

Implementace Product Lifecycle Management v montáži

Bc. Jakub Hajný

Diplomová práce
2022



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická
Ústav výrobního inženýrství

Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Jakub Hajný**
Osobní číslo: **T20571**
Studijní program: **N0788A270002 Výrobní inženýrství**
Specializace: **Stroje a nástroje pro zpracování polymerů a kompozitů**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Implementace Product Lifecycle Management v montáži**

Zásady pro vypracování

I. Teoretická část:

- Technologie montáže
- Principy Product Lifecycle Management
- Modelování podnikových procesů
- Digitalizace

II. Praktická část:

- Sestavení modelu výrobních procesů
- Transformace výrobních procesů
- Realizace digitalizace v montáži
- Diskuze

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

Seznam doporučené literatury:

STARK, John. Product Lifecycle Management (Volume 1): 21st Century Paradigm for Product Realisation. 3rd ed. 2015. Imprint: Springer, 2015. Decision Engineering. ISBN 9783319330501.
CHROMJAKOVÁ, Felicitá, David TUČEK a Roman BOBÁK. Projektování výrobních procesů pro Průmysl 4.0. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2017. ISBN 978-80-7454-680-8.
MAŘÍK, Vladimír. Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku. Praha: Management Press, 2016. ISBN 978-80-7261-440-0.
BUDÍKOVÁ, Marie, Maria KRÁLOVÁ a Bohumil MAROŠ. Průvodce základními statistickými metodami. Praha: Grada, 2010. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3243-5.
TEREK, Milan. Dotazníkové prieskumy a analýzy získaných dát. Equilibria, 2019. ISBN 978-80-8143-247-7.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Ondřej Bílek, Ph.D.**
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce: **3. ledna 2022**
Termín odevzdání diplomové práce: **13. května 2022**

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

L.S.

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

Ve Zlíně dne 18. února 2022

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně dne:

Bc. Jakub Hajný

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Tato diplomová práce pojednává o názorném příkladu ve výrobním prostředí, kdy pomocí běžně používaných nástrojů v odborné praxi dojde k rychlé a efektivní analýze v montáži a jejich přidružených procesech. Na základě této analýzy je zpracován návrh a výpočet časové a finanční úspory pro nadnárodní společnost. Výsledek této analýzy a návrhu lze následně připravit pro prezentaci a obhajobu před investory. Tato diplomová práce může sloužit jako vodítko pro podobné projekty v praxi kdy díky PLM systémům lze docílit významných benefitů např. finanční a časové úspory.

Klíčová slova:

PLM, Montáž, Výroba, Dokumentace, LEAN

ABSTRACT

This diploma thesis is concerned with a real situation, in which simple and worldwide known instruments are used for a quick and effective analysis in the assembly and connected processes. Based on this analysis a proposal which includes calculation of time and expenses is prepared for a corporation. The result of this proposal could be presented before an internal management. This diploma thesis could serve as an example for a similar project in real situations as the PLM systems could lead to huge financial and time savings.

Keywords:

PLM, Assembly, Production, Documentation, LEAN

Celou diplomovou prací chci vyjádřit upřímné díky všem, kteří byli součástí mých studijních let na fakultě a vždy stáli po boku i v momentech které nebyly jednoduché a mnohdy znamenaly nepohodlí jak v pracovním, tak osobním životě. Především bych chtěl zmínit oporu u svých rodičů, sourozenců, profesorů, kamarádů, spolužáků, kolegů a vedoucích kteří umožnili absolvovat celé studium při plnohodnotné práci ve velké mezinárodní firmě. Věřím že tyto zkušenosti a znalosti které jsem během mnohaletého studia nasbíral, budou k dispozici v případě potřeby všem těm, kteří stáli po boku, když jsem potřeboval pomoci anebo jakýmkoliv způsobem dopomohli dosáhnout tíženého cíle.

Především chci moc poděkovat za velmi cenné rady, připomínky a veškerý čas své odborné konzultantce paní inženýrce Petře Hámorové, dále také patří velké díky vedoucímu práce panu doc. Ing. Ondřeji Bílkovi.

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

OBSAH

ÚVOD.....	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 OBECNÝ POPIS PRODUCT LIFE CYCLE MANAGEMENT	13
1.1 HISTORIE PLM.....	14
1.2 PŘÍNOS PLM	15
2 FÁZE ŽIVOTNÍHO CYKLU VÝROBKU	16
2.1 VÝVOJOVÁ FÁZE	17
2.2 ZAVÁDĚCÍ FÁZE	18
2.3 RŮSTOVÁ FÁZE.....	18
2.4 FÁZE ZRALOSTI	19
2.5 FÁZE ÚPADKU.....	20
3 PLM SYSTÉMY	21
3.1 DIGITALIZACE	22
3.2 AUTODESK VAULT PROFFESIONAL	23
3.2.1 Příklady podporovaných aplikací.....	23
4 TECHNOLOGIE MONTÁŽE.....	24
4.1 DRUHY MONTÁŽE.....	24
4.1.1 Interní	24
4.1.2 Externí	24
4.2 VÝROBNÍ PROCES	24
4.3 VÝZNAM SLOVA MONTÁŽ	25
4.4 TYPY MONTÁŽNÍCH LINEK.....	25
4.4.1 Nepohyblivá, soustředěná montáž	25
4.4.2 Pohyblivá montáž s volným pracovním taktem	26
4.4.3 Pohyblivá montáž s vázaným pracovním taktem.....	26
4.5 PŘESNOST VÝROBY A JEJÍ VLIV NA NÁKLADY MONTÁŽE.....	27

5	NÁSTROJE PRO MODELOVÁNÍ PODNIKOVÝCH PROCESŮ.....	28
5.1	OEE – OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS, CELKOVÁ EFEKTIVNOST ZAŘÍZENÍ	28
5.2	TPM – TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE, TOTÁLNĚ PRODUKTIVNÍ ÚDRŽBA.....	29
5.2.1	Cíle TPM.....	29
6	LEAN.....	31
6.1	DEFINICE.....	31
6.2	VÝZNAM LEAN.....	32
6.3	ISHIKAWA DIAGRAM.....	33
6.4	FLOWCHART.....	33
6.5	NÁSTROJE LEAN	36
6.5.1	5x PROČ	36
6.5.2	5S.....	36
6.5.3	Spaghetti diagram.....	38
6.5.4	Bottleneck – nejslabší místo procesu	38
6.5.5	Zákazník – Customer	40
6.5.6	FMEA – Failure Mode Effect Analysis	40
6.5.7	PFMEA – Process Failure Mode Effect Analysis.....	41
6.5.8	Poka-yoke.....	41
7	NORMY	42
7.1	IATF 16949	42
7.2	ISO 9001.....	42
7.3	ISO 14001.....	43
7.4	ISO 45001.....	43
7.5	ISO/IEC 80079-34.....	43
8	PROJEKTOVÉ ŘÍZENÍ	44
9	SHRnutí TEORETICKÉ A CÍLE PRAKTICKÉ ČÁSTI.....	46

II PRAKTICKÁ ČÁST.....	47
10 HIERARCHIE SPOLEČNOSTI	48
10.1.1 HIERARCHIE TOP MANAGEMENTU	48
10.2 ODDĚLENÍ VÝVOJE	49
10.2.1 POPIS ODDĚLENÍ A JEHO ÚKOL	49
10.2.2 HIERARCHIE.....	49
10.2.3 ANALÝZA SOFTWARE	50
10.3 ODDĚLENÍ KVALITY	51
10.3.1 POPIS ODDĚLENÍ A JEHO ÚKOL	51
10.3.2 HIERARCHIE.....	51
10.3.3 ANALÝZA SOFTWARE	52
10.4 TECHNICKÝ ÚSEK.....	53
10.4.1 POPIS ODDĚLENÍ A JEHO ÚKOL	53
10.4.2 HIERARCHIE.....	53
10.4.3 ANALÝZA SOFTWARE	54
10.5 MATICE SW VE VÝROBNÍ SPOLEČNOSTI	55
10.6 VÝPIS ŘÍZENÉ DOKUMENTACE.....	55
10.7 VÝROBNÍ/PRACOVNÍ INSTRUKCE.....	56
10.8 FORMULÁŘ.....	57
10.9 PROCESNÍ MAPY	58
11 ANALÝZA PROCESU ŘÍZENÉ DOKUMENTACE V MONTÁŽI.....	59
11.1 SPAGHETTI DIAGRAM	59
11.2 FLOWCHART PRÁCE S DOKUMENTEM	60
11.3 GANTT DIAGRAM PRÁCE S DOKUMENTEM	61
12 ANALÝZA PRACOVNÍHO VYTÍŽENÍ.....	62
13 POPIS KROKŮ V PLM SYSTÉMU.....	64
14 EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍHO ŘEŠENÍ.....	68
14.1 VYČÍSLENÍ HODNOTY VYDÁNÍ JEDNÉ PRACOVNÍ INSTRUKCE.....	68

14.1.1	Základní vstupní hodnoty.....	68
14.2	ANALÝZA PRO CELOU VÝROBNÍ SPOLEČNOST.....	69
14.2.1	Výhody.....	69
14.2.2	Nevýhody.....	69
14.3	VYČÍSLENÍ HODNOTY METODY ZA 1 ROK.....	70
15	NÁVRH ŘEŠENÍ IMPLEMENTACE PLM V MONTÁŽI.....	71
15.1	VYČÍSLENÍ HODNOTY JEDNÉ VYDANÉ INSTRUKCE PŘI POUŽITÍ PLM SYSTÉMU.....	71
15.1.1	Základní vstupní hodnoty.....	71
15.2	ANALÝZA PRO CELOU VÝROBNÍ SPOLEČNOST.....	72
15.2.1	Výhody PLM.....	72
15.2.2	Nevýhody PLM.....	72
15.3	VYČÍSLENÍ HODNOTY METODY ZA 1 ROK POMOCÍ PLM.....	73
16	POROVNÁNÍ NÁVRHŮ.....	74
16.1	HLAVNÍ BENEFITY ZAVEDENÍ POMOCÍ PLM SYSTÉMU.....	75
	ZÁVĚR.....	76
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	82
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	83
	SEZNAM TABULEK.....	85

ÚVOD

Pracovat v nadnárodní korporaci znamená být pod obrovským tlakem. Tento tlak je způsoben situací na trhu, který je obrovskou příležitostí pro růst. Nadnárodní korporace a investoři soustředí své prostředky do modernizací, sledování ukazatelů a automatizace do svých výrobních hal a obrobů s cílem maximalizovat své zisky. Tato diplomová práce se věnuje aplikaci v praxi, kdy se výsledek této práce vyhodnotí na úrovni top managementu a daný software se implementuje v případě kladného výsledku vyčíslené úspory. Diplomová práce je rozdělena na dvě části, teoretickou a praktickou.

Teoretická část má za úkol provést základními nástroji moderní výrobní společnosti k vyhodnocování problémových míst, analýz a projektů. Napříč touto částí jsou shrnuty důležité úseky dané problematiky z předních světových literatur, které se na daný úsek soustředí. Jsou zde také zmíněny základní normy v oblasti kvality automotive standardu. V neposlední řadě je zde zmíněna problematika štíhlé výroby, která stále určuje trend výrobních společností k lepším výsledkům jak efektivity, tak snižování plýtvání ve výrobě nebo samotných nákladů (personálních, investičních).

Druhá, praktická část diplomové práce se na počátku soustředí na jednoduchou orientaci v příkladové firemní hierarchii a sbírá data, která se na dalších stranách této části vyhodnocují pomocí již zmíněných nástrojů v teoretické části. Na základě získaných dat této analýzy se zjevné nejužší místo podrobněji zpracuje a vypočítá se časová náročnost nynějšího řešení. Na toto řešení, pokud to dovolí situace a prostředky se pomocí implementace PLM softwaru vypracuje analýza jako v předchozím případě a její výsledky se porovnají.

Na závěr této práce jsou komplexně shrnuty všechny klady a zápory daného řešení, je také vyzdvížen celkový přínos navrhované změny postupu pro stávající situaci. Tyto benefity v případě aplikace v reálném prostředí jsou v dnešním pracovním prostředí velmi vítány.

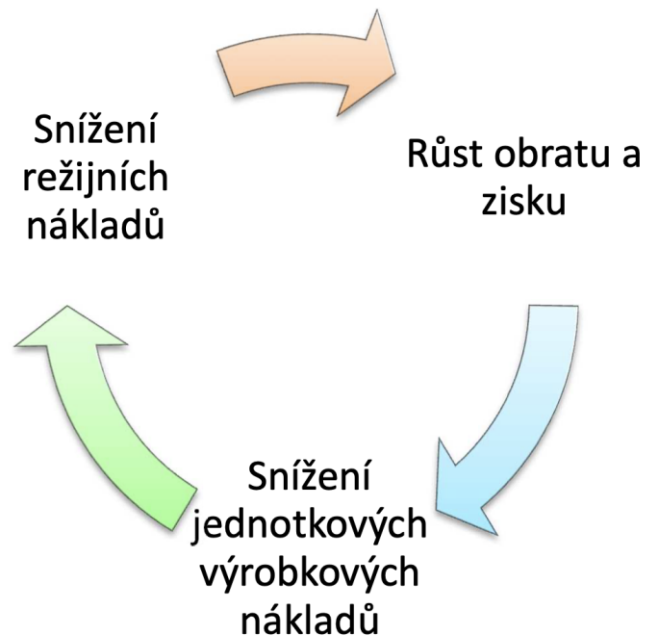
I. TEORETICKÁ ČÁST

1 OBECNÝ POPIS PRODUCT LIFE CYCLE MANAGEMENT

Product Lifecycle Management (PLM) jsou obchodní činnosti nebo softwary, které dokáží nejefektivnějším způsobem řídit produkty společnosti po celou dobu jejich životního cyklu; od prvního nápadu na produkt až po jeho vyřazení a likvidaci.

PLM spravuje jak jednotlivé produkty, tak produktové portfolio, tedy kolekci všech produktů společnosti. Řídí také produkty od začátku jejich životních etap, včetně vývoje, přes růst a zralost až do konce životnosti.

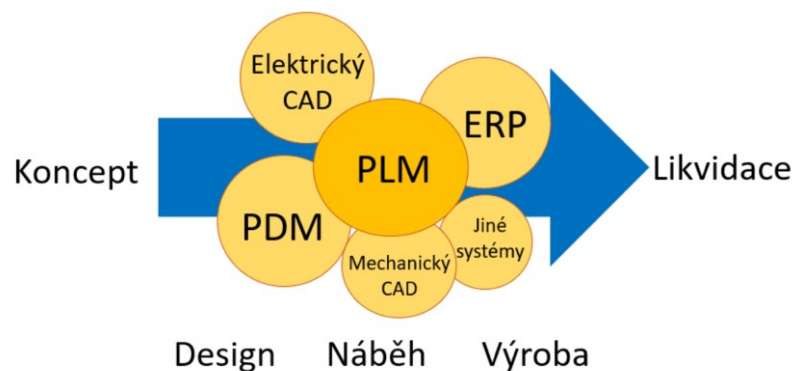
Cílem PLM je zvýšit výnosy a snížit náklady související s produkty, maximalizovat hodnotu produktového portfolio a maximalizovat hodnotu současných a budoucích produktů pro zákazníky i akcionáře. [1]



Obr. 1 Hlavní přínos zavedení PLM [1]

1.1 HISTORIE PLM

První komerční aplikace CAD (Computer Aided Design) [2] pro minipočítače se objevily v 70. letech 20. století a předznamenal revoluční změnu, která se následně v práci konstruktérů odehrála. V současnosti se CAD využívá prakticky v každém výrobním podniku, který má vlastní konstrukci. S rozmachem CAD se data z projekce a konstrukce začala stěhovat z papíru do CAD souborů. Počet těchto souborů v podniku rychle narůstal a udržet pořádek v jejich ukládání a archivaci bylo stále těžší. V tomto momentě začínají mít zásadní význam PDM systémy na trhu.



Obr. 2 Rozložení fází životního cyklu produktu [3]

PDM, anglicky Product Data Management, česky Řízení výrobních dat, je systém určený k řízení (správě) dat o výrobcích a s nimi spojených pracovních procesů. Systémy PDM zprvu začínaly jako pouhé trezory na výstupní soubory CAD konstruktérů, ale jejich funkce se postupně rozšiřovaly. Uchovávané informace nyní zahrnují CAD modely, výkresy, kusovníky, údaje o dílech, produktové specifikace, NC programy, výsledky analýz, související korespondenci atd. PDM se stará také o udržování verzí dokumentů. Uživatelé PDM jsou hlavně vývojáři a konstruktéři, ale mohou to být i pracovníci z výroby, projektoví manažeři, lidé z prodeje, marketingu, nákupu, financí, kteří také mohou přispět k návrhu produktu. PDM lze považovat za jakousi nadstavbu CAD, protože má smysl ho provozovat jen když už podnik využívá CAD.

PLM je potom další nadstavbou, resp. vyšším vývojovým stupněm PDM. Rozdíl mezi PDM a PLM je v tom prostředním písmenu: PDM je data management, má na starost data týkající se konstrukce výrobku, zatímco PLM je lifecycle management, tedy zabývá se celým životním cyklem výrobku. Orientuje se na všechny procesy, které se výrobku za jeho života

týkají. PLM má výrazně širší záběr, sleduje produkt až do výroby a dále k zákazníkovi. Má silné vazby na ERP. Není to jen aplikace (jako je CAD i PDM), je to komplexní informační systém, jehož implementace je hodně náročná a vždy si vynutí podstatné změny ve způsobu práce celé organizace. Jeho uživatelé pak jsou v celém podniku, a dokonce i u jeho externích partnerů. Nasazení PLM automaticky předpokládá i používání systému PDM, který je de facto vždy v PLM obsažen. [2]

1.2 Přínos PLM

PLM poskytuje výhody po celou dobu životního cyklu produktu. Mezi příklady, patří rychlejší uvádění produktů na trh na začátku života, poskytování lepší podpory pro jejich používání během středního života a lepší řízení jejich konce, je to ovšem také velmi důležitý nástroj pro digitalizaci výrobních dat. Společnosti se zaměřením na produkt hledají PLM, aby poskytovaly výhody v hlavních oblastech viz Tabulka 1.

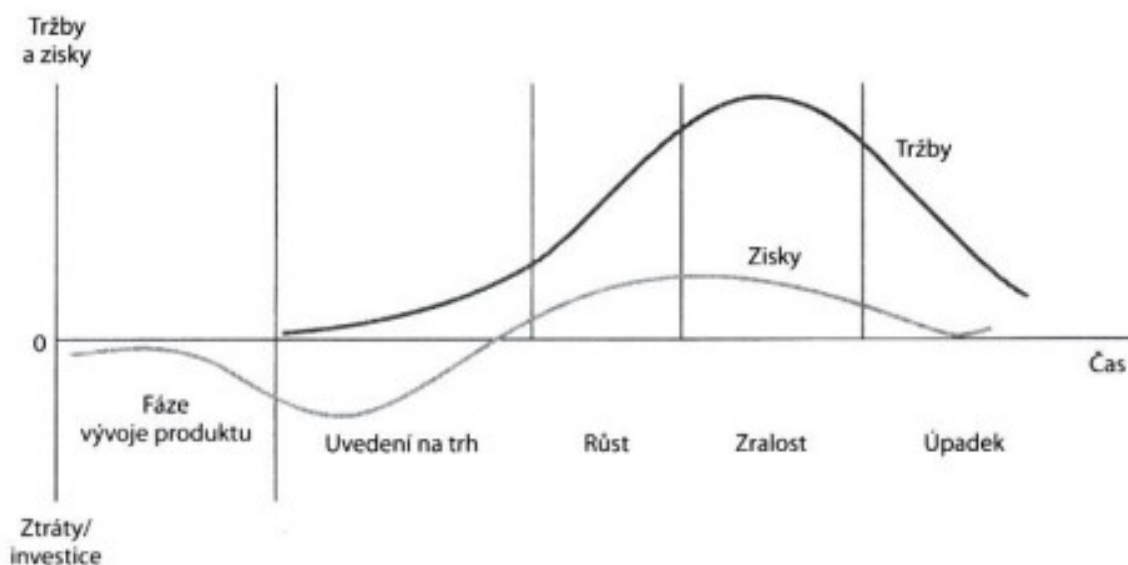
Výhody PLM jsou měřitelné a viditelné na spodním řádku. Typické současné cíle pro PLM jsou zvýšit výnosy z produktů o 30 % a snížit náklady na údržbu produktu o 50 %.

