem skrývá.

Cílem této práce je stručně představit vývoj průmyslu společně s novinkami přicházejícími se zmíněnou, úzce související, digitalizací. Uvést možné volby pro podniky a zmapovat možnosti dostupné na trhu, kdy se práce zabývá především tematikou informačních systémů. Následně práce hodnotí možnosti vyskytující se na trhu za pomoci aplikované komparativní analýzy.

Dále se již práce zaměřuje na výrobní závod vybrané společnosti, kde je zpracována kvalitativní analýza aktuálního stavu digitalizace. Jelikož podnik zaznamenává jisté nedostatky a nevyužitý potenciál, je analýza cílena na odhalení slabých míst a možnosti jejich nápravy. Výstupem práce by měl být návrh na jednotlivá zlepšení a způsoby implementování digitalizace do výrobního procesu daného závodu. Samotný návrh na optimalizaci systému, opírající se okrajově o obor projektového řízení, by měl být zakončen celkovým hodnocením a souborem následujících doporučení.

1 Historie vývoje průmyslu

Historie průmyslu je dělena za pomoci významných milníků zvaných průmyslové revoluce. Počátek vývoje průmyslu, tak jak jej známe a mluvíme o něm v současné době, se určuje od První průmyslové revoluce a dále jsou zaznamenány doposud ještě další tři průmyslové revoluce (Obrázek 1).

Průmyslová revoluce jako pojem slouží spíše pro lepší periodizaci vývoje a lepší pochopení. Sama o sobě totiž nemá jasně určený začátek a konec. Takovou revoluci lze označit za okamžik, kdy bylo nashromážděno takové množství inovativních vynálezů a později technologií k tomu, aby daly opodstatnění začátku nového období.

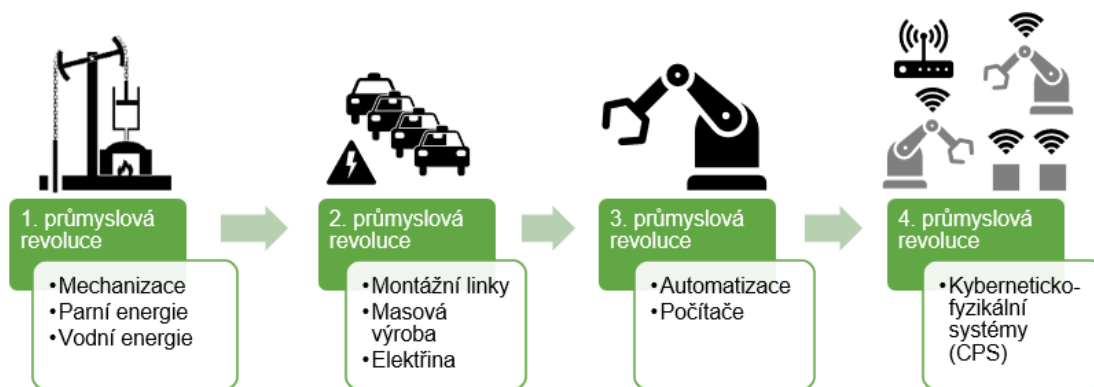
První průmyslová revoluce odstartovala již v 18. století. Dále tato průmyslová revoluce pokračovala ještě v 19. století, ve kterém probíhala změna výroby z ruční manufaktury na strojní velkovýrobu. Během této revoluce proběhly zásadní změny v zemědělství, dopravě, těžbě, výrobě a dalších hospodářských sektorech. Za klíčový pojem pro tento průmyslový zlom lze označit industrializaci. Docházelo k využívání nových zdrojů energie, z nichž asi nejznámějším bylo uhlí, které sloužilo k výrobě páry. Využití páry v odvětví průmyslu za pomoci průlomového vynálezu parního stroje vedlo k několikanásobnému zvýšení objemu výroby, například v oblasti výroby vláken. Parní stroje v podobě parních motorů sloužily nejen k pohánění tkalcovských stavů, ze kterých se staly mechanické tkací stavy, ale také své uplatnění nacházely například v dopravě. Vznik vynálezů jako například parník nebo parní lokomotiva byly nesmírným přínosem, jelikož se zboží a lidé mohli přepravovat na mnohem větší vzdálenosti za znatelně kratší dobu (Brynjolfsson a Drlik, 2015).

Druhá průmyslová revoluce, která následovala téměř bezprostředně po té první, na ní plynule navázala. Takzvaná druhá průmyslová revoluce byla především spjata se dvěma pojmy a těmi byly elektrifikace a montážní linky. Mezi důležitá data této průmyslové revoluce mohl patřit rok 1870, ve kterém byla sestavena první montážní linka ve společnosti Cincinnati, která však ještě nebyla na elektrickou energii. Dalším byl rok 1879 spojený s vynálezem žárovky T. J. Edisonem. Třetím velkým milníkem, kterým se vyznačuje druhá průmyslová revoluce je nový typ výrobních linek Henryho Forda. Nápad na princip hromadné výroby byl inspirován jatky v Chicagu, kde byla prasata přepravována dopravním pásem a každý řezník vykonával opakovaně jen

jeden a ten samý podíl práce. Henry Ford tento princip přenesl společně s elektrickou energií a montážními linkami do výroby automobilů. Vozy byly vyráběny postupně po jednotlivých krocích na výrobní lince, kdy jedna stanice měla na starosti kompletaci celého automobilu. Použití výrobních linek radikálně změnilo výrobní proces, díky čemuž se podařilo snížit náklady a zároveň zvýšit rychlost výroby (Zamlynová, 2019).

Další z řady průmyslových revolucí je spojena s číslem tři. Hlavní charakteristikou a symbolem třetí průmyslové revoluce je automatizace a rozvoj informačních technologií a elektroniky. Velkým přínosem a pokrokem bylo především využití počítačové techniky k automatizaci výrobních linek. Počátek tohoto období není jasně stanoven, ale nejčastěji je spojován s rokem 1969 a vyrobením prvního programovatelného logického automatu neboli PLC. Programovatelný logický automat si je možné představit jako malý průmyslový počítač, který vykonával program v cyklech a převzal řídicí funkci procesů nebo strojů, čímž umožnil automatizaci výrobní linky (Cejnarová, 2015).

Čtvrtá průmyslová revoluce sahá až do samotné současnosti. Její hlavní charakteristikou je masové rozšíření internetu, dále také využívání virtuálního světa a s ním související digitalizace (Cejnarová, 2015).



Obrázek 1: Přehled průmyslových revolucí
Zdroj: vlastní

2 Průmysl 4.0

Již zmíněná probíhající čtvrtá průmyslová revoluce, označovaná jako průmysl 4.0, by měla přinést mnoho zásadních změn. Oproti třem předcházejícím revolucím, které ovlivňovaly převážně a pouze vývoj výroby, s využitím nových technologií, nových zdrojů energie a přechodem k využití výpočetních systémů, čtvrtá průmyslová revoluce dokáže ovlivnit daleko širší spektrum oblastí. Jak zmiňují Pelantová a Kolář ve svém článku (2021), Průmysl 4.0 projevující se v mnoha aspektech společně s oblastí sociální odpovědnosti bude mít značný vliv na vývoj komplexního systému řízení organizace. Postupem času by měla filozofie Průmyslu 4.0 rozšířit své působení a ovlivnit celou společnost.

2.1 Filozofie Průmyslu 4.0

Jednou z hlavních změn podle *V. Maříka* (2016) by měl být přechod výroby "ze samostatných automatizovaných jednotek na plně integrovaná automatizovaná a průběžně optimalizovaná výrobní prostředí". Dále by měla výrobní zařízení tvořit svým spojením kyberneticko-fyzikální systémy neboli CPS. Takto spojené výrobní systémy do CPS tvoří základní stavební kameny pro vznik tzv. inteligentní továrny, která umožní vznik nových globálních sítí. U jednotlivých komponent jako jsou stroje, senzory a IT systémy, bude fungovat autonomní výměna informací, která díky vzájemnému propojení komponent umožní vyvolat akce a reakce v závislosti na momentálních podmínkách. CPS budou komunikovat za pomoci standardních internetových protokolů, což jim umožní na sebe reagovat v reálném čase. Komunikaci v reálném čase bude napomáhat analýza dat, na jejímž základě bude možné provést i predikci některých poruch a chyb. Další funkcí CPS by měla být samostatná konfigurace a přizpůsobivost v závislosti na změny podmínek.

V inteligentních továrnách mají podle *V. Maříka* (2016) vznikat "inteligentní produkty, které budou jednoznačně identifikovatelné a lokalizovatelné, a které budou znát nejen svou historii a aktuální stav, ale také alternativní cesty, jež vedou ke vzniku finálního produktu". K efektivní výrobě inteligentních produktů by měla napomoci optimalizace výrobního procesu, která by měla být schopna pružné reakce v reálném čase v návaznosti na změnu poptávky a individuální požadavky zákazníků.

Optimalizace výrobního procesu a integrace firemních systémů má napomoci včasné reakci na změny způsobené výpadky dodávek, za kterými stojí porucha některého ze zařízení zainteresovaných v daném výrobním procesu. Integrace výrobního systému by měla být jak vertikální, tak horizontální. Pokud mluvíme o vertikální integraci, rozumíme tím především provázanost v rámci samotného výrobního podniku, kde jsou především řešeny dva obory. Těmi obory jsou vývoj informačních systémů a druhý zabývající se automatizací a technikou. V neposlední řadě je ovšem také důležitá integrace inženýrských procesů, a to v plném rozsahu životnosti produktu. Pod slovním spojením inženýrské procesy si lze představit veškeré procesy počínaje plánováním a návrhy designu a prodejními službami konče. Horizontální integrace představuje propojení v rámci celého dodavatelsko-odběratelského řetězce. Jedná se o veškeré články řetězce od dodavatelů přes výrobu a koncovou distribuci až po případný následující servis. Informační provázanost celého dodavatelského řetězce pomáhá optimalizovat výši zásob, snížit výrobní náklady a celý výrobní proces učinit flexibilnějším. Negativem této informační provázanosti je na druhou stranu velká závislost na dostupnosti a kvalitě internetu neboli způsobu předávání informací.

S ohledem na důležitost integrace inženýrských procesů bylo vyvinuto velké množství možností podpor postavených na využití virtuálního prostředí a digitálních dat, které jsou již v dnešní době dostupné. Také došlo ve velké míře k rozšíření používání a vývoji digitálních návrhů od produktů až po kompletní procesy. Existuje velké množství CAD systémů, které umožňují navrhnout produkt od pilotního návrhu až po konečné řešení s potřebnou dokumentací.

Mezi další možnosti dnešní doby patří využití potřebných softwarů k návrhu výrobních strojů nebo celých výrobních linek, které vyrobí požadované produkty na základě jejich CAD dokumentace. Ve chvíli, kdy je takto virtuálně navržená linka hotová a odladěná v podobě simulace, přijde na řadu její fyzická montáž v požadované výrobní hale. Po sestavení fyzické linky je připojen řídicí systém, který prochází nastavením a odladěním pro správnou komunikaci a řízení všech komponent a stanovišť linky. Vzhledem k vývoji a možnostem zkracovat proces nastavování řídicího systému, je možné snížit náklady na implementaci výrobní linky. Lze ušetřit čas a náklady napojením řídicího systému na virtuální výrobní linku a odladit jej již například v průběhu montáže fyzické linky.

Koncept průmyslu 4.0 s sebou přináší velké změny v obchodních modelech a vznik jejich nových druhů. Vše bude směřováno k oproštění člověka od namáhavé manuální práce, která se cyklicky opakuje. Snaha převést na stroje a roboty těžkou práci umožní člověku více se zaměřit na kreativní práci, která vyžaduje logické uvažování. Oproštění od náročné práce pozitivně ovlivní dobu, po kterou člověk bude moci vykonávat práci. Všechny dříve zmíněné změny by měli podle V. Maříka (2016) "přispět k řešení globálních problémů, jako je nedostatek surovin, energetická činnost či demografické změny."

Velkou otázkou pro vývoj průmyslu a úspěch jednotlivých krajů a států bude schopnost adaptovat školství a edukaci studentů a budoucích zaměstnanců. Protože jak zmínil E. Brynjolfsson ve své knize (2015) "Jedna z nejstarších tužeb lidstva zní takto – že jednou budeme moct naplnit své materiální potřeby bez dřiny a budeme se moct věnovat našim skutečným zájmům, zábavám a vášním", což je i viditelné z již zmíněných změn spojených s příchodem Průmyslu 4.0. Velký nápor bude kladen na učitele a na kvalitu jejich výuky. Prioritami bude probudit ve studentech kritické myšlení, schopnost rozhodovat se, orientaci v systémech a v neposlední řadě umění řešit problémy. S pokrokem technologií, informačních médií a snahou propojení systémů napříč nejen firmou, ale i napříč státy, vzrostou nároky, jak na jazykovou vybavenost a tím minimalizování jazykové bariéry, tak na technologické znalosti. Bude vyžadován širší základ technologických znalostí, nejlépe s ním začít už na nižších úrovních vzdělávání, protože jak zmínil V. Mařík (Mařík, 2016) "dobrého konstruktéra lze přeškolit na velmi úspěšného marketingového pracovníka, obráceně to bez znalostí technických základů udělat nelze". Proto bude v budoucnu stěžejní adaptovat vzdělávací systém a přizpůsobit ho nově vznikajícím zaměřením a pracovním pozicím.

Mezi další změny, které přichází s Průmyslem 4.0 jsou požadavky spojené s pojmy jako je standardizace a unifikace. Standard neboli v českém jazyce slovo norma lze popsat podle Andrei Pekové (2020) jak zmiňuje ve svém článku pro web společnosti ČSJ jako: "normativní dokument vytvořený na základě konsenzu a schválený uznaným orgánem, poskytující pro obecné a opakované používání pravidla, směrnice nebo charakteristiky činností nebo jejich výsledků a zaměřený na dosažení optimálního stupně uspořádání v dané souvislosti." Z toho lze odvodit definici pro standardizaci, která zní podle V. Maříka (2016), že "Standardizace je proces, který

vede ke koordinaci, kompatibilitě a opakovatelnosti v kvalitě výroby a bezpečnosti formou vytváření standardů."

Dosažení značné úrovně standardizace zvýší možnost opakovanému užití výrobních postupů a technologií, což může mít za vliv redukci určitých prvků ve výrobním procesu. Dosažení této opakovatelnosti a případné redukce prvků vede ke snižování nákladů a nazývá se unifikace.

Hlavními charakteristikami Průmyslu 4.0 lze nazvat:

- Integrace IT systémů, a to jak vertikálně, tak horizontálně napomáhající optimalizaci výrobních procesů napříč celým hodnotovým řetězcem.
- Zcela automatizované výrobní linky se vzájemným propojením nahradí samostatné výrobní jednotky.
- Větší zapojení virtuálního světa, kdy virtuální návrhy nahradí fyzické prototypy. Což usnadní vývoj výrobků a procesů se zapojením obou stran výrobního procesu, tedy výrobce i dodavatele.
- Zvýšená efektivita a flexibilita procesu díky vzájemně propojeným a komunikujícím výrobním prvkům, které jednají v reálném čase a částečně autonomně.
- Automatická optimalizace a konfigurace parametrů výrobního zařízení v závislosti na vyráběném produktu.
- Větší přizpůsobivost zákaznickým požadavkům na malé výrobní dávky díky flexibilitě výrobního procesu.
- Rozsáhlejší automatizace logistického prostředí obsahující autonomní prvky a jeho větší přizpůsobivost potřebám aktuální výroby (Mařík, 2016).

2.2 Úrovně podniků

V návaznosti na filozofii a změny přicházející s Průmyslem 4.0 je prostor pro organizace na zamyšlení nad novými výrobky, službami, způsobem jejich poskytování a v neposlední řadě tržními modely a koncepty. Čas na snahu aplikovat a využít maximálně potenciál virtuálního prostředí a umělé inteligence k minimalizaci nákladů a zdrojů vynaložených na zbytečné úkony, které mohou být uskutečněny právě virtuálně. Velký podíl na efektivitu organizace může mít schopnost využití

virtuálního prostředí v modelové části vývoje, při predikci událostí a při řízení výrobních procesů a logistiky.

Připravenost podniku vzhledem k již zmíněným změnám, tedy tzv. digitální zralost firmy, lze rozdělit do následujících pěti úrovní:

Úroveň 1

Firma má řízenou výrobu již zavedeným informačním systémem a disponuje pouze pasivní formou internetové reprezentace v podobě webových stránek. Zatím není definována strategie pro digitalizaci, ale již uvažuje o postupné digitalizaci výrobních procesů, řízení údržby a fáze návrhů. Dále firma disponuje základním ekonomickým softwarem a je přinejmenším částečně schopna se zapojit do informačních toků dodavatelsko-odběratelského řetězce.

Úroveň 2

Ve firmě dochází k pochopení důležitosti dat, řízení za pomoci softwaru a interakci ve webovém prostředí. Dochází k částečné automatizaci a k prvním projektům týkajících se integrace. Probíhají úvahy o stanovení strategie digitalizace a možnosti účinkování v informačních tocích dodavatelsko-odběratelském řetězci prostřednictvím digitálních katalogů, schopných interakce, nebo poloautomatických objednávek.

Úroveň 3

Firma disponuje již definovanou strategií digitalizace a vícekanálovou přítomností s využitím například webu, mobilních telefonů a sociálních sítí. Ve firmě jsou již projekty na integraci datové architektury a tím položeny základy datové kultury, automatizace je integrovaná a řízená v reálném čase a virtuální prostředí je využíváno pro individuální produkty.

Úroveň 4

Multikanálová přítomnost firmy v digitálním světě je integrovaná. Strategie digitalizace je konkretizovaná a distribuovaná v celé firmě. Napříč celým produkčním řetězcem je integrovaná datová struktura, a to informačními toky od subdodavatelů

až po zákazníka. Je využívána digitální diagnostika k predikci událostí v systémech jako je výrobní, měřicí a další.

Úroveň 5

Digitalizace firmy dosahuje úrovně, kdy on-line a off-line sektory jsou integrovány do jednoho ekonomického výkonného celku. Jedinečná individuální zkušenost pro zákazníky by měla být zajištěna prostřednictvím virtuálních produktů a asistentů obstarávající komunikaci se zákazníky během trvání celého partnerského vztahu. CPS opatřený nejefektivnějšími vstupy by měl být schopen jednotlivé realizace možných fyzických částí produktů. Digitalizační služby firmy jsou poskytovány všem partnerům, čímž je globálně řízený doménový prostor produkce (Mařík, 2016).

3 Digitalizace firmy

Integrace digitálních technologií napříč všemi oblastmi firmy může mít velký vliv na efektivitu výrobního procesu a změnit způsob jejího fungování. Účinnost výrobního procesu může být pozitivně ovlivněna jeho automatizací a implementací pokročilých metod zpracování dat (Moss a Endicott-Popovsky, 2015). Za pomoci digitalizace je tak možné dosáhnout vyšší účinnosti, než bylo možné kdy dřív. Na první pohled jsou pořizovací náklady spojené s digitalizací vysoké, ale následně sníží provozní náklady, náročnost na technologické vybavení firmy (hardware, software) a umožní členům týmu práci na jiných projektech a lukrativnější práci.

Velké shromažďování dat o výrobě, zákaznících a celkovém chodu firmy je dnes naprosto běžné, proto mezi hlavní benefity digitalizace patří optimalizace sběru dat. V rámci optimalizace jsou data efektivněji shromažďována, z nich následuje výběr využitelných dat s jejich konečným výstupem v podobě přehledných reportů pro všechny pověřené osoby. Ve firmě, která prošla digitalizací, se všechny dokumenty a data stávají elektronickými a k práci s nimi mohou být využity různé sady nástrojů. Tím je práce s daty jednodušší, přehlednější a dostupnější, jelikož jsou data ukládána na jednom místě.

