



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV MANAGEMENTU

INSTITUTE OF MANAGEMENT

OPTIMALIZACE PROCESU VÝROBNÍ LINKY

PRODUCTION LINE PROCESS OPTIMIZING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Duy Vu Truong Quang

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Zdeňka Videcká, Ph.D.

BRNO 2019

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav managementu
Student: **Duy Vu Truong Quang**
Studijní program: Ekonomika a management
Studijní obor: Ekonomika a procesní management
Vedoucí práce: **Ing. Zdeňka Videcká, Ph.D.**
Akademický rok: 2018/19

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává bakalářskou práci s názvem:

Optimalizace procesu výrobní linky

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Vymezení problému a cíle práce
Teoretická východiska práce
Analýza stávajícího stavu řízení procesů výrobní linky
Návrh optimalizace vybraného procesu výrobní linky
Zhodnocení přínosu návrhu řešení
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Cílem práce je návrh zlepšení výrobní linky. Návrh musí vycházet z analýzy řízení výrobní linky a nalezení úzkých míst. Vlastní návrh se zaměří na konkrétní druh plýtvání a jeho odstranění. Součástí řešení by mělo být zhodnocení návrhu.

Základní literární prameny:

HABURAI OVÁ, I., BAUER, M. Leadership s využitím Kaizen a Lean. 1. vydání. Praha: BIZBOOKS, 2015. 136 s. ISBN 978-80-265-0390-3.

JUROVÁ, M., KORÁB, V., JUŘICA, P., VIDECKÁ, Z., BARTOŠEK, V. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: Grada, 2016. 254 s. ISBN: 978-80-247-5717-9.

LIKE, J. K. Tak to dělá Toyota. 14 zásad největšího světového výrobce. Dotisk 1. vydání. Praha: Management Press, 2010. 392 s. ISBN 978-80-7261-173-7.

ŘEPA, V. Procesně řízená organizace. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2012. 304 s. ISBN 978-80-247-4128-4.

SVOZILOVÁ, A. Zlepšování podnikových procesů. 1.vydání. Praha: Grada Publishing, 2011. 232 s. ISBN 978-80-247-3938-0.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2018/19

V Brně dne 28.2.2019

L. S.

doc. Ing. Robert Zich, Ph.D.
ředitel

doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.
děkan

Abstrakt

V této bakalářské práci se věnuji analýze a optimalizaci procesů výrobní linky v podniku Otis a.s., který se zabývá výrobou výtahů a eskalátorů. Práce obsahuje detailní analýzu současného stavu, kde jsou popisovány procesy, při kterých je zjištěn neshodný výrobek. Na základě výstupů z detailní analýzy a zjištění úzkých míst bude doporučeno řešení, které povede ke snížení výskytu neshodného výrobku.

Klíčová slova

podnikový proces, výrobní proces, analýza, optimalizace, zlepšování procesů

Abstract

In this bachelor thesis I deal with analysis and optimization of production line process in the company Otis a.s., which deals with production of elevators and escalators. The thesis contains a detailed analysis of the current state, where the processes are described, when an anticoincident product is detected. Based on the outcomes of detailed analysis and bottleneck detection, a solution will be recommended to reduce the incidence of anticoincident products.

Keywords

business proces, manufacturing proces, analysis, optimization, proces improvement

Bibliografická citace:

VU TRUONG QUANG, Duy. *Optimalizace procesu výrobní linky* [online]. Brno, 2019 [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/117977>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav managementu. Vedoucí práce Zdeňka Videcká.

Čestné prohlášení

„Prohlašuji, že svou semestrální práci na téma Optimalizace procesu výrobní linky jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené závěrečné práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této závěrečné práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne 12.5.2019

.....
podpis autora

Poděkování

Rád bych poděkoval své vedoucí bakalářské práce paní Ing. Zdeňce Videcké, Ph.D. za všestrannou pomoc při zpracování bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Martinu Drobíkovi, Ph.D. za interní materiály společnosti a cenné rady.

Obsah

Úvod	9
Cíle bakalářské práce	10
1 Teoretická východiska práce	11
1.1 Charakteristika procesu	11
1.1.1 Podnikový proces	11
1.1.2 Výrobní proces	11
1.1.3 Řízení procesů	12
1.1.4 Zlepšování podnikových procesů	12
1.2 Kvalita	12
1.2.1 Systém managementu jakosti	13
1.2.2 Principy systému jakosti managementu	13
1.2.3 Pojem systémových měření a jejich význam	17
1.3 Cyklus PDCA	17
1.4 Kaizen	18
1.5 Nástroje zlepšování kvality	18
1.5.1 Paretův diagram	18
1.5.2 Ishikawův diagram	19
1.5.3 Regulační diagram	20
1.6 Six Sigma	20
1.6.1 Cyklus DMAIC	21
1.7 Metoda FMEA	23
1.7.1 Využití metody FMEA	24
1.7.2 Analýza FMEA	24
2 Analýza problému a současná situace	26
2.1 Představení podniku	26
2.1.1 Vize a cíle	26
2.1.2 Historie firmy	27
2.1.3 Otis a.s. v České republice	27
2.1.4 Závod	28
2.1.5 Předmět podnikání, výrobní sortiment	29
2.2 Organizační struktura	29
2.3 Globální analýza podniku	31
2.3.1 Řídící procesy	31
2.3.2 Podpůrné procesy	32
2.3.3 Hlavní procesy	33
2.4 Detailní analýza výrobního procesu	36
2.4.1 Montážní proces rámu	36
2.4.2 Příprava montáže rámu	39
2.4.3 Postup procesu montáže rámu	39
2.4.4 Kontrolní měření rámu	40
2.4.5 Kontrolní měření soustřednosti a souběžnosti kladek	41
2.4.6 Výsledky kontrolního měření souběžnosti a soustřednosti kladek	43
2.4.7 Řízení neshodného výrobku	43
2.4.8 Zjištění neshod při kontrolním měření	48
3 Vlastní návrh řešení	49
3.1 Stanovení významných neshod	49

3.2	Stanovení příčin neshod	50
3.2.1	Brainstorming	50
3.2.2	Diagram příčin a následků	51
3.2.3	Návrh nápravných opatření	51
3.2.4	Kontrola	52
3.3	Návrh číselníku neshod	54
3.4	Návrh číselníku příčin	54
4	Zhodnocení přínosu návrhu řešení	56
	Závěr	57
	Literatura	58
	Seznam obrázků	59
	Seznam tabulek	59
	Seznam příloh	59
	Přílohy	60

ÚVOD

V současném světě tržní ekonomiky, kdy se turbulentně rozvíjí konkurence, je nezbytnou podmínkou stále zlepšovat výrobní procesy. Kvalita a její vývoj je nekonečně se měnícím a nepřetržitým procesem k fungování na trhu. Je proto žádoucí zvládat nikdy nekončící proces optimalizace. Každá změna podniku musí přispívat k jeho zlepšování. Zvládnutí tohoto procesu je klíčovým bodem pro každý podnik.

Téma optimalizace procesu výrobní linky jsem si zvolil z důvodu zájmu o jejich řízení. Toto téma je zajímavé nejen díky své praktičnosti, ale také možnosti shlédnutí dosažených výsledků ihned v praxi. Jako kandidáta pro svoji bakalářskou práci jsem vybral podnik Otis a.s. Díky zkušenostem, které jsem zde nabyl, mi bylo umožněno proniknout do celého výrobního procesu podniku, kde jsem měl možnost nahlédnout do jednotlivých procesů v širších oblastech.

Vybraný podnik se zaměřuje na výrobu a prodej výtahů, eskalátorů a pojízdných chodníků. Důležitým faktorem tohoto podniku je dlouhodobost na trhu a především zvládnutí hlavních procesů, které vytvářejí přidanou hodnotu pro zákazníka.

Tato bakalářská práce se zaměřuje na možnosti zefektivnění procesu výroby, kdy hlavním předmětem je nalézt takový systém v jednotlivých činnostech výrobního procesu, který pomůže ke snížení neshodných výrobků. Touto prací bych rád docílil analýzy procesů, které můžeme zlepšovat. Dále bych chtěl dosáhnout ke zjištění úzkých míst a následně hledat možná zlepšení a celý proces kontrolovat tak, abychom neshodám předcházeli. Hlavní přidanou hodnotou této práce by měla být dosáhnutá optimální řešení, která by podnik mohl aplikovat a úspěšně využívat.

Bakalářská práce je rozdělena do čtyř hlavních kapitol. Nejprve budou objasněny pojmy v oblasti managementu výroby, dále metody pro neustálé zlepšování výrobních procesů. V druhé části bude kompletně provedena analýza procesů podniku a určení úzkých míst, které budou popsány v návrhové části.

CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Cílem bakalářské práce je kompletní analýza hlavních procesů v podniku Otis a.s., dále na základě analýzy zjištění neefektivního využití procesů a nalezení úzkých míst ve výrobním procesu. Hlavním cílem je zajistit takové podmínky ve výrobním procesu, aby neshodné výrobky vůbec nevznikaly.

1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

1.1 Charakteristika procesu

Proces je definován jako soubor vzájemně propojených nebo působících činností, které přeměňují vstupy na výstupy. Výsledkem procesu je produkt nebo služba. [1]



Obrázek 1 Stanoviska procesu

Zdroj: [1]

1.1.1 Podnikový proces

Podnikovým procesem rozumíme objektivně přirozenou posloupnost činností, konaných s úmyslem dosažení daného cíle v objektivně daných podmínkách. Pro podnikový proces je zásadní čas.

K podnikovému procesu dále patří:

- Cíl
- Úmysl
- Objektivní přirozenost postupu
- Objektivně dané podmínky

Procesním řízením se rozumí řízení firmy takovým způsobem, v němž podnikové procesy hrají klíčovou roli. [1]

1.1.2 Výrobní proces

Výrobní proces chápeme jako souhrn činností, které jsou vykonávány v určitých časových posloupnostech a vedou ke zhotovení výrobků a služeb. Funkcí výrobního procesu je tvorba užitkových hodnot a představuje hlavní činnost podniku.

Základní podmínky pro úspěšnost výrobního procesu:

- Kvalita výrobního managementu
 - Stupeň rozvoje techniky
 - Finanční možnosti podniku
- Výkony pracovní síly a výrobních zařízení
- Omezení ve využívání produkčních faktorů
- Vliv okolí v rámci bezpečnostních a legislativních předpisů [1]

1.1.3 Řízení procesů

Řízení procesů je činnost, která využívá znalosti, schopnosti, metody a nástroje k tomu, aby identifikovala a zlepšovala procesy se záměrem uspokojení potřeb zákazníka procesu. [1]

1.1.4 Zlepšování podnikových procesů

Zlepšování podnikových procesů je činností zaměřenou na postupné zvyšování kvality, produktivity nebo zpracování podnikového procesu prostřednictvím odstranění neproduktivních činností. [1]

1.2 Kvalita

Pojem kvalita neboli jakost znamená souhrn souboru vlastností, pomocí kterého dosáhneme určité hranice splnění požadavků. Když to převedeme do praxe, tak to znamená toto – do firmy se nevrací výrobek, ale spokojený zákazník. [1]

V průběhu let se ve světě vyvinuly různé koncepce managementu kvality. V současné době jsou nejznámější tyto dvě koncepce:

- Koncepce ISO, která je definovaná v souboru normy ISO 9000
- Koncepce TQM (Total Quality Management) [1]

1.2.1 Systém managementu jakosti

Systémem managementu jakosti rozumíme soubor propojených prvků, který je nedílnou součástí celkového systému řízení organizace. Tento systém garantuje maximalizaci spokojenosti a věrnost zainteresovaných stran, a to při minimální spotřebě zdrojů. [1]

Management jakosti se dělí na tyto části:

- Plánování jakosti
- Řízení jakosti
- Prokazování jakosti
- Zlepšování jakosti [1]

Plánování jakosti - zaměřuje se na stanovení cílů jakosti a specifikování procesů nezbytných pro provoz, pro splnění cílů jakosti.

Řízení jakosti - zaměřuje se na splnění požadavků na jakost.

Prokazování jakosti - zaměřuje se na poskytování důvěry, která docílí splnění požadavků jakosti.

Zlepšování jakosti - zaměřuje se na zvýšené plnění požadavků na jakost a snaží se ji zlepšit. [1]

1.2.2 Principy systému jakosti managementu

Zmíněné koncepce systémů managementu v kapitole 1.1 jsou definovány v tabulce (viz tabulka č. 1), kde v levém sloupci nalezneme principy v normě 9000 a v pravém sloupci nalezneme principy TQM. [1]

Tabulka 1 Principy systémů managementu jakosti

Principy podle ISO 9000	Principy TQM
1. Orientace na zákazníka 2. Vůdcovství 3. Zapojení lidí 4. Procesní přístup 5. Systémový přístup k managementu 6. Neustálé zlepšování 7. Orientace na fakty při rozhodování 8. Vzájemná prospěšnost s dodavateli	1. Orientace na zákazníka 2. Vedení lidí a týmová práce 3. Rozvoj a zapojení lidí 4. Orientace na procesy 5. Odpovědnost vůči okolí 6. Neustálé zlepšování 7. Měřitelnost výsledků 8. Partnerství s dodavateli

Zdroj: [1]

Tyto principy systému managementu jakosti dělíme na 8 bodů:

1. Orientace na zákazníka

Zákazníkem je myšlen kdokoliv, komu odevzdáme výsledky svých aktivit. Tuhle část lze vymezit do čtyř základních skupin, a to na interní zákazníky, zprostředkovatele, externí zákazníky a konečné uživatele.