Tabulka 1 Přínos implementovaného PLM softwaru [1]

Oblast benefitů	Příklad PLM Benefitů
Finanční přínos	Zvýší příjmy dřívějším uvedením na trh; sníží náklady na vývoj produktu.
Časová náročnost, kvalitativní náročnost	Sníží dobu zdržení projektu; zkrátí dobu technické změny sníží vady výrobního procesu; sníží počet návratů; sníží počet stížností zákazníků, reklamací.
Podnikový přínos	Zvýší míru inovací; zvýší faktor opětovného použití součástí; zvýší sledovatelnost produktu; zajistí 100 % shodu konfigurace.
Digitalizace	Všechny data jsou digitalizována a umožňují práci s dokumentem na velmi velké vzdálenosti.

2 FÁZE ŽIVOTNÍHO CYKLU VÝROBKU

Fáze životního cyklu výrobku dokážeme zobrazit na následujícím grafu. Tento graf popisuje jednotlivé fáze životního cyklu. Během fází může být daná služba nebo daný výrobek postupně různě vylepšován a inovován. S životním cyklem jsou následně také spojeny prodeje i výnosy, s jejichž vytrvale sestupnou tendencí pak souvisí i případný konec životního cyklu. Pokud nevychází pravidelně nové verze, které jsou aktualizovány o případné nedostatky nebo poznatky z doby životnosti předchozí verze. Vztah mezi objemem prodeje a ziskem je znázorněn dvěma křivkami (Obr. 3) níže. [4]



Obr. 3 Vztah mezi objemem prodeje a ziskem [4]

2.1 Vývojová fáze

Ve vývojové fázi pracuje podnik na vývoji nového produktu, který se chystá uvést na trh. Pro tuto fázi jsou typické vysoké náklady na vývoj. První fáze životního cyklu se skládá z několika etap, které dohromady tvoří projekt. Tyto etapy je možné seřadit podle časové posloupnosti. V každé z etap projektu jsou zapojeny vstupní zdroje, ať už se jedná o myšlenkové vstupy, plány nebo samotné využití materiálních prostředků.

Životní cykly projektu uvedené výše, (Obr. 2) vymezují typy pracovních úkonů, které je nutno v dané etapě provést, výstupy z jednotlivých etap i následné ověřování a hodnocení. V neposlední řadě znázorňují také interakce v jednotlivých etapách, které jsou do daného projektu zapojeny.



Obr. 4 Rozložení fází projektu dle [5]

V procesu vývoje produktu jsou jednotlivé kroky spíše intelektuální a organizační než fyzické. Jsou tedy velmi závislé na kreativitě účastníků vývojového procesu. Vývoj produktu obsahuje mnoho aspektů. Jeho součástí není jen systematický proces výroby produktů, ale také aspekty, které se týkají využití většího počtu technologií, organizačního zaměření na řízení rozvoje produktů ve větších společnostech. [5]

2.2 Zaváděcí fáze

V této fázi je na trh umístěn nový produkt, který je pro zákazníka buď známý velmi málo nebo zcela neznámý. Poptávka po výrobku je zatím velmi nízká, a proto je velmi důležitá reklamní kampaň. Pokud je této před fázi věnována nedostatečná pozornost a informační kampaň je nedostatečně propracovaná, může mít výrobek i přes vysokou perspektivu problém s uvedením a získáním místa na trhu konkurenčních produktů. Během zavádění produktu je velmi nejisté, jaký u zákazníků sklídí úspěch. Z toho důvodu mnoho firem vyrábí více variant daného produktu a zaměřuje se především na nové inovace [6].

Zaváděcí fázi je možno charakterizovat tím, že náklady na produkt jsou vyšší než tržby či zisky. Příčinou jsou počáteční investice nejen do vývoje produktu, ale také do reklamní kampaně. Do reklamní kampaně pro produkt nově uvedený na trh by společnost měla investovat jednu třetinu prostředků z celkových zisků, které očekává od produktu během následujících dvou let. V této fázi by se měly podniky vyvarovat nasazení příliš vysoké ceny produktu. Tím by mohlo dojít k odrazení potencionálních zákazníků, což by velmi zkomplikovalo zavedení produktu na trh. Podniky si musí ujasnit, co přesně od produktu očekávají. Zda jsou to dlouhodobé a konzistentní zisky, nebo rychlý start s vysokou prodejní cenou, následovaný ještě rychlejším úpadkem. Při zavedení produktu na trh si tedy společnost musí vybrat vhodnou strategii [7], [8]

2.3 Růstová fáze

V této fázi produkt začíná postupně přinášet více tržeb a větší zisk. Jsou nutné investice na výrobu a udržování oblíbenosti, aby daný produkt zaplavil trh. Spokojení zákazníci rozšiřují povědomí o produktu společně se svými zkušenostmi. Což je pro výrobek nejlepší reklama, ovšem pouze v případě, že je zákazník s daným výrobkem plně spokojen [9].

V růstové fázi se obvykle nemění cena daného produktu. Výjimku tvoří pouze společnosti, které použily zahajovací, nízké ceny, aby nalákaly zákazníky, a nyní musí ceny přizpůsobit poptávce a trhu obecně. V této fázi nemusí firmy platit masivní reklamní kampaně. Naopak pouze se snaží udržovat povědomí o výrobku vhodně mířenými reklamami, které vyzdvihují přednosti výrobku a poukazují na důvody, proč je dobré si právě daný produkt koupit [6].

Na trh se snaží proniknout konkurenti s obdobným nebo již vylepšeným produktem. V tu chvíli musí společnosti investovat své finanční zdroje do modifikace produktu nebo rozšířit své služby, či přijít na trh s novým unikátním produktem. I když se produkt nachází ve fázi růstu, je velmi důležité zaměřit své úsilí na zlepšení a zefektivnění výrobního procesu. Tento nový, originální výrobek či modifikaci ovšem musí představit na trhu dříve než konkurenční společnosti [7].

Pro prodloužení této fáze je doporučenou strategií snížení cen ve správný okamžik. Tím může společnost získat další nové zákazníky, kteří o koupi produktu za původní cenu ani neuvažovali. Ale pokud zjistí, že cena produktu značně klesla, k nákupu se odhodlají, a tím se celé společnosti zvýší tržby [7].

2.4 Fáze zralosti

Zralostní fáze obvykle trvá mnohem déle než předcházející fáze. Výrobek dosáhl své dokonalosti. Náklady jsou na nejnižší úrovni a výrobce dosahuje nejvyššího zisku. Během této fáze zůstává růst tržeb konstantní, eventuálně začne klesat. Pokles růstu tržeb značí, že trh je již přesycen výrobkem, který hojně prodával v době velké poptávky. Ovšem konstantní výroba způsobuje přebytek výrobků na trhu. Tím jsou společnosti nuceny snížit cenu, aby si výrobek koupili i ti, kteří doposud o výrobek nestáli kvůli vysoké ceně. Přebytek výrobků na trhu si žádá opětovnou reklamní kampaň, která připomene všechny kvality výrobku. To je ovšem předzvěst konce produktu [6].

Takový proces je možné zvrátit různými taktikami. Může to být například přesvědčení zákazníků, kteří jsou loajální ke značce a produkt si prozatím nekoupili, nebo fúze s jinou společností a získání jejich klientely pro produkt. Další možností jsou změny cílových skupin zákazníků či změna regionu, ve kterém je zboží nabízeno. Zaměřením na odlišné cílové skupiny, například na mladé lidi a tyto lze získat snížením cen při nabídce stejných služeb, či stejného kvalitního a funkčního výrobku. Změna regionu, třeba tam kde produkt ještě nebyl nabízen a z průzkumu trhu je zcela patrné, že lidé v dané oblasti by byli ochotni za navrženou cenu výrobek koupit, také může vyřešit tento problém. A společnost tedy může v podstatě začít znovu od stádia růstu tržeb. [7], [9]

2.5 Fáze úpadku

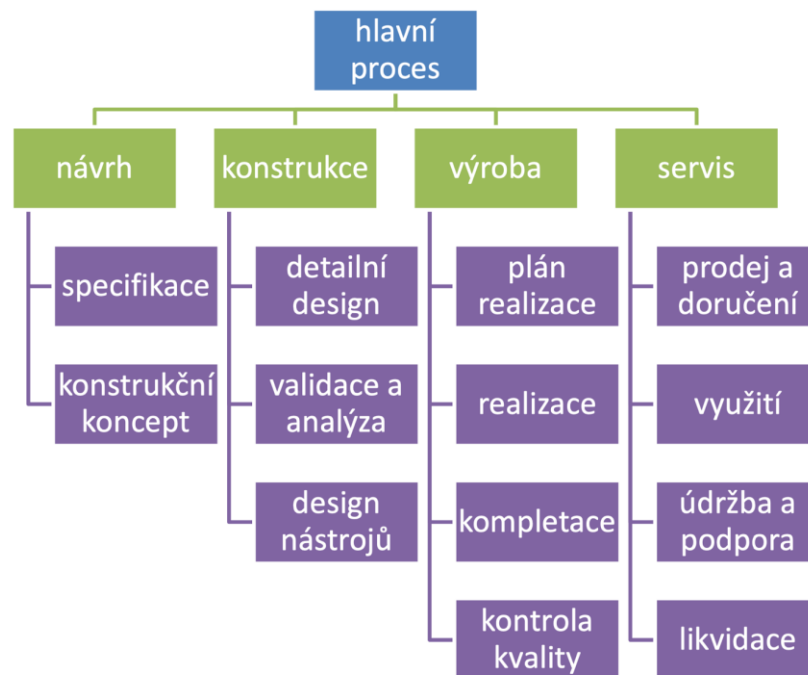
Touto fází není myšleno pouze krátkodobé snížení tržeb, které se pravděpodobně v životním cyklu produktu objeví jistě vícekrát, i když někdy může být již to první definitivní. Je tím míněn definitivní útlum, kdy už nějakou dobu tržby klesají. V této fázi se doporučuje nepokračovat v produkci, kvůli udržení dobrého jména společnosti. Není však nutné ihned veškeré vyrobené produkty likvidovat, společnost je může uskladnit a použít později jako náhradní díly. Většina firem v tomto ohledu výrobky uchovává zhruba desetinásobek času, než je délka životnosti produktu [10].

Klesání zisků může být zapříčiněno různými faktory. Od změny vkusu zákazníků, přes růst konkurence a technologické inovace až po neschopnost produktu prosadit se na trhu. Z důvodu poklesu tržeb podniky začnou snižovat ceny výrobků a tím si ještě více omezují vlastní zisk. Pokud se produkt dostane do fáze útlumu, upouští se od financování reklamních kampaní i dalších forem propagace. Firma nakonec opouští daný trh, nebo pouze jeho malé segmenty.

Pokud je zvolena strategie překrývání výrobků, je možno uvádět na trh produkty, sortimentní řady či pouze modifikace stávajících výrobků přesně ve správný čas, aby společnost stále vykazovala zisk. V období, kdy je očekáván útlum aktuálního výrobku, je na trh zavedena modifikace nebo nový výrobek, který zajišťuje nové zisky. Tato strategie může být použita mnohokrát po sobě, pouze v závislosti na dobrých nápadech [6]

3 PLM SYSTÉMY

Systém řízení životního cyklu produktu neboli PLM systém – což je obvykle míněno pojmem PLM – je v ideálním případě systém zpracování informací nebo soubor IT systémů, které integrují funkce celé společnosti. Tato integrace se provádí propojováním, integrací a řízením podnikových procesů a vyráběných produktů společnosti pomocí produktových dat. Na praktické úrovni je přijetí PLM stále příliš často omezeno pouze na určité oblasti určitých obchodních procesů, jako je návrh a vývoj produktů. Kenneth McIntosh navrhl, že PLM může být operačním rámcem CIM (Computer Integrated Manufacturing) – jednoho z ismů průmyslového podnikání. Jinými slovy jde o systém nebo soubor systémů, které pomocí informačních technologií integrují funkce celé společnosti. PLM je především spojovací technologie, nikoli individuální technologický ostrůvek nebo systém zpracování informací jako systém CAD (Computer Aided Design). Specializovaný IT systém může být velmi efektivní ve své vlastní oblasti, ale takové systémy obvykle způsobují úzká místa jinde v podnikových datových tocích a na úrovni praktické implementace v podnikových IT systémech. Nejdůležitější obchodní procesy, produktový proces a proces dodání objednávky, ve výrobním průmyslu jsou mezifunkční a meziorganizační. Úkolem PLM je v jednom smyslu zajistit nezbytné podmínky pro propojení samostatných informačních datových systémů, procesů a automatizace. [11]



Obr. 5 Vizualizace záběru PLM systému [11]

3.1 Digitalizace

Digitalizace v moderním výrobním prostředí je důležitý nástroj k zrychlování a dosažení vyšší efektivity ve výrobním podniku. K takovému kroku slouží mnoho nástrojů s velmi širokým spektrem využití. V této diplomové práci se zaměřujeme na digitalizaci dokumentace ve výrobním prostředí. K takovému účelu je určen program od společnosti Autodesk, který je popsán blíže v následující kapitole. Jako další nástroje pro digitalizace ve společnostech slouží také automatické sběry dat, servery a systémy tomu podobné. Díky digitalizaci dat a přidružených procesů dokážou dnešní výroby pracovat s náhlou změnou, ovládáním a sledováním dat s velkou účinností v čase. Pro digitalizaci je určen v aktuálním podnikovém prostředí systém od firmy Autodesk, který má mnoho přidružených podprogramů. Tyto podprogramy jsou navzájem naprogramovány tak aby dokázaly předávat informace bez nutnosti převádění nebo čerpání skrze subprogramy k předávání dat.

3.2 AUTODESK VAULT PROFESSIONAL

Autodesk Vault Professional (dříve Productstream) umožňuje využívat výhody prostředí Autodesk Data Management v rámci celého podniku. Vault Professional je samostatnou aplikací a není vázán na licenci CAD aplikace, tak jak je tomu u Vault. Data spravovaná v prostředí Vault jsou s Vault Professional plně kompatibilní, celá komunikace probíhá nad jednou databází. Vault Professional umožňuje širšímu pracovnímu týmu (obchodní oddělení, vedení podniku, servis, příprava výroby a kooperace) průběžně nahlížet na aktuální data návrhu, případně je doplňovat, poznámkovat, vyvolávat a řídit změnová řízení, vytvářet soupisky materiálu. [12]



Obr. 6 Logo Autodesk VAULT [13]

3.2.1 Příklady podporovaných aplikací

- AutoCAD,
- AutoCAD 3DS Max,
- AutoCAD Architecture,
- Inventor,
- Microsoft Excel,
- Microsoft Outlook,
- Microsoft Powerpoint,
- Microsoft Word,
- Moldflow Adviser,
- Moldflow Synergy,
- Revit Structure,
- Simulation Mechanical,
- Simulation Mechanical WS.

4 TECHNOLOGIE MONTÁŽE

Popis montáže

Montážní práce mají dlouhou historii a starověké národy věděly, jak vytvářet užitečné předměty složené z více částí. Cílem moderních montážních linek je však vyrábět vysoce kvalitní a nákladově co nejméně náročné produkty. Výroba se vyvinula od jednoho lovce-sběrače k dnešní architektuře. [14]

4.1 Druhy montáže

4.1.1 Interní

Interní montáž se provádí v rámci daného výrobního závodu a výrobek opouští výrobní proces obvykle ve stavu způsobilém k přímému použití (např. automobily, spotřební zboží). [15]

4.1.2 Externí

Externí montáž je realizována mimo výrobní závod, při níž se v předepsaném sledu montují jednotlivé části zařízení, které byly předem interně smontovány ve výrobních závodech (např. montáž značně rozměrných a objemných strojů a zařízení, mostů a konstrukcí, vzduchotechniky, potrubí, armatur). Zpravidla se jedná o stacionární montáž. [15]

4.2 Výrobní proces

Výrobní proces je často zakončen montáží, při níž se dotvářejí rozhodující předpoklady na spolehlivost a kvalitu výrobku. Prakticky skoro každé strojírenské zařízení se skládá z jednotlivých součástek. Charakteristickým znakem montážních procesů je spojování dvou či více součástek do montážních podskupin, skupin a do vyšších celků. Pro spojování součástek jsou obvykle využívány takové technologie, které zabezpečují přímé spojení bez přídavných součástí nebo materiálů. Kromě vlastního spojování přísluší do montáže obvykle i další činnosti jako je kontrola, mytí, zaběhávání, konzervace, přeprava součástí na pracovišti montáže a další. [15]

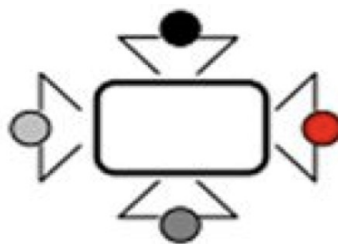
4.3 Význam slova montáž

Montáž je závěrečná a často nejsložitější etapa, kde se v podstatě koncentrují jednotlivé technické, technologické, organizační a ekonomické činitele z předcházejících etap výroby. Z pravidla se jedná o nejčastější výskyt chyb a prostoru pro nekvalitu výrobku. Abychom zamezili těmto problémům jsou velmi často využívány prostředky, které jsou více podrobně zmíněny a popsány v kapitole 6.2. [16]

4.4 Typy montážních linek

4.4.1 Nepohyblivá, soustředěná montáž

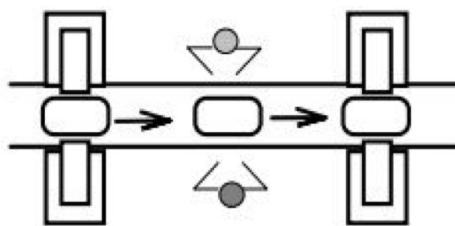
Používá se při montáži speciálních, z pravidla nadrozměrných výrobků v kusové nebo malosériové výrobě nebo u celků, které by se obtížně přemísťovaly. Montovaný výrobek je na jednom pracovišti. Kdy k danému montážnímu úkonu je potřeba buď více nástrojů nebo více pracovníků například k jeho manipulaci. Tyto montážní pracoviště jsou velmi často využívána pro výrobu strojů určených k sériové produkci. [17]



Obr. 7 Soustředěná montáž [18]

4.4.2 Pohyblivá montáž s volným pracovním taktem

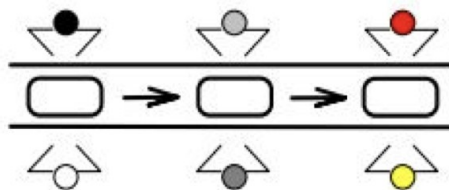
Montovaný výrobek je dopravován od jednoho montážního pracoviště k dalšímu. Pracovník provádí určité montážní operace a po jejich ukončení je montovaný výrobek přesunut k dalšímu pracovníkovi. Tyto operace nejsou svázány časovým úsekem, za který musí být daná operace splněna. Pokud se ale jakýkoliv článek řetězce zpozdí, dochází k velkým ztrátám na výstupu bez ohledu na vázaný nebo volný takt. V takových liniových schématech je brán velký zřetel na návaznost dodávek materiálu a dostupnosti pracovní síly k obsluze strojů. [17]