Efektivní shromažďování dat může být mocným nástrojem k vytvoření obchodní strategie, díky lepšímu porozumění zákazníkům a procesům. Nástroje spojené s digitalizací mohou zjednodušit práci a zlepšit spolupráci zaměstnanců, které může dále motivovat k neustálému zvyšování jejich kvalifikace. Dalším benefitem je zvýšení agilnosti firmy. Využití chytrých nástrojů a monitorování dat umožňuje firmě rychlejší reakci na okolí, včasnější inovace a neustálé zlepšování svých procesů a strategií. Dále s přidáním automatizace dílčích manuálních úkonů může zjednodušit a zrychlit práci zaměstnancům, kteří se tak stávají efektivnějšími a jsou schopni zvládnout více práce s menší námahou (www.inspire.cz).

Na první pohled se může zdát, že digitalizace připraví lidi o práci a učiní je přebytečnými, jelikož zaniknou pracovní pozice zajišťující manuální úkony jako přeprava polotovárů a výrobků mezi stroji, opakované mačkání tlačítka stroje a jim podobné. Digitalizace naopak od prvního dojmu, poslouží k uvolnění zaměstnanců od zbytečné zátěže a umožní jim zvyšovat jejich kvalifikaci. Tím se stanou cennějším

členem společnosti a zároveň dojde ke zvyšování jejich sebevědomí, motivace a spokojenosti v práci, jak zmiňuje ve svém článku webový portál Hitachi (Hitachi), který se odkazuje na průzkum Talentlms z roku 2020 (Apostolopoulos, 2020).

Postup zavádění digitalizace

Pokud se nejedná o budování zcela nové továrny, která vznikne na tzv. "zelené louce", nelze předpokládat, že společnost zavádějící digitalizaci úplně změní všechny své principy a postupy ze stávajících na nové využívající digitální technologie. J. Střelka v článku pro systemonline (Střelka, 2018) zmiňuje, že mnohem logičtější a přívětivější je postupná implementace dílčích řešení zaměřených na určité procesy nebo části procesů. Na což bude navazovat jejich následné propojení a zlepšování jejich vzájemné interakce. Proto je nejprve nezbytná analýza stávajících postupů a používaných technologií, aby bylo možné nalézt vhodné propojení a optimalizaci stávajících řešení. Následně pak určit ideální skladbu technologického vybavení pro firmu v návaznosti na vyplynulé požadavky.

Po analýze dostupných technologií by měl následovat co nejvíce efektivní postup. Tím je myšleno vyvarovat se okamžitým finančně náročným investicím a namísto toho se zaměřit na data a datové toky ve firmě. Usilovat o jejich efektivní využití a transparentnost napříč celou organizací. Poté provést analýzu a zaměřit se na tzv. nízko visící ovoce neboli "quickwins". Význam tohoto pojmu představuje lehce dostupné, malé kroky směřující ke zlepšení kvality, produktivity, či návratnosti investic, jako může být například optimalizace sběru a záznamu dat, nebo postupu údržby. Tento přístup jen potvrzuje jeden z principů Toyoty zmíněných Likerem (Liker, 2021), kdy je řečeno, že každý podnik by se měl zaměřit místo zkoumání, co mají ostatní, na vlastní podnik, a to především na analýzu svého stávajícího stavu, stanovení cíleného stavu a překážky mezi nimi.

Jak bylo již zmíněno dříve v kapitole o Průmyslu 4.0, do výrobního procesu by měl být čím dál více zainteresovaný zákazník. Proto je důležité ve firmě budovat kulturu zaměřenou na zákazníka a s tím již počítat při vytváření plánu pro digitalizaci. Plán by měl být vždy založen na GAP analýze, která jednoduše reprezentuje rozdíl mezi současným a cílovým stavem. Při implementaci digitalizace je nezbytné mít neustále na mysli a brát v potaz silné a slabé stránky firmy, které vyplynou z analýzy. Je nutné

soustředit se na oblasti podnikání, které by mohly těžit z digitalizace nejvíce, a naopak se zamyslet, které mohou zůstat prozatím z části nebo zcela nedotčeny (Vašek, 2020). Pro dosažení konkurenceschopnosti je nezbytné udržovat neustále se zvyšující tempo vývoje a také sledovat směřování zákazníků, což nám v konečném důsledku napomáhá být schopný přesně sledovat a rozumnět vývoji současných trendů.

Obecné shrnutí digitalizace

Hlavními výhodami digitalizace jsou (www.inspire.cz):

- Ukončení nebo naprostá minimalizace papírování
- Větší přehlednost v dokumentech a datech
- Možnost rychlejší odezvy a větší flexibilita
- Vzájemné propojení celého systému (propojenost, dostupnost)

Hlavními nevýhodami digitalizace jsou:

- Nezbytná nutnost internetového připojení
- Velké nároky na zabezpečení systému, proti úniku informací a kybernetickým útokům
- Vysoké počáteční náklady na technologie, vývoj a implementaci

3.1 Informační systémy

Informace je podle definice ISO zjednodušeně: "jakýkoliv druh znalostí o věcech, faktech a pojmech, které si uživatelé mohou vyměňovat" (ISO/TR 9007:1987). Obecně informace bývá chápána jako údaj popisující reálné prostředí, jeho stav a procesy probíhající v něm. Informace spadají mezi nezbytné potřeby každé firmy. Každá firma pracuje s velkým množstvím informací například o produktech, službách, zákaznících nebo financích, které jsou čerpány z různých zdrojů a následně přeměněny například do reportů nebo vstupů pro další analýzy. Informační systémy (IS) slouží ke koordinaci a sjednocení informací na jedno místo do jednotného organizovaného souboru (Řepa, 2007). V oboru digitalizace mají informační systémy své místo, jelikož jejich implementace se provádí za účelem nahradit neefektivní

zastaralé metody. Pod pojmem informační systém si lze představit soubor programů spojený do jednoho celku (Vrana a Richta, 2005). Ve skutečnosti se ale jedná o daleko komplexnější celek, do kterého můžeme zahrnout počítačový hardware, s ním související software, všechny zainteresované osoby a činnosti, které vykonávají při sběru nebo zpracovávání informací. Všechny informace, jinak řečeno data v systému, jsou ukládány na jedno určené úložiště, které může mít podobu například lokálního disku nebo v dnešní době již preferovaného cloudového úložiště. Dochází k interakci všech prvků systému, kde všechny prvky pracují se stejnými daty. Proto je nesmírně důležité dbát velký důraz na kvalitu informací, které jsou do systému vkládány. Jejich kvalita má následně vliv na přesnost analýz a následně na efektivitu daného procesu (Mařík, 2016). Při definici procesů a optimalizaci toku dat mohou být nápomocny diagramy využitě pro jejich popis (Arlow a Neustadt, 2007).

3.1.1 ERP

Systém ERP neboli Enterprise resource planning, je systém pro plánování podnikových zdrojů. Jedná se o software, který zajišťuje všechny hlavní funkce a procesy a slouží k jejich integraci do jednotného systému. Systém uchovává data o všech procesech a činnostech na jednom úložišti místo nepřehledného umístování dat do různých tabulek. Software se skládá z modulů, které cílí na jednotlivé funkce a oddělení ve firmě využívající systém. Odděleními jsou myšleny například finance, personální oddělení, účetnictví, správa materiálů, výroba nebo také řízení dodavatelsko-zákaznických vztahů. V případě výroby je důležité v době zavádění informačního systému zhodnotit, zda pořídit pouze výrobní modul do systému ERP nebo pořídit MES (Rouse, 2020).

3.1.2 MES

MES (*Manufacturing execution system*), do českého jazyka přeloženo jako výrobní řídicí systém. Jedná se o informační systém zaměřený na informace z výroby, který monitoruje a řídí jejich tok. Výrobní řídicí systém si lze představit jako střední vrstvu propojující vrcholový informační systém ERP se samotnou výrobou, reprezentovanou systémy ke kontrole výroby, samotnými řídicími automaty, senzory, nebo výrobním procesem samotným. Tato střední vrstva dostává z ERP data o plánování, a naopak

předává skutečná data z výrobního procesu. MES pomáhá zefektivnění jednotlivých operací výroby, prostřednictvím monitorování údajů o výrobě v reálném čase, a to od objednávky až po dodání finálního produktu. Shromažďování informací o ukazatelích typu výkonnost strojů, nedokončená výroba a historie produktů, pomáhají deskripci aktuálního stavu závodu a na jejím základě následné optimalizaci výrobních procesů (Rouse, 2017).

3.2 Koncept chytré továrny

Již v současné době mnoho továren používá moderní technologie, jako jsou automatizované stroje, čárové kódy, senzory, CPS ulehčující dílčí činnosti nebo digitalizovaná zařízení v jednotlivých úsecích výroby. Hlavním bodem, který však schází, je vzájemné propojení všech uvedených technologií. Pojítkem všech těchto technologií v chytré továrně je internet, který zaznamenal v posledních letech velký rozmach a stal se tak takřka nepostradatelným. Internet se stal součástí běžného života, nachází však uplatnění i v průmyslu. V konceptu chytré továrny by měla být všechna zařízení na sebe vzájemně napojena za pomoci internetu a bezdrátově spolu komunikovat. Propojení veškerého softwaru, hardwaru (senzorů, výrobních zařízení...), komunikačních technologií, procesů, lidí v nich účinkujících napříč všemi výrobními etapami, nechá vzniknout jeden ucelený kyberfyzikální systém, který lze nazvat "chytrou továrnou". Tento ucelený CPS má být schopen nejen shromažďovat a analyzovat tzv. "big data", ale také na jejich základě se učit, získávat přehled na základě získaných dat a sledovat trendy událostí (Mařík, 2016).

Chytrá továrna má sama procházet neustálým vylepšováním a sebeoptimalizací za cílem vyšší produktivity, flexibility a bezpečí. V dokonalé verzi chytré továrny by měl každý produkt obsahovat vlastní štítek nebo kód, pomocí kterého bude při procházení výrobním procesem každé zařízení vědět, co je to za výrobek a co má obsahovat. Pro lepší představu, má-li být vyroben model autíčka, výrobek přijede k prvnímu zařízení, které pomocí identifikačního štítku ví, že autíčko má mít sportovní podvozek. Druhé zařízení stejným způsobem bude vědět, že má přidělit žlutou karoserii a třetí zařízení produktu namontuje černá kola. S tímto přístupem bude snazší pro firmy vyhovět požadavkům zákazníků při zachování stále nízkých cen.

Dále by v chytré továrně podle Tomka a Vávrové (2017) mělo být nedílnou součástí při tvorbě hodnot zainteresování jak partnerů, tak i zákazník. Dále by se nemělo dbát pouze na vývoj a využití nových technologií, ale zaměřit se také na nové způsoby vedení efektivnosti všech procesů.

CPS

Název kyberfyzikální systém (CPS) označuje systém skládající se z fyzikálních prvků, které jsou řízeny počítačovými algoritmy. Základním předpokladem pro CPS je, že daná výpočetní jednotka se má stát samostatným plnohodnotným členem výrobního procesu, při využití schopnosti autonomního rozhodování. Kyberfyzikální systémy mohou být multiagentní, což znamená, že se systém skládá z jednotlivých samostatně chovajících se agentů, jako jsou například automatické dopravníky. V druhém případě CPS může nabývat podoby jednoho výrobního zařízení se softwarovým vybavením, které je schopno plánování a koordinace jednotlivých úkonů. V takovém případě agenty mohou být snímače, výrobní linky nebo celá firma. Jak již bylo zmíněno v popisu filozofie Průmyslu 4.0, tak CPS se začínají čím dál častěji vyskytovat v továrnách při jejich digitalizaci (IoT-portal, 2016).

3.3 Data

Definice pojmu data podle TDKIV (JONÁK, 2003) je: "Reprezentace informací vhodně formalizovaná pro komunikaci, interpretaci a zpracování lidmi a automaty. Data mohou být reprezentována libovolnými řetězci znaků (čísels, příkazů, vět) uloženými na informačním nosiči. Data nemají zpravidla význam sama o sobě, ale teprve jsou-li pochopena, interpretována, komunikována a využita člověkem nebo počítačem, stávají se smysluplnými informacemi." Základní druh dělení dat je rozdělují na dvě skupiny. Nejprve na data kvantitativní, také často označována jako "tvrdá". Jedná se o číselně reprezentovaná data, kterými jsou například cena nebo rozměry. Druhou skupinou jsou data kvalitativní neboli data měkká. Jedná se o nečíselně reprezentovaný sledovaný jev, jakým může být například zákaznická spokojenost (ManagementMania, 2018).

3.3.1 Datová úložiště

Pod pojmem datové úložiště si lze představit paměťový prostředek, na který se zaznamenávají data, a to buď dočasně nebo trvale. Jedná se o médium nebo datový nosič, na který je možnost záznamu dat nebo informací. S postupně přibývajícím množstvím dat a zvyšováním potřebného místa pro jejich ukládání začíná být čím dál kritičtější způsob uchování dat a jejich uspořádání pro následnou analýzu a využití. Přejít k vzájemně propojeným systémům nehledě na geografickou vzdálenost a s tím spojenou potřebu dostupnosti dat téměř odkudkoliv, dává podnět k rozšiřování a rozvoji cloudových služeb. Řešení v podobě cloudových služeb tím nabízí velkým firmám nové možnosti v podobě optimalizace nákladů nebo zvýšení produktivity. Cloudové řešení úložišť přináší také ale výhody menším podnikům a podnikům využívajícím velké výpočetní kapacity jen příležitostně. Jak již bylo zmíněno, cloudové služby přináší výhody v podobě rychlého zpracování dat, možnosti sdílení získaných dat a okamžité zpětné vazby, možnost škálovatelnosti výpočetního výkonu a využití výpočetních kapacit dostupných napříč celým světem. Na druhou vzniká nevýhoda v náročných požadavcích na bezpečnost přenosu, zabezpečení přenesených dat a prováděných procesů. Řešení těchto požadavků a problémů má na starost kybernetická bezpečnost, která by měla zabránit případným kybernetickým hrozbám (Comes.cz).

Jelikož ztráta dat může znamenat velkou ránu v podobě vysokých nákladů nebo ztráty potřebných materiálů, či vývoje, je bezpečné ukládání a zálohování svých dat nezbytnou potřebou každé společnosti. Uchování dat je možné na lokálních discích, kde se vyskytuje riziko již zmíněné ztráty dat. Zálohování je možné provést na přenosná média jako jsou například flash disky, DVD, nebo externí disky a další. Flash disky a DVD jsou již takřka minulostí kvůli své velikosti nebo rychlosti. Externí disky jsou též velmi limitované jak kapacitou, tak i dostupností, a proto se používají především pro domácí účely. V případě firem se využívají specializované softwary, s možností pravidelného automatického zálohování, odlišující se technologií odvíjející se od způsobu zapojení úložiště do firemní sítě.

NAS

Network Attached Storage system (NAS) je na rozdíl od následujících dvou technologií souborově orientované úložiště, což si lze představit v podobě příkazů zapsání nebo vyvolání xy bitů do nebo z vybraného souboru. NAS je, jak plyne z názvu úložiště připojené přes síťové rozhraní a jelikož se jedná o souborově orientované úložiště, může se tvářit jako síťový server se svým souborovým systémem. Počet připojených pevných disků k systému může být variabilní v rámci LAN rozhraní. Využití nachází převážně v menších firmách, kde je potřeba vzdáleného přístupu k úložišti z více počítačů (Comes.cz).

DAS

Druhým způsobem přístupu k datům je komunikace s úložištěm za pomoci bloků. Způsobem komunikace se tento přístup stává rychlejší než předešlý přístup založený na principu orientace za pomoci souborů. Snadno si můžeme komunikaci na úrovni bloků představit jako úkoly k zapsání nebo vyvolání vybraného bloku požadovaných informací. Direct Attached Storage (DAS) lze nazvat jakékoliv úložiště připojené napřímo k PC nebo serveru za pomoci kabelu. Oproti zbylým řešením může být DAS méně nákladnější. Ovšem cenově výhodnější řešení sebou přináří nevýhodu v podobě nesnadného rozšíření úložiště a limitovaném počtu připojených počítačů v závislosti na počtu fyzických portů (Comes.cz).

SAN

Storage Area Network (SAN) je též blokově orientovaný systém stejně jako již zmíněný DAS. Datová síť SAN může propojovat několik oddělených disků, nebo vzájemně v síti propojených NAS. Riziko ztráty dat při poškození některého z uzlů je sníženo, díky vzájemnému propojení. Další z výhod je možnost škálovatelnosti oddělené sítě, která zajišťuje přenos informací, čímž je možné připojit více úložišť a serverů. Pro firmy má SAN velký přínos v podobě snížení nákladů a zvýšení využitelnosti disků, které je možné sdílet pro více serverů. Dále tento systém disponuje centralizovanou správou a možností online škálování s možností rychlé obnovy dat při poruše. Díky centralizované správě se snižuje náročnost obsluhy, jelikož je odstraněn složitý management na principu provázání disku s určitým serverem, a tím oddělené řízení každého diskového pole.

Současnost a Cloudové úložiště

Vývoj směřuje k trendu centralizovaných diskových prostorů, kde je usilováno o duální přístupové cesty k serverům a redundanci veškerých komponentů se snadnou možností online rozšíření. Toto řešení by mělo být výkonnější, spolehlivější a postupně by mělo nahradit velká lokální disková pole pro ukládání dat. V rámci optimalizace přináší řešení v podobě centralizovaného a konsolidovaného diskového prostoru velký potenciál pro omezení zbytečného plýtvání zdroji. Tomu přispívá snadná rozšiřitelnost kapacity a její efektivní využitelnost, založená na možnosti přerozdělení diskového prostoru serverům podle aktuálních výkonových potřeb.

Již zmíněný trend využití cloudového úložiště představuje službu s možností ukládání dat prostřednictvím internetové nebo jiné sítě do externího úložného systému. Takové úložiště často bývá spravováno a poskytováno třetí stranou. V nabídce existuje mnoho druhů cloudových úložišť odvíjející se od potřeb zákazníků. Mohou sloužit od úložišť pro osobní účely až po podniková cloudová úložiště, která umožňují velkým firmám jejich prostřednictvím realizovat vzdálené zálohování svých dat. Dále disponují možností ukládání a přenosu potřebných dat s požadovanou úrovní zabezpečení a dostupností pro uživatele z jakéhokoliv zařízení splňující potřebné požadavky na zabezpečení (Comes.cz).

3.3.2 Analýza dat

Jak bylo již zmíněno v předchozím textu, s postupnou digitalizací objem dat neustále nabývá a s tím i potřeba vybrat ta správná a využitelná data. Konkrétně za účelem zpracování hromadných dat a výběru z nich užitečných informací vnikl okruh technik nazývajících se analýza dat. Za samotným názvem analýza dat se skrývá celý proces práce s daty od jejich přípravy a čištění přes potřebnou transformaci přizpůsobenou potřebě využití dat až po konečné modelování a vizualizaci dat. Analýza tak zajišťuje využitelnost velkého objemu dat pro organizace, které následně mohou využít získané informace k získání přehledu o svém provozu. Přehled může sloužit jako podklad pro optimalizaci procesů, nebo predikci nadcházejících událostí a výsledků (Azure).

Data mining

Data mining označované jinak také těžení dat je jednou z analytických metod, kdy z velkého objemu dat jsou získávány užitečné informace. K vytěžování dat pomáhá umělá inteligence v podobě neuronových sítí nebo samoučících se algoritmů, které identifikují netriviální vzájemné vztahy mezi jednotlivými daty. Umělá inteligence může být dále kombinovaná například s regresí, shlukovou analýzou, nebo jinými statistickými a matematickými metodami. Identifikace významných vztahů může sloužit k určení trendů a na jejich základě k určitým predikcím.