2. Vůdcovství

Úkolem vůdce je vytvoření prostředí, ve kterém všechny skupiny zaměstnanců budou podávat maximální výkony v zájmu naplnění cílů organizace.

3. Princip zapojení lidí

Aktivita, samostatnost a moudrost zaměstnanců je největším bohatstvím každé organizace. V praxi to znamená, že zaměstnanec je vtahován do důležitých aktivit a tím se stává samostatným a odpovědným nejen za své výsledky, ale i za výsledky celé organizace.

4. Procesní postup

K naplnění tohoto principu je potřeba:

- jednoznačné definování procesů vlastníků, jejich odpovědností a pravomocí

- vymezení tzv. klíčových procesů organizace podle stanoveného klíče
- systematické měření způsobilosti a výkonnosti procesů v organizaci

5. Odpovědnosti vůči okolí

Organizace nese určitou odpovědnost za své vazby na vnější okolí. Tím je myšleno okolí, ve kterém se organizace nachází, příroda a stát. Jejím úkolem je racionálně využívat neobnovitelné přírodní zdroje.

6. Neustálé zlepšování

Neustálé zlepšování výkonnosti musí být prioritou jakékoliv společnosti. Aplikací tohoto principu má být zabezpečeno dosahování nové úrovně v určitých oblastech, jako jsou snižování rozsahu neshod v dodávkách, rozšiřování spektra funkcí u existujících produktů, nabídka nových produktů a redukce vnitřních neefektivností organizace.

V každé společnosti by mělo být samozřejmostí, aby:

- Bylo soustavně rozvíjeno prostředí k tvořivé aktivitě zaměstnanců
- Byly auditory, posuzovateli a všemi řídicími pracovníky identifikovány příležitosti ke zlepšování, zejména díky procesům sebehodnocení
- Byly uvolňovány potřebné zdroje pro kontinuální zlepšování a hodnocena jejich efektivnost
- Byla pro procesy neustálého zlepšování uplatňována obecně platná metodologie

Efektem by mělo být zlepšení výkonnosti procesů i systému managementu jakosti, zvýšená schopnost pružné reakce na nejružnější nové požadavky a vytvoření klimatu k proaktivnímu jednání zaměstnanců.

7. Orientace na fakty při rozhodování

Jeho podstatou je, že objektivní a účinná rozhodnutí mohou být učiněna pouze na základě využití vhodně analyzovaných dat a informací na základě procesů měření výsledků.

Podmínkou úspěšné aplikace je:

- Sběr dostatečně přesných a spolehlivých dat z jednotlivých procesů v organizaci
- Využívání vhodných statistických nástrojů k analýzám a vyhodnocování dat
- Výcvik lidí k využití metod sběru a analýzy dat
- Ochota manažerů analyzovaná data využívat v procesech řízení
- Zpřístupnění výsledků analýzy dat

Díky této aplikaci dosáhneme objektivních rozhodovacích procesů, zvýšení schopnosti prokázat efektivitu a správnost dřívějších rozhodnutí managementu a stavu plné informovanosti lidí v organizaci. Výsledkem je pak pozitivní motivace a důvěra.

8. Vzájemná prospěšnost vztahů s dodavateli

Cílem je dosažení oboustranných vyvážených a prospěšných vztahů postavených na důvěře obchodních partnerů.

Klíčové aktivity pro naplnění tohoto principu jsou:

- Výběr klíčových, strategicky významných dodavatelů
- Pravidelná hodnocení jejich výkonnosti
- Poskytování pomoci dodavatelům
- Sdílení a komunikování nejlepších praktik
- Účinná komunikace v průběhu celé doby trvání obchodních vztahů
- Motivace dodavatelů ke zlepšování

Těmito principy dosáhneme schopnosti vytvářet vyšší hodnoty pro obě strany, jako je schopnost pružnější reakce dodavatele na změněné požadavky odběratele, které mohou ovlivnit změny požadavků zákazníků, optimalizace výdajů a materiálových toků. Všechny zmíněné principy je nutné chápat jako základní kameny při budování systému managementu jakosti ve všech společnostech. Podcenění nebo případné vynechání jednoho z nich může znamenat, že se vybuduje systém, který nikdy nebude plně funkční a efektivní. [1]

1.2.3 Pojem systémových měření a jejich význam

Systémové měření můžeme vysvětlit jako soubor úkolů, kde stanovíme hodnotu určité veličiny v daných jednotkách.

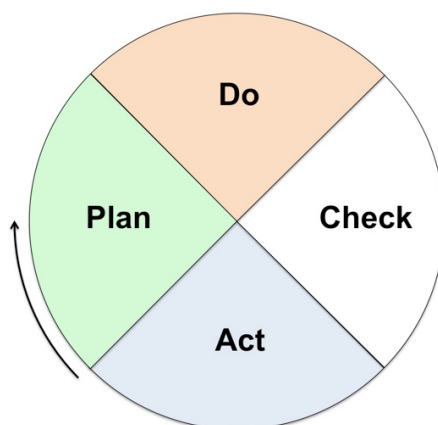
Můžeme je rozdělit na dvě základní skupiny měření:

- Měření technická (vztahují se ke hmotným výstupům procesů nebo k výrobkům)
- Měření systémová (vztahují se k poznání a definování chování systému managementu organizací. Výsledky jsou klíčovými vstupy pro rozhodování na úrovních zařízení) [1]

1.3 Cyklus PDCA

Demingův cyklus PDCA (Plan – Do – Check – Act) je základním modelem zlepšování jakosti. Tento cyklus se skládá ze čtyř základních fází, které by měly směřovat ke zlepšování jakosti nebo provádění změn. Pro zajištění neustálého zlepšování by se měl cyklus stále opakovat. [1]

- **Plan (Plánuj)** - vypracování plánu aktivit zlepšování
- **Do (Vykonej)** - realizace plánovaných činností (často v menším měřítku)
- **Check (Zkontroluj)** - monitorování a analýza dosažených výsledků (včetně porovnání s očekávanými výsledky)
- **Act (Reaguj)** – reakce na dosažené výsledky a provedení vhodné úpravy procesu. [1]



Obrázek 2 PDCA Diagram
Zdroj: [1]

1.4 Kaizen

Metoda Kaizen podněcuje ke stálému zlepšování procesů v malých krocích. Zdokonalování probíhá krok pro kroku a má dopad na zdokonalení nejen v pracovním, ale i osobním životě. To znamená, že dělá z dobrých podniků ještě lepší. Při aplikaci na pracovišti Kaizen chápeme jako neustále probíhající zdokonalování, které se týká celého podniku, stejně jako všech zaměstnanců. Koncepte absolutní kontroly kvality pomohly společností vytvořit způsob myšlení a strategie s naprostou zainteresovaností lidí s cílem neustálého zdokonalování. Jedním ze základních principů celkové kontroly kvality je zásada zajištění kvality celkových výkonů podniku. [1]

1.5 Nástroje zlepšování kvality

V dnešní době se v podnicích uplatňuje spousta nástrojů managementu jakosti. Jedná se o metody, které jsou nezbytnou nutností v cyklu zlepšování výkonnosti procesů. Ve své práci jsem pro hledání příčin a následků daného problému zvolil tři následující metody.

1.5.1 Paretův diagram

Paretův diagram je velmi důležitým nástrojem manažerského rozhodování, protože dokáže stanovit priority pro řešení daného problému s jakostí, aby účelně využil své zdroje a byl dosažen maximální efekt. Pomocí Paretova diagramu lze vyhodnotit příčinu

ovlivňující výskyt určitého problému na základě bodového hodnocení příčin analyzovaných při zpracování diagramu příčin a následku. [1]

Známým pravidlem pro tuhle metodu je 80/20, což znamená 20 % vad způsobuje celkem 80 % výskytu všech vad. Je to způsob, jak objevit faktory, které přispívají k zjištění problému v sestupném pořadí důležitosti. [1]

Využívá se v následujících oblastí:

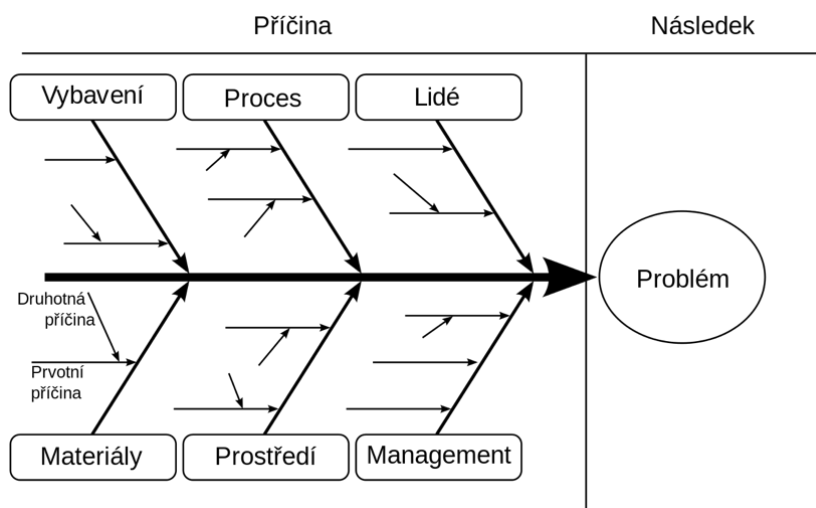
- Analýza zmetkovitosti
- Analýza ztrát
- Analýza časových a finančních ztrát spojených s vypořádáním neshodných výrobků
- Analýza příčin strojů
- Analýza poruch a havárií zařízení [1]

1.5.2 Ishikawův diagram

Ishikawův diagram neboli diagram příčin a následků je důležitým grafickým nástrojem pro analýzu všech příčin určitého následku. Představou je, že pomocí systémového přístupu dokážeme zjistit skutečné příčiny následku a tím zvolit nejefektivnější řešení problému. Nezbytnou součástí pro efektivní zpracování diagramu příčin a následků je týmová práce s využitím brainstormingu, pomocí kterého týmově generujeme nápady na dané téma. V první fázi si tým určí hlavní kategorie příčin daného problému. [1]

Pokud souvisí problém s jakostí výrobku, využíváme tyto hlavní kategorie (viz obrázek č. 2):

- materiál
- zařízení
- metody
- lidé
- prostředí



Obrázek 3 Diagram příčin a následků
Zdroj: [1]

1.5.3 Regulační diagram

Regulační diagram je nástroj sloužící k popisu jakéhokoliv procesu. Dokáže rozlišit variabilitu procesu vymezitelnými příčinami včetně variability vyvolané náhodnými příčinami. Prakticky můžeme říct, že žádné dva kusy výrobku nejsou shodné. Pokud se tak jeví, může být příčina v nedostatečném měření znaků jakosti. Skutečné příčiny kolísání vlastností produktů se dělí na dvě skupiny, na náhodné a vymezitelné příčiny. [1]

1.6 Six Sigma

Six sigma je metodologie, kterou zavedla společnost Motorola za účelem zvýšení kvality a zlepšování procesů v podniku. Sigma popisuje vyspělost výrobního procesu, tedy jeho výtěžnost – kolik procent výrobků bez vady proces vygeneroval. Číslovka šest (six) se vztahuje k úrovním dosažené vyspělosti. Ze statických výpočtů nalezneme v procesu na úrovni šest sigma přibližně tři závady v jednom milionu jednotek výstupu. Podle odhadu společností pracujících na této úrovni zabírají náklady na opravy závad méně než 5 % celkových nákladů výroby. Stručně řečeno, snaží se vylepšit procesy za účelem předcházení vzniku nežádoucích jevů, jako jsou neshody, reklamace a ztráty. [9]

Mezi základní charakteristiky Six Sigma patří:

- Používání počtu vad na jednotku (dpu) a počtu vad na milion příležitostí (dpmo) jako měřitelný ukazatel pro podnikání
- Důkladné zaučení pracovníků, kteří jsou napojeni na projektové týmy orientované na zlepšování rentability a odstranění činností, které nepřinášejí přidanou hodnotu
- Intenzivní výcvik kvalifikovaných expertů na zlepšování procesů organizace se znalostí využívání nástrojů zlepšování
- Stanovení vhodných ukazatelů pro posuzování úspěšnosti změn [1]

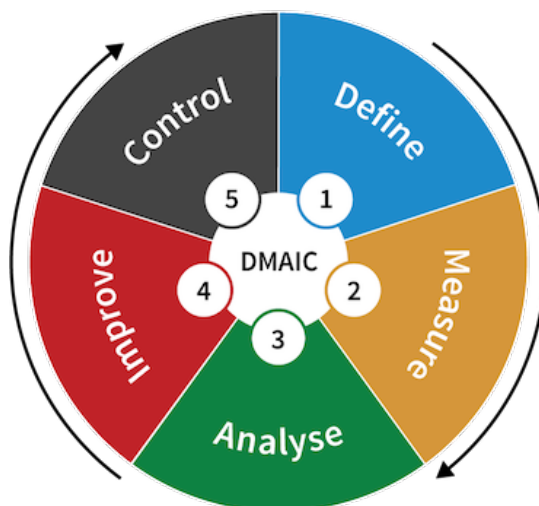
Realizace strategie Six Sigma zahrnuje osm hlavních fází:

1. Poznání
2. Definování
3. Měření
4. Analýza
5. Zlepšení
6. Kontrola
7. Standardizace
8. Integrace **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**

Cílem této metody je snížit náklady, zvýšit zisk a docílit spokojených zákazníků.