Obr. 8 Proudová montáž s volným taktem [18]

4.4.3 Pohyblivá montáž s vázaným pracovním taktem

Používá se u výrobků sériové a hromadné výroby. Pracovník musí provést určitou montážní operaci v daném časovém limitu. Pak je výrobek přesunut na další montážní pracoviště, kde je přidána další součást a dochází tak ke kompletaci v návaznosti na předchozí operaci. Pokud se jakýkoliv článek daného řetězce zastaví, Výstup z pracovní montážní linky je s okamžitou platností roven nule. U takových časově náročných operací je velmi kladen důraz na systém dodávek materiálu přímo do výrobní linky. [17]

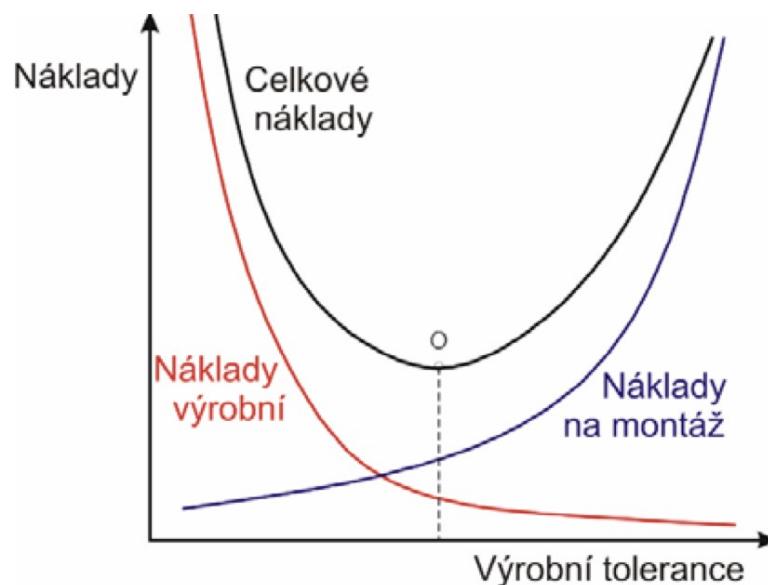


Obr. 9 Linková montáž s vázaným taktem [18]

4.5 Přesnost výroby a její vliv na náklady montáže

Značný podíl pracnosti při montáži připadá na přizpůsobovací práce. Jejich omezení, nebo v ideálním případě úplné vyloučení, závisí na kvalitě výroby spojovaných součástí a jejich přesnosti. Pod pojmem přesnost je nutno komplexně vnímat velikost tolerancí úchylek rozměrů, tvarů a polohy ploch. Právě volba přesnosti je závažným problémem pro každého konstruktéra.

Nároky výroby na přesnost jsou rozdílné podle druhu výrobku a typu výroby. Rozměrová tolerance je rozdíl mezi horním mezním rozměrem a dolním mezním rozměrem. Závislost výrobních nákladů na velikosti tolerance rozměrů je možno posoudit z grafu na další straně. (Obr. 10 Závislost nákladů na výrobní toleranci součásti



Obr. 10 Závislost nákladů na výrobní toleranci součásti [4]

Na obrázku výše (Obr. 10) je zřejmý hyperbolický nárůst nákladů na výrobu součástí při zmenšování jejich rozměrových tolerancí a razantní růst nákladů na jejich montáž při zvětšování rozměrových tolerancí. Poloha minima křivky celkových nákladů (součtová křivka) je závislá na tvaru obou dílčích křivek, a to na křivce nákladů na výrobu a montáž. Minimum na součtové křivce určuje velikost optimální tzv. hospodárné tolerance. [19]

5 NÁSTROJE PRO MODELOVÁNÍ PODNIKOVÝCH PROCESŮ

Podnikový proces je kombinací souboru činností v rámci podniku se strukturou popisující jejich logiku řád a závislost, jejichž cílem je dosáhnout požadovaného výsledku. Modelování podnikových procesů umožňuje díky analýze společné porozumění procesu. Procesní model může poskytnout komplexní pochopení napříč celé výrobní společností. Použití správného modelu zahrnuje zohlednění účelu analýzy dostupných technik a nástrojů procesního modelování. Modelování podnikových procesů na základě dat je velmi časově náročné. Tuto práci usnadňují nástroje, které jsou známé celosvětově. [20]

5.1 OEE – Overall Equipment Effectiveness, Celková efektivnost zařízení

OEE rozděluje výkon výrobní jednotky na tři samostatné, ale měřitelné komponenty: dostupnost, výkon a kvalitu. Každá složka ukazuje na aspekt procesu, který lze zacílit ke zlepšení. OEE lze aplikovat na jakoukoli jednotlivou pracovní oblast nebo shrnout na úroveň oddělení nebo závodu. Tento nástroj také umožňuje procházet velmi specifickou analýzou, jako je konkrétní číslo součásti, posun nebo některý z několika dalších parametrů. Je velmi nepravděpodobné, že jakýkoli výrobní proces může běžet na 100 % OEE. Mnoho výrobců porovnává svůj průmysl, aby si stanovili náročný cíl; 85 % není neobvyklé. Výpočtový vzorec pro OEE je: [21]

$$\text{OEE} = \text{Dostupnost} \times \text{Výkon} \times \text{Kvalita} \times (100\%)$$
$$\text{Dostupnost} = \frac{\text{Skutečný čas výroby}}{\text{Plánovaný čas výroby}}$$
$$\text{Výkon} = \frac{\text{Skutečně vyrobené množství}}{\text{Teoreticky vyrobené normované množství}}$$
$$\text{Kvalita} = \frac{\text{Celkové množství OK (shodných výrobků)}}{\text{Celkové množství všech výrobků}}$$

Obr. 11 Vizualizace OEE [22]

5.2 TPM – Total Productive Maintenance, Totálně produktivní údržba

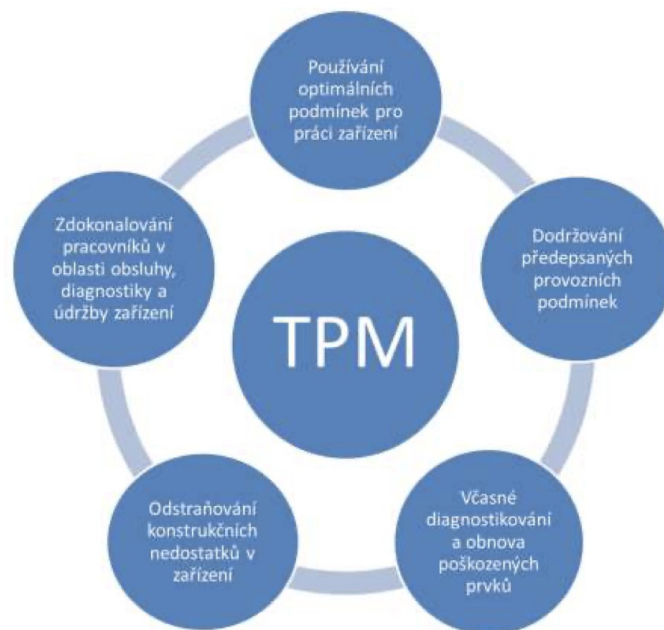
TPM je kritickým a nezbytným doplňkem štlhlé výroby. Není-li doba provozuschopnosti stroje (tj. dostupnost) předvídatelná a pokud kapacita procesu není udržitelná, musí proces udržovat dodatečné zásoby tlumit tuto nejistotu a tok procesem bude přerušen. Jedním ze způsobů, jak uvažovat o TPM, je „prevence zhoršení“ a „snížení údržby“, nikoli opravy strojů.

Z tohoto důvodu mnoho lidí nazývá TPM jako „Total Productive Manufacturing“ nebo „Total Process Management“. TPM je minimálně proaktivní přístup, jehož cílem je v podstatě zabránit jakémukoli druhu prodlev před výskytem. Jejím heslem je „nula chyb, nula pracovních úrazů a nulové ztráty“. [21]

5.2.1 Cíle TPM

TPM má pět cílů:

- Maximalizovat efektivitu zařízení,
- vyvinout systém produktivní údržby po dobu životnosti zařízení,
- zapojit všechna oddělení, která plánují, navrhují, používají nebo udržují zařízení,
- aktivně zapojit všechny zaměstnance a propagovat TPM prostřednictvím motivačního řízení.



Obr. 12 Vizualizace TPM kroků [23]

6 LEAN

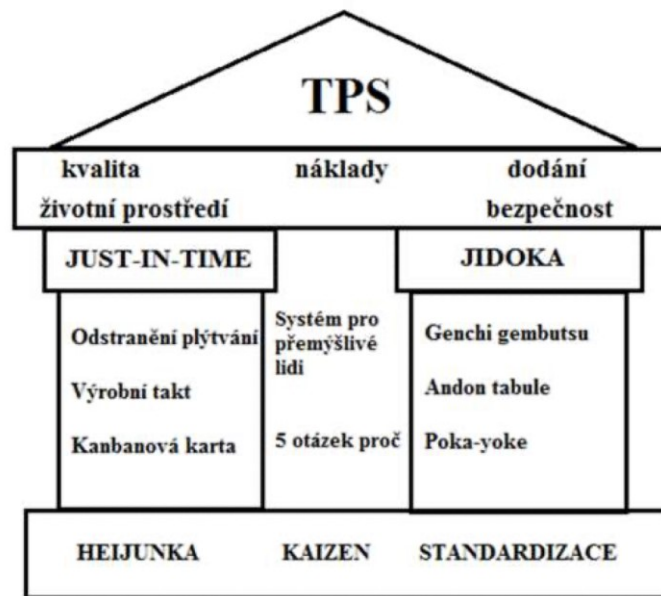
Lean kombinuje metody pro optimalizaci nebo zlepšení procesů. Tyto principy shrnují vhodné metody pro tento účel. Lean je však daleko více než jen soubor metod a principů, souvisí především se strategií a kulturou společnosti. Cílem této metodiky je výroba v dobré kvalitě v krátké dodací lhůtě za nízké náklady s velkým důrazem na zákazníka. Původ štíhlé výroby nalezneme v Japonsku ve firmě Toyota. [24]

6.1 Definice

Populární definice štíhlé výroby a výrobního systému Toyota se obvykle skládá z následujících bodů:

Je to komplexní soubor technik, které, když se zkombinují tak umožňují snížit a následně odstranit sedm plýtvání. Tento systém nejen učiní společnost štíhlejší, ale následně flexibilnější a pružnější díky snížení plýtvání.

Lean je soubor „nástrojů“, které pomáhají při identifikaci a trvalé eliminaci plýtvání, zlepšování kvality a snižování výrobního času a nákladů. Japonské termíny od Toyoty jsou v „Lean“ poměrně silně zastoupeny. K vyřešení problému plýtvání má Lean Manufacturing k dispozici několik „nástrojů“. Patří mezi ně neustálé zlepšování procesů (kaizen), „5x proč“ a ochrana proti chybám (poka-yoke). Tímto způsobem to lze považovat za velmi podobný přístup k jiným metodologiím zlepšování. [25]



Obr. 13 TPS systém [26]

6.2 Význam LEAN

Toyota Production System (zkráceně TPS) se často používá zaměnitelně s pojmy štíhlá výroba a štíhlá výroba. Pokud jde o technické problémy TPS a Lean, budou tyto termíny často používat zaměnitelně. TPS bývá zaměňován s LEAN, protože proces může fungovat s použitím menšího množství materiálu a také investic:

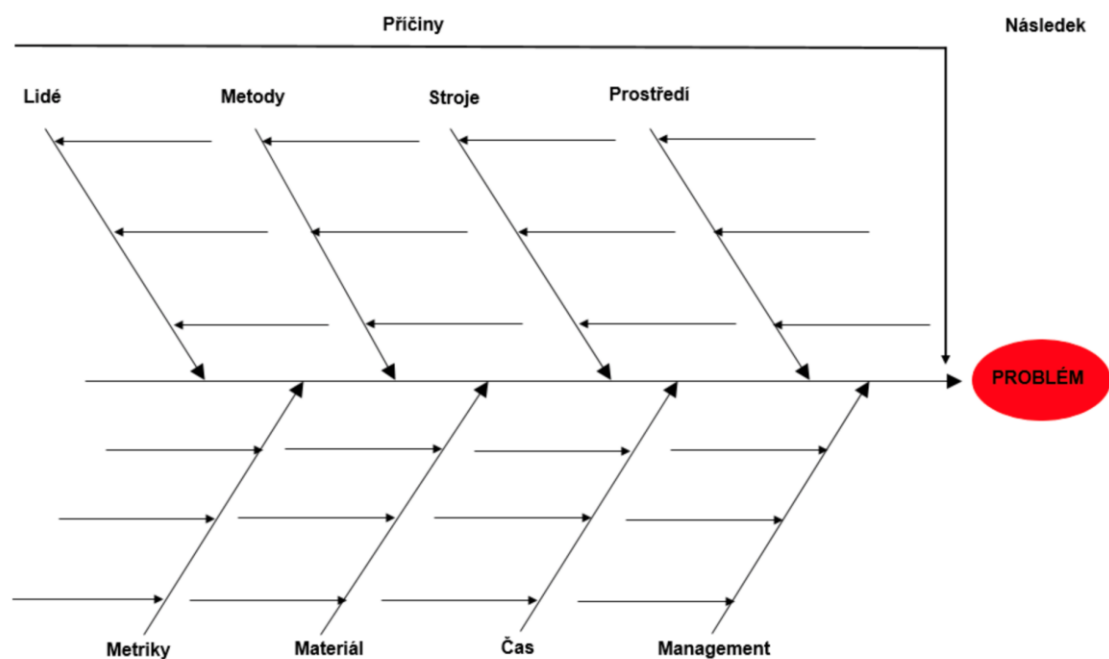
- použití menšího množství materiálu,
- vyžaduje méně investic,
- použití menšího množství zásob,
- spotřeba méně místa a
- používání méně lidí.

Ještě důležitější je, že štíhlý proces, ať už je to TPS nebo jiný, se vyznačuje tokem a předvídatelností, která výrazně snižuje nejistotu a chaos typických výrobních závodů. Není pouze finančně a fyzicky štíhlejší, je emocionálně mnohem štíhlejší než neštíhlá zařízení. Lidé pracují s větší sebedůvěrou, s větší lehkostí a s větším klidem než typický chaotický, reakční systém – každou hodinu je změněn plán, vícepráce za menší časový úsek u veškerých výrobních zařízeních. [25]

6.3 ISHIKAWA DIAGRAM

Ishikawa diagram (používá se i název – rybí kost, Fishbone chart, Cause & Effect diagram, 4 - diagram) je brainstormingový nástroj pro určení kořenové příčiny problému. Název je odvozen od jména autora diagramu – Kaoru Ishikawa, nebo od jeho tvaru, který připomíná rybí kostru. Používá se na nalezení příčin problému, které nejsou viditelné na první pohled. Kořenové příčiny bývají často ukryté "pod povrchem" a zdánlivě nesouvisejí se zkoumaným problémem. Předdefinováním kategorií možných příčin se usnadňuje jejich identifikace, protože lidský mozek uvažuje v kategoriích a systematicky.

Analýza pomocí Ishikawa diagramu se dá použít k řešení jakýchkoli problémů, které mají více než jednu příčinu a je v silách organizace příčiny eliminovat. [27]

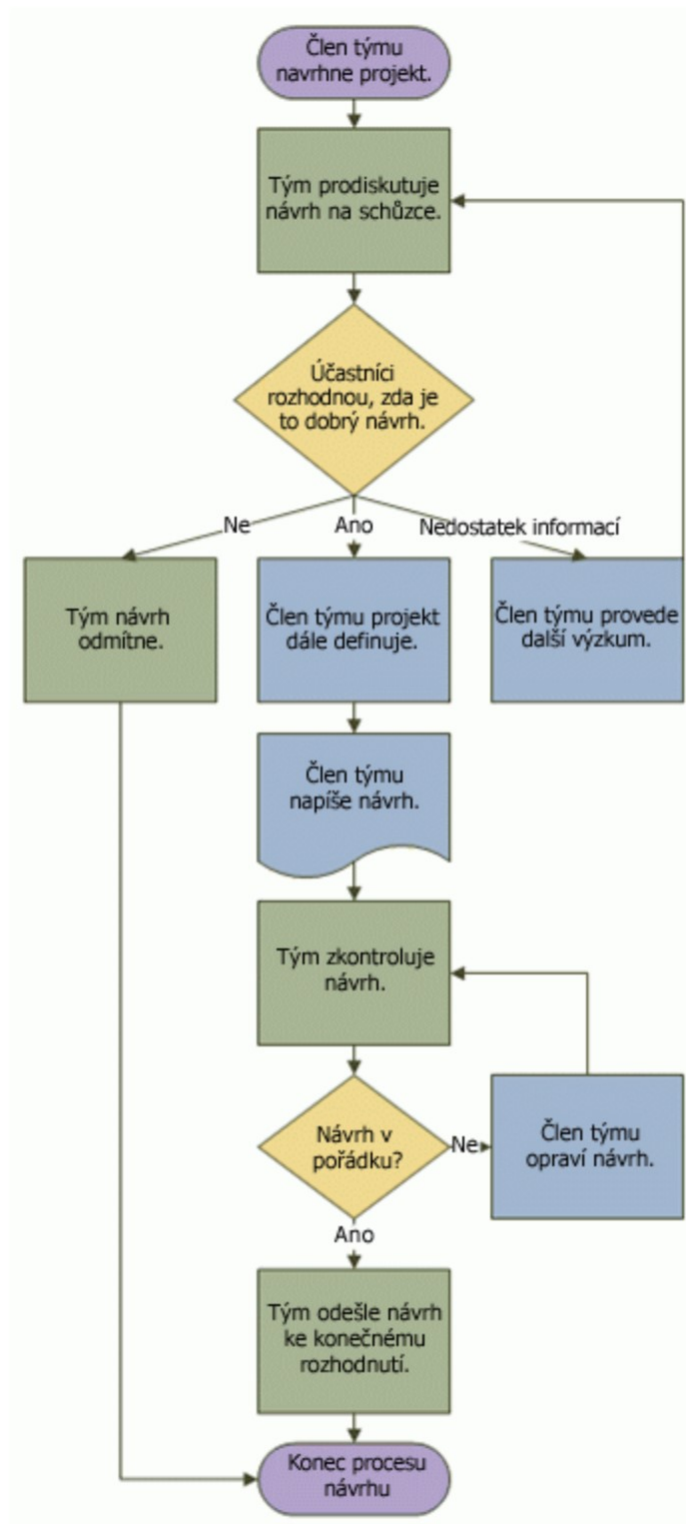


Obr. 14 Ishikawa diagram [28]

6.4 Flowchart

Vývojový diagram, je druh diagramu, který slouží ke grafickému znázornění jednotlivých kroků algoritmu nebo popisu obecného procesu (opět je možné jej využít i pro ekonomické procesy). Vývojový diagram používá pro znázornění jednotlivých kroků algoritmu symboly, které jsou navzájem propojeny orientovanými šipkami. Standardně se používá následujících symbolů:

- Úsečka (spojnice) či množina navazujících úseček končící šipkou — určuje směr zpracování algoritmu. Standardně není třeba používat šipky, pokud je tok programu doprava nebo dolů,
- obdélník s popisem — definuje dílčí krok zpracování algoritmu,
- kosočtverec — větvení postupu v algoritmu v závislosti na splnění podmínky,
- obdélník se zaoblenými rohy — počátek nebo ukončení algoritmu,
- kruh — spojka, je možné s ním uzavřít určitou skupinu kroků.