Proces data miningu má šest základních kroků:

- Definování problému (porozumění požadavkům a cílům)
- Porozumění datům (první hypotézy)
- Příprava dat (integrace, čištění a úprava na ideální vstup pro metody)
- Modelování (testování metod a parametrů)
- Hodnocení (získaných modelů a možnosti jejich implementace)
- Nasazení (implementace výsledků do vybraných procesů)

Vytěžování dat zaznamenává nárůst společně s vývojem softwarů specializovaných na užití různých algoritmů a data miningových metod. Další výhodou je možnost aplikace na jakákoliv data (databáze relační, transakční, multimediální nebo jiné další datové sklady). Data mining nalézá uplatnění jak ve vědecké a státní sféře, tak pro komerční účely (obchodní řetězce, logistika, marketing...). Ukázkou konkrétních případů použití jsou analýzy důvodu změny operátora nebo dodavatele energií, analýza pro automatickou nabídku sortimentu pro nákup na základě často nakupovaných produktů, nebo rozpoznání výhodných a problémových zákazníků (Růžičková, 2018).

Business Intelligence

Pojem Business Intelligence(BI) lze snadno vysvětlit jako analýzu dat vytvářenou pro komerční účely, kdy podniky monitorují své činnosti v podobě firemních dat. Následně analyzují získaná data, která zobrazí pomocí vizualizací a tím získávají přehledný náhled na důležité obchodní a výrobní ukazatele. Business Intelligence slouží k selekci získaných dat a zobrazení z nich užitečných informací pro vedoucí pracovníky. Oproti tomu data mining slouží k řešení definovaných obchodních problémů prostřednictvím algoritmů na odhalení vztahů a vzorců mezi daty (Powerbi).

4 Dostupná řešení

Následující část práce se bude zabývat průzkumem možných řešení implementace digitalizace do výrobního systému. Důležitou otázkou při implementaci digitalizace do společnosti spojenou s výběrem technologie a vybavení je stanovení si priorit a provedení analýzy současného stavu firmy (Vašek, 2020). Jelikož na trhu se vyskytuje široká škála řešení, po kterých firmy mohou sáhnout, z této na první pohled tvářící se výhody se může stát nevýhoda. Široký výběr možností může způsobit problém v orientaci mezi výhodami a nevýhodami jednotlivých řešení a jejich kompatibilitou s dalšími částmi systému. Pokud si firma není jistá výběrem a je nováčkem na poli digitalizace, je možné využít různých programů a kurzů od společností specializujících se na digitalizaci, které předávají obecné know-how anebo firmě pomohou s orientací v nabídce trhu nebo přímo s výběrem ideálního řešení. Při zkoumání trhu se musí firma nejprve rozhodnout, zda by pro ni bylo výhodnější již hotové řešení v podobě buď kompletního systému nebo pouze dílčí řešení, které bude zaměřeno na vybranou oblast. Další možností je vlastní vývoj digitalizovaného výrobního systému, který často nepředstavuje takovou vstupní investici jako hotová řešení, ale nese s sebou spoustu nevýhod. Vlastní vývoj digitalizovaného systému může trvat mnohem déle, a i při dlouhé době vývoje a implementaci nemusí mít zdárný konec. Možných zdrojů neúspěchu může být větší množství, ať už nedostatečná kapacita lidských, či materiálních zdrojů anebo nedostatečné znalosti a zkušenosti projektového týmu pověřeného implementací digitalizace.

4.1 Hotová řešení

Na trhu se vyskytuje mnoho hotových řešení poskytovaných externími firmami, které je pronajímají a následně udržují pro své zákazníky. Již hotová řešení mohou mít různé podoby odvíjející se od požadavků a zaměření zákazníka. Jednak je důležité při výběru zohlednit, na jak velkou část výrobního procesu chce firma zakoupené řešení aplikovat, ale také jakým vybavením disponuje a zda je schopna aplikovat vybrané řešení ve svém procesu.

Někteří zákazníci disponují vlastním hardwarovým vybavením a jde jim především o softwarovou stránku podpory v podobě například ERP či MES systému, nebo dalších softwarových funkcí a služeb, které mají na starosti vyhodnocení různých procesů a analýz dat nebo dohled nad daty z celého výrobního procesu. Dále mohou být hotová řešení k zakoupení v hardwarově-softwarové podobě, kdy si firma může koupit a nechat nainstalovat například senzory vybavenou monitorovací stanicí na svou výrobní linku. Monitorovací stanice disponuje již připraveným softwarovým vybavením, které dohlíží nad výkonností linky, na základě nasbíraných dat provádí analýzu, která může být provázána s následným reportingem a sloužit k optimalizaci výrobního procesu. Tedy jak již bylo zmíněno, vše se odvíjí od potřeb firmy a možnostmi implementace v jejím výrobním systému. Následující část práce bude obsahovat výčet některých příkladů na trhu objevujících se hotových řešení.

4.1.1 SAP

System, Anwendungen, Produkte in der Datenverarbeitung, neboli přeloženo do českého jazyka Systémy, Aplikace, Produkty ve zpracování dat je význam skrývající se za zkratkou tvořící název společnosti SAP-SE. Firma SAP se specializuje na poskytování aplikací a softwarového vybavení. Po Českou republiku je tu dceřiná společnost SAP ČR sídlící v Praze. Společnost cílí na to, aby firmám pomohli nahradit používanou spoustu aplikací jedním uceleným systémem, který zvládne obstarávat všechny odvětví, jako jsou například skladové hospodářství, účetnictví, údržba a monitoring výroby. SAP nabízí rozsáhlé ucelené řešení, díky čemuž cílí spíše na velké podniky. Pro malé podniky by nabízený systém mohl být zaprvé zbytečně veliký a za druhé se jedná o rozsáhlý komplexní systém, který již vyžaduje nějaké vybavení, základy a širší podporu ve firmě, kde má být implementován. Což z něj mnohdy dělá nákladné řešení, které si každá firma nemůže dovolit nebo je takové řešení pro takovou firmu zbytečně velká a neúplně využitá investice.

ERP systém poskytovaný společností SAP má nyní nejnovější verzi SAP S4/Hana, která na rozdíl od předešlé verze SAP R/3 přešla z dříve využívané databáze Oracle na databázi spadající pod SAP, která se nazývá SAP Hana. S novou databází přichází změna z řádkově orientované databáze na sloupcově orientovanou dalšími optimalizacemi a roky vývoje softwaru, které se pozitivně odrážejí na rychlosti

a funkčnosti systému. SAP ERP systém, jak již bylo řečeno, je velmi komplexní, ale lze jej rozdělit na jednotlivé moduly. To stejné platí při zakoupení systému pro firmu, které si mohou vybrat jen pro ně využitelné moduly, jež jim budou implementovány (Migi, 2019).

Informační systém od společnosti SAP obsahuje například následující moduly:

- Controlling (CO) - modul pro pokročilé řízení podniku
- Plant Maintenance (PM) - modul údržby
- Quality management (QM) - modul k řízení kvality
- Production Planning (PP) - modul pro plánování výroby
- Financial Accounting (FI) - modul pro finanční účetnictví
- Materials Management (MM) - modul pro logistiku a skladové hospodářství
- Human Resources (HR) - modul určený pro řízení lidských zdrojů (SAP)

Společnost SAP v poslední verzi svého ERP systému provedla reorganizaci modulů. V SAP S4/Hana jsou jednotlivé moduly uspořádány do logičtějších skupin určených podle tzv. "lines of business" (LOB), které jsou ve své podstatě definované skupiny podle obchodních funkcí v organizaci. Například LOB Finance zahrnuje všechny moduly týkající se řízení financí, od plánování a analýz přes controlling až po finanční uzávěrku. Jádrem financí tvoří z dříve uvedených modulů například Finance (FI) a Controlling (CO). Spojení modulů financí a Controllingu vznikne útvar označovaný zkratkou FICO, což je jádro ERP systémů u většiny zákazníků a základním stavebním kamenem u těch, kde probíhá implementace SAPu prvně (Kofalt, 2022). Nabídka odvětví, do kterých zasahují produkty firmy SAP, nyní podle oficiálních stránek čítá 29 možností. Každý rok přináší nové inovace a rozšiřuje seznam svých cloudových nabídek.

4.1.2 Helios

Jedním z dalších hotových řešení je ekonomický a informační systém Helios nabízející širokou škálu možností. Helios je možné využívat takřka v jakékoliv velikosti podniku, a to díky jeho dvěma verzím. První z nich je rozsáhlý ERP systém Helios Inuvio, jenž nachází uplatnění především ve středních nebo velkých podnicích. Jednou s předně prezentovaných výhod je velká přizpůsobivost systému, který se dá uzpůsobit firmě a pokud nejsou vyžadovány všechny moduly, dají se implementovat pouze některé anebo je v případě potřeby implementovat postupně. To samé platí u rozhraní pro uživatele, které je možné nastavit podle zkušeností uživatele a množství informací, které je potřeba zobrazit. Uživatelské prostředí lze jak zjednodušit na minimum informací, tak nastavit, aby zobrazovalo velké množství dat z celého výrobního procesu. Na Helios vznikají postupně rozšiřující nadstavbové aplikace (například dohled nad půjčkami a expedice zásilek). Nejedná se ale o standardní součást systému, ale o vývoj partnerů, který je uznán výrobcem.

Jedná se o komplexní verzi s dlouhou řadou funkcí v podobě (is-Helios):

- Machine learningu na základě předešlých dat
- Manažerské nástroje business intelligence pro monitoring a reporting dat v reálném čase s možností zobrazení dat odkudkoliv
- Dohled nad skladovým hospodářstvím, za podpory čárových kódů a zaměřením na sledování šarží a umístění výrobků
- Řízení výroby se záznamy výrobní dokumentace s možností plánování kapacit a sběru dat
- Správa personalistiky a mezd jako například elektronické doručení výplatní pásky
- Ekonomické činnosti spojené s DPH, pohledávkami, splátkovým kalendářem a věcmi jím podobným
- Řízení projektů, obchodu CRM (nabídky, objednávky, tvorba cen a analýza konkurence)

Druhou verzí, zajišťující větší rozsah mezi zákazníky, je Helios Easy, která je určena pro živnostníky a malé firmy s licencemi pro 1 až 5 uživatelů v základním balíčku a možností dokoupit jednotlivé licence. Verze Easy je levnější, zjednodušená a přizpůsobena potřebám začínajících nebo malých firem, i tak se ovšem jedná

o plnohodnotný informační systém. Jednoduše je určen pro ty, pro které by Helios Invio byl příliš rozsáhlý. Uživatelé odlehčené verze systému se nemusí bát. V případě, že se jejich firma rozroste, snadno jde přejít na rozšířenou verzi Helios Inuvio. Navíc obě verze jsou vizuálně totožné, tudíž si uživatelé nemusí zvykat na nové prostředí a ovládání systému. Informační systém je dodáván větším množstvím IT firem, které nabízí nejprve konzultaci, návrh řešení přizpůsobeného na míru s přechodem ze stávajícího systému a následnou implementaci. V neposlední řadě mezi možností Helios je nutné zmínit jeho mobilní verze, která napomáhá dostupnosti a správě dat z výroby odkudkoliv (iKomplet).

4.1.3 Microsoft Dynamics 365

Společnost Microsoft vyvinula ERP a CRM systém, založený na sadě cloudových aplikací zvané Microsoft Dynamics 365. ERP systém se skládá například z modulu Sales, který se zabývá správou prodeje, zákaznických vztahů a sledováním obchodů s návazností na vytvoření nabídek. Dále úzce související je modul pro Customer service, věnovaný podpoře zákazníků s řešením jejich problémů a spokojeností. Dalšími hlavními moduly jsou Field Service, věnovaný správě servisu a údržbě, Marketing, Finance, Supply Chain Management, Human resources, nebo třeba Business Centra, což je kombinace financí, skladového hospodářství, prodeje a nákupů se zaměřením na střední a malé podniky. Systém je postaven na cloudové platformě Azure, což sebou přináší výhody spojené s cloudovým řešením. Velkou výhodou může Microsoft Dynamics 365 nalézt u společností již využívajících technologie od Společnosti Microsoft, za což vděčí integraci se všemi produkty od Microsoft a Power Platform, zajišťující efektivní analýzu dat (Microsoft).

4.1.4 Oracle Cloud ERP

Dalším z nabídky populárních cloudových ERP systémů je stejnojmenný systém společnosti Oracle. Opět má systém všechny výhody cloudového řešení v podobě omezení investic do fyzické infrastruktury, snadné škálovatelnosti a zajištěných aktualizací vlastností, funkcí a postupů. Další z výhod systému je snadná integrace se zbylými aplikacemi a službami společnosti Oracle, díky čemuž je snadné propojení s dalšími systémy například CRM. Systém má prostředky pro globální působení

v podobě své podpory různých jazyků a měn. Mezi další podstatné funkce patří automatizace procesů a analýza dat a jejich následný reporting o což se starají příslušné systémové nástroje. Oracle Cloud ERP má dostatečné zabezpečení, aby plnilo příslušné regulace. Dále má modulární strukturu, díky čemuž si mohou podniky zvolit pouze potřebné moduly například finance, nebo správu dodavatelského řetězce (Oracle).

4.1.5 Porovnání ERP systémů

Na trhu je v současné době dostupné velké množství nejrůznějších ERP systémů. Každý systém má své silné i slabé stránky a záleží na aktuálních a konkrétních potřebách jednotlivých podniků. Proto hodnocení jednotlivých systémů společnostmi může být diametrálně odlišné. V tabulce je krátký souhrn upřednostňovaných systémů v dnešní době s přehledem předností a slabín jednotlivých systémů (Tabulka 1, Tabulka 2).

Tabulka 1: ERP systémy č.1

Název ERP systému	Silné stránky	Slabé stránky
SAP	<ul style="list-style-type: none"> Široká škála funkcionálních modulů a pokrytí s mnoho aspektů podnikání Analýza a reporty v reálném čase (možnost rychlých rozhodnutí) Mnoho doplňků a rozšíření, kvůli široké síti partnerů a uživatelské komunitě 	<ul style="list-style-type: none"> Velká finanční náročnost, složitost na implementaci i provoz, může být limitující pro malé podniky Velké nároky na čas a zdroje pro implementaci a správu, kvůli velké komplexnosti systému
Helios	<ul style="list-style-type: none"> Jednoduché uživatelské prostředí, což může být velkým bonusem pro zaměstnance bez technického pozadí Široká uživatelská základna, která zaručí podporu při dotazech a potížích Dostupnost různých modulů a zajištění potřebných funkcionalit pro podnik Znalost lokálního trhu (ČR, SK) přizpůsobení místním regulacím 	<ul style="list-style-type: none"> Omezená mezinárodní dostupnost, především určen pro český a slovenský trh, může přinést nevýhody při globálních operacích Omezená škálovatelnost, což může být značné omezení pro společnosti s velkým množstvím transakcí Omezená schopnost integrace s externími aplikacemi a novými technologiemi Omezený počet funkcí oproti některým mezinárodním systémům

Zdroj: vlastní

Tabulka 2: ERP systémy č.2

Název ERP systému	Silné stránky	Slabé stránky
Oracle Cloud ERP	<ul style="list-style-type: none"> • Snadná správa a přístup k datům, jelikož se jedná o cloudový systém • Dobrá integrace s ostatními produkty od Oracle, tedy výhodné pro podniky již využívající technologie od Oracle • Široká funkcionalita, možnosti správy financí, lidských zdrojů nebo dodavatelského řetězce 	<ul style="list-style-type: none"> • Licence jsou velmi nákladné modely složité, může být nevýhodou především pro velké podniky • Velmi složitá konfigurace a nastavení, vyžadující technické základy
Microsoft Dynamics 365	<ul style="list-style-type: none"> • Dobrá integrace s ostatními produkty firmy Microsoft, výhoda pro společnosti využívající technologie od Microsoft • Cloudový systém umožňuje snadný přístup k datům • Snadno škálovatelný systém 	<ul style="list-style-type: none"> • Omezená funkcionalita ve srovnání s konkurenčními systémy • Závislost na cloudovém modelu může být značné omezení
QAD ERP	<ul style="list-style-type: none"> • Globální podpora pro mezinárodní společnosti v podobě práce s různými měnami • Dostupnost cloudového řešení • Specializace a podpora funkcí pro výrobní závody • Flexibilita a kompatibilita s různými dalšími systémy 	<ul style="list-style-type: none"> • Nákladná implementace a provoz, nevýhoda pro malé podniky • Systém nemusí mít všechny vyžadované funkce a může být potřeba investovat do další aplikace a úprav • Závislost na cloudovém řešení • Složitá implementace náročná na zdroje a správu

Zdroj: vlastní

4.1.6 Pivotware

Společnost desouttertools vyvinula komplexní řešení pro řízení procesů a pomoc pracovníkům. Pro maximální pohodlnost zaměstnanců a snadné provedení zaměstnanců má PivotWare snadno čitelné rozhraní a umožňuje požádat o podporu nebo o dokumenty s nápovědou. Další funkcí je Smart Tools, která detekuje montážní chyby a umožňuje reagovat v reálném čase. PivotWare je možné, za cílem bezpapírové výroby, propojit rovnou se svým ERP nebo MES. Možná analýza výroby díky zaznamenávání veškerých výsledků práce s podporou připojení jednotlivých stanic PivotWare do sítě. Implementace a následně možná integrace ERP je snadno proveditelná i s postupnými rozšířeními, jelikož je PivotWare plně škálovatelný a je možné začít například pouze s jednou stanicí nebo jednotkou a postupně vybavení dokupovat a rozšiřovat.

Další výhodou je možnost vzdáleného přístupu, který umožňuje přístup k jednotlivým stanicím, linkám nebo k celé výrobě z jakékoliv lokality. Vzdálený přístup zjednoduší zásahy v případě pochybností anebo urgentní potřeby. Snadná editace a konfigurace procesů, jelikož nastavení programováním bylo nahrazeno jednoduchým editorem Fusion, kde se obsluha obejde bez znalostí programování.

Zábavná a snadná editace procesu, dohled nad chybami operátora, záznam veškerých dat a zajištění chodu procesu podle definice jsou výhody, které Pivotware přináší. Vedle zmíněných výhod jsou tu nevýhody v podobě vysokých nákladů, které se při prvním pohledu nemusí zdát být markantní, ale nastavení kontrol a částí procesu jsou po jednotlivých krocích zpoplatněny, proto při nastavení procesu pro celou velkou výrobní linku může v součtu stát velmi vysokou sumu. Při implementaci tohoto řešení na více výrobních linek se náklady navýší velmi rychle (Desouttertools).

4.1.7 SoftLi

MES (Manufacturing Execution System), neboli výrobní informační systém slouží k řízení výroby za pomoci sledování výrobních procesů v reálném čase, traceability, sběru dat a jejich následnému vyhodnocení. Nejedná se pouze o softwarové řešení, SoftLi má i svou hardwarovou část, která je montována na příslušnou linku do výrobního procesu. MES SoftLi patří mezi novější informační systémy vytvořené stejnojmennou českou firmou SoftLi s.r.o. vzniklou v dubnu roku 2021. SoftLi se pyšní konkurenční výhodou aplikace na jakoukoliv výrobní linku ať už jde o nové linky, nebo dokonce o montážní pracoviště a to do 24 hodin.

Mezi funkce SoftLi patří:

- Monitoring výroby, který může odhalit úzká hrdla výroby, sledovat klíčové parametry anebo sledovat efektivitu výroby.
- Traceability neboli trasovatelnost a dohledatelnost dat výrobků ve výrobních procesech, kde je možné si samostatně nastavit potřebné atributy ke sledování. Pro sledování je možnost si vybrat z řady technologií například QR kódy, BAR kódy, nebo OCR.