1.6.1 Cyklus DMAIC

Mezi nejčastějšími nástroji Six Sigma je využíván zlepšovací proces DMAIC, kdy každé písmeno znamená jednotlivou fázi *Define-Measure-Analyze-Improve-Control*. Tyto fáze jsou mezi sebou vzájemně propojeny a tvoří proces. Každý vstup jedné fáze je zároveň vstupem fáze následující (viz. obrázek č.3).



Obrázek 4 Cyklus DMAIC
Zdroj: [11]

Jednotlivé fáze cyklu DMAIC mají specifické cíle, které logicky vymezují, na jaké činnosti jsou jednotlivé kroky zaměřeny. V následujících odstavcích popíšu jednotlivé kroky každé fáze.

D – DEFINE (Definování)

Zaměřuje se na nalezení a určení cíle zlepšení projektu v souvislosti s pokrytím potřeb zákazníků procesu. Hlavním účelem této fáze je vymezení problému, který bude řešen.

Dílčí kroky aneb jak se postupuje:

- Vymezení a definování problému
- Stanovení rozsahu projektu
- Sestavení plánu projektu

M – MEASURE (Měření)

Úkolem tohoto kroku je zdokumentování současného procesu v detailu potřebném pro měření a následnou analýzu. Současně s tímto krokem vytvoříme diagram procesního toku a lokalizujeme problémová místa. Vyhodnotíme složitost problému a následně navrhne systém měření a následně stanovíme současný výkonnostní proces.

A – ANALYSIS (Analýza)

Úkolem je vyhodnotit údaje, které jsou nashromážděny z předchozího kroku a pomocí grafických, matematických a statistických nástrojů zjistit příčiny.

Dílčí kroky aneb jak se postupuje:

- Identifikace potenciálních příčin problému v procesu
- Vyhodnocení podstatných vlivů
- Vyslovení závěru analýzy

I – IMPROVE (Zlepšování)

Ve fázi zlepšování se zaměřujeme na navrhování variant řešení pro problémová místa procesu, které mohou naplnit cíl zlepšovatelského procesu.

Dílčí kroky pro zlepšování:

- Návrh potenciálního řešení problému
- Výběr a ověření řešení
- Návrh implementačního plánu

C – CONTROL (Řízení)

Úkolem této fáze je zlepšený proces, který musí být stabilizován definovanými podnikovými řády. Součástí řízení může být také implementace systému řízení kvality.

Dílčí kroky pro řízení:

- Navržení plánu řízení a kontroly
- Implementace návrhu řízení
- Stabilizace záměrů

1.7 Metoda FMEA

Metoda FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) představuje týmovou analýzu možností vzniku vad u posuzovaného návrhu, ohodnocení jejich rizika, návrh a realizaci opatření vedoucích ke zlepšení jakosti návrhu. Metoda FMEA byla vyvinuta v šedesátých letech v USA pro NASA pro projekt Apollo za účelem analýzy spolehlivosti složitých systémů. V Evropě tuto metodu začala nejdříve používat společnost Ford. [1]

Aplikace metody FMEA:

- Představuje systémový přístup k prevenci nejakosti

- Snižuje ztráty vyvolané nízkou jakostí výrobků
 - Zkracuje dobu řešení vývojových prací
- Umožňuje ohodnotit riziko možných vad a na jeho základě stanovit priority opatření, vedoucí ke zlepšení jakosti návrhu
 - Podporuje účelné využívání zdrojů
- Poskytuje podklady pro zpracování nebo zlepšení plánu jakosti
 - Pomáhá zvýšit spokojenost zákazníka
- Náklady vynaložené na její provedení jsou jen zlomkem nákladů, které by mohly vzniknout při výskytu vad [1]

1.7.1 Využití metody FMEA

FMEA nachází využití v různých odvětvích. Používá se k odhalování možných vad v technologických soustavách. Využívá se také v návrhových a výrobních procesech, kdy chceme zamezit vzniku vady ihned v počátku.

Podle současných statistik a zkušeností se používají v případech, kdy se jedná o:

- návrh nových dílů nebo jejich změny
 - návrh použití jiných materiálů
 - změnu požadavků zákazníků
- používání výrobku v jiných podmínkách
- změnu požadavků ne bezpečnost a ekologickou nezávadnost
- díly, u nichž v minulosti projevily provozní nedostatky
 - díly, u nichž lze očekávat problémy [1]

1.7.2 Analýza FMEA

Zajišťuje úplné zkoumání návrhu výrobku s cílem od začátku ve fázi návrhu odhalit všechny možné nedostatky, který by mohl navrhovaný výrobek mít. Ještě před schválením se realizují opatření, která by tyto nedostatky odstranila.

Analýza FMEA probíhá v těchto fázích:

1. analýza a hodnocení současného stavu
2. návrh opatření

3. hodnocení stavu po realizaci opatření

Po provedené analýze následuje hodnocení současného stavu, při kterém se u identifikovaných možných vad hodnotí tři základní hlediska jako je význam vady, očekávaný výskyt vady a odhalení vady. [1]

2 ANALÝZA PROBLÉMU A SOUČASNÁ SITUACE

V rámci analýzy jsem se věnoval oblasti montáže výtahů. V první části představím podnik a jeho historii, následně popíšu organizační strukturu podniku a poté se zaměřím na globální analýzu procesů souvisejících s výrobou výtahů. V rámci řešení bakalářské práce se pak budu zabývat detailní analýzou procesu montáže výtahů.

2.1 Představení podniku

Pro řešení své bakalářské práce jsem zvolil firmu Otis a.s. Jedná se o firmu, která se zabývá výrobou, montážemi, údržbou a modernizací výtahů, pohyblivých schodů, pohyblivých chodníků a servisem výtahů a eskalátorů. Má globální zastoupení ve více než 200 zemích a teritoriích. Mezi nejznámější místa, kam se dostaly výrobky této společnosti, patří velkoměsta Paříž, New York, Shangai, Kuala Lumpur a Sydney. Dále má rozmístěných 26 technických středisek a 11 zkušebních věží po celém světě. Jeden z těchto komplexů se nachází ve městě Břeclav, kde jsem nabyl své zkušenosti v této oblasti. Měl jsem možnost nahlédnout do celého výrobního procesu a poznat firemní metodiku. V této práci se budu zabývat konkrétně úsekem montáže výtahů.

2.1.1 Vize a cíle

Hlavním cílem společnosti je uspokojování potřeb zákazníka neustálým zlepšováním jakosti výrobku a služeb, což znamená zajištění kvalitních služeb, servisu, modernizace a dodávek výtahů, eskalátorů a pohyblivých chodníků jak pro celou Českou republiku, tak pro celý svět. S tímto cílem jsou provázáni i obchodní partneři, kteří zajišťují důvěru mezi společností a zákazníkem.

Společnost je certifikovaná dle ISO 9001, ISO 14001 a ISO 18001, který upravuje systém managementu jakosti, výroby a vztahu k zákazníkovi. Klade velký důraz na úroveň personalizovaného servisu, proto po světě zaměstnává 31 000 odborných mechaniků. Jejich posláním je udržovat zařízení v provozu na stejné úrovni jako v den, kdy bylo nainstalováno. Jako první výtahářský podnik začal používat ke zlepšení servisu dálkovou diagnostiku. U novějších výtahů jsou kombinovány digitální technologie za účelem dodávat individualizovaný servis na nejvyšší úrovni. [1]

2.1.2 Historie firmy

Historie firmy Otis se začala psát v letech 1852–1853. V roce 1852 vynalezl pozdější zakladatel firmy Elisha Graves Otis bezpečný výtah – vymyslel ochranný mechanismus, který i v případě přetržení lana výtahu nedovolí pád kabiny na zem.

V roce 1853, který je oficiálním rokem založení firmy, uspořádal Elisha Otis prezentaci v paláci Crystal pro širokou veřejnost, kde svůj vynález osobně předvedl. Jen v prvním roce prodal 3 bezpečné výtahy a v dalších letech prodej rostl. Nyní je v provozu přes 3,4 milionu výtahů, eskalátorů a pohyblivých chodníků na celém světě.

Se jménem firmy je spojeno mnoho objevů, prvenství a inovací. Již na začátku byl první bezpečný výtah, který umožnil růst výškových budov. Bez tohoto vynálezu by ve městech byly nejvyššími budovami 4–6 patrové domy. Na pařížské světové výstavě v roce 1900, kde se zaskvěla i Eiffelova věž, byly představeny první pohyblivé schody. Tento produkt má vžitý název eskalátor – název, na který má firma Otis registrovanou ochrannou značku. Právě v Eiffelově věži jezdí rovněž výtahy Otis, které zde byly instalovány již při její stavbě a první prezentaci na výstavě na počátku minulého století. Během let prošly několika modernizačními a poté i výměnnými projekty, ale značka Otis je na nich stále. V současné době má společnost hlavní ředitelství ve městě Farmington ve státě Connecticut v USA. Výrobní základny má nejen v Americe, ale i v Evropě (Německo, Francie, Itálie, Česká republika, Velká Británie) a v Asii. Pro společnost pracuje více než 62 000 zaměstnanců ve více než 200 zemích světa. Dle světových statistik zůstávají zaměstnanci u firmy Otis v průměru 10 let, více než 25 % pracovníků zůstává u firmy déle než 25 let. [1]

2.1.3 Otis a.s. v České republice

Působení Otisu a.s. v České republice se blíží k 30 letům. Na český trh vstoupil Otis dne 1. 10. 1991. Stalo se tak spojením výtahové části Tranzy a.s., z níž Otis vybudoval za několik let dceřinnou společnost se 100% majetkovou účastí.

V roce 1996 získala firma Otis ve společnosti 100% podíl a vznikla firma Otis a.s. se sídlem v Břeclavi a servisními středisky ve všech regionech České republiky.

V roce 1998 vznikla ve firmě Otis nová organizační struktura a Otis v České republice byl organizačně začleněn mezi státy střední a východní Evropy s ředitelstvím v Berlíně, které řídí aktivity v Německu, Rakousku, Francii, Itálii, České republice, Slovensku (Slovensko je řízeno generálním ředitelstvím v ČR), Polsku a Maďarsku.

V roce 1999 začala produkovat firma Otis a. s. ve výrobním závodu v Břeclavi inovovanou řadu E-line FF (FF znamená Field Friendly). V témže roce získala poprvé certifikát ISO 9001 a Lift Directive pro Evropskou unii. Certifikát ISO 9001 v roce 2002 obhájila a přidala k němu i certifikát ISO 14001, který se zabývá vlivem podnikové činnosti na životní prostředí.

Otis v České republice je členem České asociace výrobců výtahů (ČAVV).

Otis nabízí komplexní služby v oblasti montáží, servisu a modernizací výtahů, eskalátorů a pohyblivých chodníků. Břeclavská továrna se vedle dodávek na domácí trh významně podílí i na exportu, modernizaci výtahů a nových eskalátorů a zařadila se mezi důležitá evropská centra výrobní sítě Otis. Za 30 let působení vybudoval Otis servisní síť se zastoupením ve všech krajích České republiky a řadou dalších středisek v rámci regionů, což mu umožňuje provozovat servis po celé ČR na profesionální úrovni. [1]

2.1.4 Závod

Závod Otis a.s Břeclav se dělí na dvě divize - divizi vyrábějící výtahy a divizi vyrábějící eskalátory. Celkový počet zaměstnanců v závodě je zhruba okolo 600. Roční produkce je cca 800 výtahů a 1200 eskalátorů.