Obr. 15 Flowchart [29]

Dle potřeby jsou pak připojovány také další značky, které umožňují například oddělení subprogramu či procedury, naznačení vstupu či výstupu a mnohé další. [29]

6.5 Nástroje LEAN

6.5.1 5x PROČ

5x proč je nejjednodušší, ale nejvýkonnější technika k odhalení kořene problému. Číslo „5“ je obecným pravidlem pro to, kolikrát se musí položit otázka „Proč?“, Aby byl příznak a kořen problému odstraněn. Tato metodika se hojně využívá v širokém spektru výrobního týmu pro pestrost odpovědí, které výsledně poukážou na kořenový problém. Efektivita tohoto způsobu poukazování na kořenovou příčinu je velmi vysoká. [30]

6.5.2 5S

Součástí Lean Toolboxu, který se zaměřuje na jednoduchost a komplexní úklid pracoviště, tato metodika je velmi často aplikována ve výrobních podnicích, kdy je minimalizován čas potřebný k úklidu a maximalizovat tak čas strávený ve výrobě ke generování zisku a zvýšení efektivity.

Název 5S je označováno:

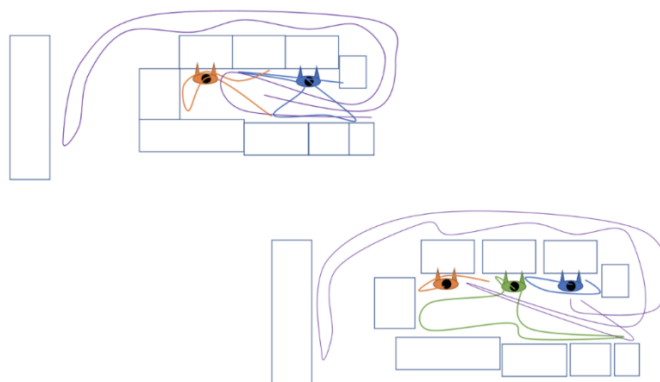
- Sort – Sortuj (Seiri),
- set to order – Nastav (Seiton),
- shine – Čisti (Seiso),
- standardize – Standardizuj (Seiketsu),
- sustain – Udržuj (Shitsuke).



Obr. 16 Aplikované 5S [31]

6.5.3 Spaghetti diagram

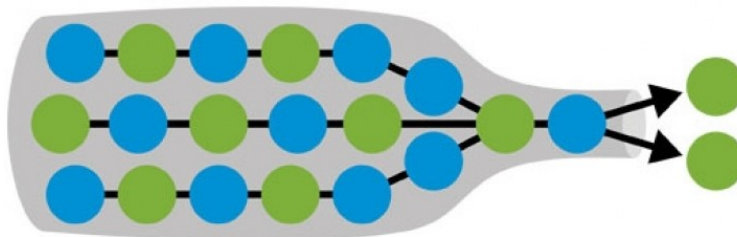
Spaghetti diagram zachycuje podrobně veškerý pohyb na daném pracovišti v určitém časovém úseku. Trasy se barevně odlišují kvůli přehlednosti zobrazení. Podle spaghetti diagramu je možné analyzovat, které cesty jsou v rámci interní logistiky nutné a které ne. Spaghetti diagram se používá při mapování a navrhování interního chodu. Tento diagram také slouží k návrhu nebo úpravě (zlepšení) layoutu pracoviště. [31]



Obr. 17 Názorná ukázka spaghetti diagramu [32]

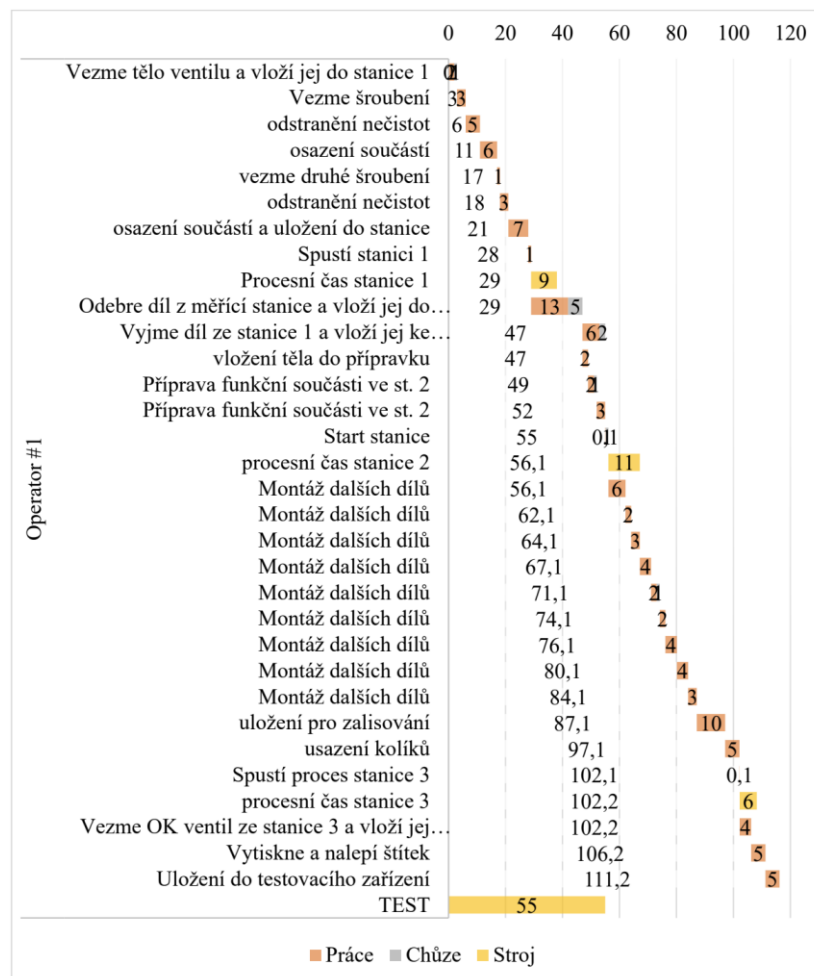
6.5.4 Bottleneck – nejslabší místo procesu

Úzké místo je bod přetížení ve výrobním systému (jako je montážní linka nebo počítačová síť), ke kterému dochází, když pracovní zátěž přichází příliš rychle na to, aby ji výrobní proces zvládl. Neefektivita způsobená úzkým místem často způsobuje zpoždění a vyšší výrobní náklady. Pojem „bottleneck“ se vztahuje k typickému tvaru láhve a skutečnosti, že hrdlo láhve je nejužším místem, což je nejpravděpodobnější místo, kde dochází k přetížení, zpomalujícímu tok tekutiny z láhve.



Obr. 18 Grafické zpracování bottlenecku [33]

Úzké místo může mít významný dopad na tok výroby a může výrazně prodloužit čas a náklady výroby. Společnosti jsou více ohroženy úzkými místy, když zahajují výrobní proces nového produktu. V procesu totiž mohou být chyby, které musí společnost identifikovat a opravit; tato situace vyžaduje větší kontrolu a doladění. Řízení provozu se zabývá řízením výrobního procesu, identifikací potenciálních úzkých míst dříve, než nastanou, a hledáním účinných řešení. [34]



Obr. 19 Zobrazovaný bottleneck na výrobní lince [31]

Na obrázku výše (Obr. 19) je zobrazeno nejužší místo výrobního procesu, jako poslední položku zde vidíme nejdélejší procesní položku test, která trvá 55 sekund. Na základě této vizualizace hovoříme o bottlenecku.

6.5.5 Zákazník – Customer

Zákazníci jsou obvykle definováni čtyřmi charakteristikami; jsou tvořeni ke konzumaci produktu; platí za produkt nebo službu; vyzvednou a použijí daný produkt nebo službu. Pokud s produktem nebo službou nejsou spokojeni, mohou způsobit okamžité nepohodlí, to znamená, že si mohou stěžovat. Externí zákazník je subjekt, který platí, ale zákazník je dalším krokem v procesu a potřeby interních zákazníků musí být vždy uspokojeny, stejně jako musí být uspokojeny potřeby externích zákazníků.

6.5.6 FMEA – Failure Mode Effect Analysis

Zkratka pro analýzu efektů selhání, nástroj kvality určený k řešení problémů s kvalitou, slouží pro analýzu před produkcí a implementaci protiopatření před spuštěním výroby. Tento nástroj je hojně využíván pro poukázání na místo, na které je obzvláště potřeba brát zřetel. Ukazatel, který vzejde z násobku tří kritérií, na kterých se shodnou všichni členové zúčastnění na projektu musí být výsledkem na určité hranici. Pokud se tak nestane, je nutné přistoupit k dílčím opatřením které toto finální číslo sníží.

FMEA Formulář																
Systém: podsystem: komponent: proces:		Strana				Tým				Datum	Revize		Číslo dokumentu			
Funkce	Chyba	Efekt	Vážnost	Způsobnost	Četnost	Preventivní opatření	Kontroly	Detekční body	Výsledek	Doporučení	vážnost	Četnost	Detekce	Výsledek	Komentáře	

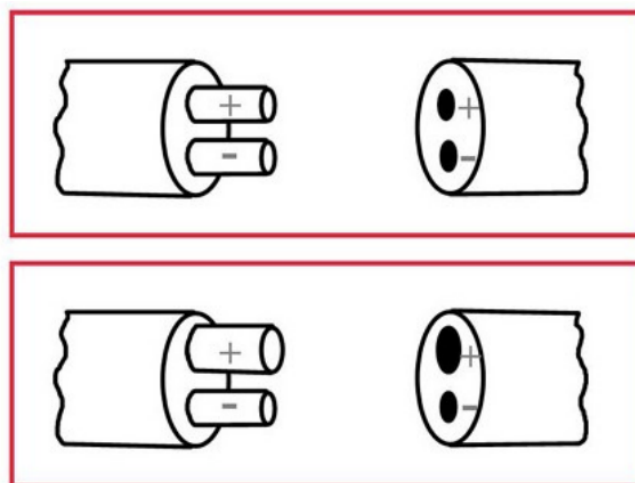
Obr. 20 Příklad FMEA formuláře [35]

6.5.7 PFMEA – Process Failure Mode Effect Analysis

Analýza účinků na režim selhání procesu, strukturovaný proces, který před konečným návrhem určí, které aspekty procesu vyžadují další kontroly, aby byl výrobní proces bezpečnější, stabilnější a měl vyšší výnos. Pfmea ve výrobním procesu je založena na týmové práci. V týmu je nutné obsáhnout pozice napříč spektrem výrobní firmy tak aby bylo dosaženo co nejvíce přesných výsledků. Finální skóre také nesmí přesáhnout hranici. Pokud se tak stane, je nutno přistoupit k opatřením které vedou ke snížení hodnoty rizika. [35]

6.5.8 Poka-yoke

Poka-yoke je soubor změn tvarů a barev na výrobku jednoduše rozlišitelný buď automatizací nebo samotnou konstrukční vlastností. Tyto opatření v praxi snižují míru zmetků a zároveň zvyšovat efektivitu výroby za cenu jednoduché úpravy na finálním výrobku nebo přípravku na kterém probíhá samotná výroba.



Obr. 21 Pokayoke v praxi [36]



Obr. 22 Pokayoke v montáži [37]

7 NORMY

V této kapitole je zmíněn výpis základních norem v oblasti odvětví kvality automobilového průmyslu, které jsou známy celosvětově. Tyto normy popisují nutné náležitosti k dodržení nejvyššího standardu v nadnárodních společnostech. Z pravidla dodržování takových norem je na pravidelné bázi auditováno externí společnostmi, které jsou na danou problematiku akreditovány.

7.1 IATF 16949

IATF 16949 specifikuje požadavky systému managementu kvality pro automobilovou výrobu. Norma IATF 16949, která vznikla z potřeby globálně harmonizovaného dokumentu požadavků na systém řízení kvality, byla zveřejněna v říjnu 2016. Nahrazuje normu automobilového průmyslu ISO/TS 16949, která již není platná. Požadavky IATF 16949 zahrnují následující klíčové aspekty: [38]

- Bezpečnost produktů,
- management rizik a plánování pro mimořádné situace,
- požadavky na integrovaný software,
- management výměn a záruk,
- management subdodavatelů.

Certifikace podle této technické specifikace je uznávána předními výrobci automobilů a výrobci OEM. Většina předních výrobců spolupracuje pouze se společnostmi, které jsou držiteli certifikátu IATF 16949, protože trvají na tom, aby dodavatelé dodržovali přísné technické specifikace stanovené v této normě. [38]

7.2 ISO 9001

Systém řízení kvality ISO 9001 je nejvyhledávanější normou pro řízení jakosti na světě s více než milionem certifikovaných organizací ve 180 zemích po celém světě. ISO 9001 poskytuje rámec řízení jakosti, který mohou společnosti využít k zajištění konzistentní kvality svých produktů a služeb. Společnosti si vybírají certifikaci ISO 9001, aby prokázaly, že dbají na dodržování vysokých standardů. Snižují tak pravděpodobnost závad produktů a jejich stahování z trhu nebo servisních nedostatků a zajišťují, že u nich mohou jejich zákazníci nakupovat s důvěrou. [39]

7.3 ISO 14001

ISO 14001 je základní norma systému managementu, která specifikuje požadavky na formulování a údržbu systému EMS. Pomáhá kontrolovat vaše environmentální aspekty, snížit dopady a zajistit soulad s právními předpisy.

ISO 14001 je doplněna normou ISO 14004 - Systémy environmentálního managementu. Všeobecná směrnice k zásadám, systémům a podpůrným metodám. Norma se týká otázek, jako je založení, implementace, udržování a zlepšování systému EMS. [40]

7.4 ISO 45001

ISO 45001 je mezinárodní normou pro systémy řízení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (OHSMS).

Tato norma nejen že nahrazuje OHSAS 18001, ale usnadňuje integraci s dalšími systémy řízení, protože sdílí novou společnou strukturu definovanou v Annex SL, je přímo v souladu s verzemi ISO 9001 a ISO 14001 z roku 2015. [41]

7.5 ISO/IEC 80079-34

Tato mezinárodní norma stanoví požadavky na systémy kvality, které mohou být používány organizacemi pro výrobu zařízení a ochranných systémů určených pro výbušné atmosféry.

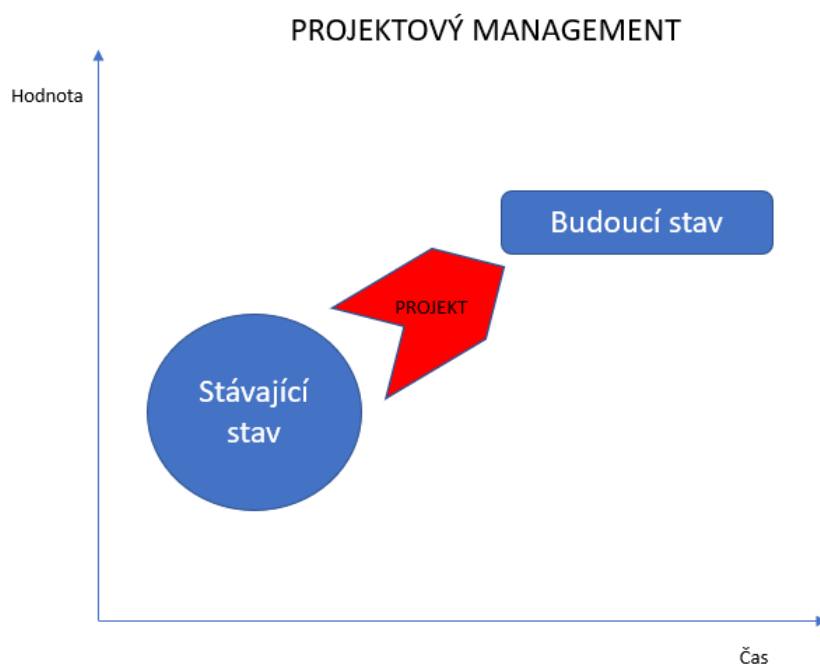
Požadavky na kvalitu výrobce jsou nedílnou součástí většiny certifikačních systémů a jako taková, tato norma byla připravena podle požadavků pro IECEx certifikační systém pro zařízení a je určena i pro podporu požadavků na systém kvality výrobce v ATEX systému a může být použita pro jiné národní a regionální certifikační systémy, které se týkají výroby nevýbušných zařízení (zařízení pro výbušnou atmosféru). [42]

8 PROJEKTOVÉ ŘÍZENÍ

Projektové řízení je aplikace znalostí, dovedností, nástrojů a technik do projektových činností, aby byly splněny projektové požadavky. Řízení projektu se provádí prostřednictvím vhodné aplikace a integrace procesů projektového řízení určených pro daný projekt. Projektové řízení umožňuje organizacím provádět projekty efektivně.

Efektivní projektové řízení pomáhá jednotlivcům, skupinám a veřejným a soukromým organizacím:

- Splnit obchodní cíle,
- splnit očekávání zúčastněných stran,
- být předvídatelnější,
- zvýšit šance na úspěch,
- dodávejte správné produkty ve správný čas,
- řešení problémů a problémů,
- reagovat na rizika včas,
- správa omezení (např. rozsah, kvalita, harmonogram, náklady, zdroje).



Obr. 23 Vizualizace projektového managementu [43]

Je nutné zvážit vliv omezení na projekt (např. zvýšený rozsah může zvýšit náklady nebo harmonogram); a řídit změny lepším způsobem. Špatně řízené projekty nebo absence projektového řízení mohou mít za následek:

- Zmeškané termíny,
- překročení nákladů,
- špatná kvalita,
- nekontrolované rozšiřování projektu,
- ztráta reputace organizace,
- neúspěch při dosahování cílů, pro které byl projekt uskutečněn.

Projekty jsou klíčovým způsobem, jak v organizacích vytvářet hodnoty a přínosy. V dnešním obchodním prostředí musí být vedoucí organizací schopni hospodařit s omezenými rozpočty, kratšími časovými osami, nedostatkem zdrojů a rychle se měnícími technologiemi. Podnikatelské prostředí je dynamické se zrychlujícím se tempem změn. Aby společnosti zůstaly konkurenceschopné ve světové ekonomice, využívají projektové řízení, aby trvale přinášely obchodní hodnotu. Efektivní projektové řízení by mělo být považováno za strategickou kompetenci v rámci organizací [43]

9 SHRUTÍ TEORETICKÉ A CÍLE PRAKTICKÉ ČÁSTI

V teoretické části jsou popsány podrobně části systémů PLM v jednotlivých kapitolách.

V další části dokumentu jsou sumarizovány nástroje, které určují trend dnešní doby v nadnárodních korporacích. Tyto nástroje jsou využívány napříč spektrem výrobních podniků. Jejich implementace je velmi výhodná a finální úspory jsou velmi znatelné. Na základě znalostí obsažených v teoretické části jsou tyto metody předurčeny k následující analýze.