- Plánování výroby, kde nepřehledné řádky excelu, lze vyměnit za Gantt vizualizace.
- Reporting ze získaných dat z monitoringu, který bude zobrazen v tabulkách a grafech. Možnost reagovat na změny v reálném čase nebo sledovat průběžné KPI.
- Integrace s ERP za pomoci API, které umožňuje napojit důležité podnikové systémy například ERP, skladové nebo docházkové systémy.
- Možnost bezpapírové výroby s uchováním veškeré dokumentace na jednom místě. Shromáždění například checklistů, záznamů o školení, výrobní příkazy a další dokumentace v návaznosti na příslušné role, stroje a údržbu.
- Vizualizace výroby, nebo výrobní haly s přehledem stavů pracovišť v reálném čase.
- Sledování kvality pomocí monitorování, jak vlastních definovaných parametrů, tak těch povinných v rámci norem ISO, nebo zákaznickými požadavky.
- Podpora systémů údržby s možností jednoduchého a okamžitého přivolání pomoci při problému (SoftLi.cz).

4.1.8 Shrnutí hotových řešení

V této kapitole je krátké shrnutí vybraných hotových řešení vyskytujících se na současném trhu, kde je společně s názvem uveden i druh informačního systému a jeho forma tzn. zda se jedná pouze o softwarový produkt, nebo má i příslušné hardwarové komponenty (Tabulka 3). Mezi jmenovanými systémy se nenachází pouze ERP systémy, ale i dvě řešení pro optimalizaci výrobního procesu, které mají nebo mohou mít i své příslušné hardwarové prvky a pozitivní vliv na výrobu, kde budou implementovány.

Tabulka 3: Porovnání hotových řešení

Název systému	Druh informačního systému	Má systém hardwarové prvky?
SAP	ERP	NE
Helios	ERP	NE
Oracle Cloud ERP	ERP	NE
Microsoft Dynamics 365	ERP	NE
Pivotware	Řešení kontroly procesu	ANO
SoftLi	MES	ANO

Zdroj: vlastní

Již hotová řešení vyvinuta jinou společností, která se zabývá a specializuje přímo na funkcionalitu daného systému nebo na systémy informační obecně, s sebou přináší na první pohled spoustu výhod. Za nejvýznamnější výhodu lze považovat již odladěný systém, bez bugů a testovaný již v minulosti. Na druhou stranu hotová řešení sebou nese i řadu nevýhod, které mohou vyvažovat výhody, ba dokonce někdy převažovat (Tabulka 4). Zejména pokud se jedná o nákladnost pořízení a implementace systému.

Tabulka 4: Silné a slabé stránky hotových řešení

VÝHODY	NEVÝHODY
<ul style="list-style-type: none"> • Rychlá implementace již připraveného systému • Minimální riziko chybovosti, na již vyvinutém a otestovaném systému • Podpora poskytovatele systému v podobě aktualizací, rozšíření a údržby 	<ul style="list-style-type: none"> • Hotový systém nemusí přesně splňovat všechny specifické požadavky podniku • Nákladnost licencí, především pro velké podniky • Omezená kontrola na svými daty

Zdroj: vlastní

4.2 Vývoj vlastních řešení

Pokud se společnost rozhodne pro vývoj vlastního řešení digitalizace, musí se nejprve ujistit, že disponuje dostatečnou kapacitou a schopností realizovat požadované zadání. Jak již bylo dříve zmíněno, existují zde možnosti najmout si externí společnosti, které pomohou s vývojem, návrhem nebo alespoň s přehledem v dostupných možnostech. V případě vlastního vývoje je nezbytné provést nejprve analýzu stávajícího výrobního procesu a dostupných technologií.

Na základě provedené analýzy vyhodnotit, ve kterých oblastech bude mít digitalizace největší impakt a potenciál k obohacení firmy v podobě optimalizace procesu, snížení nákladů nebo zvýšení výkonnosti.

Základním stavebním kamenem digitalizace jsou data. Při výběru vlastního vývoje se z velké většiny pracuje na dílčích řešeních, které se postupně propojují do jednoho digitalizačního celku. Tedy není důležitá jen analýza a zpracování dat, ale také samotný jejich sběr a prostředky k tomu určené. Jelikož každá firma má jiný výrobní proces a disponuje jinými prostředky ke sběru dat, které se často odvíjejí od omezení vyplývající o druh výroby a technologiemi v něm užitým. Jednoduše řečeno, co firma to unikát a je jen na dané společnosti, jak postup digitalizace uchopí.

Nejprve je nutné zajistit sběr dat s důrazem na jejich kvalitu. Protože výsledky následujících analýz se budou také odvíjet od kvality získaných dat. V závislosti na velikosti rozvoji firmy se odvíjí, jestli data budou například jen sbírána s následujícím exportem do tabulek nebo budou ihned sloužit jako vstup do informačního systému firmy. Jednou z možností dílčího řešení, které firma může vyvíjet, jsou například vlastní aplikace, makra nebo skripty sloužící k jedné z již uvedených činností jako je sběr, transformace, uchovávání nebo vyhodnocení dat. Dále firma může využívat prostředky business intelligence a v nich si vytvářet vizualizace a přehledy dat z výrobního procesu, od jejichž interpretace získá větší přehled výkonnosti, problémech a o výrobě samotné. Tím získá mocný nástroj ke sledování a reagování na výrobu v reálném čase (Vašek, 2020).

4.2.1 Power BI

Kolekce softwarových služeb, konektorů a aplikací nesoucí název Power BI slouží k přeměně nesouvisejících zdrojů dat na ucelené, interaktivní a vizuálně atraktivní přehledy. Zdroj dat může být například strukturovaný nebo webový soubor (CSV, XML, JSON) v podobě excelové tabulky, nebo kolekce clouvných a lokálních datových skladů. Za pomoci Power BI lze jednoduše vizualizovat připojené zdroje dat a zjišťovat důležité ukazatele, které je možné následně sdílet se svými kolegy, nebo je zveřejnit na serveru Power BI (mihart, 2023a).

Vývoj tohoto softwarového produktu započal již v roce 2011 firmou Microsoft. Nejprve se jednalo o doplňky pro Microsoft Excel s názvy Power Query, Power Pivot a Power View. Postupem času se přidávaly další funkce a 2015 byl Power BI představen veřejnosti. Balíček Power BI se skládá z několika komponent, z nichž základními jsou:

Power BI Desktop

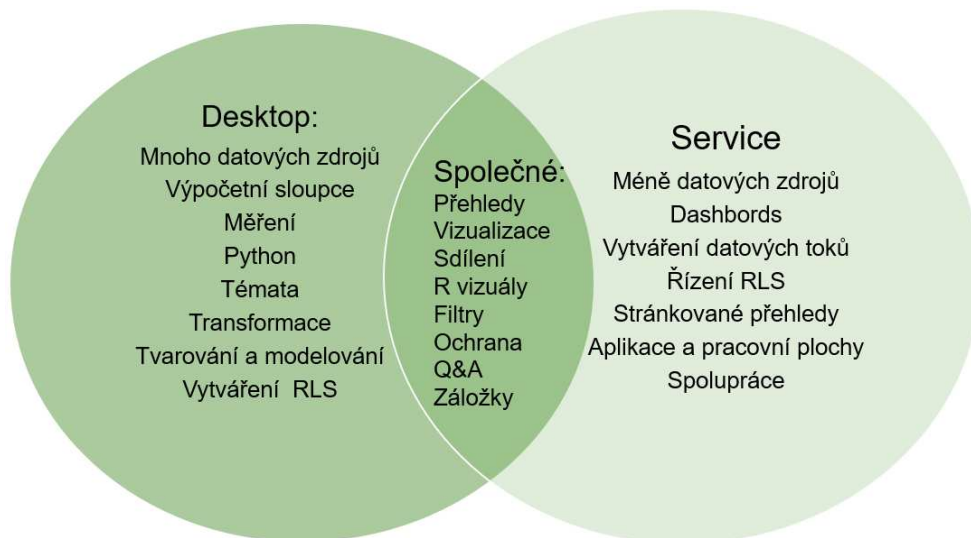
Jedná se o bezplatnou aplikaci, kterou lze nainstalovat na počítač a následně s její pomocí se připojit k různým zdrojům dat, které lze transformovat a kombinovat do datových modelů neboli je modelovat. Z modelů jde následně vytvořit vizualizace, nebo kolekce vizuálů, které je možné sdílet se svými kolegy pracujícími na daném projektu. K sdílení dále napomáhá Power BI service.

S Power BI Desktop nejčastěji pracují analytici a jeho nejběžnější využití jsou:

- Připojení k datům
- Transformace a zpracování dat a následné vytvoření datového modelu
- Vytváření vizuálů jako například jsou grafy nebo tabulky
- Vytváření sestav, které na svých stránkách obsahují vizuály nebo kolekce vizuálů
- Sdílení sestav s ostatními za pomoci nebo publikování na Power BI service (sdílení je podmíněno vlastnictvím licence Power BI Pro) (davidiseminger, 2023)

Power BI service (SaaS)

Komponenta Power BI service, jinak nazývaná Power BI Online, je cloudová služba, ve které lze upravovat jednotlivé sestavy ve spolupráci s týmem, dále je možné připojit se k datům, avšak modelování je u této služby omezené. Power BI service slouží k vytváření řídicích panelů, kde lze pomocí dlaždic snadno vybrat a otevřít sestavy obsahující požadované informace. Řídicí panely se sestavami jsou připojeny na datové sady s všemi potřebnými daty. Power BI service a Desktop mimo shodných shodných nabízených funkcí i rozdílné (Tabulka 3).



Obrázek 2: Power BI Desktop x Service
Zdroj: vlastní

Power BI Mobile

Mobilní aplikace Power BI umožňuje uživateli zabezpečený přístup k jeho řídicím panelům a sestavám z mobilního zařízení. Lze připojit jakékoliv data uložená na cloudu nebo SQL serveru. V Power BI Desktop lze vytvořit sestavy s nastaveným rozhraním přímo pro danou velikost a typ mobilního zařízení, pro větší pohodlí při sledování nezbytných ukazatelů i mimo dosah počítače.

Power BI Report Builder

Hlavní funkcí Power BI Report Builderu je vytváření stránkových sestav, což jak název napovídá jsou sestavy, které se dobře vejdu stránkou a jsou tak ideální pro tisk nebo sdílení. Časté využití naleznou při vytváření formulářů nebo faktur pro tisk.

Power BI Report Server

Tento prvek slouží jako lokální server sestav, kde je možné sestavy publikovat po vytvoření v aplikaci Power BI Desktopu pod ochranou firewallu. Následně je možné rozesílat sestavy požadovaným uživatelům ve webovém prohlížeči, mobilním zařízením, e-mailem, nebo pomocí Power BI cloudu, jelikož jsou vzájemně kompatibilní (mihart, 2023b).

4.2.2 Low-code aplikace

S pokrokem přichází i přehodnocení priorit kladených na aplikace a informační systémy. Nyní je upřednostňována flexibilita, rychlost a efektivita. S přehodnocením kladených priorit se dostávají do popředí low-code aplikace. Jedná se o zjednodušený vývoj aplikace za pomoci předpřipravených nástrojů a platform. Při vytváření low-code aplikací je programování nutné minimálně nebo není potřeba vůbec. Základem jsou předpřipravené bloky kódu, ze kterých si lze sestavit požadované aplikace, obdobně jako při stavění zdi z cihel. Tím je možné vyvíjet aplikace ve vizuálním vývojovém prostředí, ve kterém je možné bez znalosti programovacího kódu sestavovat aplikace. V případě potřeby je ale možné jednotlivé funkce modifikovat, popř. je doplnit, upravit nebo rozšířit za pomoci programování.

Velké výhody přináší low-code vývoj v možnosti zapojení lidí se znalostmi procesu, kteří nemají pokročilejší základy v programování. Dále se proces vývoje urychlí použitím vytvořených šablon, bloků a komponent, například pro zabezpečení a export dat do obecně známých formátů. Tím pádem největším přínosem je úspora času, jak při samotném vývoji, kdy je nahrazeno zdouhává psaní samotného textu, tak omezení nutnosti neustálého sdílení informací mezi programátorem a člověkem s know-how o procesu. Dále s tím související snížení nákladů a na údržbu. Ovšem klasické programování a psaní kódů stále nachází uplatnění v některých projektech, kvůli své hluboké možnosti modifikace a vývoje aplikace přesně na míru (poweapps.microsoft).

Mezi přední vývojové komplexní sady nástrojů patří Power Platform od společnosti Microsoft. Sada obsahuje například právě již zmíněný Power BI, nebo Power Automate, které slouží k analýze dat, vytváření aplikací a automatizaci procesů bez potřeby větší znalosti programování. Dalším ze systémů využívajících principů low-code je ERP systém QAD, který tuto novou možnost obsahuje ve své novější platformě QAD Enterprise Platform. V systému je možné vytvářet nové komponenty rozšiřující stávající aplikace, nebo modifikovat stávající komponenty, či aplikace (SystemOnline, 2020).

Na závěr je zobrazeno přehledné srovnání vývoje aplikací klasickým programováním, low-code a no-code neboli naprosto bez ručně psaného kódu, kdy je vše předpřipraveno a pouze vyvíjeno ve vizuálním editoru (Tabulka 5).

Tabulka 5: Srovnání způsobů programování aplikací

	Klasické programování	Low-code	No-Code
Grafické vývojové prostředí	NE	ANO	ANO
Možnost vytvořit aplikaci bez psaní kódu	NE	ANO	ANO
Externí vstupy jsou snadno integrovatelné do platformy	ANO	ANO	SPIŠE NE
Aplikace jsou kompatibilní navzájem a dají se efektivně propojovat v rámci platformy	ANO	ANO	SPIŠE NE
Aplikace mohou být flexibilně doplněny, nebo opraveny	ANO	ANO	SPIŠE NE
Technická úroveň	VYSOKÁ	STŘEDNÍ	NÍZKÁ
Čas potřebný na vývoj	ZNAČNĚ DELŠÍ	STŘEDNÍ	KRÁTKÝ

Zdroj: vlastní

4.2.3 Shrnutí vývoje vlastních řešení

Ve srovnání s hotovými řešeními a systémy, jsou u vlastního vývoje kladeny větší nároky na projektový management. Tým zodpovědný za vývoj a implementaci musí mít kvalitní vedení a být složen z kvalifikovaných členů. Pořizovací náklady spojené s licenčními a dalšími poplatky jsou u vlastního vývoje značně nižší. Z počátku tvářící se nízké pořizovací náklady vlastního vývoje mohou v průběhu implementace dosahovat v celkovém součtu vyšší částku. Společně s nejistou pořizovací cenou vývoj přináší také nejistý výsledek a úspěch není zcela zaručen. Své výhody ale nachází v úplné kontrole nad citlivými daty, které nemusejí být zpřístupněny třetí straně poskytující hotová řešení. Dále u vlastního vývoje je jistota, že se systém tvaruje přímo na míru dané společnosti a je možné v něm využít všechny stávající dílčí řešení tak, aby podnik co nejvíce snížil náklady a mohl zredukovat zbytečné změny. Na závěr je spracován přehled výhod a nevýhod vlastního vývoje (Tabulka 6).

Tabulka 6: Souhrn vlastního vývoje

VÝHODY	NEVÝHODY
<ul style="list-style-type: none">• Menší náklady (licenční poplatky)• Řešení přímo na míru firmy• Úplná kontrola nad návrhem a implementací• Možnost využití a spojení stávajících řešení• Není nutnost sdílení citlivých informací	<ul style="list-style-type: none">• Náročnost na odborné a technické znalosti týmu• Nároky na manažerské schopnosti vedoucího týmu• Velká časová náročnost• Nejistota úspěchu• Riziko vysoké nákladnosti vývoje

Zdroj: vlastní

5 Analýza stavu firmy

Následující část práce se zabývá analýzou současného stavu digitalizace ve výrobním závodě nejmenované firmy (dále již zmiňovaná pouze jako "firma XYZ"), ve kterém autor práce provedl průzkum výrobního procesu. Jedná se o nadnárodní společnost s pobočkami nacházejícími se na třech kontinentech, z nichž jeden výrobní závod se nachází na severu České republiky. Svým počtem zaměstnanců i ročním obratem se řadí mezi velké podniky.

Vznik Severočeského závodu spadá do 21. století a v současné době čítá několik stovek zaměstnanců. Firma XYZ se pyšní velmi diverzifikovanou výrobou a širokým portfoliem svých produktů. Její zákazníci se řadí do různých průmyslových odvětví jako je vojenský, zdravotnický, IT, automobilový průmysl nebo různá elektronická a přenosová zařízení. Jelikož se firma specializuje na výrobu velkého množství rozdílných produktů do různých odvětví, tak i výrobní proces ve výrobním závodě je rozdělen do několika oddělení. Jednotlivá oddělení v takové nehomogenní výrobě se od sebe mohou lehce lišit v postupech, rozvoji digitalizace, automatizaci a způsobu zpracování dat.

Jakožto člen zainteresovaný v zákaznicko-dodavatelském řetězci automobilového průmyslu musí firma splňovat širokou škálu podmínek a restrikcí. Většina z nich je shrnuta v normách. Jako důkaz dosažení stavu splňujícího požadavky norem, byly firmě uděleny certifikáty Mezinárodní organizací pro normalizaci (ISO) nebo organizací obstarávající rozšíření či nadstavby těchto norem. Firma v rámci udržení certifikátů a konkurenceschopnosti prochází procesem neustálého zlepšování, k čemuž v dnešní době začíná neodmyslitelně patřit i digitalizace.

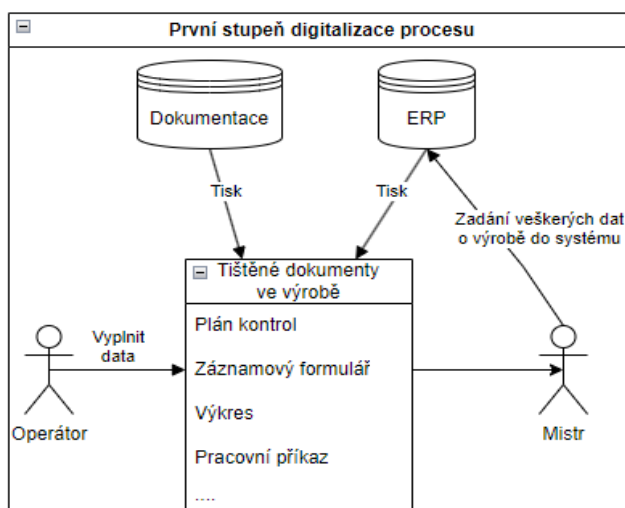
5.1 Produkční procesy

Již zmíněná nehomogenita výrobního procesu zapříčiněná širokým portfoliem a diverzitě vyráběných produktů s sebou přináší i velké odlišnosti ve výrobních procesech, které jsou velmi individuální a upravené na míru požadovanou vyrobiteľností produktu a požadavkům zákazníka. Což na jednu stranu vytváří velkou výhodu pro firmu XYZ v konkurenceschopnosti a neovlivnitelnosti v případě

zhroucení se jednoho segmentu trhu, na druhou stranu přináší velkou náročnost na rozvoj všech procesů, které se od sebe mohou markantně lišit. Firma např. využívá výrobní procesy přenesené z principů minulého tisíciletí, ale i velmi pokrokové automatizované procesy využívající neuronové sítě a strojové učení. Celkový počet pracovišť nacházejících se v závodě převyšuje číslo sto padesát, není tedy překvapivé, že zajistit stejnou úroveň digitalizace na všech pracovištích je velmi obtížný úkol. Firma vlastní ERP systém, kde se nacházejí informace od materiálu na skladě a objednávek, po pracovní příkazy a postupy.