Obrázek 5 Závod Otis a.s. v Břeclavi (Zdroj: [1])

2.1.5 Předmět podnikání, výrobní sortiment

Firma se především zabývá touto činností:

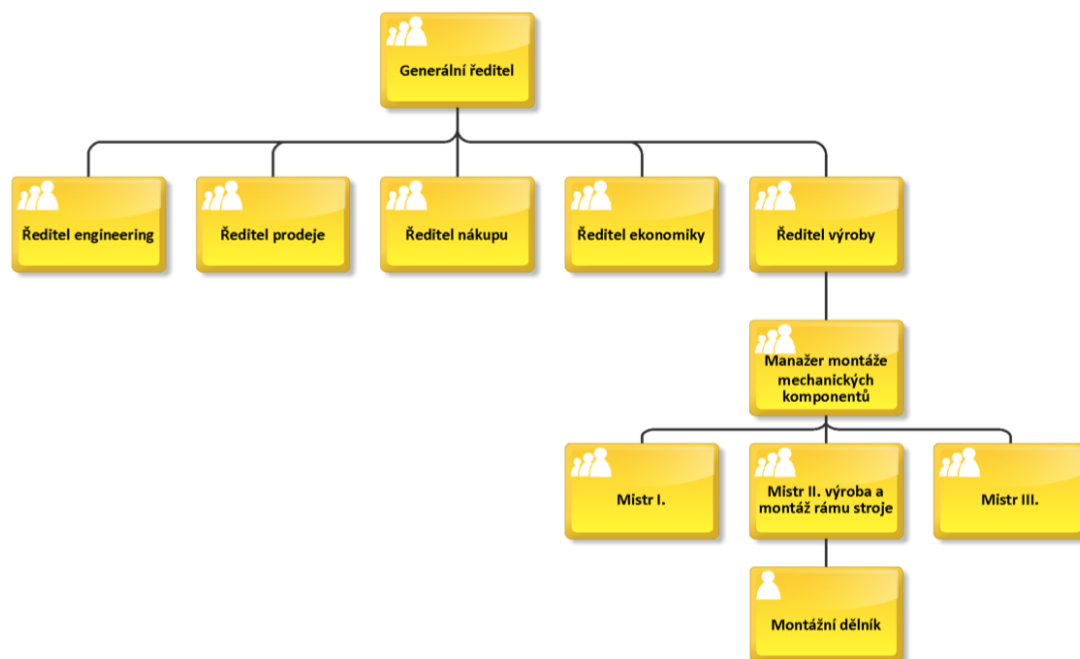
- Výroba, obchod a služby
- Montáž, opravy, revize a zkoušky elektrických zařízení
- Montáž, opravy, revize a zkoušky zdvihacích zařízení
- Provádění staveb, jejich změn a odstraňování
- Projektová činnost ve výstavbě
- Revize, prohlídky a zkoušky určených technických zařízení v provozu
- Výroba zdvihacích a manipulačních zařízení
- Výstavba bytových a nebytových budov
- Činnosti v oblasti informačních technologií
- Pronájem a správa vlastních nebo pronajatých nemovitostí
- Architektonické a inženýrské činnosti a související technické poradenství
- Technické zkoušky a analýzy [1]

Firma Otis a.s. se především specializuje na tyto konkrétní výrobky:

- Výtahy
- Eskalátory

2.2 Organizační struktura

Organizační struktura závodu je uvedena níže (viz obrázek č. 6), je zde zakreslena struktura podniku a konkrétní uspořádání organizačních jednotek, které zabezpečují jednotlivé pracovní úkoly.



Obrázek 6 Organizační struktura firmy (Zdroj :vlastní zpracování- firemní materiály)

Generální ředitel

Jeden z jednatelů společnosti. Má zastoupení pro celou Českou republiku a stará se o celkový chod organizace v České republice. Vytváří dlouhodobou koncepci a strategii pro efektivní směr firmy. Zároveň je nadřízeným každého odvětví zakresleného výše (viz obrázek č. 6) a odpovídá za celkový chod každého odvětví.

Ředitel výroby

Zodpovídá za celkový chod výrobního odvětví. Má za úkol odpovídat za úseky předvýroby, výroby, montáže, TPV (technologická příprava výroby).

Manažer montáže mechanických komponentů

Hlavním úkolem je organizace výroby jako celku. Zpracovává dlouhodobé plány výroby a korekci plánu montáže. Dalším jeho úkolem je zajištění kapacit lidí, materiálu a pracovních míst. Zařazuje lidi do mzdových tarifů. Kontroluje všechny úkoly mistra výroby a dohlíží na to, aby byly řádně plněny.

Mistr výroby a montáže rámu stroje

Jeho pracovním úkolem je organizace, řízení a kontrola kvality práce dělníků a jejich řádné zaškolení. Zajišťuje tok materiálu na pracovišti, vizualizaci pracoviště, bezpečnost na pracovišti a ergonomii pracoviště. Dále dohlíží na dodržování plánů a dodržování zákoníku práce. Mezi další úkoly patří zajištění OOPP a odměňování.

Montážní dělník

Zodpovídá za montáž rámu stroje. Pracuje podle technologického postupu a odpovídá za správnou montáž. Pomocí kontrolního protokolu měří každý kus, zda odpovídá daným měřítkům. Finálně váží celý komponent na váze za účelem potvrzení ukončení montáže daného subsystému.

2.3 Globální analýza podniku

V tomto bloku představím jednotlivé procesy ve společnosti Otis a.s. Byla mi poskytnuta procesní mapa, která dělí firemní procesy do tří základních skupin: řídicí, hlavní a podpůrné.

2.3.1 Řídicí procesy

Řídicí procesy jsou určeny pro vedení společnosti. Patří sem strategické cíle, směřování firmy k lepším výsledkům, plánování a definování jednotlivých odpovědností a neustálého zlepšování celkového chodu firmy. Mezi řídicí procesy společnosti patří definování strategických cílů. Dalším krokem, který je navázán na tento proces, je přidělení odpovědnosti managementu a managementu zdrojů.

Další řídicí procesy společnosti jsou:

- Řízení dokumentace
 - Interní audity
- Nápravná a preventivní opatření
- Řízení neshodného výrobku
 - Finance
- Controlling [1]



Obrázek 7 Řídící procesy (Zdroj: Vlastní zpracování – dle firemních materiálů)

2.3.2 Podpůrné procesy

Do podpůrných procesů patří pomocné činnosti ve firmě, bez kterých by realizace zakázek a fungování podniku nebyla možná. Jedná se o procesy, jako jsou personalistika, IT sektor, HR, účetnictví, doprava, BOZP a další podpůrné služby.

Mezi podpůrné procesy společnosti patří:

- Technická kontrola
- Výrobní dispečink
- Testovací a kvalifikační centrum
 - Strategický nákup
 - Infrastruktura

Monitorování [1]



Obrázek 8 Podpůrné procesy (Zdroj: vlastní zpracování - dle firemních materiálů)

2.3.3 Hlavní procesy

Hlavní procesy vytvářejí přímou hodnotu zákazníkovi. Jedná se o obchod, engineering, výroba a expedice (viz obrázek č.8).



Obrázek 9 Hlavní procesy (Zdroj: vlastní zpracování- dle firemních materiálů)

Hlavní proces je zakreslen na obrázku č. 10, kde je zobrazen celý proces od nákupu produktu až po finální expedici k zákazníkovi. Tento proces stručně popíšu v následujících řádcích.

Začínáme poptávkou na výtah, případně eskalátor. Na základě této poptávky vytváříme cenovou poptávku, který je zároveň vstupem do tohoto procesu. V dalším kroku začíná proces zakázky, do kterého vstupuje vytváření cenové nabídky. Následně zadáváme zakázku do systému v procesu plánování. Všechny tyto tři procesy spadají pod úsek zákaznický servis.

Přecházíme do dalšího kroku, kterým je zpracování zakázky. Vstupním dokumentem této operace je checklist a kapacitní plán za účelem přehlednosti a zapracování zakázky. Následně přichází na řadu proces engineeringu, kde je potřeba schválit výkresy. Tyhle dva procesy spadají pod úsek engineering.

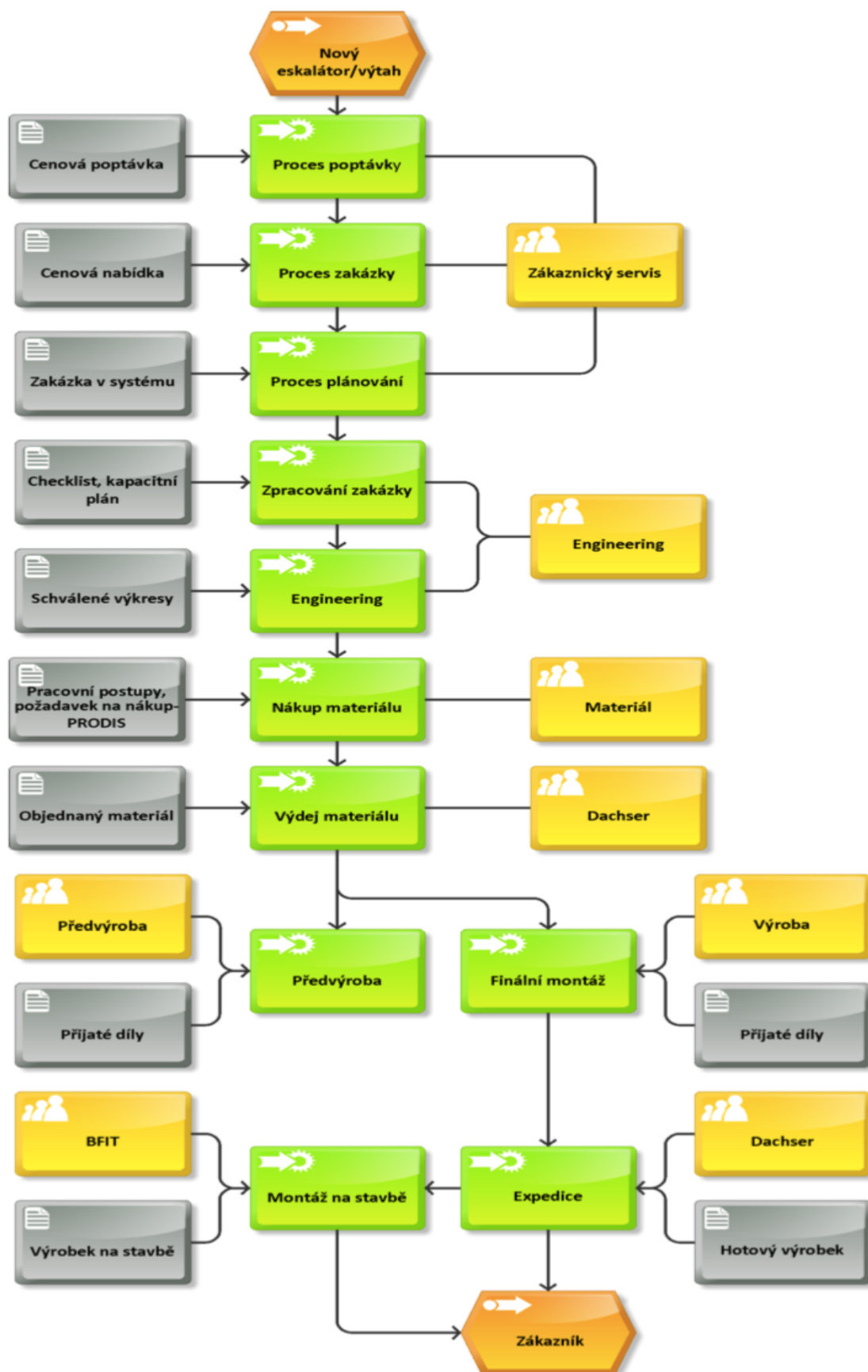
Dalším procesem je nákup materiálu, kde musíme dodržovat pracovní postupy a požadavky na nákup systémem PRODIS. Za tento proces zodpovídá úsek pro řešení materiálu, konkrétně manažer výroby nebo pověřený mistr výroby.

Následuje výdej materiálu, který prochází formulářem objednaného materiálu. Zodpovídá za něj Dachser, který je dopravcem společnosti.

Po procesu výdeje materiálu dochází ke dvěma možnostem; buď materiál budeme muset vyrobit, nebo materiál už máme přichystaný a dochází k finální montáži. Zodpovídá za něj úsek výroby a předvýroby. Pro každý tento proces je nutné zapsat přijaté díly.

Po finální montáži se dostáváme k expedici ke konečnému zákazníkovi. Pro expedici využíváme taktéž dopravce Dachser, který předává zákazníkovi hotový výrobek, který je výstupem tohoto procesu.

Pokud zákazník požaduje montáž na stavbě, tak využíváme pracovníky BFIT. Po dokončení montáže na stavbě předáváme formulář, který potvrzuje dokončení výrobku na stavbě.



Obrázek 10 Hlavní proces (Zdroj: vlastní zpracování - dle firemních materiálů)

2.4 Detailní analýza výrobního procesu

Oddělení montáže výtahu se nachází v hlavní hale a je děleno na tři pracoviště:

1. montáž kabin,
2. montáž pohonu,
3. balení.

Na pracovišti montáže kabin se montují stěny, podlahy a stropy. Na pracovišti balení se váží, kompletuje a chystá k expedici. Mým úkolem bylo soustředit se na pracoviště montáže pohonu výtahu, kde dochází ke složení rámu a následně k ukotvení pohonu.

2.4.1 Montážní proces rámu

Nejdůležitějším cílem procesu montáže rámu je plnění plánu, efektivní a kvalitně provedená práce a následné balení výrobků. Byla mi poskytnuta procesní mapa (viz obrázek č.11), která zakresluje kompletní proces montáže rámu stroje, kde jsou zobrazeny jednotlivé činnosti, role, vstupy a výstupy.

Ve stručnosti popíšu jednotlivé činnosti, které jsou spojeny s finálním procesem montáže mechanicky CLC-MOD.

Příprava materiálu z předvýroby

Tuto činnost zajišťuje mistr výroby a dohlíží na ni vedoucí výroby. Materiál z předvýroby znamená, že společnost si dokáže vyrábět své komponenty, které jsou následně vkládány do výrobků. Procentuální rozdělení vyráběného materiálu a kupovaného materiálu je v poměru 30 % (vyráběný) ku 70 % (nakupovaný).

Vychystání nakupovaného materiálu

Tahle činnost znamená, že společnost většinu součástek, které potřebuje k montáži svých výrobků, nakupuje. Vstupem je systém PRODIS, který zaručuje správnost vychystání materiálu. Celou tuhle činnost řídí mistr výroby.

Montáž rámu s pohonem

Vstupem je výrobní dokumentace a e-plan. Zodpovědnou osobou za tuhle činnost je mistr výroby.