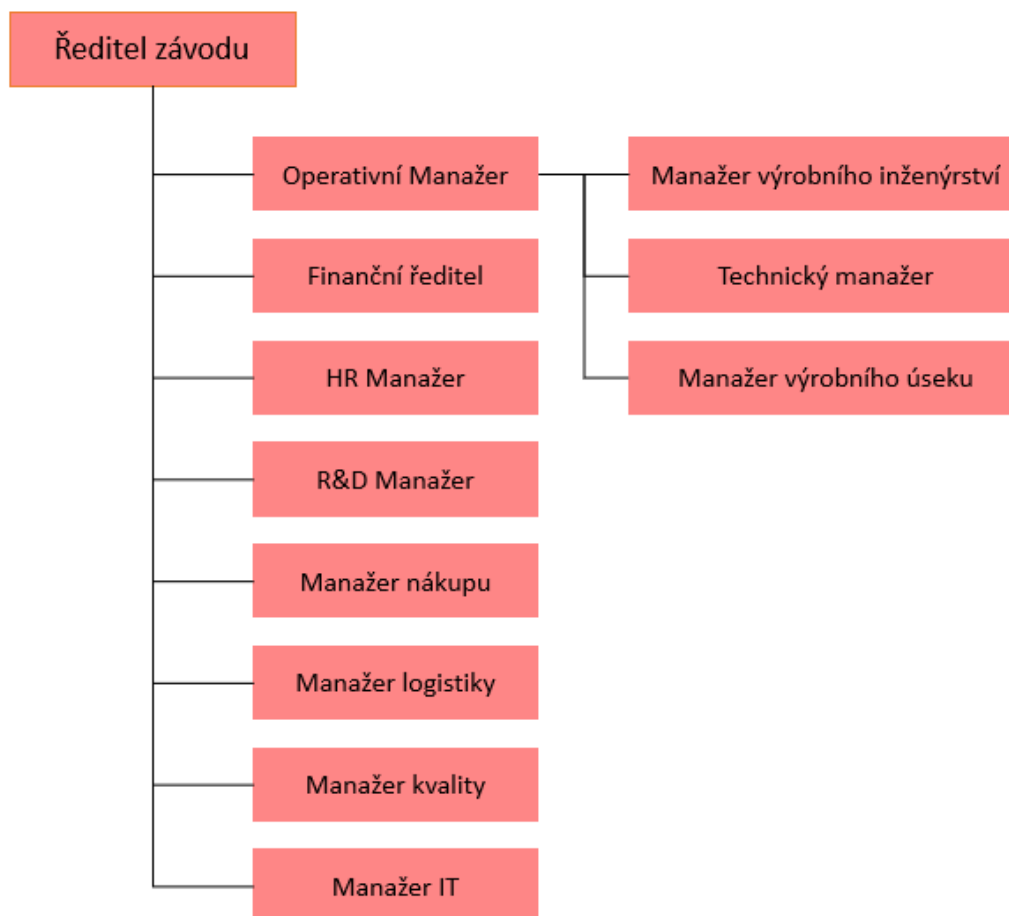
Cílem praktické části je analyzovat a určit proces který lze nahradit PLM systémem. Na začátku je nutno jednoduše popsat rozložení společnosti a pochopit vazby a všechny náležitosti v montáži a přidružených operacích. Díky této znalosti lze jednoduše blíže určit místo následující analýzy. V nejužším místě je nutné posléze podrobně analyzovat časovou náročnost daných operací. A dle kapitol v teoretické části je přehledně zaznamenat pomocí nejnutnějších nástrojů. Na nejužší místo (bottleneck) následně navrhnout řešení a podrobně popsat proces který využívá PLM systém. Závěrem práce by bylo velkým přínosem vykalkulovat nalezené úspory a vyzdvihnout přinesené benefity takového softwaru.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

10 HIERARCHIE SPOLEČNOSTI

Příkladová nadnárodní společnost se rozděluje dle klasického stromového rozložení. V samotném vedení společnosti je na nejvyšším postu výrobní ředitel, který zodpovídá za chod a vize společnosti. Na další úrovni se nachází TOP management podniku, na kterého spadají dílčí úkoly na denní, měsíční nebo kvartální bázi pro hladký chod firmy a generování zisků. Pod již zmíněnou úrovní se nacházejí jednotliví specialisté, kteří řeší na dané úrovni jednotlivé výzvy a problémy. Tito podřízení mají přímý vliv na vstupované hodnoty do této rešerše. Hlavním úkolem TOP managementu je řešit a podporovat svoje specialisty na daných odděleních, pomáhat a prioritizovat dílčí úkoly.

10.1.1 HIERARCHIE TOP MANAGEMENTU



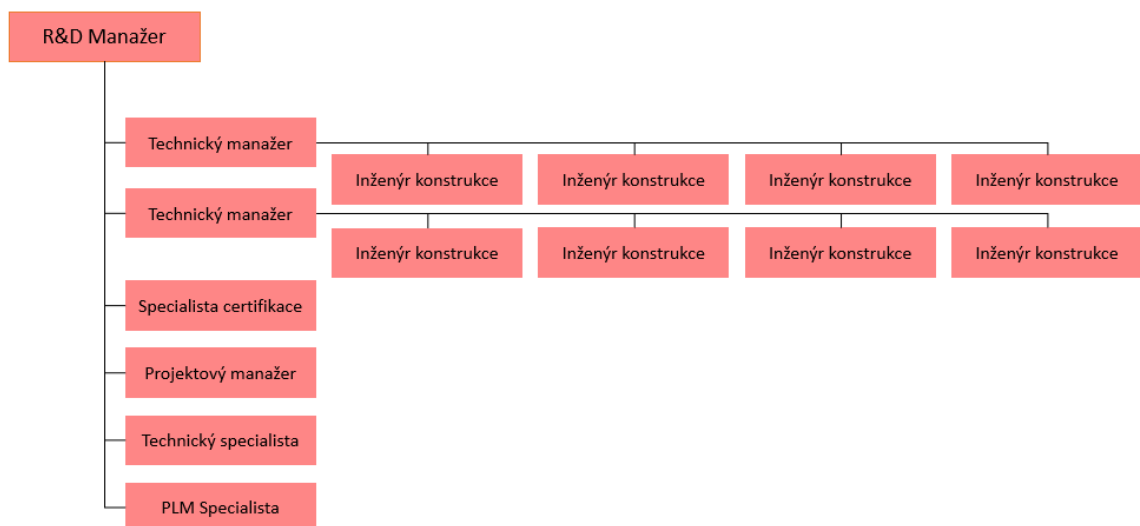
Obr. 24 Hierarchie TOP Managementu

10.2 Oddělení vývoje

10.2.1 POPIS ODDĚLENÍ A JEHO ÚKOL

Oddělení vývoje je zodpovědné za správu a úpravu výkresové dokumentace a je také hlavním nositelem know-how v případě jakéhokoliv problému s vyráběným produktem. Na takovém oddělení se také konstruktéři věnují zeštíhlování výroby pomocí Value Analysis and Value Engineering metod a různých brainstormingových schůzí. Tato metoda využívá znalosti výrobku k zefektivnění buď výrobního nebo montážního procesu za podmínky zachování funkčnosti a původní prodejní ceny. Toto oddělení zpravidla vede zástupce z top managementu a to R&D manažer.

10.2.2 HIERARCHIE



Obr. 25 Hierarchie oddělení vývoje

Na výše uvedeném obrázku (Obr. 25) je nutné zmínit jednotlivé specialisty kteří jsou rozdělení podle typu, určení a instalaci daného produktu. Toto dělení je definováno již na vedoucí úrovni. Přími vedoucí obou odvětví se zaštiťují jako profesionálové v daném oboru, kteří mají přesný detail v problematice svých výrobků a dokáží takto poskytovat velmi cenné a přesné informace napříč odděleními.

10.2.3 ANALÝZA SOFTWARE

V rámci výše zmíněného oddělení se primárně pracuje se softwarem od společnosti Autodesk a konkrétně s doplňkem Inventor a jeho kompatibilními vedlejšími produkty. Jedním z nich je již zmíněný software Autodesk VAULT. Díky tomuto softwaru dochází k daleko více přehlednějšímu řešení jak výkresové dokumentace, tak správě dat, exportu databází a jeho zálohování.

- Autodesk VAULT

Software určený ke správě podnikových dat. Primárně využíváný jako správa výkresové dokumentace ve výrobní společnosti.

- Autodesk Inventor

Tento software je primárně zaměřen na konstrukci veškerých vyráběných součástí a sestav které se vyrábí na výrobní hale.

- MS Office

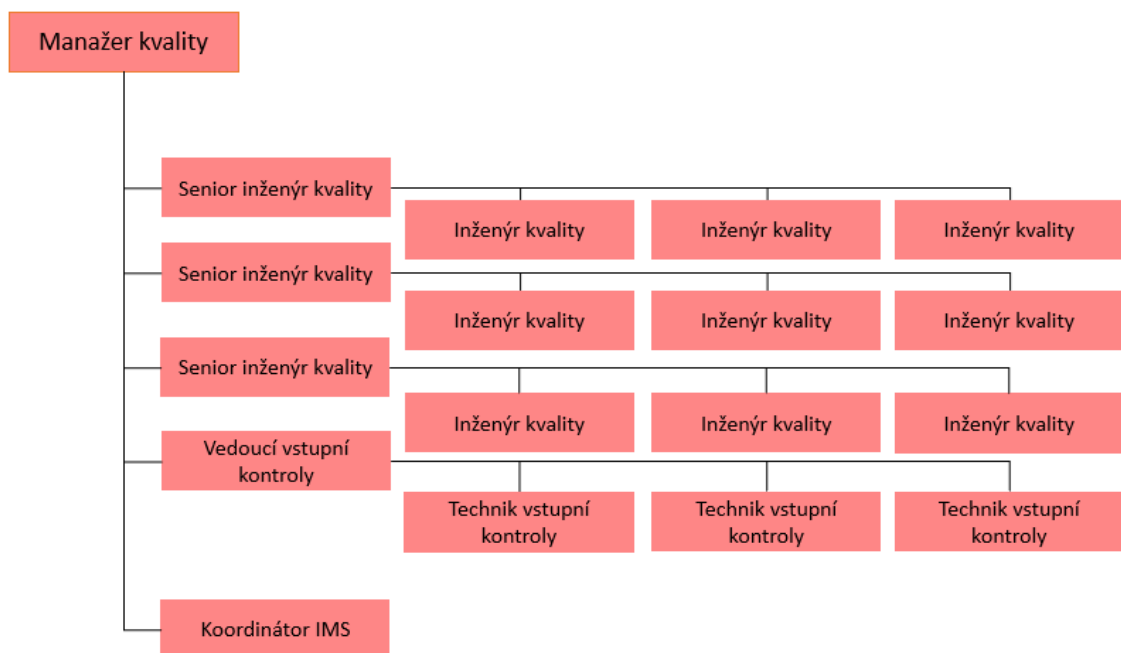
Standardní nástroj určený ke komunikacím mezi odděleními. MS Office rapidně zefektivňuje a zrychluje jak interní, tak externí procesy. V kombinaci od roku 2020 se softwarem MS Teams, který je plně zakomponován a kompatibilní dostává opět jakákoliv situace k řešení nové časové možnosti.

10.3 ODDĚLENÍ KVALITY

10.3.1 POPIS ODDĚLENÍ A JEHO ÚKOL

Oddělení kvality v moderní výrobní společnosti má zodpovědnost za správu materiálu, aby bylo možno vyrábět za požadovaných výrobních taktů v jasně specifikovaných rozměrech a definovaných jakostech povrchů. Pod takové oddělení standardně spadá i správa řízené dokumentace a zodpovědnost za dodržování norem a standardů. Pod takové oddělení spadá také správa a řízení reklamačních procedur, statistické výpočty, analýzy výskytů chyb a mnoho dalších. Jako hlavní bod náplně každodenní práce této profese je kooperace jednotlivých materiálových neshod a jejich dlouhodobých náprav tak aby již k takové neshodě nedocházelo. V další kapitole je vyobrazena detailní hierarchie oddělení kvality (Obr. 26)

10.3.2 HIERARCHIE



Obr. 26 Hierarchie oddělení kvality

10.3.3 ANALÝZA SOFTWARE

Na oddělení se aktuálně využívá klasických nástrojů, které nespádají do skupiny PLM systémů. Nedá se také využít provázanost a systém který sice splňuje požadavky normy a náležitostí ale je vysoce neefektivní a poměrně zastaralá. Pro tento systém je také nutné znát poměrně specifické know-how pro ovládání a filtraci v datech.

- Microsoft Access

Tento systém je hlavním řídicím softwarem pro použití při správě řízené dokumentace, na jeho základy je navázáno množství procesů, které jsou mnohdy zdlouhavé a vyžadují speciální pod operace, které způsobují zdržení.

- MS Office

Standardní nástroj určený ke komunikacím mezi odděleními. MS Office rapidně zefektivňuje a zrychluje jak interní, tak externí procesy. V kombinaci od roku 2020 se softwarem MS Teams, který je plně zakomponován a kompatibilní dostává opět jakákoliv situace k řešení nové časové možnosti.

- Autodesk Vault

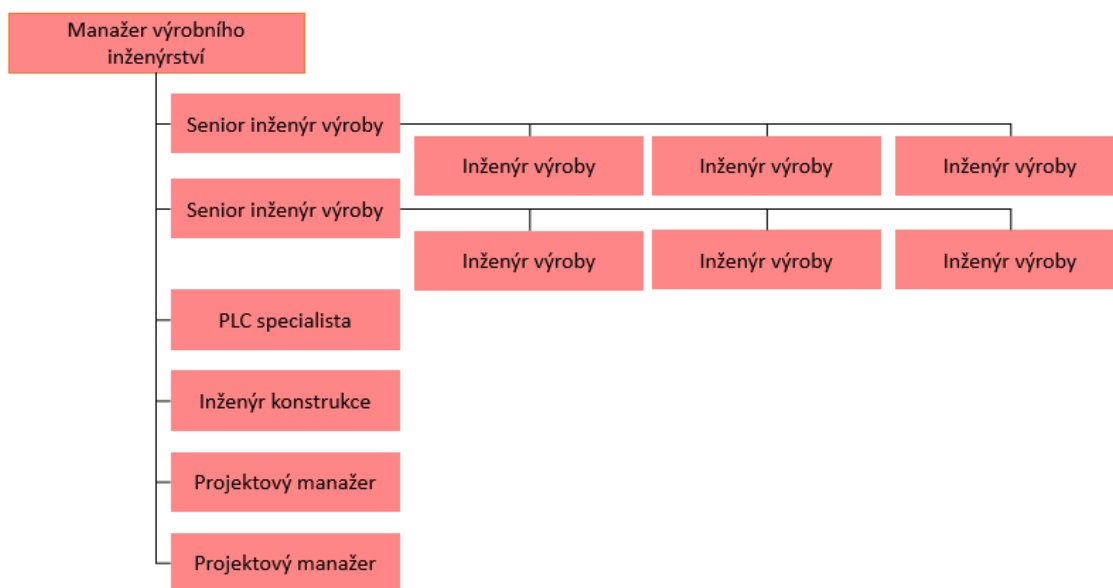
Jeden z velmi moderních a hojně používaných softwarů ke zpřehlednění a propojení více platforem. Tento systém nahrazuje velmi široké spektrum využití a je výrazným přispěvatelem v moderních výrobních společnostech k velkým časovým i finančním úsporám.

10.4 TECHNICKÝ ÚSEK

10.4.1 POPIS ODDĚLENÍ A JEHO ÚKOL

Technický úsek ve výrobní firmě zajišťuje plynulý chod zařízení jejich správu a údržbu. Inženýři mají kompletní přehled nad stavem výrobních zařízení a také nad konstrukční dokumentací k daným zařízením. Součástí práce výrobních inženýrů je také každoroční plánování investic, výměny starších technologií a výstavby nových, montážních pracovišť v rámci dlouhodobé vize. Další z důležitých úkolů je kooperace mezi odděleními na důležitých procesních krocích jako je kalibrace zařízení (kooperace s oddělením kvality) nebo spolupráce na úpravy jednotlivých částí které výrobu zjednoduší nebo zlevní (spolupráce s oddělením vývoje).

10.4.2 HIERARCHIE



Obr. 27 Hierarchie výrobního inženýrství

10.4.3 ANALÝZA SOFTWARE

Výše uvedené oddělení pracuje s velmi podobným zastoupením programů jako oddělení vývoje. Je velmi důležité, aby nebyly kladeny překážky v zobrazování jednotlivých dokumentů nebo specifikacích. Na oddělení se primárně pracuje se stejným softwarem v rámci rodiny PLM systému pro správu dat, výkresové dokumentace a návodů, a to konkrétně software od společnosti Autodesk Vault.

- Autodesk Inventor

Software je primárně zaměřen na konstrukci veškerých vyráběných součástí a sestav které se vyrábí na výrobní hale. V případě oddělení technologie ale slouží k výrobě přípravků umístěných ve výrobních linkách, pomocí kterých dochází ke snižování zmetkovitosti a zároveň zvyšování efektivity.

- Autodesk Vault

Tento software slouží velmi podobně jako u ostatních oddělení nýbrž je primárně zaměřen na ukládání dat k daným přípravkům pro zpětné dohledání, úpravy a vylepšení.

- MS Office

Standardní nástroj určený ke komunikacím mezi odděleními. MS Office rapidně zefektivňuje a zrychluje jak interní, tak externí procesy. V kombinaci od roku 2020 se softwarem MS Teams, který je plně zakomponován a kompatibilní dostává opět jakákoliv situace k řešení nové časové možnosti.

10.5 Matice SW ve výrobní společnosti

V matici softwarů níže (Tab. 2) je velmi jednoduše viditelné propojení zmiňovaných softwarů které se používají napříč odděleními. Tyto softwary nevyžadují žádné specializované licenční balíčky.

Tabulka 2 Matice SW

	Kvalita	Design	Tech. úsek	Management
Autodesk		x	x	
Valut	x	x	x	
MS Office	x	x	x	x
Access	x			x

10.6 Výpis řízené dokumentace

Výpis řízené dokumentace ve výrobní společnosti na zmiňované modelové situaci čítá cca 3400 Dokumentů. Tyto dokumenty jsou dle nařízení nutné dle výpisu normy držet v seznamu aktivních dokumentů platné po dobu 24 měsíců vyjma určitých dokumentů, které jsou v platnosti pouhých 12 měsíců. Pro příklad uvádím v kapitolách níže nejčetnější výpis řízené dokumentace, které jsou velmi často předmětem jednání o vydání v platnost. Přední strany hlavních zmíněných dokumentů jsou přiloženy v přílohové části této diplomové práce.

10.7 Výrobní/Pracovní instrukce

Pracovní instrukce ve výrobní společnosti jasně a stručně definuje pracovní postup pro úspěšné složení montované sestavy a následně jejího otestování dle platné předepsané testovací specifikace. Náhled úvodní strany takové instrukce je přiložen jako příloha P2 této práce.

Označení je definováno ve tvaru: X-WIN-Y-ZZZZZ, kde X = P (výroba) nebo L (logistika), Y = druh výroby např. V tj. Valves, ZZZZZ = číselná řada začínající 00001 s přírůstkem v jednotkách.

- Povinná šablona pro záznamový list: O-LOG-002, přiložena jako příloha P1 této diplomové práce,
- dokument vyžadovaný IATF 16949,
- platnost max. 24 měsíců (je vyznačeno v podpisové doložce dokumentu).

10.8 Formulář

Formuláře na výrobním procesu hrají bezpochyby velmi důležitou roli v záznamu jednotlivých úkolů na daném pracovišti. Do takového záznamového formuláře je nutno zapsat informace jako například: preventivní údržba, prvotní spuštění před samotným sériovým procesem nebo také úklid.

Označení je formulováno ve tvaru: X-LOG-Y-ZZZZZ, kde X = oddělení např. P = výroba, Y = druh výroby např. V tj. Valves, ZZZZZ = číselná řada začínající 00001 s přírůstkem v jednotkách.