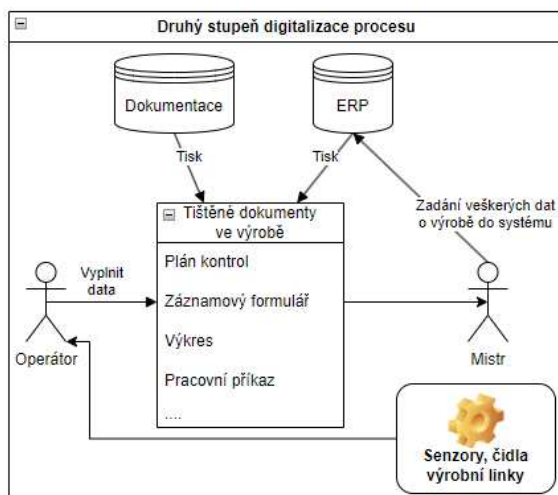
Ve firmě se nachází několik úrovní digitalizace výrobních procesů, které lze rozdělit do následujících skupin:

1. Jedná se převážně o ruční výrobu nebo práci s jednoduchými stroji bez pokročilejších technologií, kde nejprve z ERP systému je vytištěn pracovní příkaz. K pracovnímu příkazu je vytištěn příslušný plán kontrol pro daný výrobek, záznamový arch pro výsledky kontrol, výkres požadovaného produktu a materiálová průvodka. Dále mohou být vytištěny potřebné vizualizace kritických nežádoucích závad, nebo jsou dostupné již vytištěné na daném pracovišti. Odpovědnost za počty kusů a další informace nese operátor. Při dokončení výroby jsou potřebné informace předány společně s příkazem mistrovi a jím zadány do výrobního systému s následným uzavřením příkazu (Obrázek 3).



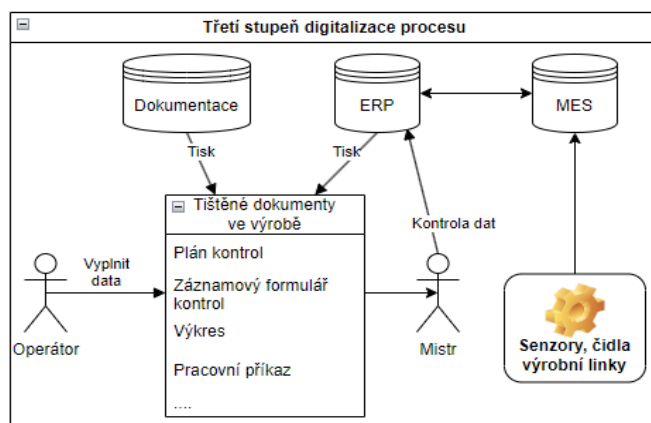
Obrázek 3: Diagram první úrovně interních procesů
Zdroj: vlastní

2. Další úroveň je již částečně digitalizovaná. Jako u předchozí skupiny musí být nejprve vytištěny stejné dokumenty, ale již s tím rozdílem že výroba probíhá na starší výrobní lince nebo stroji, který je již osazen senzory starající se o počty kusů a další měřitelné informace (Obrázek 4).



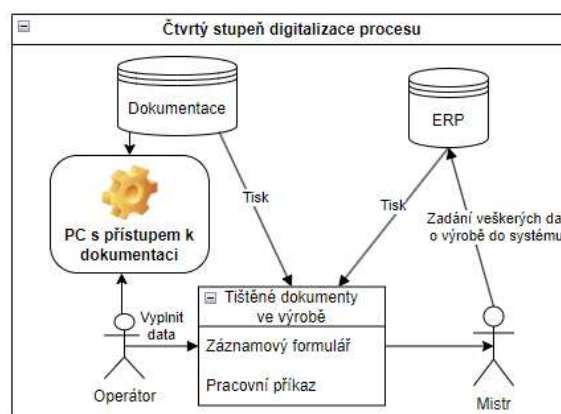
Obrázek 4: Diagram druhé úrovně interních procesů
Zdroj: vlastní

3. Třetí úroveň představují již novější výrobní linky, kam se tiskne stejná dokumentace jako předchozím úrovním. Linky jsou již vybaveny řídicími jednotkami s obrazovkami, které se starají o výkaz práce, počty dobrých a neshodných kusů a dalšími informacemi. Všechny informace z výroby včetně uzavření pracovních příkazů jsou dále reportovány do firemního jednoduchého MES systému. Z velké většiny se jedná o automatizované linky s implementováním senzorů, kamerových systémů, či jiných kontrolních prvků zajišťujících správný chod linky (Obrázek 5).



Obrázek 5: Diagram třetí úrovně interních procesů
Zdroj: vlastní

4. Čtvrtou úroveň nelze zařadit výš než třetí. Nejedná se o úroveň tvořenou pouze automatizovanými linkami jako úroveň třetí. Lze o ní povědět, že se jedná o jedno z oddělení výroby, které se skládá z malého počtu pracovišť, které mohou být jak pro ruční práci, tak jednotlivé stroje, nebo výrobní linky. Jedná se o menší oddělení s limitovaným počtem strojů a obsluhou. Tím pádem mohlo být oddělení vybaveno dotykovými obrazovkami s přístupem do lokální sítě, kde zaměstnanci mají přístup ke všem potřebným dokumentům spojeným s výrobou. Jediné dokumenty, které jsou na tomto oddělení tištěny, jsou pracovní příkaz a záznamový arch kontrol (Obrázek 6).



Obrázek 6: Diagram čtvrté úrovně interních procesů
Zdroj: vlastní

5.2 Firemní systémy

Mezi softwarové vybavení firmy XYZ, které je rozšířené globálně ve všech pobočkách a výrobních závodech, patří centrální ERP systém sloužící ke sdílení výrobních dat. Vlastněným ERP systémem je QAD, které má jisté nedostatky vůči nárokům dnešní doby. Databáze pro QAD se nenachází v okolí v jiné lokalitě než výrobní závod a k synchronizaci dat s ostatními systémy dochází v pravidelných delších intervalech. Český výrobní závod dále disponuje vlastním MES systémem, který je ale implementován pouze na část výroby, zejména pro linky s pokročilejší úrovní digitalizace. MES systém má svou SQL databázi, která jak již bylo zmíněno se pravidelně synchronizuje s databází ERP systému. V závislosti na modulu systému a sekci dat probíhá synchronizace s jinými intervaly a v lehce se lišících časech až několikrát denně. Pokud se jedná o lokální služby, tak jsou data dostupná v reálném čase.

Závod má dále svou interní síť VLAN, která je obsluhována dvěma servery s redundantním zapojením. Tím je zajištěn při výpadku jednoho ze serverů stálý chod sítě bez jakýchkoliv výpadků a problémů, jelikož jeho funkci převezme druhý server. Na interní síť jsou připojeny všechny zařízení spojené s digitalizací. Často se jedná o programovatelné logické automaty (PLC), nebo o jednotlivé senzory nebo čidla zaznamenávající a reportující data, která jsou následně přenesena do MES systému.

Kromě automatizovaných linek se nachází v závodě i výrobní místa, ze kterých se do systému musí data zadávat ručně. Taková pracoviště jsou vybavena tablety, kde se zaměstnanec přihlásí pod svým osobním ID společně se zadáním ID pracovního příkazu. Součástí interní sítě je dále internetové rozhraní, kde je možné si zobrazit přehled otevřených pracovních příkazů a jejich výrobní plán na jednotlivé dny. V internetového rozhraní je několik rolí uživatelů, od kterých se odvíjí jejich práva a možnosti. Dále je možné použít různé filtry od čísel dílů, přes výrobní linku po datумы plánované výroby.

5.2.1 QAD

Americká společnost QAD v roce 1979 vyvinula stejnojmenný ERP systém zaměřený na komplexní řešení pro výrobní podniky. Hlavní zaměření QAD směřuje na výrobu, ale systém obsahuje další rozšiřující moduly, kterými mohou být například finance. Systém kvůli konkurenceschopnosti musel být neustále rozvíjen, aby odpovídal potřebám zákazníků a trendům. QAD nachází uplatnění ve výrobních závodech i v dnešní době, kde svým rozšiřováním functionality a uplatněním do stále více odvětví nachází své místo. Postupně přibývají funkce v podobě cloudových řešení a práce s daty v reálném čase, které zajišťují robustnost systému, ale i jeho využití v chytrých továrnách.

V rámci cesty za pokrokem a směřování k Průmyslu 4.0 přidal QAD mezi své funkce i možnost přístupu z mobilního zařízení. Tím byla zajištěna konkurenceschopnost v dnešní době, která klade vysoké nároky na mobilitu. QAD má mimo svého původního znakového rozhraní v podobě terminálu v nabídce i grafickou aplikaci s názvem QAD Enterprise Applications. V této aplikaci mohou uživatelé oproti terminálu ovládat prostředí myší nebo předpřipravenými jednoduchými funkcemi.

QAD nabízí mezi svými funkcemi i export dat do formátů programů Microsoft office. Konkrétně pro Českou republiku je předním distributorem společnost Minerva, založena v roce 1992 a s rozšířeným působením i na Slovensko.

Společnost XYZ nedisponuje nejnovější verzí ERP systému QAD, ale i tak je rozsáhle implementován s více jeho moduly. I přes dostupnost QAD Enterprise Applications, která může napomoci snadnější ovladatelnosti, větší přehlednosti a orientaci uživatele v systému, většina zaměstnanců pracuje na staré znakové verzi, kde je vše ovládáno přes čísla a pár klávesových zkratk. Znakové rozhraní v podobě terminálu značně zaostává za trendy dnešní doby, ve většině případů není uživatelsky přívětivé a je spojováno s nadbytečnou prací například v podobě ručního formátování a zadávání dat. Systém QAD v současně zavedené podobě je na drobnější úkony složitější a limitovaný nemožností využívat pokročilejší funkce. Závod firmy, v němž byla praktická část práce zpracována ovšem nemůže samovolně přejít na jiný ERP systém kvůli kompatibilitě s ostatními světovými pobočkami.

5.2.2 Qtree

Jedná se o systém sloužící k monitorování kvality. Nabízený produkt se skládá ze dvou částí. Nejprve hlavní celek skládající se ze složených tří předchozích variant, které se lehce odlišovaly ve specifikacích odvozených od typu výroby. Druhou částí je software pro evidenci měřidel. Qtree nachází uplatnění při kontrolách ve výrobě nebo laboratořích v různých průmyslových odvětvích (například potravinářství, automobilový průmysl, strojírenství, chemický). Systém vychází z požadavků standardů kvality jako je ISO 9000, VDA 6 a dalších. Jedná se o aplikaci fungující na počítačovém systému Windows, využívající databázi a online komunikaci s externími měřidly. Výsledkem jsou pak přehledy dat sledovaných procesů.

Společnost XYZ využívá z funkcionalit Qtree vedle zmíněné databáze všech vlastněných měřidel především SPC software neboli nástroj ke statistickému řízení procesu. Zde jsou zaznamenávány výsledky všech kontrol měření ve výrobním procesu, ať už se jedná o uvolnění výroby nebo kontrolu o pravidelné předem nastavené frekvenci. Následně je v programu možné vidět různé ukazatele výsledků jako je například Cpk. Také si lze zobrazit grafickou reprezentaci dat, nebo trendy

výsledků. Všechny tyto funkce pomáhají k optimalizaci procesu, řízení procesu a následným analýzám. V zmiňovaném modulu metrologie si lze nastavit notifikace prostřednictvím emailu o procházejících kalibracích jednotlivých měřidel. Zároveň je nabízena možnost vedení evidence různých testovacích vadných kusů, hraničních vzorků nebo tzv. golden samples.

5.2.3 MES

Český výrobní závod firmy XYZ má svůj vlastní MES systém, který byl postupně vyvíjen a je propojen s firemní ERP systémem. Dále je také napojen na lokální SQL databázi společně s lokální sítí, do které jsou připojeny všechny periferie sloužící k sběru výrobních dat. Bezporuchovost lokální sítě je zajištěna dvěma redundantními servery v tzv. "high availability" zapojení. Data do systému jsou vkládána automaticky pouze na některých pracovištích vybavených příslušnými technologiemi, zejména dříve zmiňované PLC a čidla, která zaznamenávají počet shodných a neshodných kusů. Na pracovištích s nižší úrovní digitalizace musí být zadávány ručně.

MES systém má dále rozhraní pro přehledné zobrazení výrobních dat, kde je promítnut aktuální stav produkce, spuštěných strojů a například počty kusů v definovaných balení. V rozhraní je možné změnit druhy balení podle nejmenšího počtu kusů v něm, nebo lze editovat samotné nejmenší počty v balení. Přehled také umožňuje doplnit či opravit data v systému.

Součástí systému je i několik přidružených modulů. Jeden z nich je určen ke správě vratných obalů a je pod dohledem logistiky. Hlavním úkolem je sledování vratných obalů a obalových kont jak ve zkoumané firmě, tak u jednotlivých zákazníků. Obalová konta jsou upravována automaticky bez potřeby ručního zásahu. Další z tzv. modulů slouží ke správě a objednávkám materiálu. Jedná se o zásobování konkrétních výrobních linek na principu Kanbanu. Mířtři daného výrobního úseku vystavují kartičky s žádostí o materiál. Požadavek je vždy postupně zpracován nebo odmítnut. V obou případech je žadatel informován o provedené akci. S tím úzce souvisí kanbanový modul sloužící k načítání materiálu pro jednotlivé objednávky. Kanbanové kartičky generují strojově čitelné kódy, které jsou následně snadno zpracovatelné při načtení.

V neposlední řadě patří mezi moduly MES systému expediční kniha evidencí materiálů, dílů, balení a modul správce štítků, kde se nastavují podrobnosti zobrazované na štítcích tištěných pro označování dílů. Štítky se mohou svým vzhledem a uspořádáním dat lišit mezi jednotlivými zákazníky. Z tohoto důvodu je nutné nastavit, která data budou zobrazována, na jakých pozicích a jakou formou. Přičemž současnou dominující formou zobrazení jsou čárové kódy.

5.2.4 Další firemní systémy

Firma XYZ využívá několik dalších pomocných systémů a aplikací. Jako příklad zde bude uvedeno několik vybraných systémů, které mají důležitou roli ve výrobním procesu.

Smaintenance

Jedním z nezávislých systémů využívaných ve firmě především oddělením údržby je systém interně nazývaný Smaintenance. V databázi systému jsou uloženy všechny výrobní stroje a nástroje, u kterých se eviduje jejich životnost, stav a kompletní technické vlastnosti. Ke všem položkám v databázi jsou vedeny záznamy o provedených akcích týkajících se údržby, opravy, nebo výměny. Díky těmto informacím je snadno dohledatelné, kdy byly vykonány jakékoliv zásahy do stroje a tím pádem je možná snadná aplikace plánování preventivní údržby. Jednotlivé výrobní stroje nebo celky mají instalován svůj vlastní unikátní NFC čip, který je možné po načtení v aplikaci využít pro nahlášení případné poruchy, popř. provedení údržby. Každý výrobní nástroj nese také své unikátní označení, které zaručuje dohledatelnost v databázi a možnost dohledání rozsahu předchozí údržby a stavu náhradních dílů. Hlavní nedostatek systému představuje nedostatečné ošetření zadávání vstupních dat, což vede k výskytu nevyplněných, nebo špatně vyplněných informací v případě ručně zadávaných dat. Druhou podstatnou nevýhodou je časová náročnost načítání databáze. Pomalé načítání při potřebě rychlého přístupu k vyhledání akcí provedeném na daném nástroji a zadání informací vede k opomíjení evidence, nebo k zpětnému zadávání s časovou prodlevou.

Orel

Jedná se o rozhraní mezi QAD a čtečkami kódů ve skladu. Jelikož vlastněné QAD nenabízí tuto funkci, je potřeba Orel systém, který má na starosti správné čtení informací z kódů na štítcích balení dílů a materiálů.

Quotation

Oddělení Customer service má svůj systém na vytváření kvotací pro nové projekty. Kde je provedeno celkové nacenění a plánování nových výrobků. Pokud je provedena pouze aktualizace výkresu, nebo modifikace již existujícího výrobku, což znamená nové nacenění, je tímto systémem zajištěna zpětná dohledatelnost a jsou vytvořeny pouze nové verze stávající kvotace. Poté, co jsou se zákazníky dohodnuté a odsouhlasené veškeré detaily, jsou informace o nových dílech zadány do QAD systému.

5.3 Provázanost dat

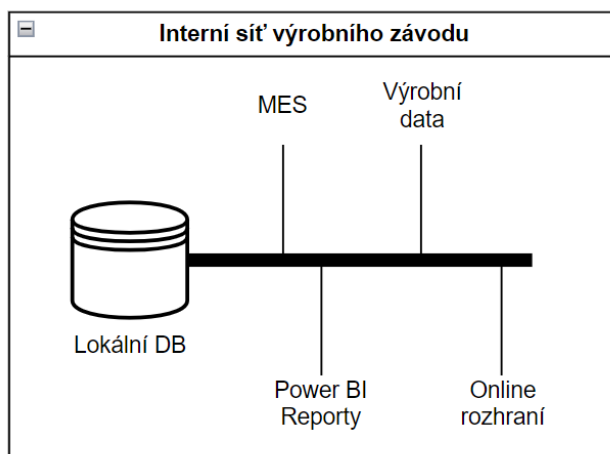
Na úvod je podstatné zmínit, že existují dvě oddělené databáze. Vzdálená databáze QAD a databáze na lokální síti, kde se nacházejí data z MES a ostatních lokálních systémů. Mezi těmito dvěma databázemi dochází k pravidelné synchronizaci (Obrázek 7). K synchronizaci dat dochází v různých časech a intervalech v závislosti na typu dat. Z důvodu velikosti přenášených dat jsou časy nastavené v lehkých odstupech za sebou. Také se liší časová frekvence podle důležitosti a potřeby aktuálních dat. Zatím co u některých dat stačí aktualizace jednou denně, u jiných musí probíhat v hodinových intervalech.



Obrázek 7: Synchronizace databází

Zdroj: vlastní

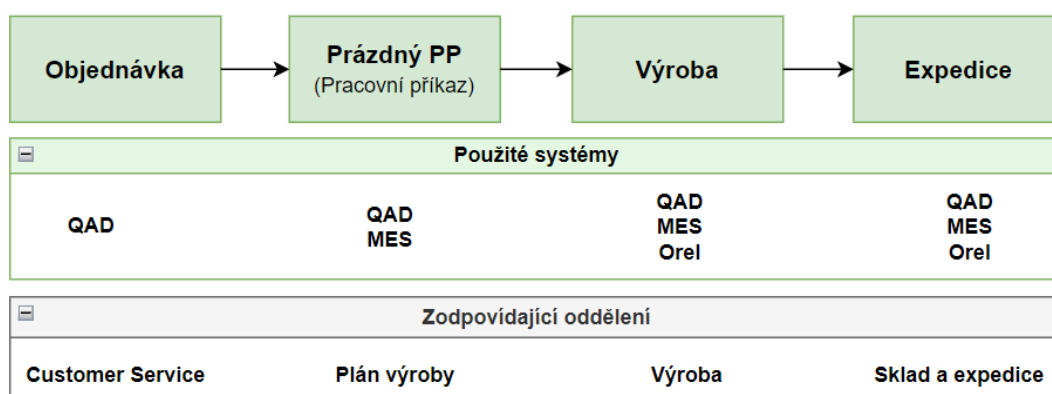
V lokální databázi nacházející se v závodu jsou uložena všechna data pro potřeby výroby a jejich případné zpracované přehledy (Obrázek 8). Nejdůležitější jsou výrobní data, která jsou buď získávána periferiemi ve výrobě, nebo ručním zadáváním do MES systému. Dále jsou zde uložena data týkající se internetového rozhraní se všemi přehledy o nadcházejících, či uplynulých výrobních. Vybraná lokální získaná data jsou poté napojena na Power BI reporty využívané především managementem. Výsledné reporty vytvořené z dat jsou poté prezentovány globálnímu vedení pro sledování plnění cílů a norem. Buď se může jednat od běžné ukazatele reportované skoro na denní bázi, nebo to mohou být dlouhodobé cíle sledované a reprezentované pravidelně na meetingu, který se koná vždy jednou za kvartál.