Montáž závěsů

Tuto činnost provádí montážní dělník pod dohledem mistra výroby. Vstupem do tohoto procesu je výrobní dokumentace, kterou montážní dělník musí dodržovat.

Měření

Jedná se o měření rámu stroje. Měření se dělá pro každý kus a výstupem je kontrolní protokol, do kterého jsou zaznamenávány výsledky měření. Pokud se zjistí, že odchylka měření je příliš vysoká, je nutno ihned kontaktovat nadřízeného. Poté přichází v úvahu dvě varianty, a to buď poslán na opravu, nebo, pokud se jedná o výrobek, který nelze opravit, vyřazení výrobku. Celý tento proces je nazýván řízení interních a externích neshod, který je zaznamenán v kapitole 2.4.7. Tuto činnost vykonává montážní dělník se souhlasem mistra výroby.

Balení dle expedičního seznamu

Za tento úkol je zodpovědný montážní dělník. Jedná se o balení komponentů, dle expedičního seznamu a balícího listu, které jsou vstupem do této činnosti.

Zvážení a lepení štítkem

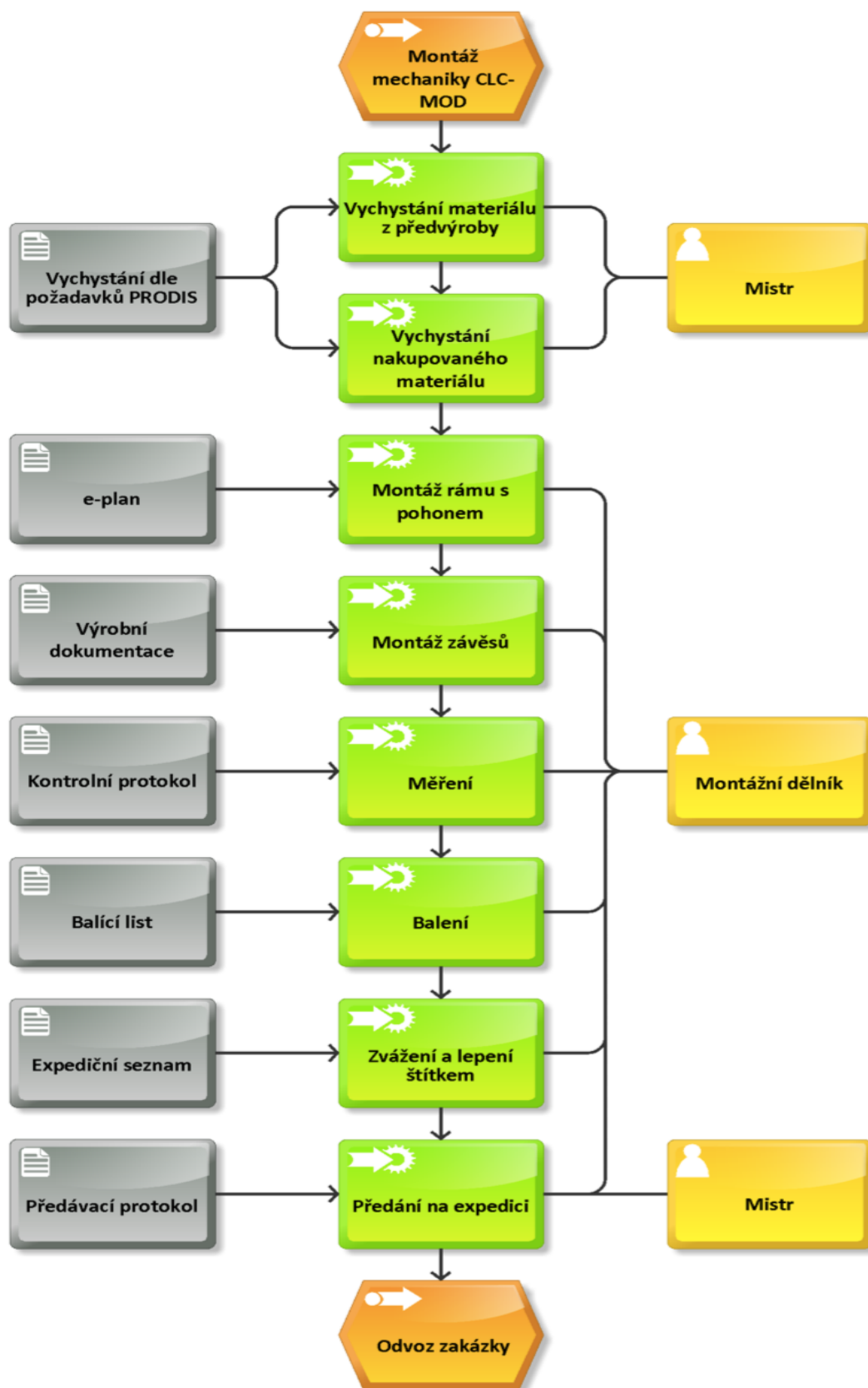
Jedná se o finální vážení komponentu za účelem zjištění, zda je komponent kompletní. Pokud je vše v pořádku, dochází k lepení štítku. V opačném případě dochází ke dvěma případům. Tím prvním je, že se komponent posílá na doplnění a opravu. Druhým případem je, že komponent je vyřazen. Celý tento proces vykonává montážní dělník.

Předání na expedici

V tomto případě dochází k úplnému složení celého komponentu. Následně předáváme k expedici. Tento proces má za úkol montážní dělník a mistr výroby.

Odvoz zakázky PRODIS

Poslední činnost celého procesu, který řídí THP pracovník.



Obrázek 11 Procesní mapa: Průběh zakázky (Zdroj: vlastní zpracování - dle firemních materiálů)

2.4.2 Příprava montáže rámu

Přípravnou operací potřebnou k procesu montáže rámu je zajištění materiálu, za které je zodpovědný mistr montáže rámu stroje. Dále si montážní dělník zajistí potřebné nářadí k montáži, za kterou je zodpovědný. Každou operaci zajišťuje v součinnosti dle charakteru s mistrem montáže rámu stroje a manažerem montáže mechanických komponentů, konstruktérem a technologem.

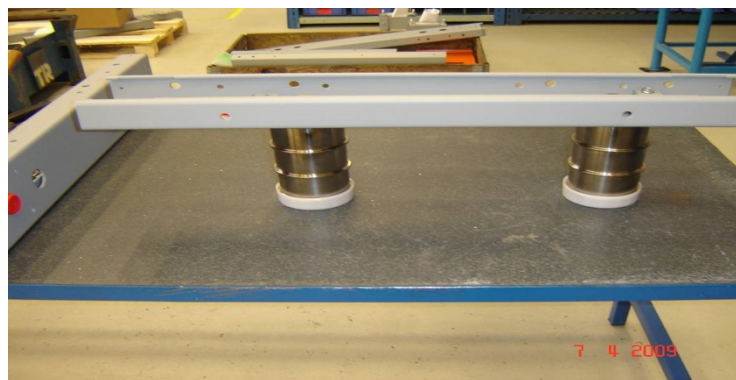
2.4.3 Postup procesu montáže rámu

Prvním krokem procesu montáže rámu je vytvoření denního plánu pro montáž, kterou provádí mistr směny na základě plánu výroby.

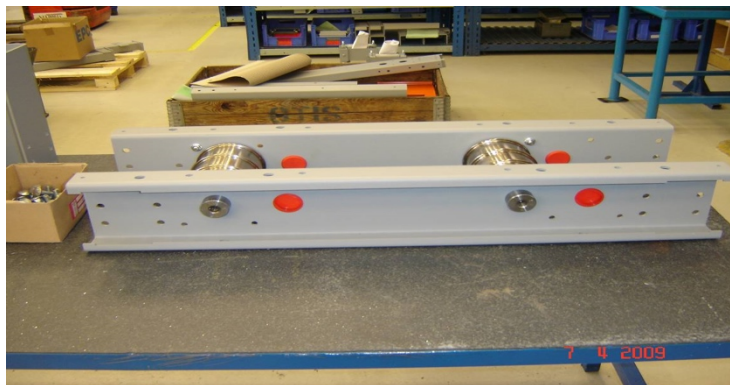
Úkolem montážního dělníka je před montáží přichystat pracovní místo tak, aby bylo vše v souladu s pravidly a bezpečností společnosti. Samozřejmostí je pracovní oblečení, jako jsou rukavice, ochranné brýle nebo pracovní boty s ocelovou špičkou z důvodu bezpečnosti. Z nářadí je potřeba jen klíč číslo 13, 15 a kombinované kleště. [1]

Postup montáže rámu:

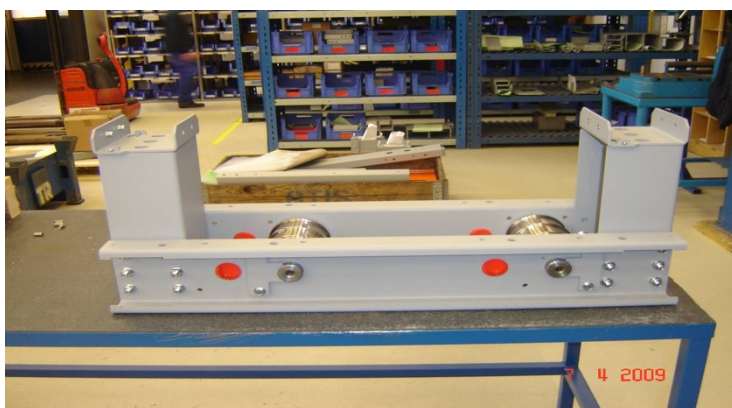
1. Montáž dvou kladek stroje k „C“ profilu (viz obrázek č. 11)
2. Montáž druhého „C“ profilu na kladky a zaslepení otvorů (viz obrázek č. 12)
3. Montáž dvou kusů bočnic a montáž profilů pro uchycení závěsných šroubů (viz obrázek č. 13)
4. Montáž ochranného plechu, přezkoušení správné rozteče děr pro pohon šablonou YASKAWA (viz obrázek č. 14)
5. Kontrolní měření a zapsání do kontrolního protokolu



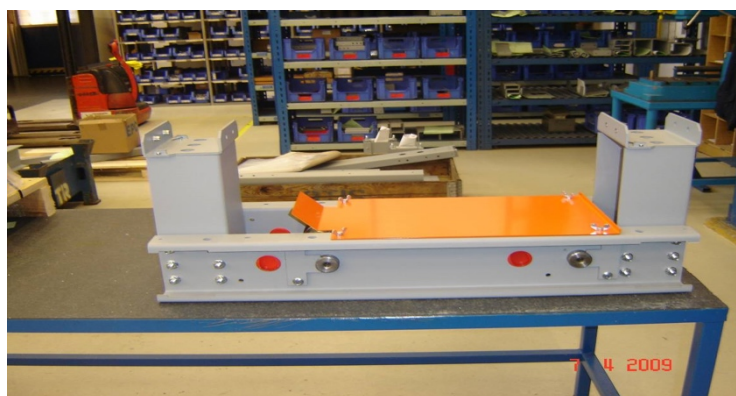
Obrázek 12 Montáž dvou kladek stroje (Zdroj: [1])



Obrázek 13 Montáž druhého profilu (Zdroj: [1])



Obrázek 14 Montáž dvou kusů bočnic (Zdroj: [1])



Obrázek 15 Montáž ochranného plechu (Zdroj: [1])

2.4.4 Kontrolní měření rámu

V tomto kroku procesu kontrolujeme tyto následující údaje:

- Souběžnost a soustřednost kladek
- Délka rámu
- Šířka rámu
- Vizuální kontrola povrchu rámu

Ke každé této činnosti je zpracován pracovní návod a kontrolní měření, který je součástí kontrolního plánu. Pro ukázkou jsem se soustředil na podrobnější popis postupu pro kontrolní měření soustřednosti a souběžnosti kladek. [1]

2.4.5 Kontrolní měření soustřednosti a souběžnosti kladek

Účelem pracovního návodu je stanovit pracovní postup pro měření geometrické tolerance dvou kladek hřídele souběžnosti a soustřednosti.

Pracovníci musí dodržovat bezpečnostní pokyny uvedené ve směrnících společnosti.