Pokud je formulář z jiného oddělení než výroby, označení druhu výroby se vynechává tj. např.: Q-LOG-ZZZZZ

- Povinná šablona: žádná není jen v levém dolním zápatí musí být označení formuláře dle platného klíče včetně revizního stavu a je-li relevantní tak v pravé horní části pole vyjadřující Zvláštní znaky (CC/SC):
 - CC – Kritický znak (znak který má přímý vliv na funkci dané sestavy),
 - SC – Významný znak (znak který má nepřímý vliv na funkci dané sestavy),
- dokument není vyžadovaný normou IATF 16949 a zpravidla slouží jako záznamový formulář pro uvolnění prvního a posledního kusu nebo záznamu vad při výrobě,
- platnost max. 24 měsíců (ustanovení v Q-PRO-00002).

V přílohové části diplomové práce naleznete pod přílohou P4 náhled do záznamového formuláře Q-LOG.

10.9 Procesní mapy

Procesní mapy jsou velmi složitým kompilátem několika dokumentů. Tyto dokumenty jsou nedílnou součástí certifikovaného výrobního procesu, protože zohledňují velmi přesný detail na výrobní buňce. V takové procesní mapě je brán v potaz jakýkoliv vstup do procesu od přípravku až po samotného montážního dělníka. Náhled FFC dokumentu je přiložen jako příloha P3 této diplomové práce.

Procesní FLOW neboli P-FMEA je požadováno normou IATF 16949 a znalost dokumentu FMEA je požadován systémem Core Tools.

Kontrolní plán neboli CP je plán kontroly a řízení požadovaný opět normou IATF 16949

- Povinná šablona: O-LOG-008

Označení dokumentu je stanoveno jako: Q-FFC-ZZZZZ, kde ZZZZZ = číselná řada začínající 00001 následně s přírůstkem o jednotky. Dále lze v číselném kódu zakomponovat rozlišení jednotlivých výrobních jednotek většinou první číslice zleva označovala dané výrobní oddělení. Nevýhodou tohoto značení je při transformaci výrobní firmy dojde k zásahu do hierarchie. Takový systém není nastaven na změny rozložení společnosti.

Platnost takového dokumentu je:

- Bez omezení,
- do první uznané reklamace,
- do první změny procesu či jiné změny,
- do rekvalifikace (1 rok).

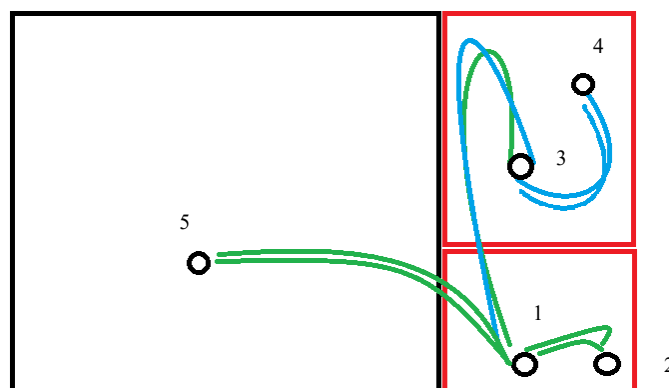
11 ANALÝZA PROCESU ŘÍZENÉ DOKUMENTACE V MONTÁŽI

Jako rychlou analýzu výrobního procesu zvolíme metodu spaghetti diagramu (kapitola 6.5.3), která vyobrazí použité cesty v jednoduchém obrazci a jasně definuje strávený čas na jednotlivém úkonu. Zaznamenané data se dají dále zpracovat a vyhodnocovat, jak uvádí tato diplomová práce níže.

11.1 Spaghetti diagram

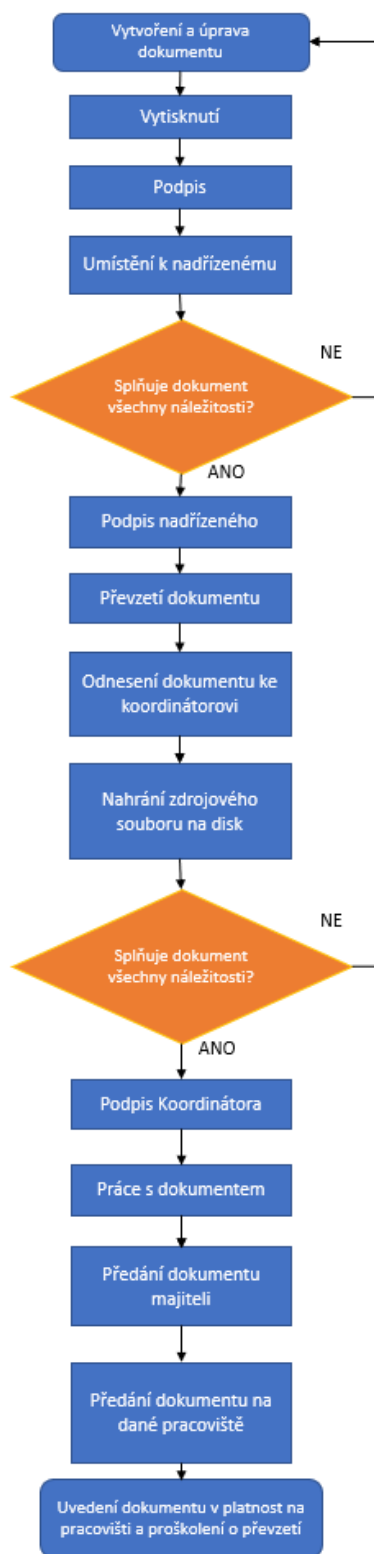
Spaghetti diagram zachycuje pohyb vyhotoveného dokumentu po výrobní hale tak, aby došlo ke zlegalizování a uvedení do jeho platnosti. Je zde nutno zmínit že pokud nastane implementace PLM systému v procesu, nutnost celého pohybu přestane platit. Jedním z hlavních benefitů celé systematizace pomocí PLM je práce pouze v online prostředí možná odkudkoliv.

- Modrá barva znázorňuje cestu Koordinátora řízené dokumentace v podniku
- Zelená barva znázorňuje pohyby majitele vydávaného dokumentu, který je nutné uvést v platnost
- Stanoviště:
 1. Pracovní stůl zaměstnance
 2. Pracovní stůl nadřízeného
 3. Kancelář koordinátora
 4. Copy centrum
 5. Výrobní pracoviště



Obr. 28 Spaghetti diagram cesty dokumentu

11.2 Flowchart práce s dokumentem



Obr. 29 Flowchart práce s dokumentem

11.3 Gantt diagram práce s dokumentem

Následné dva Gantt diagramy porovnávají stávající stav s navrhovaným budoucím, lze tak jednoznačně určit časovou vytíženost při jednotlivém vydávání dokumentu, také lze dle naměřených časových úseků spočítat návratnost a úspory ve výrobním podniku. Při detailní analýze lze na první pohled zjistit velikost tížených úspor. V případě že by úspora nebyla tak markantní, je na místě zastavit práce a nepokračovat ve více detailní numerické analýze.

Tabulka 3 Zobrazení stávajícího stavu

Operace	čas	čas
kontrola dokumentu	0:02:30	
Kopie dokumentu + scan	0:01:30	
příprava IT zařízení	0:00:15	
přejmenování scanu	0:00:30	
kontrola evidence dokumentace	0:00:30	
Nahrání dokumentu do SW, následná editace kroku	0:00:15	
upload na síť	0:01:00	
zařazení revize - zatřízení a výmena starých dat za uploadované	0:02:00	

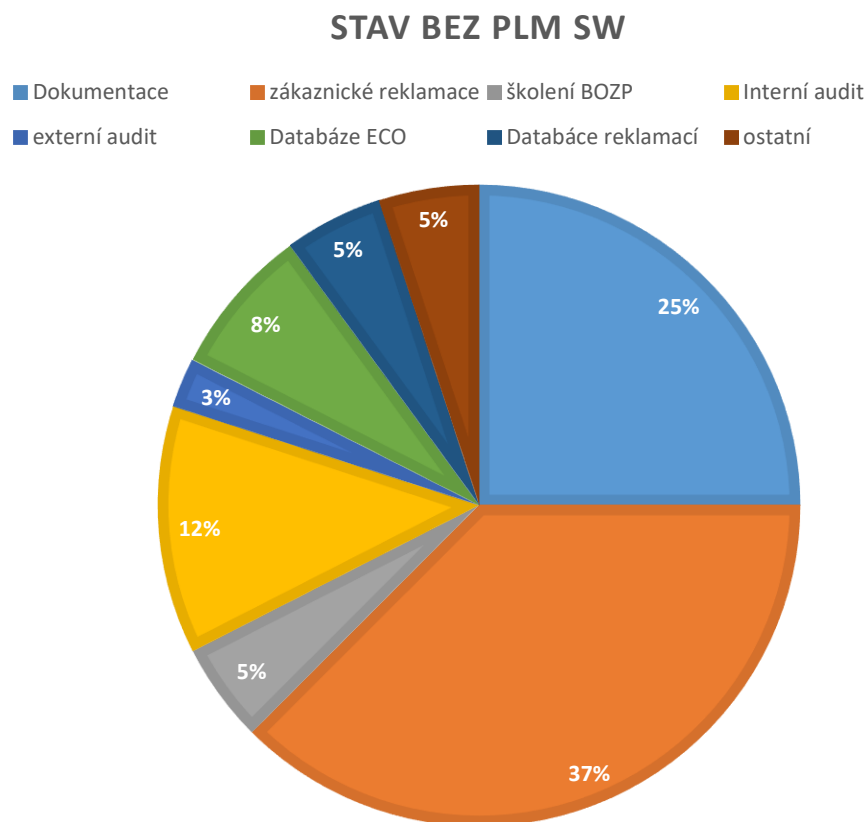
Tabulka 4 Tabulka dat při požití PLM softwaru

Operace	čas	čas
Uložení dokumentu	0:01:00	
Spuštění VAULT	0:00:04	
zařazení dokumentu	0:01:00	
Nastavení systémových atributů (kategorie, revize, životní cyklus, revizní schema)	0:01:00	
User define atributy (nastavení názvu, PN, popis, kdo, kdy, jak, proč)	0:03:00	
schválení dokumentu (podpis, approval)	0:00:10	

Z následujících dat vyplývá jasně uspořené čas v rámci měření v procesu montážního podniku. Ve sloupci operace barvy korespondují s vyobrazeným flowchartem na straně 51 a to Obr. 29 Flowchart práce s dokumentem. V této analýze jsme porovnávali plně zaškoleného člověka, který proces plně ovládá. Pro změření hodnot vydání dokumentu byl také zvolen plně zaškolený pracovník, který navrhované prostředí zcela ovládá. V další podkapitole rozvádím dílčí kroky nutné k vydání dokumentu pomocí PLM systému Autodesk Vault.

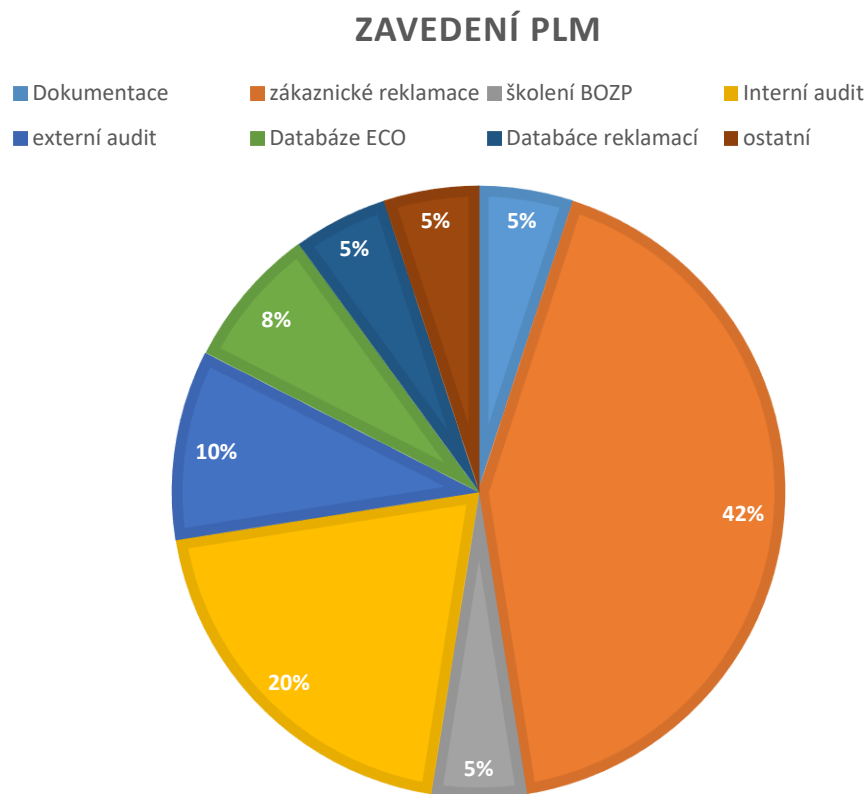
12 ANALÝZA PRACOVNÍHO VYTÍŽENÍ

V této kapitole je zaznamenáno časové rozložení pracovníka pro vyjádření vytížení za pomoci systému PLM oproti starému systému, který je časově náročnější (kapitola 11.3). Oblast této úspory se řadí mezi soft úsporné kategorie, tudíž strávený čas pracovníka se stále započítává jako náklad, ale otevírá se zde příležitost využití pracovních kapacit na jiné úkoly s náležitější prioritou. Tato analýza je zpracována na týdenní bázi z důvodu lepší přehlednosti o jiných dílčích prací.



Obr. 30 Graf rozložení týdenní práce pracovníka bez PLM

Na výše uvedeném grafu (Obr. 30) lze jednoznačně rozpoložít dle časových náročností jednotlivé pracovní úkony u zmíněného pracovníka zodpovědného za kvalitu ve výrobní společnosti. Můžeme si všimnout že jedna z majoritních částí, a to konkrétně modrá s 25 % jasně ukazuje míru zatížení nad ostatní pracovní povinnosti dané pozice. Nutno podotknout že v rámci vize firmy je nejvíce důležitá část cíleně věnována zákazníkovi s 37% vytížení pracovníka v týdnu.

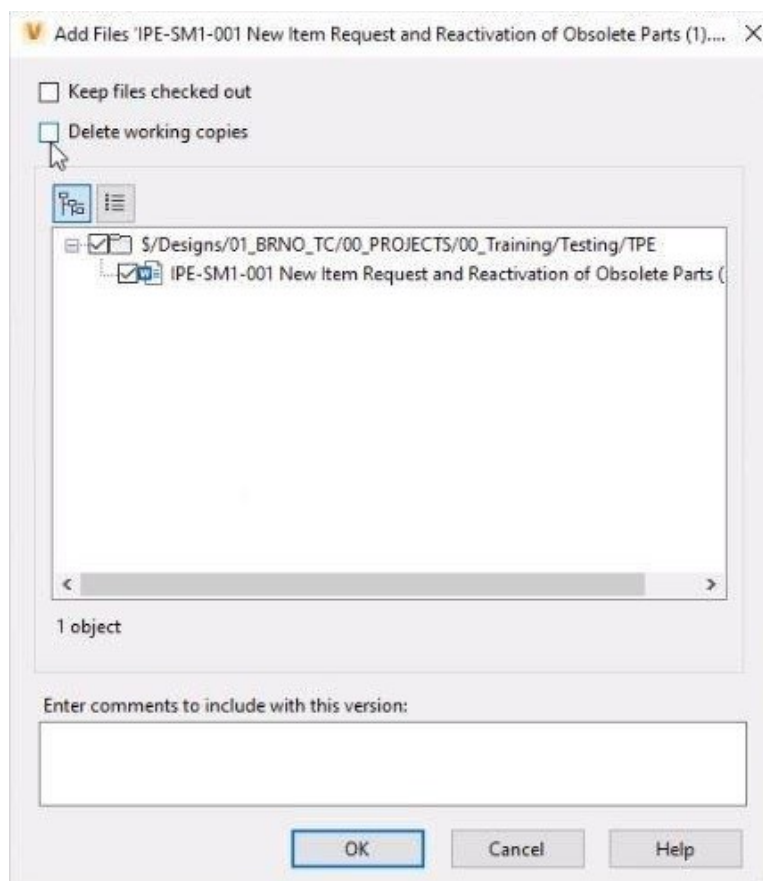


Obr. 31 Graf rozložení práce při zavedení PLM systému

Na výše uvedeném grafu (Obr. 31) lze vidět oproti předchozímu grafu (Obr. 30) znatelné přesměrování kapacit směrem k zákaznickým problémům na finální hodnotu 42 %. Toto přesměrování kapacit má dalekosáhlé dopady skrze více bodů. Pro příklad uvedu zajištění kapacit pro řešení naléhavých situací ve výrobě, zlepšení pracovní morálky ale také více prostoru se věnovat dlouhodobým úkolům nebo vizím. Je tak možné brát zmíněné body jako velmi velký benefit při zavedení do celkového systému výrobní společnosti.

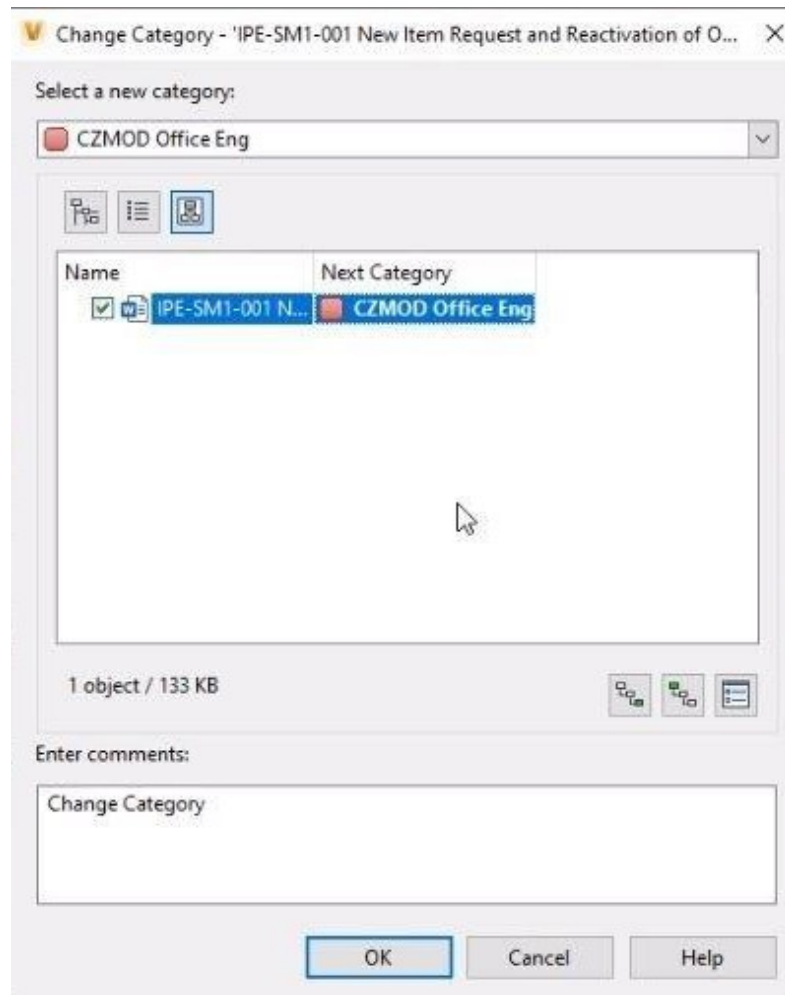
13 POPIS KROKŮ V PLM SYSTÉMU

Na obrázku níže (Obr. 32) je zobrazeno nastavení vlastnosti dokumentu, kde bude následně uloženo a sdíleno k dispozici pro použití ve výrobě nebo na jiných definovaných pracovištích. Lze také zvolit možnost smazat předchozí revize napříč sítí tak aby nedocházelo ke sdílení nebo záměně starých informací do aktuálně platných norem. Toto nastavení je povinné pro každý typ dokumentu a dá se nastavit hromadně po určité skupiny.