Obrázek 8: Interní síť a databáze
Zdroj: vlastní

Na obrázku níže jsou zobrazeny systémy pro základní funkci a chod výroby (Obrázek 9). Na vyobrazení je vidět diagram se základním tokem pohybu informací. K jednotlivým krokům jsou přiřazeny příslušné systémy a je určeno oddělení, které nese za daná data, případně celý systém odpovědnost. Nejprve je nutné ručně zadat objednávku do ERP systému, za což nese odpovědnost oddělení zákaznických služeb. Poté plánovači výroby vytvoří prázdný PP (pracovní příkaz) a data jsou synchronizována z ERP do MES systému. Následně se proces přesouvá do správy oddělení výroby a MES systému, který obstarává tisk štítků, materiál pro výrobu a vyplnění dat do PP. Ve chvíli, kdy je PP dokončen, pracovníci ve výrobě příkaz odhlásí v ERP z výrobního procesu. Odhlášení probíhá za pomoci aplikace Orel, do které čtečkou naskenuje pracovník štítek na balení s výrobky.

Za poslední část procesu je odpovědné oddělení skladu a expedice. Na základě dostupných informací o datech expedice jednotlivých dodávek, získaných ze štítků na balení, jsou výrobky za pomoci čtečky systémově převedeny na expediční sklad, odkud jsou následně expedovány. Čtečky též slouží k tisku identifikačních štítků. I v posledním kroku vstupuje do procesu MES systém spravující obalová konta, tzn. systém, který disponuje přehledem o bednách, paletách a ostatních obalových materiálech.



Obrázek 9: Schéma používaných systémů
Zdroj: vlastní

5.4 Slabá místa

Následující kapitola se zabývá definováním slabých míst, která vyplynula z analýzy systému zkoumaného výrobního závodu. Obecná identifikace je doplněna o stručný popis daného problému a případnými dopady na výrobní proces.

5.4.1 Data

Prvním ze slabých míst firmy XYZ, ve které byla provedena analýza se zaměřením na úroveň digitalizace, je komplexní téma zabývající se správou, rozbořením a zpracováním dat. Jak již bylo zmíněno dříve v úvodu práce v kapitole zabývající se Průmyslem 4.0, v současné době objem dat neustále roste a s tím i vzniká větší potřeba jejich následné analýzy. Jednak je důležité mít přesná a pravdivá data, ale také je neodmyslitelnou prioritou následné využití získaných dat. Z důvodu, že ve firmě doposud neproběhla žádná standardizace dat tak ve firemních systémech

existuje velká nesourodost dat. V rozdílných procesech mohou být, proto používány různá označení pro stejné data. Jako příklad si můžeme uvést označení směn v systému, které může být v jednom procesu reprezentováno číslicemi od jedné do tří, zatímco v druhém procesu může být zastoupeno počátečními písmeny slov N, O, R (noční, odpolední, ranní).

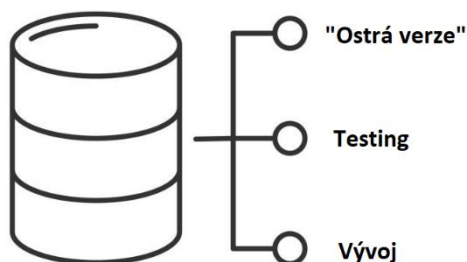
Dalším problémem kromě nekonzistence dat je rozsáhlejší výskyt chybovosti dat nebo celkově jejich nepřítomnost na místech, kde nejsou dostatečně ošetřeny vstupy dat. Chybovost dat je často zapříčiněna absencí znalostí technických základů u zaměstnanců pověřených právě zadáváním hrubých dat ve výrobním procesu, kde ještě není nastavena dostatečně vysoká úroveň digitalizace, aby data byla sbírána automaticky bez potřeby ručního zadávání. Velký podíl na nízké kvalitě dat lze připsat nedostatečné standardizaci pojmů a proměnných. Stejně tak má určitý podíl nedostatečné zabezpečení proti absenci dat, nebo technické nastavení požadovaného formátu zadávaných dat.

Ve firemních systémech probíhá sběr značného množství dat z velkého množství zdrojů. Následně jsou pouze některá data často zpracována v podobě grafů a jejich souhrn reprezentován například při poradách. Při sběru takového množství dat představuje velký problém nedostatečná analýza získaných dat a jejich následné využití. Protože neanalyzovaná nebo nedostatečně zanalyzovaná data nemají správnou vypovídající hodnotu, jejich zpracování bez prvotně provedené analýzy ztrácí na své hodnotě a v takovém množství i smysl jejich samotného sběru. Pokud je zajištěno správné zpracování dat, lze odhalit např. časy a příčiny poruch strojů, prostojů ve výrobě, zdroje nekvality, nebo také nejrizikovější místa, či pracovníky ve výrobě. Jelikož ale firma XYZ dostatečné analýzy dat neprovádí, zvyšuje tím nevyužitý potenciál, který by mohl nabývat podoby správně nastavené pravidelné údržby, odhalení rizikových strojů pro včasné naskladnění, nebo odhalení problematických procesů pro jejich optimalizaci. Pro pokrok podniku je nezbytné rozhodnout o spolehlivosti a prioritě zdrojů, ze kterých má být čerpáno a ze kterých bude provedena následná implementace analýz a vyhodnocení dat.

Dalším velmi rizikovým místem ve firmě týkající se dat je jejich modifikace v databázi. QAD má stejně jako například SAP nebo Helios rozdělení do tří tzv. instancí. Jak je přehledně znázorněno níže (Obrázek 10), jedná se nejprve o instanci patřící

vývojářům, kteří programují a vyvíjí. Pokud vyvíjená modifikace funguje, je následně přesunuta do druhé instance testování dat. Zde probíhá její doladění, odzkoušení a případné dohledání chyb. Jestliže i ve druhé vrstvě vše funguje bez problémů, mělo by následovat změnové řízení, ve kterém by měla být schválena implementace změn do třetí instance, ve které se nacházejí už ostrá data pro běžný provoz a užívání.

V poslední instanci již k datům mají přístup všichni a neměla by obsahovat chybná data. Například při změně ceníku rovnou do ostré verze, bude ihned změna promítnuta, ale chyba může ohrozit funkci celého systému. Firma XYZ v některých případech nedodržuje výše popsanou hierarchii a neprovádí žádná schvalovací změnová řízení. V některých případech dokonce vynechává řádné odzkoušení dat v testovací instanci. Tím vzniká riziko ohrožení funkcionality systému.



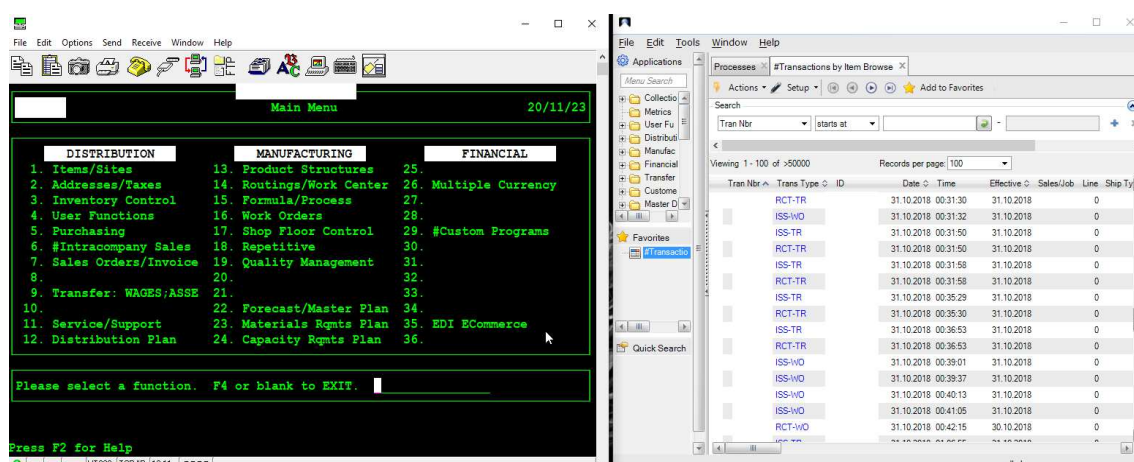
Obrázek 10: Instance databáze
Zdroj: vlastní

5.4.2 Duplicitní systémy

Další ze slabých míst vychází především z vlastního vývoje digitalizace. I přestože se může zdát, že firma má výhodu kvalifikovaných jedinců schopných vývoje dílčích řešení, ať už se jedná o aplikace nebo systémy, vlastní vývoj sebou přináší i své nevýhody, které se právě ve firmě XYZ značně projevují. Projekt digitalizace postrádá ucelené vedení pro celý závod. Tím dochází k vývoji řešení, která se mohou některými funkcemi duplikovat a zároveň vzniká větší množství malých nesourodých aplikací, které by mohly být spojeny, nebo obsaženy v jedné ucelené aplikaci.

5.4.3 Nedostatečné užívání prostředků

Mimo dříve zmíněného problému s nesprávným zadáváním dat, což má vliv na kvalitu výstupu a nedostatečné analýzy dat na výstupu, má firma XYZ další nedostatky ve využívání svých dostupných zdrojů a prostředků. Jedním z nejzákladnějších nedostatků jsou velmi omezené znalosti zaměstnanců o firmou využívaném ERP systému. Nejprve je nutné podotknout, že je možnost využívat buď starý terminálový přístup do QAD, který je využíván většinou zaměstnanců, nebo QAD Enterprise. Verze QAD jsou značně odlišné nejen v designu (Obrázek 11). Velmi malé procento zaměstnanců pracujících s ERP systémem používá zmíněný QAD Enterprise, který přináší přehlednější a uživatelsky přívětivější prostředí s možností ovládání za pomoci myši a klávesnice. Zatímco široce používaný terminál je ovladatelný pouze klávesnicí a mezi moduly se uživatel pohybuje pouze za pomoci zadání čísla odpovídajícímu položce z nabídky. Terminál QAD není příliš uživatelsky přívětivý, a jelikož se velká část zaměstnanců v nabídce modulů neorientuje, vyhledávání potřebných informací v systému jim zabere značné množství času. V některých případech je nezbytné změnu potřebných dat provést na několika místech, aby byla správně modifikována ve všech modulech a pro všechny uživatele. Bohužel někteří uživatelé postrádají informace o nutnosti provedení více kroků k modifikaci dat. Terminál je též velmi náchylný na chyby a klade velké nároky na pozornost zaměstnanců. Kromě ERP systémů se ve firmě nacházejí další programy a systémy, které taktéž nedokáží využít svůj potenciál ve svém plném rozsahu.



Obrázek 11: Porovnání designu QAD
Zdroj: vlastní

5.4.4 Dokumentace

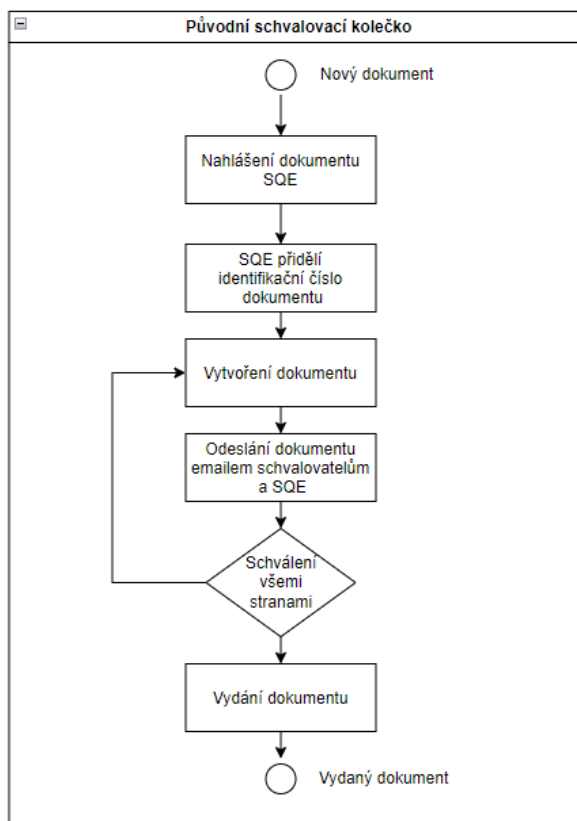
Společnost XYZ ukládá veškerou svou oficiálně vydanou dokumentaci na platformě Sharepoint, odkud je dostupná pro stažení jakýmkoliv přihlášeným firemním účtem ve firemní síti. Sharepoint má slabou stránku v podobě slabého zabezpečení zaostávající za současnými hrozbami. Dokumenty jsou ukládány do oddělených sekcí podle typu dokumentu, kterými jsou například pracovní instrukce, nebo formuláře. Rozdělení do sekcí podle typu sebou nese výhodu v podobě zobrazení všech dokumentů daného typu. Výhoda rozdělení je ovšem převážena nevýhodou v podobě, že není možné nijak dokumenty filtrovat a vyhledávat. Jediná možnost filtrování je v podobě řazení podle identifikačních čísel dokumentů, které každý dokument obdržel při vytváření, nebo je možné dokumenty řadit abecedně.

Archivace a zálohování veškerých dokumentů je prováděno pouze na lokální centrální úložiště v daném výrobním závodě. Úložiště s archivem všech dokumentů se nachází na lokálním disku, který je automaticky namapovaný do počítačů všech zaměstnanců. Takto nastavený systém představuje další velké bezpečnostní riziko, a to nejen v podobě úniku dat, ale také v možnosti ztráty dat při živelných katastrofách, kdy bude zasažena fyzická komponenta nacházející se ve firmě.

Nejslabším místem dokumentace společnosti XYZ je schvalování nově vytvořených dokumentů, nebo při jejich aktualizaci a vzniku nové revize. Schvalování nových nebo aktualizovaných dokumentů probíhá prostřednictvím firemních emailů. Autor musí poslat dokument svému nadřízenému ke kontrole a zároveň na systémového inženýra (dále už jen jako SQE), který nese odpovědnost za správu všech dokumentů. Schvalování přes email sebou nese řadu nevýhod. Díky pravidelnému, automatickému mazání emailů z důvodu firemní bezpečnosti zaniká historie a možnost jakéhokoliv trackingu. Dále se stává, že jedna ze zainteresovaných stran do schvalovacího procesu, přehlédne email s žádostí o schválení.

Po delší době, kdy schvalovatelé nereagovali na email, začne SQE procházet dokumenty, nejen ze stylistické strany dokumentu, ale také obsahově. Následně je pak vrací k opravě nebo schválí bez reakce nadřízeného žadatele. Schválená dokumentace je pak jednou týdně nahrána na sharepoint a informace se shrnutím změn dokumentace v uplynulém SQE rozešle na všechny vlastníky emailových adres

daného výrobního závodu společnosti XYZ. Proces vydávání dokumentace je přehledně znázorněn v Obrázek 12.



Obrázek 12: Diagram původního procesu schvalování
Zdroj: vlastní

5.5 Návrhy na zlepšení

Na základě získaných dat z analýzy zkoumané firmy XYZ bylo zjištěno, že existuje značný prostor pro možná zlepšení. Právě návrhy na zlepšení a optimalizaci současných slabých míst budou náplní této kapitoly. Nejprve bude v následující kapitole řešena současná dokumentace s velkým potenciálem ke zlepšení, v podobě přechodu na nový sharepoint. Následně bude probrána tematika dat a jejich analýzy a způsoby prezentace. K tomu bude sloužit využití nástroje Power BI, který je jeden z dostupných prostředků obsažených ve vlastněných softwarových sadách. V neposlední řadě se práce zaměří na slabší stránky s dlouhodobými vyhlídkami jejich řešitelnosti. Neustálý vývoj digitalizace se promítne i na návrhu řešení dlouhodobých problémů, které budou pojmuty víc obecně, jelikož není jisté, jak moc do doby jejich řešení vývoj pokročí a objeví se nové nástroje a technologie.

5.5.1 Návrh nového řízení dokumentace

Společnost byla nucena z několika důvodů přestoupit na nový sharepoint, který využíval novější technologie, a hlavně silnější zabezpečení. Po přesunu všech stávajících dokumentů bylo zjištěno, že nový sharepoint nabízí možnost k jednotlivým dokumentům vyplnit jejich vlastnosti v podobě autora, jejich typu a dalších libovolně definovaných sloupců. S tím přichází oproti předešlým dvěma typům ještě možnost filtrování dokumentů podle celého i částečného názvu, nebo některé z vyplněných vlastností dokumentu. Další z možností, která přibývá na novém sharepointu a umožňuje nový koncept dokumentace a jejího schvalování, je implementace PowerQuery.

S rozšířenou možností filtrování již není důvod k rozřazení dokumentů podle jejich druhu, ale je výhodnější sjednotit je do jedné složky, kde budou mít všichni práva na čtení a stažení souborů, ale bez práv na jejich úpravu. S možnostmi rozšířeného nastavení přístupů je možné vytvořit složku pro archiv veškeré dokumentace se všemi předešlými verzemi. Složka archivu se zobrazí pouze správcům, tedy SQE, jeho zástupci a manažerovi kvality. Pouze tyto povolané osoby budou moci složku, jak vidět, tak vlastnit práva na úpravy jejího obsahu. Třetí základní složkou vyjma současné dokumentace a archivu, je složka pro rozpracované dokumenty, dále zmiňovaná již pouze jako draft. Všechny dokumenty, které jsou rozpracované nebo se nacházejí ve schvalovacím procesu, se nacházejí právě ve složce draft. Oprávnění jsou nastavena, aby dokument do této složky mohl nahrát kdokoliv připojený přes firemní účet. Vidět a upravovat pouze jednotlivé dokumenty mohou pouze jeho vlastník a schvalovatel s tím, že správci vidí všechny soubory a jejich aktuální stav v tzv. "schvalovacím kolečku".

Po vytvoření dokumentu a vložení do složky draft je možné doplnit jeho chybějící vlastnost a odeslat jej ke schválení za pomoci funkce Power Automate. Vlastník vyplní pouze poslední dvě informace v podobě jmen schvalovatelů a zprávu pro ně s doplňujícími informacemi, například proč zakládá daný dokument. Status schváleného dokumentu všemi schvalovateli se změní na schválen, a tak SQE ví, že nyní je dokument připraven k závěrečné kontrole a jeho vydání. Jednou za týden je provedeno schválení a vydání dokumentace. Závěrem týdne je vždy odeslán manuálně email s informacemi o vydaných dokumentech. Odesílat informativní email

automaticky by bylo možné pouze v případě, že by dokumentace byla vedena jako seznam oproti současnému návrhu, kde dokumentace nabírá podoby knihovny. Nový návrh systému dokumentace obsahuje prozatím 4 základní toky (Obrázek 13).

Kopírování do Draftu

První tok slouží k nahrávání souboru do složky draft s kontrolou již existujících verzí souboru na úložišti a vyplněním vlastností. Tok je plně automatizovaný a jsou v něm provedeny následující operace:

- Identifikace dokumentu podle jeho názvu včetně přípony a kolekce informací.
- Kontrola, jestli daný dokument již existuje. V případě, že existuje, je revize dokumentu zvýšena o hodnotu jedna, je doplněn současný rok, veškeré informace o něm převzaty z předchozí revize a vlastník je vyzván k vyplnění popisu změny. Následně je status změněn na hodnotu "waiting".
- Pokud se nenachází na sharepointu soubor se stejným názvem, je ponechán název dokumentu a všechny informace jsou promazány.
- Na závěr sharepoint přemění všechny informace o dokumentu na jejich vlastnosti.

Schvalování

Schvalovací tok odesílá žádosti o schválení na schvalovatele a poté vyjádření SQE a žadateli.