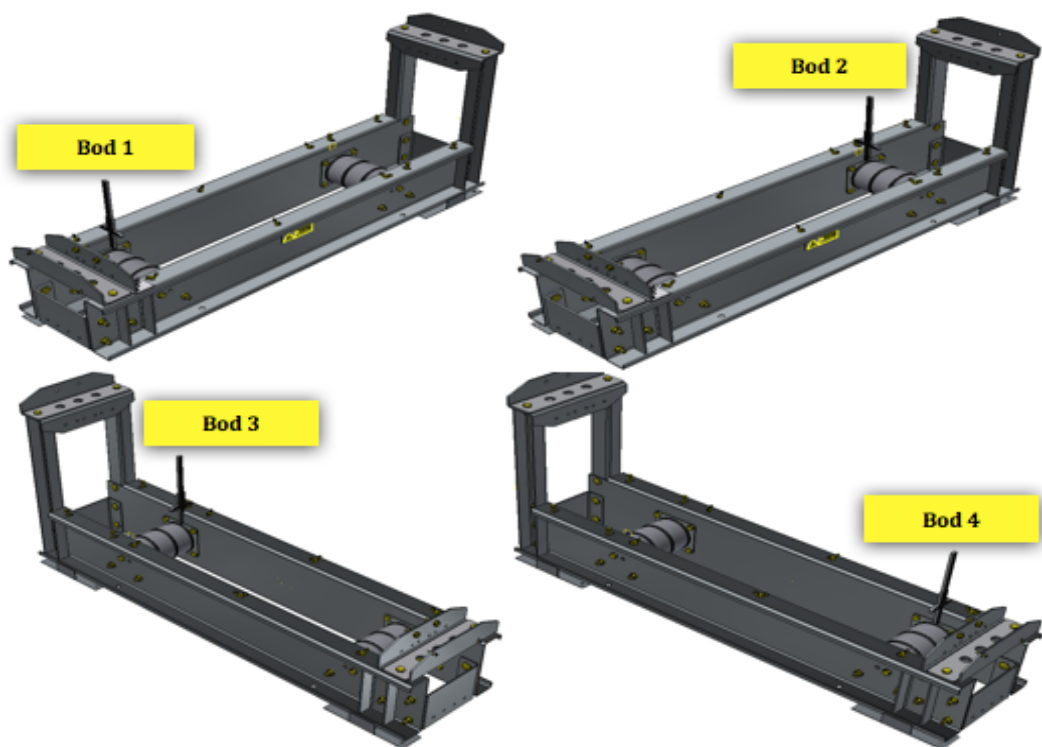
Každý na pracovišti mechanické dílny – výtahy musí dodržovat všechny požadavky vyplývající z pracovního návodu a hodnocení rizik pro mechanickou dílnu – výtahy.

Povinnost každého zaměstnance pro použití osobních ochranných pracovních prostředků je určena směrnicí a katalogem osobních ochranných pracovních prostředků. Geometrická tolerance dvou kladek hřídele souběžnosti a soustřednosti se uskutečňuje na pracovišti mechanické dílny – výtahy pomocí digitálního hloubkoměru délky 150 mm (viz obrázek č. 16). Montážní operace a následné měření se vykonává po kompletní montáži sestavy rámu pro motor stroje. Na následujících obrázcích jsou znázorněny body měření (viz obrázek č. 17 a č. 18).

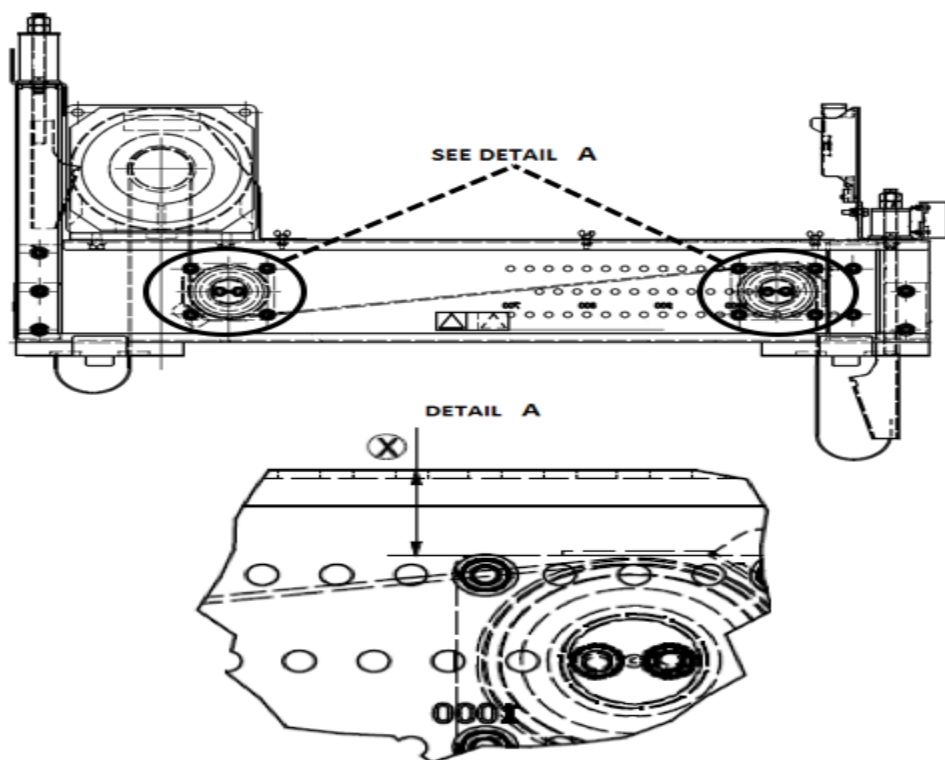
Přesnou hodnotu včetně nápravných opatření v případě neshody určuje kontrolní plán (viz příloha č. 1 a č. 2). Kontrolní měření geometrického rozměru dvou kladek hřídele souběžnosti a soustřednosti se provádí pomocí digitálního hloubkoměru délky 150 mm, který podléhá pravidelnou kontrolou podle metrologického řádu. V případě zjištění procesní odchylky kontaktuje pracovník svého nadřízeného. [1]



Obrázek 16 Posuvný digitální hloubkoměr délky 150 mm



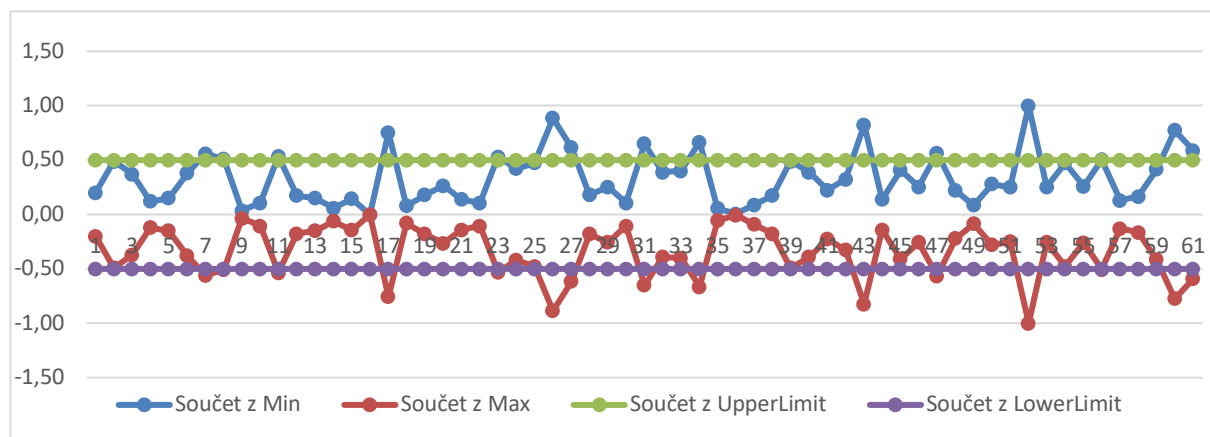
Obrázek 17 Body měření rámu stroje (Zdroj: [1])



Obrázek 18 Detailní body měření (Zdroj: [1])

2.4.6 Výsledky kontrolního měření souběžnosti a soustřednosti kladek

Byla mi poskytnuta tabulka měření souběžnosti a soustřednosti (viz příloha č. 3) za určité období, ze které vychází graf č. 1.



Graf 1 Měření soustřednosti a souběžnosti (Zdroj: vlastní zpracování)

Z výsledků uvedených v grafu č.1 je patrné, že byly zjištěny hodnoty, které jsou mimo určené limity. Konkrétně hodnoty, které jsou mimo limity 0,5 a -0,5. Tyto rámy jsou označeny jako neshodný díl.

2.4.7 Řízení neshodného výrobku

Jako neshodný výrobek může být označený jakýkoli materiál, polotovar, dílec, montážní celek nebo finální výrobek, který nesplňuje požadovanou specifikace závislé z technické dokumentace. Průběh tohoto procesu je zakreslen v obrázcích č. 19, č. 20 a č. 21.

Pokud je zjištěna neshoda výrobku (viz obrázek č.19), dochází k přesunutí materiálu do prostoru kvalit. Materiál označujeme červeným štítkem s nápisem zákaz použití. Dalším

krokem procesu je systémové přesunutí na sklad kvality podle systému PRODIS ZMETDIL. Po systémovém přesunutí na sklad zjišťujeme příčiny neshod pomocí rozpisky. Všechny tyto zmíněné procesy zajišťuje kontrolor kvality.

Příčina může mít dvě varianty: Příčina neshody v špatné dokumentaci nebo příčina neshody ve výrobě

Pokud je příčina neshody ve špatné dokumentaci (viz obrázek č. 20) dochází k procesu informování o chybné dokumentaci. Dalším krokem je oprava chybné dokumentace

pomocí systému Wind Chill. Po opravě chybné dokumentace se vystavuje interní reklamace a výrobní zakázka. Výrobní zakázka nese odkaz číselné reklamace. Nad těmito procesy dohlíží kontrolor kvality.

Výroba náhrady za neshodný výrobek a následný přesun materiálu do skladu je kontrolován pomocí systému PRODIS a zajišťuje jej úsek předvýroby. Po přesunu materiálu do skladu, přichází kontrolor kvality, který pomocí systému PRODIS MDR kontroluje splnění a uzavření interní reklamace.

Pokud je příčina ve výrobě dochází k vystavení interní reklamace dle příčiny a povahy.

Kontrolor kvality vypíše v systému PRODIS změnový doklad. Následně dochází k určení, zda je materiál opravitelný nebo neopravitelný.

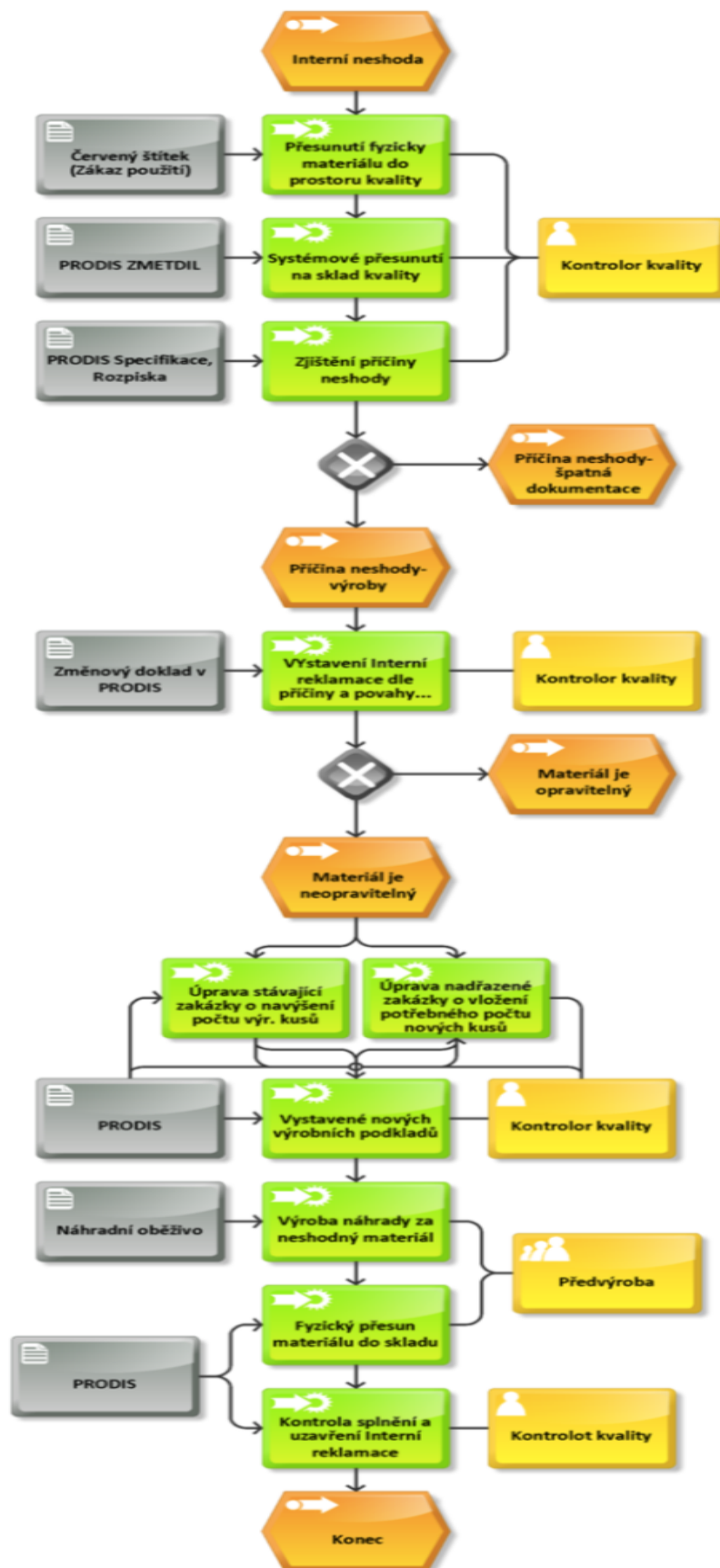
Když je materiál neopravitelný nastává úprava stávající zakázky o navýšení počtu výrobních kusů nebo úprava nadřazené zakázky o vložení potřebného počtu nových kusů. Pro obě možnosti následuje vystavení nových výrobních podkladů. Celý tento proces ověřujeme pomocí systému PRODIS a zajišťuje jej kontrolor kvality.