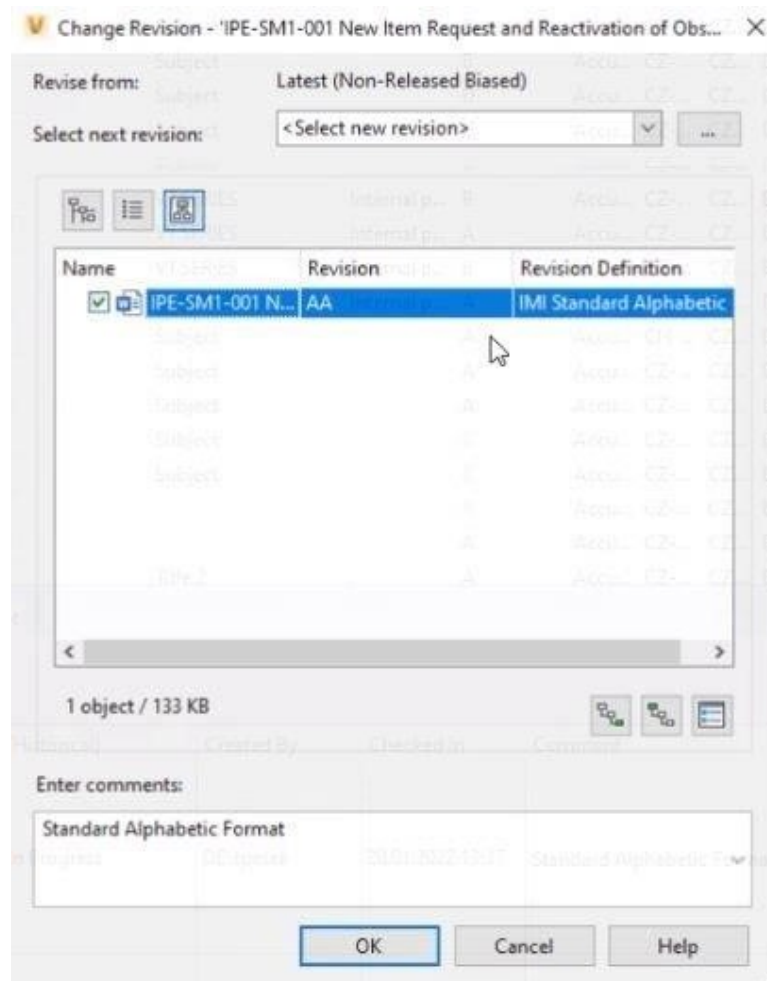
Obr. 32 Zatřídění dokumentu do hierarchie

Níže na obrázku (Obr. 33) vidíme nastavení pro zařazení kategorie k danému dokumentu. Toto nastavení je velmi nutné definovat pro aktivování daného serveru pro každý dokument zvlášť. Nutno podotknout že díky tomuto kroku lze participovat soubory dokumentů dle dané pobočky a specializace.



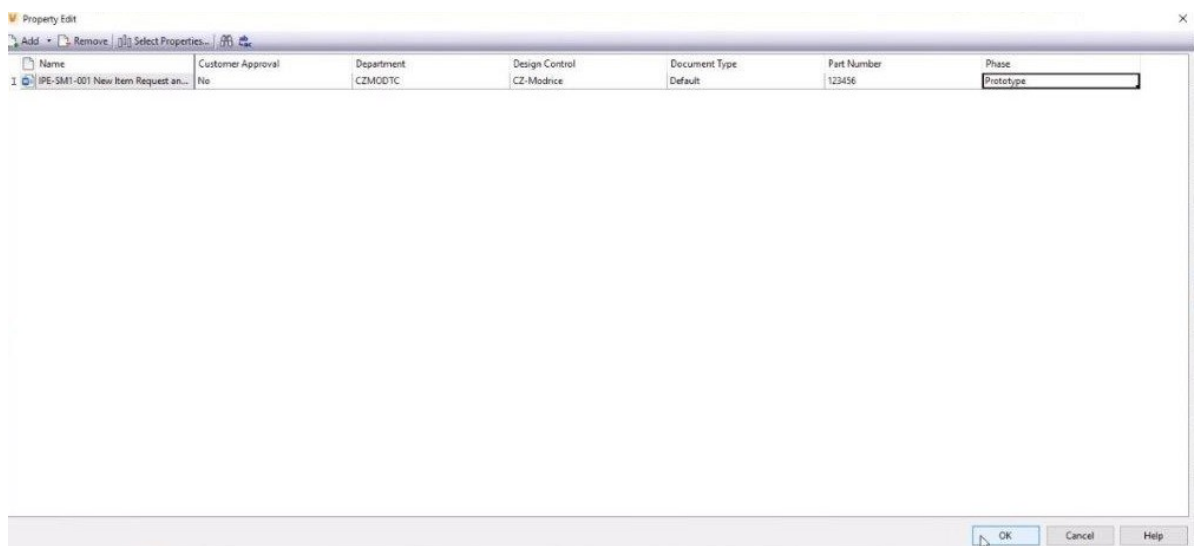
Obr. 33 Definice kategorického zařazení

V následujícím kroku na obrázku (Obr. 34) je nutno nastavit revizní značení. Díky množství dokumentů se ve společnosti používá dvojitě abecední řazení revize. Které lze postupnou kombinací značit až do finální verze dokumentu ZZ. Při takovém značení je velmi velká výhoda a jistota že nebude vyčerpáno možností. Při dvoumístném značení je totiž možnost obsadit až 676 revizí dokumentu. Takového stavu nikdy nebylo dosaženo vzhledem k četnosti vydávání nových revizí.



Obr. 34 Definice revizní historie

Posledním krokem (Obr. 35) je uzavření nastavení dokumentu a jeho hromadné přiřazení atributů u všech dotčených nahrávaných dat na síť. Tyto data je třeba před hromadným nahráním přezkontrolovat, aby se nedostaly mylné informace na veřejně přístupnou síť ve výrobní společnosti. Jakmile se tento krok schválí, systém začne nahrávat a posléze ukládat předešlé revize do archivačních adres kde jsou také zálohovány. Tím pádem uživatel má přehled nad každou změnou v dokumentu a může si zpětně zjistit kdy, kde a v jakém kroku bylo zapříčiněno změn.



Obr. 35 Definice atributů u dokumentu

14 EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍHO ŘEŠENÍ

Pro ekonomické vyhodnocení byly vyčteny ze systému nejčastěji vydávané dokumenty v plném rozsahu, které musejí být revidovány každých 24 měsíců. Pro vyčíslení hodnoty dané práce byla zvolena univerzální korporátní hodinová sazba na technickohospodářského pracovníka. Všechny měřené hodnoty byly zpracovány plně zaškoleným pracovníkem abychom vyobrazili hodnotu praxe do analýzy. Tyto naměřené hodnoty jasně ukázaly velmi široký prostor pro implementaci dalších kroků.

14.1 Vyčíslení hodnoty vydání jedné pracovní instrukce

Pro vypracování určité uspořené hodnoty byly využity aktuálně platné hodinové sazby, díky kterým lze prezentovat hodnoty které reflektují reálnou situaci.

14.1.1 Základní vstupní hodnoty

V tabulce níže (Tab. 5) jsou vypsány pro přehlednost analýzy všechny vstupní hodnoty. Pro lepší pochopení jsou finální výstupy počítány ve dvou měnách, které lze vždy jednoduše uchopit a použít pro výpočet.

Tabulka 5 Vstupní hodnoty

Kurz € - CZK
24,25
Cena 1 THP hodina [€]
50
Cena 1 THP hodina [CZK]
1212,5
Cena 1 THP sekunda [€]
0,01389
Cena 1 THP sekunda [CZK]
0,33681

14.2 Analýza pro celou výrobní společnost

Analyzované data jsou vyčíslení skutečné časové náročnosti. Pro výpočet a detailní porovnání je celek rozdělen do vydávaných dokumentů dle kategorií hierarchie společnosti. Celkový výčet finančních nákladů na udržení aktuálnosti dokumentace podle nutných norem a nástrojů se udává jako celková suma za rok. Tato suma je podělena na polovinu z důvodu nutnosti vydávat jeden dokument v časovém horizontu 24 měsíců. Toto finální rozdělení na polovinu je velmi vhodné pro případný následný výpočet návratnosti v letech.

14.2.1 Výhody

- Lze pracovat i off-line, systémy jsou postaveny na lokální úrovni,
- vydaná instrukce musí být vždy v tištěné verzi.

14.2.2 Nevýhody

- V případě výpadku systému či jeho napadení virusem jsou data nenávratně ztracena,
- uvádění v platnost je velmi časově náročné,
- může vydávat pouze plně zaškolený pracovník,
- všichni zainteresovaní musí být přítomni ve společnosti.

14.3 Vyčíslení hodnoty metody za 1 rok

V této kapitole je zcela vyčíslena stávající hodnota úkonu vydání dokumentace v platnost. Tyto údaje jsou převáděny dle aktuálně dostupných dat a koeficientů jako například kurz, hodinová sazba THP pracovníka, který je zodpovědný za upload instrukcí.

Tabulka 6 Vyhodnocení stávající situace

Čas pro vydání 1 instrukce – stávající stav	
0:08:30	min
510,00	sec
Cena vydání jedné instrukce	
7,1	€
171,8	CZK
Počet instrukcí Technický úsek	
978	ks
Počet instrukcí oddělení Kvality	
102	ks
Počet instrukcí Design	
74	ks
Počet Záznamových formulářů celkem	
1989	ks
Počet FFC celkem	
265	ks
Cena vydání objemu instrukcí (za 24 měsíců)	
24 140,0 E UR	€
585 395,0 Kč	CZK
Cena vydávání ročně	
12 070,0	€
292 697,5	CZK

15 NÁVRH ŘEŠENÍ IMPLEMENTACE PLM V MONTÁŽI

Díky předchozímu vyčíslení a provedenému měření můžeme navrhnout řešení pomocí PLM systému v montážní společnosti. Díky naměřeným a vypočítaným datům lze velmi jednoduše vykreslit míru úspory v daném řešení a získat další nutné nevyhnutelné kroky pro implementaci systému okamžitě.

15.1 Vyčíslení hodnoty jedné vydané instrukce při použití PLM systému

Pro vypracování určité uspořené hodnoty byly využity aktuálně platné hodinové sazby, díky kterým lze prezentovat hodnoty, které reflektují reálnou situaci. Všechny hodnoty jsou přepočítány dle aktuálního kurzu a již zmíněné sazby za THP pracovníka.

15.1.1 Základní vstupní hodnoty

Jako základní vstupní hodnoty do výpočtu časové a finanční náročnosti byly zvoleny hodnoty dle platných kurzů a definovaných mezd u THP pracovníků kteří jsou zodpovědní za nahrání dat v platnost. V tabulce níže se daná hodnota převádí na jednotky sekund z důvodu zjednodušení výpočtu pro různá odvětví práce se softwarem Autodesk Vault.

Tabulka 7 Základní vstupní hodnoty

Kurz € - CZK	
24,25	
Cena 1 THP hodina [€]	
50	
Cena 1 THP hodina [CZK]	
1212,5	
Cena 1 THP sekunda [€]	
0,01389	
Cena 1 THP sekunda [CZK]	
0,33681	

15.2 Analýza pro celou výrobní společnost

Identická situace jako se stávajícím řešením. Kdy vycházíme dle skutečných dat na základě plně zaškoleného pracovníka při vydávání standardních dokumentů dle kategorií hierarchie společnosti. Finální porovnávaná částka je uváděna za jeden kalendářní rok.

15.2.1 Výhody PLM

- Lze vydávat dokumentace i vzdáleně z domova,
- všechny data jsou zálohovány na serveru,
- dokument lze vydat pomocí přímého nadřízeného,
- není nutno být osobně na pobočce,
- jednoduché a přehledné řešení,
- historie nahrávání,
- všechna data jsou historicky dohledatelná.

15.2.2 Nevýhody PLM

- Nutná licence (v analyzovaném případě se jedná o součást již používané licence),
- v případě výpadku sítě nelze vydávat dokumentaci v platnost.

15.3 Vyčíslení hodnoty metody za 1 rok pomocí PLM

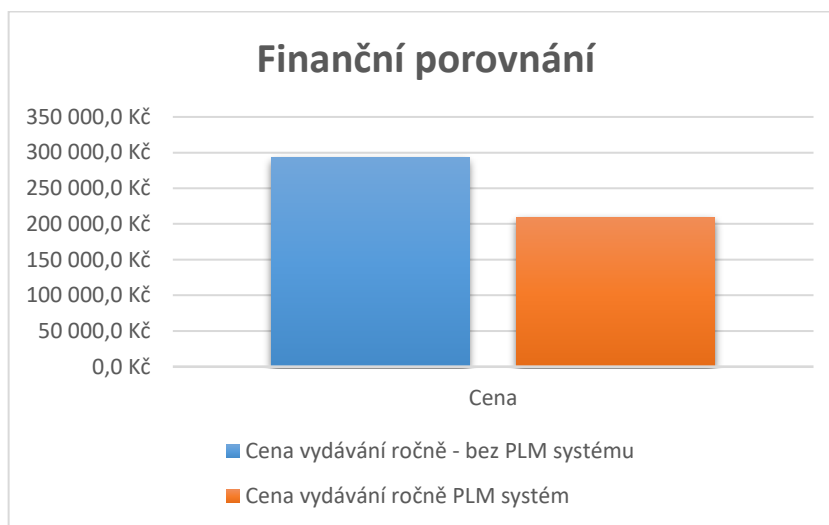
V této kapitole je zcela vyčíslena hodnota úkonu vydání dokumentace v platnost pomocí digitalizace systému PLM. Tyto údaje jsou převáděny dle aktuálně dostupných dat a koeficientů jako například kurz, hodinová sazba THP pracovníka, který je plně proškolený s uváděním instrukcí pomocí softwaru PLM.

Tabulka 8 Vyčíslení použití PLM systému

Čas pro vydání 1 instrukce – navrhovaný stav	
0:06:04	min
364	sec
Cena vydání jedné instrukce	
5,1	€
122,6	CZK
Počet instrukcí Technický úsek	
978	ks
Počet instrukcí oddělení Kvality	
102	ks
Počet instrukcí Design	
74	ks
Počet Záznamových formulářů celkem	
1989	ks
Počet FFC celkem	
265	ks
Cena vydání objemu instrukcí (za 24 měsíců)	
17 229,3	€
417 811,3	CZK
Cena vydávání ročně VAULT	
8 614,7	€
208 905,7	CZK

16 POROVNÁNÍ NÁVRHŮ

V rámci naměřených a vypočítaných hodnot je nutné oba návrhy porovnat a vyhodnotit na základě grafického vyobrazení. Níže uvedený graf na Obr. 36 Finanční porovnání, interpretuje množství vynaloženého finančního objemu peněz na řízení a aktualizování řízené dokumentace v montážním podniku v porovnání při využití stávajícího řešení a řešení pomocí zavedení systému PLM.



Obr. 36 Finanční porovnání

Na základě finanční náročnosti je vyčíslená úspora v řádu desítek tisíc Kč. Viz Tabulka 9 Vyčíslení finanční úspory za rok. Licenční náklady na software jsou zanedbány ve výpočtu, protože společnost jako aktivní uživatel balíčku celistvého softwaru má rozšíření dlouhodobě k dispozici. Výsledné uspořené peníze lze jistě buď investovat do dalšího záměru společnosti nebo také najmout dalšího pracovníka díky kterému vzroste zisk firmy. Tento návrh úspory byl schválen a implementován do výrobního závodu. Výsledná finanční úspora nebyla ale shledána jako hlavní motivační složka, důraz je především kladen na možnost práce vzdáleně bez přístupu na pobočku nebo přehledný revizní systém.

Tabulka 9 Vyčíslení finanční úspory za rok

Cena vydávání ročně – bez PLM systému		Cena vydávání ročně – PLM systém		Úspora	
12 070,0	€	8 614,7	€	3 455,3	€
292 697,5	CZK	208 905,7	CZK	83 791,8	CZK

16.1 Hlavní benefity zavedení pomocí PLM systému

Jako hlavní benefit při zavedení do podniku je nutno vyzdvihnout vydávání a nahrávání jednotlivých dokumentů v platnost na síť bez nutnosti být přítomen na pobočce. Tento benefit je daleko více oceňovaný pro možnou práci z domácího prostředí při vyšší efektivitě, zejména v době, kdy může nastat stav který znemožní cestu do zaměstnání.

Dalším velmi výrazným ulehčením je při velké četnosti dokumentů časová úspora. Díky možnosti nahrávání příspěvků hromadně v systému Autodesk Vault je obrovským šetřením časových kapacit daného pracovníka. Nejvíce je tento benefit cenným prostředkem v době kdy se sejde řádově stovky dokumentů k opětovné validaci na síť. Zpravidla bývá toto období v druhém kvartálu každý rok.

V neposlední řadě je také na místě zmínit kompletní digitalizaci všech dat. Tato digitalizace zajišťuje velké spektrum benefitů jako hlavní vidím převážně zálohování, dohledatelná historie změn nebo úspora životního prostředí díky přechodu z tištěné do digitální verze dokumentu.

Důležité je také vyzdvihnout fakt který v momentě uvedení PLM systému v platnost uvolní značnou míru pracovních kapacit a lze tak vytvořený čas velmi efektivně přeměřovat do více tížených oblastí v daný okamžik. V Případě diplomové práce se tak jednalo o zaměření se na péči o zákazníka, který díky vizi společnosti je na prvním místě v žebříčku priorit.

ZÁVĚR

Teoretická část diplomové práce se věnuje komplexnímu popisu témat týkajících se PLM systémů a nástrojů spjatých s výrobou. Z počátku je rozepsána kapitola, která shrnuje linku života PLM systémů a jejich historii. V další kapitole jsou dopodrobna rozřazena a vykreslena jednotlivá stádia životního cyklu výrobku. Navázáním na toto téma bylo nutné objasnit problematiku samotného PLM systému. Co takový systém obnáší a zajisté zejména přináší. V dalších kapitolách se tato část zaměřuje na spektrum nástrojů LEAN, které jsou hojně využívány v nejmodernějších výrobních procesích. V závěrečné fázi této části je stručně popsán systém norem, které jsou úzce spjaty s veškerou činností systému PLM. Kontinuálně na všechny tyto zmíněné kroky navazuje část praktická, kde jsou metody a nástroje aplikovány do analýzy.

Prvním krokem praktické části diplomové práce bylo nutné plně pochopit princip fungování společnosti napříč všemi odděleními, v úvodních kapitolách je jasně a přehledně vyobrazeno množství lidí spjatých s komplexní činností podniku za pomoci nástrojů z teoretické části této práce. Výstupem této analýzy je definice celého procesu a nastínění jeho kroků nutných k realizaci za stávajícího stavu. Podrobná analýza zpracovává proces řízení vydávání procesní dokumentace dle zmiňovaných norem ve společnosti Norgren.

Díky této podrobné analýze a definici všech vstupů a výstupů u tohoto procesu byla jasně identifikována nejvíce úzká místa a zvážena potenciální rizika související s úvahou zavedením zmiňovaného systému. U tohoto kroku bylo zjištěno veškeré možné úskalí a možnosti zmiňovaného programu Autodesk Vault, který již byl v minulosti dodán jako součást komplexního balíčku do společnosti.