- Dokument je odeslán na schvalovatele prostřednictvím firemních komunikačních služeb jako je email.
- Dokument je odeslán pouze jako lokální kopie, kterou není možné upravit. Je možnost upravit tok tak, aby byla možná finální úprava schvalovatelem, ale v tomto případě by musel být povolen hromadný náhled, čímž vzniká riziko kolizí úprav mezi schvalovateli.
- Po odeslání žadatelem zůstává status dokumentu nastavený na hodnotu "waiting" až do reakce všech schvalovatelů.
- Po vyjádření všech schvalovatelů přijde informační email, na SQE a jeho zástupce s výsledkem, zda byl dokument schválen nebo zamítnut. Následně je možné dokument finálně schválit. Notifikace jsou zpětně dohledatelné a lze je přeposílat.

Vydání

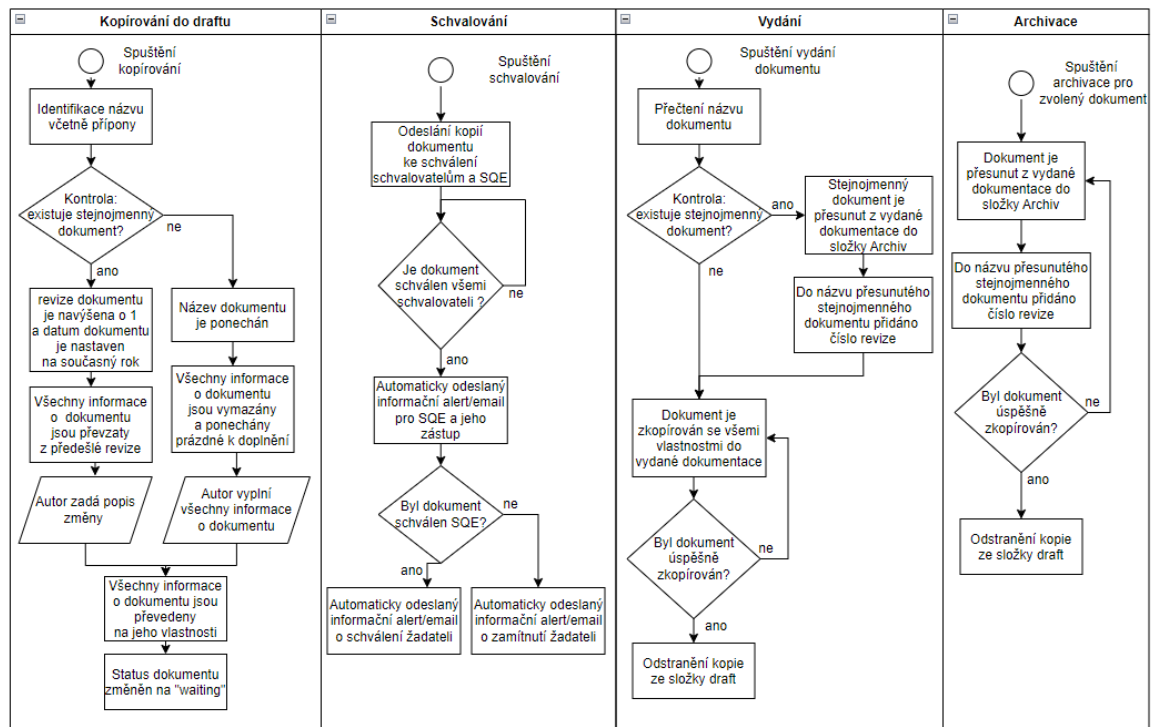
Jedná se o přesun dokumentu ze složky draft do vydané dokumentace a následnou archivaci jeho předešlé revize.

- Nejprve je provedena kontrola, zda existuje dokument se shodným názvem.
- Pokud dokument se shodným názvem neexistuje, je zkopírován do vydané dokumentace i se všemi vlastnostmi získanými z vyplněných informací. Následně je provedena kontrola, zda bylo nahrání úspěšné. Po ověření nahrání souboru je odstraněn ze složky draft a nachází se již pouze ve vydané dokumentaci, kde je viditelný pro všechny.
- Existuje-li již stejnojmenný dokument ve vydané dokumentaci, je přesunut do složky archiv a jeho název je upraven. Do názvu dokumentu je na konec přidáno jeho číslo revize. Následuje kopírování dokumentu z draftu do vydané dokumentace, kde je přepsána předešlá verze, aby byl zachován stejný hypertextový odkaz na dokument a nebyla tak narušena provázanost dokumentace. Dále jsou již provedeny stejné kroky jako v případě, že stejnojmenný dokument neexistoval.

Archivace

V případě, kdy je dokument úplně zrušen, mění se jeho formát například z formátu MS Word do formátu MS Powerpoint, nebo se mění kompletně jeho název, je nutné dokument archivovat rozdílnou cestou. Vyjmenované situace nastávají zřídka, ale i přesto je vhodné a nezbytné mít systém ošetřený i pro řešení těchto stavů.

- Nejprve je nutné ručně zvolit dokument z vydané dokumentace a spustit archivaci.
- Následuje už postup stejný jako u předešlého toku. Zvolený dokument je zkopírován do archivu s úpravou tvořenou přidáním čísla revize na konec názvu. Po vytvoření kopie a kontrole přítomnosti v archivu je dokument ze složky vydané dokumentace odstraněn.

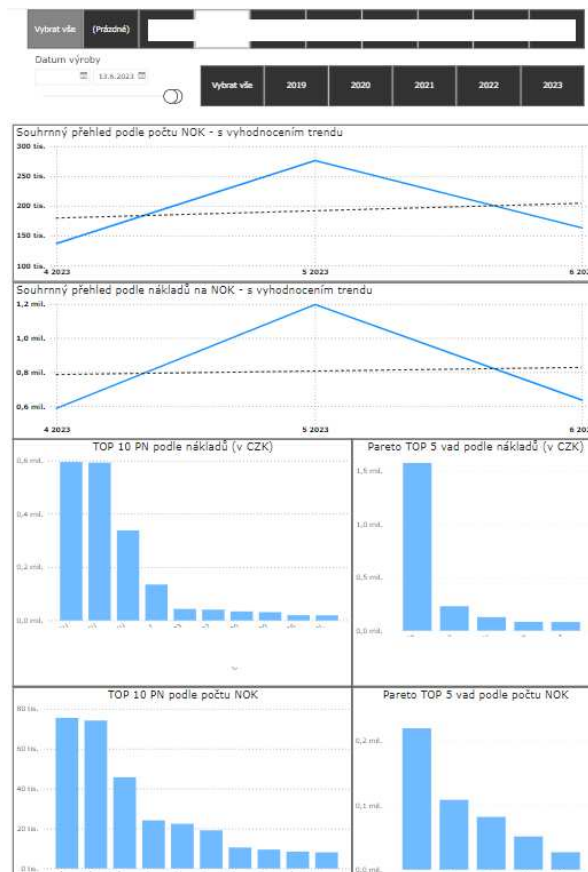


Obrázek 13: Diagram aktualizovaného procesu schvalování
Zdroj: vlastní

5.5.2 Implementace Power BI

Do softwarového vybavení firmy patří i již zmiňované Power BI, na které má platnou licenci v rámci širokého balíčku programů od společnosti Microsoft. Postupně se snahou zlepšit úroveň digitalizace jsou vyvíjeny přehledy výrobních a ostatních dat zobrazující potřebné výstupy. Vznik těchto přehledů mají na starosti vybraní zaměstnanci, jenž absolvovali různá školení, nebo mají s prostředím Power BI zkušenosti. V rámci těchto přehledů je možné vytvořit monitoring výrobních dat pro jednotlivé produkty, linky, nebo směny v závislosti na obsahu použitého datového balíčku. Postupně je možné tyto přehledy implementovat na jakákoliv data, která budou nastavena na vstupu. Může se jednat jak o výrobní data, tak o informace o skladových zásobách nebo splněných dodávkách včas. Všechny přehledy mohou být reportovány a využity při různých poradách nebo jako vstup při následujících analýzách. Příkladem produktu vzniklého v prostředí PowerBI mohou být dva přehledy, které byly vytvořeny během vypracování této práce.

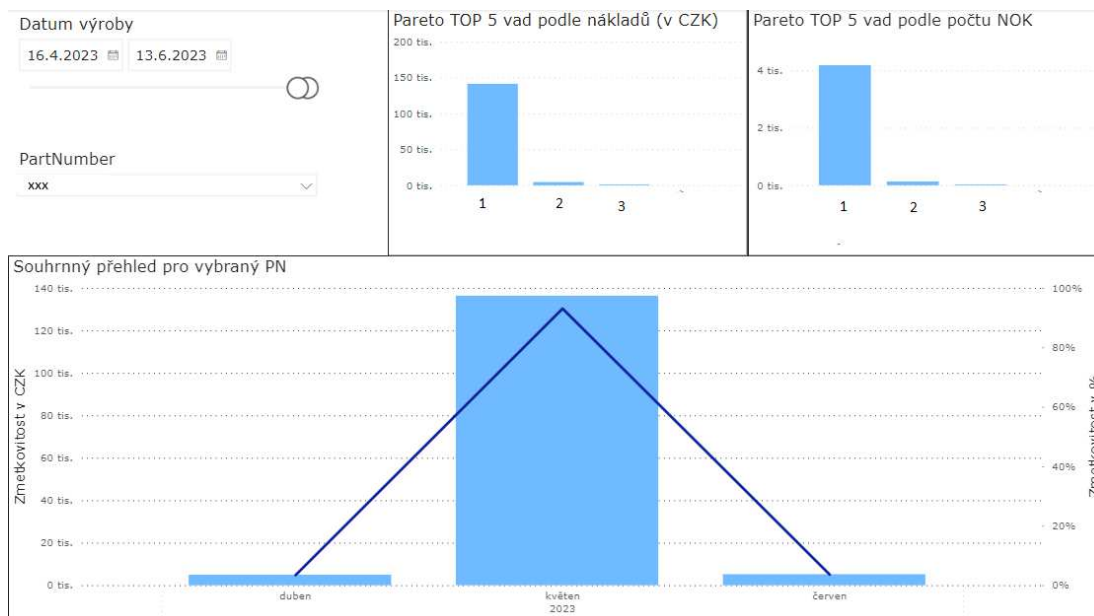
První přehled slouží k zobrazení nejproblémovějších výrobků za určité období na základě dvou kritérií, kterými jsou náklady a počet kusů (Obrázek 14). Je možné si za pomoci filtrů zpracovaných formou tlačítek vybrat období, rok a dále mezi celkovou výrobou anebo jen jejím vybraným úsekem. Dále jsou přehledně viditelné i trendy za zvolené období, pro možnost využití při analýzách. Tento přehled nachází uplatnění při pravidelných globálních poradách a prezentování dat za uplynulé období.



Obrázek 14: Power BI – globální reporting

Zdroj: Vlastní

Druhý připravený přehled zobrazuje druhy vad a problémů ve výrobě pro zvolený výrobek za vybrané období (Obrázek 15). Na základě výrobních dat použitých jako vstupy do přehledu, jsou viditelné informace o zvoleném typu produktu, jak vysoké náklady byly vynaloženy na nekvalitu výroby daného produktu, nebo nejvýznamnější druhy vad opět seříděné podle nákladů a počtu vadných kusů. Přehled nalézá uplatnění především na oddělení kvality při řešení reklamací na určité produkty, poradách o nejrizikovějších výrobcích, nebo prezentování nejztrátovějších dílů za dané období.



Obrázek 15: Power BI: Přehled nekvality výrobků
Zdroj: vlastní

Přehledy vznikající v prostředí PowerBI přinášejí velkou výhodu ve snadném zpracování dat a následně jejich snadné prezentaci. Navíc je možné si předem vytvořit modifikaci dat, kdy nepotřebná vstupní data budou ořezána, některé sloupce mohou být spojeny a mnoho podobných kroků. To umožňuje nastavit si přípravu vstupních dat, na kterou již další pracovníci nebudou plýtvat časem. Navíc s takto předpřipraveným přehledem si mohou data jednoduše zobrazit i zaměstnanci s menšími technickými základy. Uvedené dva příklady, které vznikly ve spolupráci s autorem této práce, nahrazují složité opakované zpracování vstupních dat přes Excelové tabulky a makra. Tím je eliminována náročnost a v případě předávání této povinnosti na nového zaměstnance i riziko nefunkčnosti. Dále tyto přehledy šetří zaměstnanci odpovědnému za pravidelné poskytování vstupů na globální porady velké množství času, který lze měsíčně vyčíslit i v řádu hodin.

5.5.3 Soubor doporučení

Na základě analýzy zkoumané firmy XYZ byla zjištěna slabá místa a možnosti k optimalizaci výrobního procesu nebo samotného pokroku digitalizace. Autor na základě poznatků získaných během analýzy a zkoumání úrovně digitalizace ve firmě vytvořil následující soubor obecných doporučení, které v případě implementace mohou firmě XYZ pozvednout její úroveň digitalizace a vést ke zlepšení celého

výrobního procesu. Obecná doporučení při správném vedení projektu digitalizace mohou mít velmi pozitivní vliv na rozvoj firmy a její konkurenceschopnosti s přicházejícím Průmyslem 4.0 (Obrázek 16).

Nejprve by se firma měla zaměřit na komplexní data a jejich následné zpracování. Počínaje ošetřením vstupů dat do sítě, kdy uživatelé budou proškoleni a poučeni o způsobu a formě zadávání dat. V co nejširším rozsahu implementovat Poka-Yoke (metodu zamezující použití nesprávných vstupů) na vkládaná data a zamezit tak zadávání nechtěných vstupů. Společně s ošetřením vstupů musí být provedena standardizace formátu jak vstupních, tak celkových dat. Standardizace bude převážně záviset na dohodě managementu, kdy rozhodnutí o formátu dat může být podpořeno jednak dokumentovanou formou například v pracovní instrukci, tak již zmíněnou přednastavenou volbou dat v podobě výběrového seznamu.

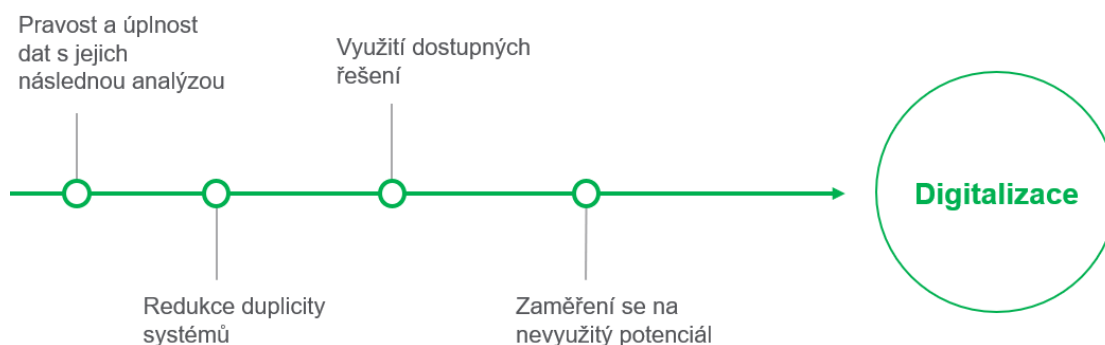
Dalším potřebným pokrokem v oblasti, který je potřeba provést, je zavedení a rozšíření analýz získaných dat. Pro efektivitu analýz je nezbytné, aby před jejich provedením byla zvolena a očištěna potřebná data. Selekce dat a následně provedení jejich rozsáhlé analýzy mohou odhalit slabá, ale naopak i silná místa v systému. V neposlední řadě mohou sloužit ke zlepšení preventivní údržby, sledování stejných činitelů vystupujících v nechtěných situacích, nebo dokonce k postupné optimalizaci celého výrobního procesu. Proto je pro pokrok podniku nutné zaměřit se v současné době na tak podstatnou věc jako jsou data, zajistit jejich pravost a zlepšit práci s nimi.

Firma XYZ má široké možnosti v rámci vlastněných aplikací, systému a softwaru. Velké množství z dostupných technologií a systémů není využito, nebo není využíván jejich plný potenciál. Jako další krok vedoucí k pokroku na poli digitalizace je seznámení se s dostupnými možnostmi a výběru těch nejrelevantnějších dat s největším přínosem a následně jejich implementace na adekvátní místa ve výrobním procesu. S využitím dostupných řešení v plném rozsahu je úzce spjata i takzvané know-how. Neboli dalším nezbytným krokem vpřed je včasné seznámení uživatelů s využívanými prostředky a všemi dalšími prostředky, které jsou nabízeny. Ovšem nemělo by se jednat pouze o jednorázové seznámení, ale o nepřetržitý proces zdokonalování se práce s danou technologií a nabývání nových vědomostí.

Úzce související s doporučením o provádění analýz na výrobních datech je zaměření se na širší využití možností nabízených v podobě Power BI. V rámci diplomové práce byli vytvořeny dva přehledy dat, na kterých bylo jasně viditelné, že implementace Power BI vede ke snížení časové náročnosti a vytíženosti zaměstnanců. Již tyto velmi specifické přehledy ušetřili danému pracovníkovi značné množství času. Proto je jasně viditelný potenciál v širší implementaci Power BI i pro další typy dat ve výrobním procesu, kde se nemusí jednat pouze o přehledy sloužící jako podklady pro porady managementu, ale i o vytvoření vstupů pro navazující analýzy. Širší využití této technologie může znamenat signifikantní krok kupředu s vývojem digitalizace, kdy budou jednodušejší, dostupněji a přehledněji zobrazovány výstupy dat z jednotlivých procesů.

Ve velkém množství existujících systémů, technologií a aplikací je důležité si uvědomit jejich hlavní účel. Často se může jednat o snahu využít co nejmodernější technologie za každou cenu, což snadno zastíní úsudek a způsobí zcela opačný efekt, než za jakým účelem jsou všechny technologie vyvíjeny. Všechny prostředky spojené s digitalizací mají sloužit pro člověka a nikoliv naopak, kdy člověk slouží technologiím. K tomu často dochází při přehnané snaze implementovat co největší množství prvků, s čímž přibývá i práce pro člověka. Pro efektivní využití dostupných technologií je nutné zaměřit se a eliminovat přebytečnou duplicitu.

Poslední doporučení je věnováno využití veškerého potenciálu dostupných možností. Analyzovaný závod je součástí globální společnosti. S tím je spojeno velké množství restrikcí a omezení v rámci implementace systémů, nebo jiných hotových řešení. Jednak z důvodu pořizovacích nákladů napříč organizací, ale zejména kvůli vzájemné kompatibilitě mezi jednotlivými závody napříč celým světem. Mezi hotovými řešeními byli kromě ERP systémů zmíněné i komplexní řešení pro zajištění kvality výroby. Zejména SoftLi má velký potenciál na použití ve zkoumaném podniku. Pro minimalizaci nákladů by byla vhodná implementace například na jednu nebo několik vybraných produktových linek. Zde by systém sloužil k optimalizaci výrobního procesu a odhalení slabých míst. Po úspěšném optimalizování vybrané linky by se zakoupené řešení mohlo přesunout na další významný výrobní úsek, který by potřeboval zlepšení, nebo kde by optimalizace měla největší přínos pro firmu.



Obrázek 16: Doporučení pro digitalizaci
Zdroj: vlastní

5.5.4 Ekonomické zhodnocení navržených doporučení

Všechna navrhovaná doporučení měla za primární cíl úsporu firemních finančních prostředků. Ukázkou jsou již implementovaná řešení v podobě Power BI přehledů. Navržené řešení pro rychlejší vytvoření přehledu na globální meetingy, který musí zaměstnanec pravidelně vytvářet za pomoci Power BI, stihne s přibližnou časovou úsporou 4 hodiny za měsíc. Pokud průměrná hodinová mzda pro jeho pozici činí 320 Kč, pak úspora činí 1280 Kč za měsíc a 15360 Kč ročně. Vypočtená částka reprezentuje pouze finanční a časovou úsporu na práci daného zaměstnance. Sekundárním efektem daného řešení je, že v ušetřeném čase může zaměstnanec vykonávat jinou práci, čímž se zvyšuje i reálný finanční přínos daného řešení. Pokud zohledníme, že se jednalo jen o pilotní test efektivity využití Power BI na konkrétním procesu zaměřeném pouze na jednoho člověka, lze predikovat, že implementace podobných přehledů v širším měřítku přinese výrobnímu záводу značnou úsporu času zaměstnanců a s tím úzce související úsporu finančních prostředků. V konečném důsledku by mohla tato implementace vést i k úspoře pracovní síly ve výrobním závodu.