Dále pokračuje proces výroby náhrady za neshodný materiál. Vstupním dokumentem je náhradní oběživo. Následně dochází k přesunu materiálu do skladu. Nad těmito procesy zodpovídá úsek předvýroby. Po přesunu do skladu, kontrolor kvality kontroluje splnění a uzavře interní reklamaci pomocí systému PRODIS.

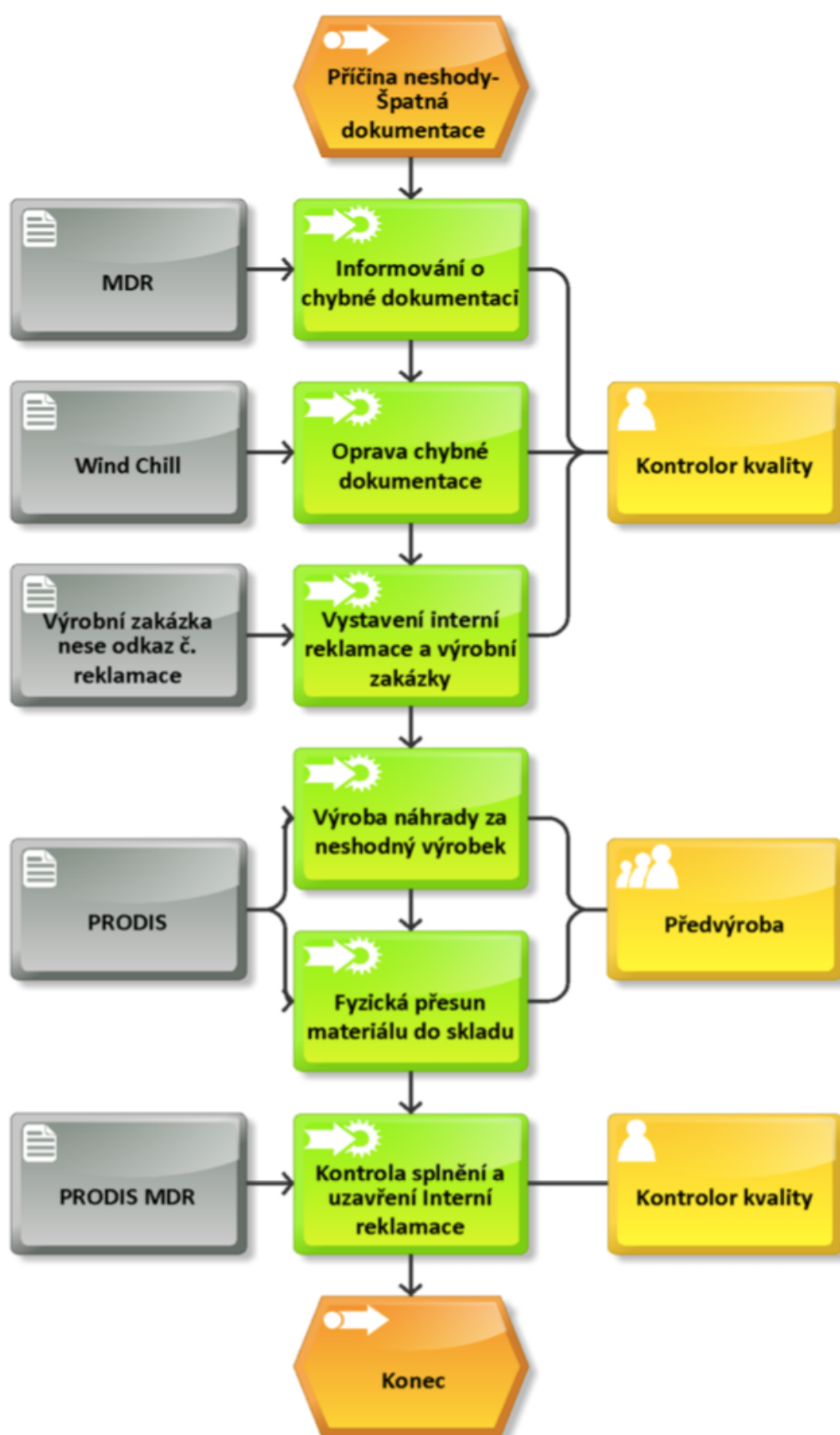
Když je materiál opravitelný (viz obrázek č.21) dochází k přesunu materiálu na místo opravy a zadává se do systému PRODIS. Následuje informování o chybě v dokumentaci, kterou zařizuje kontrolor kvality.

Úsek engineering má za úkol opravu chybné dokumentace. Dále předání k nadřazené výrobní zakázce a otevření nové zakázky s odkazem na číslo reklamace. Celý tento proces řeší pomocí systému PRODIS a Wind Chill.

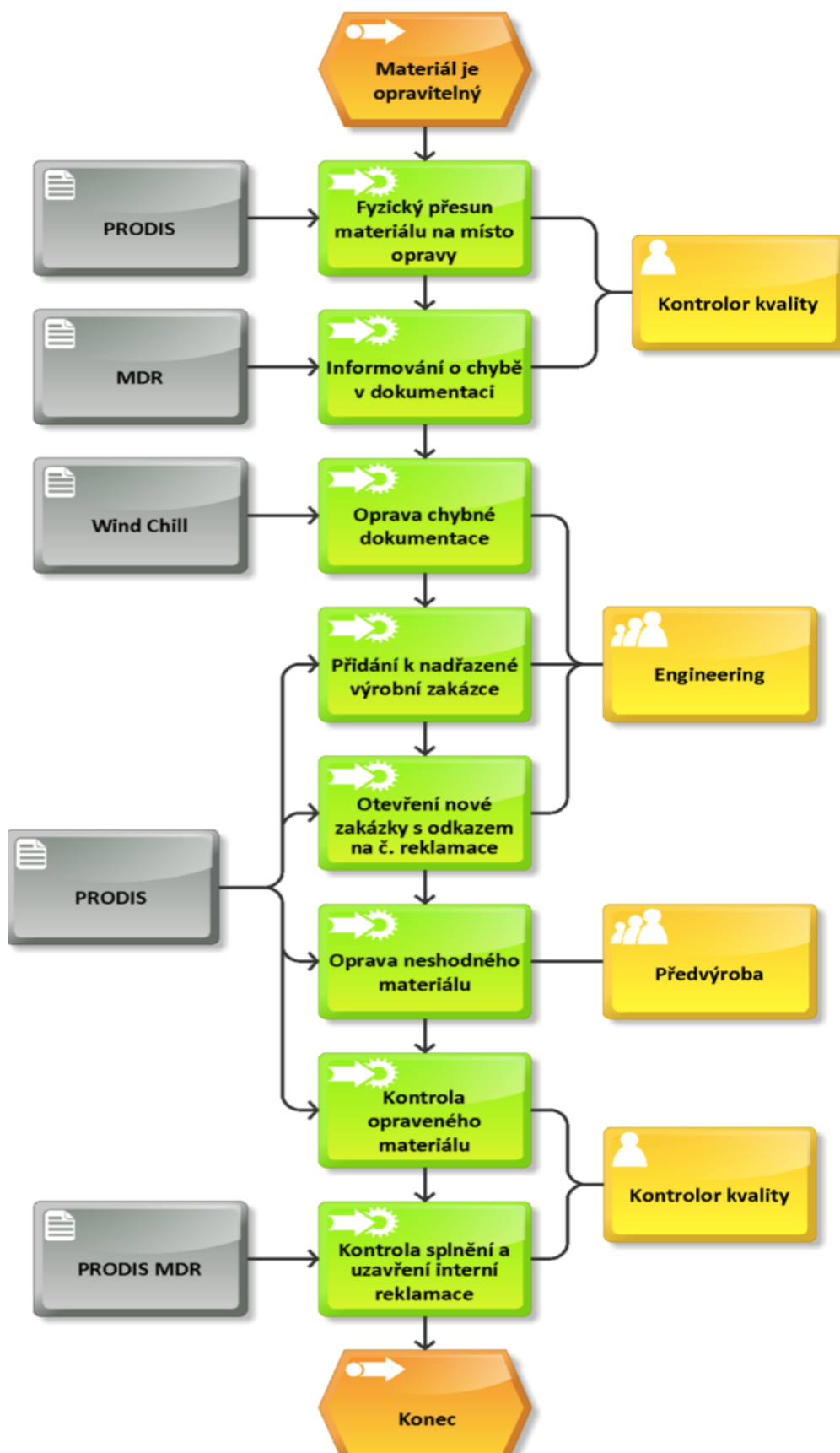
V další fázi se dostáváme do úseky předvýroby, kde dochází k opravě neshodného materiálu. Kontrola probíhá pomocí systému PRODIS. V poslední části kontrolor kvality kontroluje opravený materiál a následně kontroluje splnění a uzavření interní reklamace pomocí systému PRODIS.



Obrázek 19 Interní neshoda 1 (Zdroj: vlastní zpracování- dle firemních materiálů)



Obrázek 20 Interní neshoda 2 (Zdroj: vlastní zpracování- dle firemních materiálů)



Obrázek 21 Interní neshoda (Zdroj: vlastní zpracování- dle firemních materiálů)

2.4.8 Zjištění neshod při kontrolním měření

Kontrolním měřením v průběhu jednoho měsíce (leden 2019) jsme zjistili počet neshod uvedený v tabulce č. 10.

Tabulka 2 Druhy neshod

Položka	Absolutní četnost	Relativní četnost v %	Kumulovaná absolutní četnost	Kumulovaná relativní četnost v %
Souběžnost a soustřednost	30	60	30	60
Poškození rámu	10	20	40	80
Šířka rámu	6	12	46	92
Délka rámu	3	6	49	98
Vizuální kontrola povrchu rámu	1	2	50	100
Celkem	50	100		

(Zdroj: vlastní zpracování- dle firemních materiálů)

3 VLASTNÍ NÁVRH ŘEŠENÍ

V analytické části jsme zjistili úzká místa procesu. V této kapitole se zaměřím na metodická řešení k odstranění neshod. Navrhnu možná řešení těchto neshod a minimalizaci ztrát.

3.1 Stanovení významných neshod

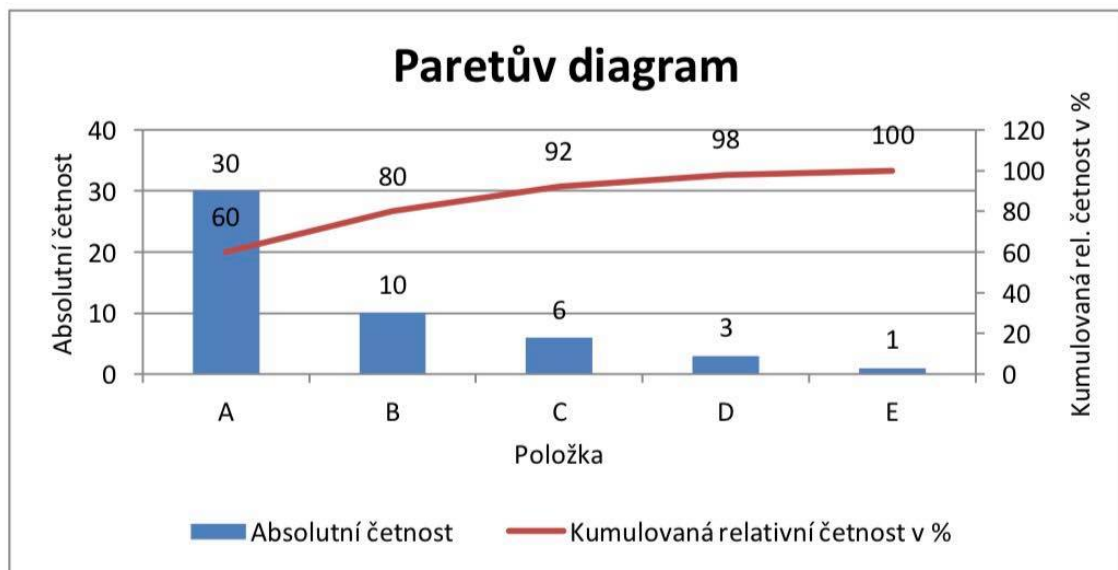
Na základě výsledků měření jsme přistoupili k hledání významných neshod. Pro vyhodnocení významných neshod musíme nejprve identifikovat všechny objevené neshody. Pro tento krok jsem se rozhodl využít Paretův diagram.

Z uvedené tabulky č. 3 vytvoříme Paretův diagram, který kombinuje sloupcový a spojnicový graf. Je znázorněna četnost a kumulativní četnost v procentech od nejvyšší po nejnižší. Pro lepší přehlednost jsem přiřadil pro každou neshodu jedno písmeno.

Souběžnost a soustřednost	A
Poškození rámu	B
Šířka rámu	C
Délka rámu	D
Bez povrchové úpravy	E

Z Paretova diagramu (viz graf č. 2) můžeme pomocí Lorenzovy křivky určit významné neshody. Z grafu je patrné, že není potřeba se zabývat všemi příčinami závad, ale pouze nejdůležitějšími, a těmi jsou neshoda souběžnosti a soustřednosti. Tahle závada je pro nás nejdůležitější, a tu se také budu snažit odstranit.

Příklad neshody, pro kterou jsem se rozhodl stanovit příčiny a zaznamenat je do systému, je souběžnost a soustřednost.