Tato diplomová práce splnila zadání teoretické části a zároveň je doplněna o část praktickou včetně návrhu konkrétního řešení a zvážení všech přílehlých kladů a záporů souvisejících se zavedením tohoto systému do ostrého provozu. Bylo zjištěno že toto řešení splňuje všechny požadované nároky na dodržení standardu uváděných v normách a je tak možné implementovat toto řešení v reálném prostředí. Díky této implementaci může výrobní společnost Norgren ušetřit při zmiňovaném množství dokumentů a vstupních hodnot ročně až 83 791 CZK a také velmi vylepšit pracovní proces vkládání dokumentace v platnost. Díky této analýze lze toto řešení jednoduše naplánovat a připravit potřebné prostředky a pracovní kapacity pro uvedení do plného provozu ve společnosti.

Vypracovaná analýza může sloužit jako metodický návod pro zpracování v jiných výrobních závodech, dále také je možné využít tuto analýzu v případě že podnik má již ve svém portfoliu balíček skupiny Autodesk a nevyužívají plného potenciálu tohoto softwaru nebo případě podobným jemu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. STARK, John. *Product Lifecycle Management*. Geneva 1206 : Springer London Dordrecht Heidelberg New York. ISSN 1619-5736.
2. MAREŠ J. *Podnikové informační systémy*. Plzeň : Západočeská univerzita, 2012. ISBN 978-80-87539-05-7.
3. SME, Supportin Innovation in. *Řízení životního cyklu produktu*. [Online] InnoSupport, 2010. http://www.innosupport.net/uploads/media/6_4_PLM_04.pdf. cit. 2018-04-13.
4. SeMaForum. www.managementmania.com. *Management Mania*. [Online] <https://managementmania.com/cs/zivotni-cyklus-vyrobku-sluzby>.
5. SVOZILOVÁ, A. *Projektový management*. Praha : Grada publishing, 2011. 978-80-247-3611-2.
6. JAKUBÍKOVÁ D. *Strategický marketing*. Praha : Grada, 2008. 267 s. ISBN 9788024726908.
7. KOTLER, Philip a Kevin Lane KELLER. *Marketing management*. Praha : Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4150-5..
8. KOTLER, Philip., Hermawan KARTAJAYA a Iwan. SETIAWAN. *Marketing 3.0 from products to customers to the human spirit*. . Wiley : fHoboken, 2010. ISBN 9780470598825.
9. KORECKÝ Michal, Trkovský Václav. *Management rizik projektů*. Praha : Grada, 2011. ISBN 978-80-248-3221-3.
10. VYHŇÁK T. [ManagementMania.com](http://www.managementmania.com). *End of Life*. [Online] 15. 01 2019. <https://managementmania.com/cs/konec-zivotnosti-end->.
11. ANTTI Saaksvuori, Anselmi Immonen. *Product Lifecycle Management*. místo neznámé : Springer, 2005. ISBN: 978-3-540-26906-9.
12. ADEON. Autodesk Vault Professional. *Adeon.cz*. [Online] 2021. <https://www.adeon.cz/katalog/autodesk/vault/professional/>.

13. Autodesk Vault corp. *Autodesk VAULT logo*. [Online] <https://www.creativetools.se/software/autodesk-vault>.
14. PHAM, D. T. *Assembly Line Design, The Balancing of Mixed-Model Hybrid Assembly Lines with Genetic Algorithms*. místo neznámé : Springer, 2006. ISBN-13: 978-1-84628-112-9.
15. Jana PETRŮ, Robert ČEP. *Základy montáže*. Ostrava : Fakulta strojní VŠB - TUO, 2012. ISBN 978-80-248-2773-5.
16. JANÁČ, Alexander. *Technológia obrábania, montáže a základy strojárskej metrológie: návody na cvičenia*. Bratislava : Janáč Alexander, 1994. ISBN 80-227-0698-1.
17. MIČKAL Karel, Přemysl KOLÁŘ. *Strojní montáže*. Praha : autor neznámý, 1987.
18. ZCU. Základy montáže a její členění. *Ukázky montáže*. [Online] 15. 05 2016. http://old.fst.zcu.cz/_files_web_FST/_dokumenty_FST/_akreditace-FST-
19. Robert ČEP, Jana PETRŮ. *Technologie obrábění v příkladech*. Ostrava : Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2013. ISBN 978-80-248-3014-8.
20. AGUILAR-Savén, Ruth Sara. *Business process modelling*. Sweden : ELSEVIER, 2003. 10.1016/S0925-5273(03)00102-6.
21. STAMATIS, D.H. *The OEE Primer, Understanding Overall Equipment Effectiveness, Reliability, and Maintainability*. New York : Productivity Press, 2010. 978-1-4398-1406-2.
22. Compass robotika. Overall equipment effectivtness. [Online] COMPAS automatizace, 27. 01 2020. <https://www.oee.cz/co-je-oee>.
23. KOŠTURIÁK, J., FROLÍK, Z. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha : Alfa publishing, 2006. ISBN 80-86851-38-9.
24. BERTANGOLLI, Frank. *Lean Management*. Pforzheim, Germany : Springer, 2022. 978-3-658-36086-3.

25. WILSON, Lonnie. *How to Implement Lean Manufacturing*. New York : Mc Graw Hill. 978-0-07-162508-1.
26. Toyota. Historie TPS. [Online] 21. 11 2010. http://www.toyota-forklifts.cz/sitecollectiondocuments/tps_nahled.pdf.
27. BARBORÍK D. Certifikace Manažerských systémů. *cems-cz.com*. [Online] 2020. <https://www.cems-cz.com/blog/228-ishikawa-diagram>.
28. KOVALOVÁ Michaela. Průmyslové Inženýrství. *prumysloveinzenyrstvi.cz*. [Online] 28. 5 2018. <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/sablona-diagram-rybi-kosti-ishikawa/>.
29. Standard development organization. Metodický portál. *clanky.rvp.cz*. [Online] 2021. <https://www.omg.org/spec/UML/>.
30. AGARWAL, ADITI. *An expert guide to problem solving with practical examples*. 2016.
31. OSLADIL Martin. dokumentace společnosti NORGREN. Brno : NORGREN, 2022.
32. OSLADIL, Martin. *Spaghetti diagram*. společnost NORGREN, Brno : 2019.
33. Latest quality. Význam slova BOTTLENECK. *Latestquality*. [Online] 12 2017. <https://www.latestquality.com/bottleneck-in-operation-management/>.
34. BARONE A. Bottleneck. *Investopedia.com*. [Online] Investopedia, 11 2020. <https://www.investopedia.com/terms/b/bottleneck.asp>.
35. Robin E. McDermott, Raymond J. Mikulak, Michael R. Bearegard. *The bacisc of FMEA*. NY : autor neznámý, 2009. 978-156327-377-3.
36. Pokayoke v praxi. [Online] IKVALITA, 2005. <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=139>. cit. 2020-04-24.
37. ZLOCHOVÁ, Martina. Interní dokumentace. *POKA-YOKE*: NORGREN, 2017.

-
38. TÜV SÜD, IATF16949. [Online] <https://www.tuvsud.com/cs-cz/cinnosti/audity-a-certifikace-systemu/iatf-16949-certifikace-systemu-managementu-jakosti-pro-automobilovou-vyrobu>.
 39. TÜV SÜD, TUV SUD certification. [Online] 2020. <https://www.tuvsud.com/cs-cz/cinnosti/audity-a-certifikace-systemu/iso-9001-certifikace-systemu-managementu-kvality>.
 40. NQA. Certification standards. [Online] 2020. <https://www.nqa.com/cs-cz/certification/standards/iso-14001>.
 41. GCO. Global certification organe. [Online] 2020. <https://www.nqa.com/cs-cz/certification/standards/iso-45001>.
 42. International Standard. *Security assurance components*. 2008. ISO/IEC 15408-3:2008(E).
 43. PMBOK guide. *A guide to the project management body of knowledge*. Pennsylvania 19073-3299 USA : Project Management Institute., 2017. ISBN 9781628253924.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

PLM	Product Lifecycle Management
PDM	Product Data Management
TPM	Total Production Maintenance
CAD	Computer Aided Design
PDM	Product Data Management
ERP	Enterprise Resource Planning
CIM	Computer Integrated Manufacturing
OEE	Overall Equipment Effectiveness
TPM	Toyota Productive Maintenance
TPS	Toyota Production System
R&D	Research and Development
MS	Microsoft
IATF	International Automotive Task Force
ISO	International Organization for Standard
SC	Significant criterium
CC	Critical criterium
CZK	měna – Koruna česká
€	měna – Euro
FMEA	Failure Mode Effect Analyse
PFMEA	Process Failure Mode Effect Analyse

SEZNAM OBRÁZKŮ


Obr. 1 Hlavní přínos zavedení PLM [1]	13
Obr. 2 Rozložení fází životního cyklu produktu [3]	14
Obr. 3 Vztah mezi objemem prodeje a ziskem [4]	16
Obr. 4 Rozložení fází projektu dle [5]	17
Obr. 5 Vizualizace záběru PLM systému [11]	22
Obr. 6 Logo Autodesk VAULT [13]	23
Obr. 7 Soustředěná montáž [18]	25
Obr. 8 Proudová montáž s volným taktem [18]	26
Obr. 9 Linková montáž s vázaným taktem [18]	26
Obr. 10 Závislost nákladů na výrobní toleranci součásti [4]	27
Obr. 11 Vizualizace OEE [22]	28
Obr. 12 Vizualizace TPM kroků [23]	30
Obr. 13 TPS systém [26]	32
Obr. 14 Ishikawa diagram [28]	33
Obr. 15 Flowchart [29]	35
Obr. 16 Aplikované 5S [31]	37
Obr. 17 Názorná ukázka spaghetti diagramu [32]	38
Obr. 18 Grafické zpracování bottlenecku [33]	38
Obr. 19 Zobrazený bottleneck na výrobní lince [31]	39
Obr. 20 Příklad FMEA formuláře [35]	40
Obr. 21 Pokayoke v praxi [36]	41
Obr. 22 Pokayoke v montáži [37]	41
Obr. 23 Vizualizace projektového managementu [43]	44
Obr. 24 Hierarchie TOP Managementu	48
Obr. 25 Hierarchie oddělení vývoje	49

Obr. 26 Hierarchie oddělení kvality	51
Obr. 27 Hierarchie výrobního inženýrství	53
Obr. 28 Spaghetti diagram cesty dokumentu.....	59
Obr. 29 Flowchart práce s dokumentem	60
Obr. 30 Graf rozložení týdenní práce pracovníka bez PLM.....	62
Obr. 31 Graf rozložení práce při zavedení PLM systému	63
Obr. 32 Zatřídění dokumentu do hierarchie.....	64
Obr. 33 Definice kategorického zařazení	65
Obr. 34 Definice revizní historie	66
Obr. 35 Definice atributů u dokumentu	67
Obr. 36 Finanční porovnání	74

SEZNAM TABULEK


Tabulka 1 Přínos implementovaného PLM softwaru [1].....	15
Tabulka 2 Matice SW	55
Tabulka 3 Zobrazení stávajícího stavu	61
Tabulka 4 Tabulka dat při požití PLM softwaru.....	61
Tabulka 5 Vstupní hodnoty.....	68
Tabulka 6 Vyhodnocení stávající situace	70
Tabulka 7 Základní vstupní hodnoty	71
Tabulka 8 Vyčíslení použití PLM systému.....	73
Tabulka 9 Vyčíslení finanční úspory za rok	74

PŘÍLOHA P2 – NÁHLED P-WIN-V

	<h1>SSR – Montáž, test a balení</h1>	Zvláštní znak	N/A
		Označení	BRE
		Strana	1/32
		Operace	Montáž, test, balení


Tato pracovní instrukce popisuje činnosti prováděné na montážní lince „SSR“. Výsledná kompletace dílu se provádí na základě kusovníku a výkresu. Neshodné díly vlož do NOK boxu. Uvolnění 1. kusu zaznamenej do P-LOG-V-06041.

Zahájení výroby provádí řádně zaškolený teamleader/seřizovač/operátor:



1. ■ BEZ WO nikdy nezahajuj montáž. Montáž prováděj vždy na základě WO.
2. ■ Před samotnou montáží proved kontrolu pracoviště,
3. ■ vychystání pracoviště a uvolnění procesu dle instrukce P-ZPM-V-02185, P-LOG-V-06041,
4. ■ TPM P-ZPM-M-02388 se záznamem do P-LOG-V-02388

Přerušení a zastavení výroby:

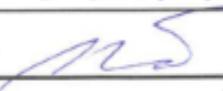




1. ■ Pokud dojde k přerušení výroby z důvodu nepředpokládaných okolností (přerušení přívodu elektřiny, vzduchu, porucha zařízení...), rozpracovaný ventil ve výrobě odlož do červené krabičky "SCRAP" .
2. ■ Pokud dojde k přerušení výroby z důvodu vyhlášení poplachu, odlož rozpracovaný ventil do červené přepravky SCRAP a okamžitě opusť pracoviště.
3. ■ V případě jakéhokoliv rozporu v dokumentaci!!!

Zastav výrobu a okamžitě informuj zodpovědnou osobu, pokud:

- a) výpadek na lince bude vyšší než je uvedeno ve formuláři pro LINE STOP: P-LOG-V-06167,
- b) budeš mít jakýkoli problém s materiálem nebo výrobními zařízeními a testerem.

Platnost i účinnost této pracovní instrukce je maximálně 24 měsíců od data uvolnění!

	Autor	Schválil	Uvolnil
Funkce	Process Engineer	Senior Process Engineer	Koordinátor IMS
Jméno a příjmení	Miroslav Kučera	Lukáš Mik	Rostislav Kikerle
Datum	26.1.2023	28.1.2022	28.01.2022
Podpis			

▲ Zkontroluj
■ Proved
● Zkontroluj po sobě

PŘÍLOHA P3 – NÁHLED Q-FFC

Special characteristics / Zvláštní znak		Project / Part Number / Písmě pro PK									
NA											
<p>Process product / Procesní produkt: PROCESS FMEA / PROCESNÍ FMEA</p> <p>Prepared By / Vytvořil: _____</p> <p>Team / Tým: _____</p> <p>This document contains confidential information and is the sole property of the IMI International s.r.o. company. This document contains confidential information and is the sole property of the IMI International s.r.o. company. Distribuce, reprodukce nebo použití obsahu není povoleno bez souhlasu IMI International s.r.o.</p>											
Process step / Procesní krok	Requirements / Požadavky	Item / Function Requirements	Potential Failure Modes / Možná selhání / Možná příčiny selhání	Potential Effects of Failure / Možné důsledky selhání	Severity / Závažnost	Occurrence / Pravděpodobnost	Detection / Zjistitelnost	Current Process / Stávající proces	Control Prevention (prevent)	Control Detection (detect)	RPN
1	KONTROLA SOUČÁSTÍ K SESTAVENÍ	CHEK PARTS FOR ASSEMBLY	MATERIAL SPRÁVNĚ VYCHYSTANÝ	MATERIAL CORRECTLY PREPARED	INCORRECT PARTS SET	YCHYSTANÝ NESPRÁVNĚ	SOUČÁSTI NESPRÁVNĚ VYBRÁNY	SOUČÁSTI NESPRÁVNĚ	ROVNĚ	FIRST OFF CHECK	84
<p>NEPŘÍMÉ ÚPRAVY / INDIRECT</p>											
2	POVLAKOVÁNÍ	COATING	SPRÁVNĚ NÁVLAKOVÁNO	CORRECT COATING	WRONG THICKNESS COATING	NEPŘÍMÁ HISTORIA POVLAKU	NEPŘÍMÁ HISTORIA POVLAKU	WRONG THICKNESS COATING	DICK OF THICKNESS COATING INDI	VIZUÁLNÍ KONTROLA DLE AQL	84
<p>PŘÍMÉ ÚPRAVY / DIRECT</p>											
3	PEENING ADAPTORU	PEENING OF ADAPTOR	SPRÁVNĚ ZAFEEJOVÁNO	CORRECT PEENING	MISSING O-RING BETWEEN BODY AND ADAPTOR	CHYBEJÍCÍ O-KOŽKA MEZI TĚLEM A ADAPTOREM	CHYBEJÍCÍ O-KOŽKA MEZI TĚLEM A ADAPTOREM	FAILURE TO WI	WI BOM	NEJZÁVĚRNĚJŠÍ KONTROLA DLE AQL	147
<p>PEENING OF ADAPTOR</p>											
4	MONTÁŽ VNITŘNÍHO O-KOŽKA A KLEŠTINY	ASSEMBLY OF INTERNAL O-RING AND COLLET	SPRÁVNĚ SMONTOVÁNO	CORRECT ASSEMBLY	NO O-RING BETWEEN BODY AND ADAPTOR	NEJMAZANÝ O-KOŽKA MEZI TĚLEM A ADAPTOREM	SMAZANÝ O-KOŽKA MEZI TĚLEM A ADAPTOREM	FAILURE TO WI	WI	CHEK BY OT ACCORDING AQL	88
<p>ASSEMBLY OF INTERNAL O-RING AND COLLET</p>											
<p>PEENING OF INTERNAL O-RING AND COLLET</p>											
4	MONTÁŽ VNITŘNÍHO O-KOŽKA A KLEŠTINY	ASSEMBLY OF INTERNAL O-RING AND COLLET	SPRÁVNĚ SMONTOVÁNO	CORRECT ASSEMBLY	MISSING INTERNAL O-RING	CHYBEJÍCÍ O-RING POD KLEŠTINOU	CHYBEJÍCÍ O-RING POD KLEŠTINOU	FAILURE TO WI	WI BOM	CHEK BY OT ACCORDING AQL	147
<p>ASSEMBLY OF INTERNAL O-RING AND COLLET</p>											
4	MONTÁŽ VNITŘNÍHO O-KOŽKA A KLEŠTINY	ASSEMBLY OF INTERNAL O-RING AND COLLET	SPRÁVNĚ SMONTOVÁNO	CORRECT ASSEMBLY	INCORRECT POSITION OF INTERNAL O-RING	NEPŘÁVNÁ POLOHA O-KOŽKA POD KLEŠTINOU	NEPŘÁVNÁ POLOHA O-KOŽKA POD KLEŠTINOU	FAILURE TO WI	WI	CHEK BY OT ACCORDING AQL	126
<p>ASSEMBLY OF INTERNAL O-RING AND COLLET</p>											
4	MONTÁŽ VNITŘNÍHO O-KOŽKA A KLEŠTINY	ASSEMBLY OF INTERNAL O-RING AND COLLET	SPRÁVNĚ SMONTOVÁNO	CORRECT ASSEMBLY	MISSING COLLET	CHYBEJÍCÍ KLEŠTINA	CHYBEJÍCÍ KLEŠTINA	FAILURE TO WI	WI BOM	CHEK BY OT ACCORDING AQL	112
<p>ASSEMBLY OF INTERNAL O-RING AND COLLET</p>											
4	MONTÁŽ VNITŘNÍHO O-KOŽKA A KLEŠTINY	ASSEMBLY OF INTERNAL O-RING AND COLLET	SPRÁVNĚ SMONTOVÁNO	CORRECT ASSEMBLY	DAMAGE COLLET	POŠKOZENÁ KLEŠTINA	POŠKOZENÁ KLEŠTINA	INCORRECT ASSEMBLY	WI	CHEK BY OT ACCORDING AQL	168
<p>ASSEMBLY OF INTERNAL O-RING AND COLLET</p>											