Implementace zbývajících opatření a využití doporučení, zejména provedení optimalizace celého výrobního procesu, umožní výrobnímu závodu efektivněji využívat všechny dostupné zdroje včetně těch lidských. Efektivní používání analýz výrobních dat, kde budou ošetřeny všechny vstupy a tím zajištěna pravost a úplnost dat, zamezí chybovosti jak v samotných datech, tak ve vykonávaných činnostech odvíjejících se od nich.

Optimalizací procesu lze dosáhnout značných úspor, které se mohou pozitivně promítnout na snížení nákladů stejně tak, jako tomu je u snížení chybovosti, která bude mít kladný vliv na zamezení nadbytečného plýtvání a s tím snížení dodatečných nákladů.

Závěr

Úvodní kapitola diplomové práce se z důvodu nutnosti vysvětlit základní terminologii a uvedení čtenáře do tématu, věnuje obecněji problematice oblasti řízení výroby společně s vývojem její digitalizace.

Nejprve je popsán historický vývoj průmyslu s jeho stěžejními milníky nazývanými průmyslové revoluce, kdy u každé průmyslové revoluce jsou definovány její základní charakteristické rysy. Po krátkém uvedení do problematiky a popisem historických milníků, se práce zabývá charakteristikou pojmu Průmysl 4.0 a inovacemi, které s sebou přináší. Cílem Průmyslu 4.0, na rozdíl od předešlých průmyslových revolucí a vývoje, není zasáhnout pouze výrobní řetězce, ale měl by v budoucí době zasáhnout a ovlivnit celou globální společnost. Následovat by měly transformace struktury organizací s větším důrazem na technické základy všech zainteresovaných stran zákaznicko-dodavatelského řetězce. Závěr této kapitoly se věnuje přehledu hlavních znaků Průmyslu 4.0 a popisu tříd, do kterých lze rozřadit podniky vzhledem k jejich úrovni vývoje.

Další kapitola je věnována oblasti digitalizace a jejímu obecnému popisu, přínosům a novým technologiím, které jsou v současné době používány. Nedílnou součástí je i představení postupu zavádění digitalizace s provedenou analýzou výhod a nevýhod její implementace. Jedním z primárních prvků, který nelze v práci opomenout, je informační systém, stejně tak z důvodu hojného používání jednotlivých typů IS, jakými jsou například ERP nebo MES, v práci nechybí ani jejich všeobecný popis.

Následně byl představen pojem „data“, která jsou základním stavebním kamenem celé digitalizace. V souvislosti s daty jsou v práci dále popsány jednotlivé technologie a metody pro jejich získávání, analýzu a uchovávání. Teoretická část je zakončena představením ideologického konceptu chytré továrny neboli schématu, jak by měl celý výrobní proces fungovat.

Dalším z dílčích cílů diplomové práce bylo provedení analýzy současného trhu a představení relevantních řešení, která by mohla být implementována, nebo by mohla nalézt širší využití ve světě. V rámci průzkumu byl trh rozdělen do dvou základních sektorů. Nejprve byla představena již hotová dostupná řešení neboli systémy vyvinuté externí firmou, nabízené k následné implementaci do společností po zakoupení licence. V práci byly popsány čtyři konkrétní ERP systémy, které nacházejí významné zastoupení mezi uživateli. Následuje tabulka s přehledným shrnutím silných a slabých stránek čtyř zmíněných systémů, do kterého byl pro komparaci zahrnut pátý systém, a to QAD využívaný ve zkoumané firmě XYZ.

Poté byly představeny další dva komplexnější systémy nacházející uplatnění ve výrobních závodech. Pro přehledné ukončení první skupiny dostupných řešení na trhu autor zvolil tabulku s uvedením výhod a nevýhod zakoupení již hotových řešení. Druhou variantou poskytovanou na trhu jsou technologie, aplikace, systémy, či vývojová prostředí, pomocí kterých si společnosti mohou vyvinout svůj vlastní digitalizovaný systém. Vlastní vývoj sebou nese výhody oproštění se od zbytečných licenčních poplatků a sdíleného přístupu k důvěryhodným informacím v systému, ale na druhou stranu přináší velké nároky na management vývojového týmu a nejistotu výsledku. Při zohlednění dostupných prostředků pro zkoumaný podnik byl podrobněji představen softwarový produkt pro interaktivní vizualizaci dat s primárním zaměřením na business intelligence „Power BI“ a možnost vytváření jednoduchých aplikací. Pro maximální úsporu musí být efektivně využita stávající řešení a docházet k jejich postupné integraci.

Jelikož si práce kladla za hlavní úkol odhalit stav digitalizace ve vybraném podniku a následně usilovat o jeho zlepšení, následující část práce je věnována studii stavu vybraného výrobního závodu, kde autor absolvoval praxi. Nehomogenita výrobních procesů firmy vedla autora nejprve k představení druhů procesů a jejich rozdělení do určitých úrovní. V rámci seznámení se s firmou byl vyhotoven přehled významných informačních systémů a aplikací implementovaných v závodě, který je společně s provázaností jednotlivých systémů a tokem dat napříč firmou popsán v další části práce.

Během analýzy podniku byla nalezena některá slabá místa. Všechny významné slabiny popisuje následující kapitola, kde jasně vyplývá, že hlavním společným jmenovatelem jsou data. Přestože se jedná o základní stavební kámen digitalizace, není s daty nakládáno tak, aby byl naplno využit jejich potenciál. Při prvotním zpracování nejsou dostatečně ošetřeny jejich vstupy a pravost. Následně není zajištěna analýza jejich výstupů a další využitelnost. Úzce související s problémem špatné přehlednosti dat je vyskytující se duplicita některých aplikací systémů a nesoudržnost jednotlivých oddělení v jednání o implementaci jednotlivých digitalizačních prvků a na něj navázaný problém s vedením vytvořené dokumentace.

V dalších kapitolách se již práce zaměřuje na návrhy konkrétních řešení vyvíjených ve spolupráci autora práce. První návrh implementovaný do výroby souvisí s přechodem na nový sharepoint a otevření nových možností, kdy nijak nekontrolovaný, systémově nedostatečně ošetřený proces schvalování dokumentů, byl nahrazen strukturovaným řešením, využívající Power Query, opatřený notifikacemi a se zajištěním dodržení toku informací, které musely být schváleny všemi zainteresovanými stranami. Druhý návrh byl zaměřen na přehled dat, kdy byly vytvořeny v prostředí Power BI dva přehledy cílené pro oddělení kvality. Přehledy mají za úkol usnadnit jednak práci zaměstnanci odpovědnému za hlášení informací o nekvalitě na globálních poradách, tak i jednotlivým zaměstnancům kvality při identifikaci problematických výrobků. Již na základě úspory času při takto nastavené počáteční implementaci Power BI lze říct, že má zcela jistě velký potenciál pro rozšíření a jeho širší využití i pro další oddělení v rámci analyzovaného výrobního závodu.

Závěr práce je tvořen souborem obecných doporučení pro vybraný výrobní závod, jakým způsobem by měl postupovat při zvyšování současné úrovně digitalizace. Jednotlivá doporučení jsou cílena na odhalená slabá místa vyplývající z provedené analýzy. Jelikož se jedná o obecná doporučení, je zde velký prostor pro modifikaci řešení, anebo jejich postupnou implementaci, aby rychlost vývoje a posunu firmy byla pro ni co nejvýhodnější.

I přesto, že téma práce bylo velmi komplexní a problematika ve firmě není tak známá a diskutovaná, tak se podařilo naplnit všechny body zadání. Výstup práce je tvořen konkrétními návrhy řešení na vybrané problémy a souborem doporučení pro firmu, který je postaven na nabytých poznatcích z vyhotovené rešerše o tématu digitalizace a jejím vývoji. Doporučení se opírají o zmapované možnosti na současném trhu a v neposlední řadě jsou koncipována pro maximální přínos výrobního závodu s ohledem na slabá místa zjištěná při jeho analýze. Podnik, při zaměření se na základní principy obsažené v doporučeních, by měl být schopen velmi dobře obstát v nelehké zkoušce, kterou představuje příchod Průmyslu 4.0, a to i přes limity způsobené jeho globální politikou.

Seznam použité literatury

- ISO, [s. a.]. ISO/TR 9007:1987. online. In: ISO. Dostupné z: <https://www.iso.org/standard/16549.html>. [citováno 2023-12-14].
- APOSTOLOPOULOS, Aris, 2020. Employee upskilling & reskilling statistics: Casting light on the trend. online. In: *TalentLMS Blog*. Dostupné z: <https://www.talentlms.com/blog/reskilling-upskilling-training-statistics/>. [citováno 2023-12-13].
- ARLOW, Jim a Ila NEUSTADT, 2007. *UML 2 a unifikovaný proces vývoje aplikací: objektově orientovaná analýza a návrh prakticky*. Vyd. 1. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-1503-9.
- AZURE, [s. a.]. *Co je analýza velkých objemů dat? | Microsoft Azure*. Webové sídlo. Dostupné z: <https://azure.microsoft.com/cs-cz/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-big-data-analytics>. [citováno 2023-12-13].
- BRYNJOLFSSON, Erik a Filip DRLÍK, 2015. *Druhý věk strojů: práce, pokrok a prosperita v éře špičkových technologií*. Vydání první. V Brně: Jan Melvil Publishing. ISBN 978-80-87270-71-4.
- CEJNAROVÁ, Andrea, 2015. Od 1. průmyslové revoluce ke 4. | Technický týdeník. online. 2015. Dostupné z: https://www.technickytydenik.cz/rubriky/ekonomika-byzns/od-1-prumyslove-revoluce-ke-4_31001.html.
- COMES.CZ, [s. a.]. Digitalizace výroby v praxi | MM Průmyslové spektrum. online. In: www.mmspektrum.com. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/digitalizace-vyroby-v-praxi>. [citováno 2023-12-13].
- DAVIDISEMINGER, 2023. *Co je Power BI Desktop? - Power BI*. Webové sídlo. Dostupné z: <https://learn.microsoft.com/cs-cz/power-bi/fundamentals/desktop-what-is-desktop>. [citováno 2023-12-14].
- DESOUTTERTOOLS, [s. a.]. *Pivotware: Innovative Process Control & Work Guidance Systems*. Webové sídlo. Dostupné z: <https://www.desouttertools.com/tools/64/process-control-pivotware>. [citováno 2023-12-13].

- HITACHI, [s. a.]. *Industry 4.0: Accelerating Digitalization in Manufacturing*. Webové sídlo. Dostupné z: <https://social-innovation.hitachi/en-us/think-ahead/manufacturing/industrial-digitalization-for-smart-manufacturing/>. [citováno 2023-12-13].
- IKOMPLET, [s. a.]. HELIOS Easy, informační systém pro malé firmy a živnostníky. In: *iKOMPLET*. Dostupné z: iKOMPLET, <http://ikomplet.cz/informacni-system/informacni-system-helios/helios-easy/>. [citováno 2023-12-14].
- IOT-PORTAL, 2016. Kyberfyzikální systémy. In: *IoT portál*. 2016-08-22. Dostupné z: IoT portál, <https://www.iot-portal.cz/2016/08/22/kyberfyzikalni-systemy/>. [citováno 2023-12-13].
- IS-HELIOS, [s. a.]. Integrovaná řešení | HCV Informační systémy Helios. online. In: *Helios*. Dostupné z: <https://www.is-helios.cz/integra%C4%8Dn%C3%AD-%C5%99e%C5%A1en%C3%AD>. [citováno 2023-12-13].
- JONÁK, Zdeněk, 2003. *KTD: Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy (TDKIV)*. Webové sídlo. Dostupné z: https://aleph.nkp.cz/F/?func=direct&doc_number=000000442&local_base=KTD.
- KOFALT, James, 2022. A short guide to primary SAP S/4HANA modules and LOBs | TechTarget. online. In: *SearchSAP*. Dostupné z: <https://www.techtarget.com/searchsap/tip/A-short-guide-to-primary-SAP-S-4HANA-modules-and-LOBs>. [citováno 2023-12-13].
- LIKER, Jeffrey K., 2021. *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. Second edition. New York: McGraw Hill Education. ISBN 978-1-260-46851-9.
- MANAGEMENTMANIA, 2018. Data. online. In: *ManagementMania.com*. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/data>. [citováno 2023-12-14].
- MAŘÍK, Vladimír, 2016. *Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku*. Vydání 1. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-440-0.
- MICROSOFT, [s. a.]. *Informace o Dynamics 365 pro maloobchod - Podpora Microsoftu*. Webové sídlo. Dostupné z: <https://support.microsoft.com/cs-cz/topic/informace-o-dynamics-365-pro-maloobchod-115426f8-371d-e34f-182d-9ddad655ccd4>. [citováno 2023-12-13].

- MIGI, 2019. Lekce 1 - Úvod do SAPu. online. In: *itnetwork*. Dostupné z: <https://www.itnetwork.cz/uvod-do-sap>. [citováno 2023-12-14].
- MIHART, 2023a. *Co je Power BI? - Power BI*. Webové sídlo. Dostupné z: <https://learn.microsoft.com/cs-cz/power-bi/fundamentals/power-bi-overview>. [citováno 2023-12-13].
- MIHART, 2023b. *Porovnání Power BI Desktopu a služba Power BI - Power BI*. Webové sídlo. Dostupné z: <https://learn.microsoft.com/cs-cz/power-bi/fundamentals/service-service-vs-desktop>. [citováno 2023-12-13].
- MOSS, Michael S. a Barbara ENDICOTT-POPOVSKY, 2015. *Is digital different? how information creation, capture, preservation and discovery are being transformed*. London: Facet Publishing. ISBN 978-1-85604-854-5.
- ORACLE, [s. a.]. *How can you equip your workforce with a modern ERP and make them more productive?* Webové sídlo. Dostupné z: <https://www.oracle.com/erp/>. [citováno 2023-12-14].
- PEKOVÁ, Andrea, 2020. Co je užitečné vědět o normách a dalších dokumentech. online. In: *Česká společnost pro jakost*. Dostupné z: <https://www.csq.cz/infocentrum/odborne-clanky/detail/co-je-uzitecne-vedet-o-normach-a-dalsich-dokumentech>. [citováno 2023-12-12].
- PELANTOVA, Vera a Dominik KOLAR, 2021. A COMPLEX CONCEPTION OF MANAGEMENT SYSTEM OF ORGANISATIONS AND SOCIAL RESPONSIBILITY. online. *MM Science Journal*, roč. 2021, č. 6, s. 5481–5487. Dostupné z: https://doi.org/10.17973/MMSJ.2021_12_2021028.
- POWEAPPS.MICROSOFT, [s. a.]. *Platforma pro vývoj s minimálním psaním kódu | Microsoft Power Apps*. Webové sídlo. Dostupné z: <https://powerapps.microsoft.com/cs-cz/low-code-platform/>. [citováno 2023-12-14].
- POWERBI, [s. a.]. *Co je business intelligence | Microsoft Power BI*. Webové sídlo. Dostupné z: <https://powerbi.microsoft.com/cs-cz/what-is-business-intelligence/>. [citováno 2023-12-13].
- ROUSE, Margaret, 2017. What is manufacturing execution system (MES)? | Definition from TechTarget. online. In: *ERP*. Dostupné

z: <https://www.techtarget.com/searcherp/definition/manufacturing-execution-system-MES>. [citováno 2023-12-13].

ROUSE, Margaret, 2020. What is ERP (Enterprise Resource Planning)? online. In: *ERP*. Dostupné z: <https://www.techtarget.com/searcherp/definition/ERP-enterprise-resource-planning>. [citováno 2023-12-14].

RŮŽIČKOVÁ, Martina, 2018. Data mining — Co? Jak? K čemu? In: *EDTECH KISK*. 2018-05-14. Dostupné z: EDTECH KISK, <https://medium.com/edtech-kisk/data-mining-co-jak-k-%C4%8Demu-c5176179303b>. [citováno 2023-12-14].

ŘEPA, Václav, 2007. *Podnikové procesy: procesní řízení a modelování*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2252-8.

SAP, [s. a.]. SAP: Softwarové produkty pro nejlépe řízené podniky. online. In: *SAP*. Dostupné z: <https://www.sap.com/cz/products.html>. [citováno 2023-12-13].

SOFTLI.CZ, Řešení |, [s. a.]. *Řešení | SoftLi.cz*. Webové sídlo. Dostupné z: <https://softli.cz/cs/reseni>. [citováno 2023-12-13].

S.R.O. (WWW.INSPIRE.CZ), INSPIRE CZ, [s. a.]. *7 důvodů, proč se vyplatí digitalizace firmy*. Webové sídlo. Dostupné z: https://www.socosit.cz/novinky/digitalizace-firmy?gclid=CjwKCAiA0cyfBhBREiwAAAtStHFdaFQQANorP1oRG-Ttc65-7unOG-wZdl9oI0AcO7aY24GLoaaCpHRoCINsQAvD_BwEhttps%3A%2F%2Fwww.socosit.cz%2Fnovinky%2Fdigitalizace-firmy%3Fgclid%3DCjwKCAiA0cyfBhBREiwAAAtStHFdaFQQANorP1oRG-Ttc65-7unOG-wZdl9oI0AcO7aY24GLoaaCpHRoCINsQAvD_BwE. [citováno 2023a-12-13].

S.R.O. (WWW.INSPIRE.CZ), INSPIRE CZ, [s. a.]. *7 důvodů, proč se vyplatí digitalizace firmy*. Webové sídlo. Dostupné z: https://www.socosit.cz/novinky/digitalizace-firmy?gclid=CjwKCAiA0cyfBhBREiwAAAtStHFdaFQQANorP1oRG-Ttc65-7unOG-wZdl9oI0AcO7aY24GLoaaCpHRoCINsQAvD_BwE. [citováno 2023b-12-14].

STŘELKA, Ing Jaroslav, 2018. *Jak začít s digitalizací výroby?* Webové sídlo. ISSN 1802-615X. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/jak-zacit-s-digitalizaci-vyroby.htm>. [citováno 2023-12-13].

SYSTEMONLINE, 2020. *Nové vývojové prostředí Low-Code a No-Code jako součást moderního ERP systému*. Webové sídlo. ISSN 1802-615X. Dostupné

z: <https://www.systemonline.cz/zpravy/nove-vyvojove-prostredi-low-code-a-no-code-jako-soucast-moderniho-erp-systemu-z.htm>. [citováno 2023-12-13].

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2017. *Průmysl 4.0, aneb, Nikdo sám nevyhraje*. První vydání. Průhonice: Professional Publishing. ISBN 978-80-906594-4-5.

VAŠEK, Jan, 2020. Čtyři klíčové otázky pro digitalizaci nákupu - Ústav ekonomiky a managementu. online. In: *kem.vscht.cz*. Dostupné z: <https://kem.vscht.cz/digitalni-nakup-scm/2020/21-ctyri-klicove-otazky-pro-digitalizaci-nakupu>. [citováno 2023-12-14].

VRANA, Ivan a Karel RICHTA, 2005. *Zásady a postupy zavádění podnikových informačních systémů: praktická příručka pro podnikové manažery*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-1103-4.

ZAMLYNOVÁ, Terezie, 2019. *Odstartovala další průmyslová revoluce. Období mezi jednotlivými etapami se stále zkracuje*. Webové sídlo. Dostupné z: <https://tech.instory.cz/technologie/848-odstartovala-dalsi-prumyslova-revoluce-obdobi-mez-i-jednotlivymi-etapami-se-stale-zkracuje.html>. [citováno 2023-12-13].