Graf 2 Paretův diagram (Zdroj: vlastní zpracování)

3.2 Stanovení příčin neshod

Z Paretovy analýzy jsem definoval jednu významnou příčinu, která způsobuje neshody na výrobní lince. V této kapitole budu analyzovat příčiny a následky této významné neshody. Jako první krok jsme zvolili brainstorming a Ishikawův diagram.

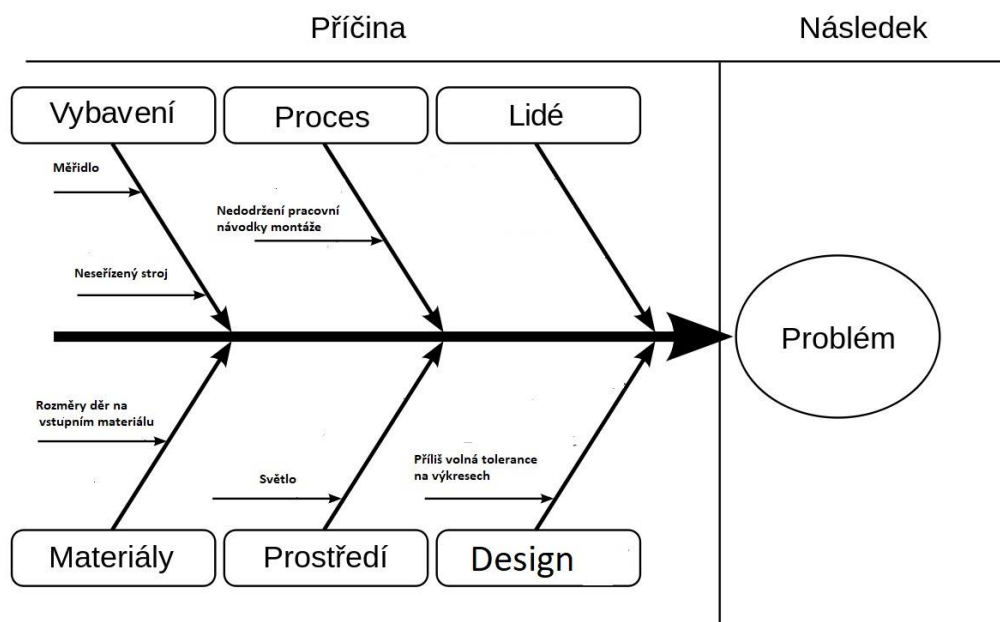
3.2.1 Brainstorming

V týmu jsme hledali možné příčiny, které mohly způsobit nežádoucí účinky. Tým určil tyto potenciální kořenové příčiny:

- Příliš volná tolerance na výkresech
- Nedodržení pracovní návodky montáže
 - Neseřízený stroj
 - Měřidlo
 - Špatné světlo
- Špatné rozměry děr na vstupním materiálu

3.2.2 Diagram příčin a následků

Na základě dat, která jsme nasbírali v předchozím kroku brainstormingu, jsme vytvořili diagram příčin a následků. Pro každý vstup vytvoříme tzv. akční plán a ověříme příčinu.



Obrázek 22 Diagram příčin a následků (Zdroj: vlastní zpracování)

3.2.3 Návrh nápravných opatření

Na základě diagramu příčin a následků jsme rozhodli, že každou potenciální kořenovou příčinu podrobíme analýze.

Příliš volná tolerance na výkresech

Analýzu provedli pracovníci oddělení konstrukce, kteří provedli kontrolu rozměrů pomocí metodiky Stack up, ve které namodelovali případnou změnu rozměrů. Na základě těchto analýz konstruktéři zjistili, že je velká vůle mezi šroubem a spojovacím otvorem pro uchycení kladky, která způsobovala nesouběžnost a nesoustřednost.

Provedli úpravy výkresu, na kterém zmenšili průměr otvoru pro uchycení kladky.

Nedodržení pracovní návodky montáže

V průběhu montáže rámu stroje jsme provedli kontrolu dodržování pracovní návodky a nebyly zjištěny žádné nedostatky ze strany pracovníků provádějících montáž.

Neseřízený stroj

V rámci montážní linky jsou pracovníci povinni dodržovat požadavky definovány v TPM. Kontrolovali jsme dodržování těchto pokynů a nebyly zjištěny žádné nedostatky.

Měřidlo

Všechna měřidla používaná na montážních linkách podléhají pravidelné kontrole metrologickým řádem. Ověřili jsme, zda jsou používána kalibrovaná měřidla a nezjistili jsme žádné nedostatky kalibrace měřidel a jejich četnosti. Metodika je definovaná v metrologickém řádu.

Špatné světlo

Provedli jsme měření intenzity světla, zda jsou dodržovány hygienické normy. Zjistili jsme, že z hlediska norem je všechno v pořádku.

Špatné rozměry dř na vstupním materiálu

Vstupní materiál do procesu montáže rámu podléhá výstupní kontrole z výroby jednotlivých dílů. Provedli jsme kontrolu, zda je dodržován kontrolní plán a nebyly zjištěny žádné nedostatky.

Z výše uvedené analýzy jednotlivých potenciálních kořenových příčin lze konstatovat, že jako kořenovou příčinu můžeme označit příliš volnou toleranci na výkresech.

3.2.4 Kontrola

Po aplikaci změn na výkresech a zavedení změn ve výrobě jsme došli v následujícím měsíci k nově naměřeným hodnotám. Podle nově naměřených hodnot v tabulce vychází graf číslo 3. Z grafu je zřejmé, že podle nových naměřených hodnot jsme se dostali do potřebných limitů. Počet neshodných výrobků se snížil na nulu.

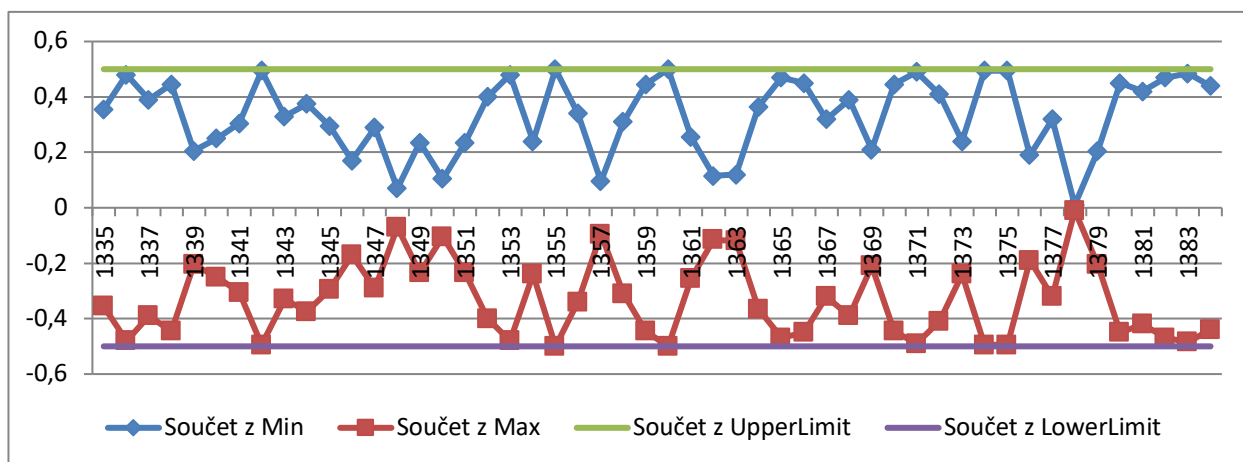
Pro ověření odstranění neshod jsme vytvořili nový Paretův diagram, který vychází z tabulky č. 4. Pro lepší přehlednost je opět pro každou neshodu přidělena zkratka písmena.

Poškození rámu	B
Šířka rámu	C
Délka rámu	D
Bez povrchové úpravy	E

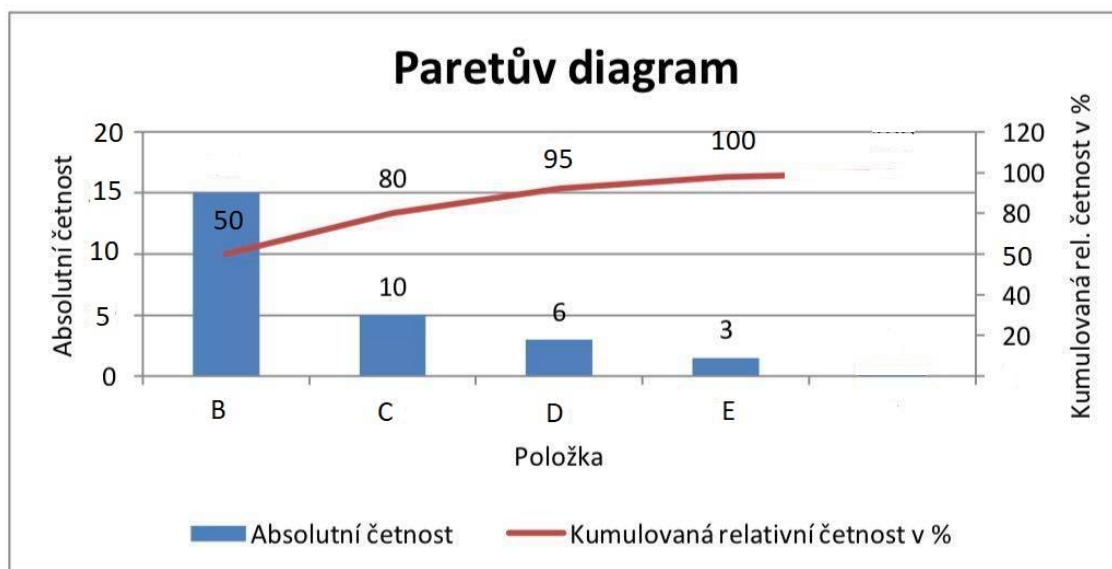
Tabulka 3 Počet neshod

Položka	Absolutní četnost	Relativní četnost v %	Kumulovaná absolutní četnost	Kumulovaná relativní četnost v %
Poškození rámu	10	50	10	50
Šířka rámu	6	30	16	80
Délka rámu	3	15	19	95
Vizuální kontrola povrchu rámu	1	5	20	100
Celkem	20	100		

(Zdroj: vlastní zpracování - dle firemních materiálů)



Graf 4 Měření bočnic rámu (Zdroj: vlastní zpracování)



Graf 3 Paretův diagram (Zdroj: Vlastní zpracování)

Z Paretova diagramu je zřejmé, že jsme odstranili neshodu A (souběžnost a soustřednost). Tímto postupem, který jsme učinili, můžeme postupovat k odstranění dalších neshod, které jsou zapsány v tabulce č. 3.

3.3 Návrh číselníku neshod

V následující tabulce je navržen číselník neshod vzhledem k nedostatku procesu řízení neshody.

V Otisu jsou při každé analýze výše uvedené postupy a není vytvořena žádná metodika k řešení konkrétních neshod.

Tabulka 4 Číselník neshod

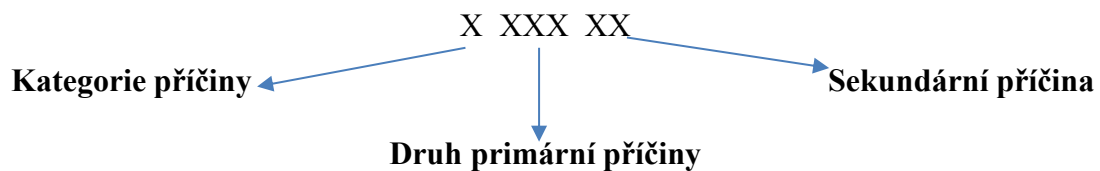
Číselník neshod	
Označení	Slovní popis
10001	Souběžnost a soustřednost
10002	Délka rámu
10003	Šířka rámu
10004	Poškození rámu
10005	Bez povrchové úpravy

(Zdroj: vlastní zpracování)

3.4 Návrh číselníku příčin

Vzhledem k rozsahu bakalářské práce jsem se zaměřil na návrh číselníku příčin jedné neshody a to **souběžnost a soustřednost dř.** Vzhledem k nedostatkům procesu řízení neshody jsem se rozhodl navrhnout nové řešení procesu řízení neshod, které by mělo být aplikováno do interního systému společnosti. Prvním krokem bude vytvoření číselníku příčin, pomocí kterého budeme přiřazovat identifikační čísla k příčinám. Identifikační číslo bude přiřazováno dle tabulky níže (viz tabulka č.5) a bude se skládat z šestimístného čísla, přičemž první číslo bude označovat kategorii příčiny. Prostřední trojčíslí bude označovat druh primární příčiny a poslední dvojčíslí budou představovat, zda se jedná o sekundární příčinu.

Označení má 6 znaků



Tabulka 5 Číselník příčin

Kategorie příčiny	Označení	Druh primární příčiny	Označení	Sekundární příčina	Označení
Vybavení	1	Neseřízený stroj	1001	Pokud je uvedena 00, tak pro danou primární příčinu neexistuje sekundární příčina.	00
		Měřidlo	1002		
Proces	2	Nedodržení postupu	2001		
Lidé	3	Školící systém	3001		
		Nepozornost	3002		
Materiál	4	Špatný vstup děr	4001		
Prostředí	5	Prach	5001		
		Světlo	5002		
Management	6	Volná tolerance na výkresech	6001		

(Zdroj: vlastní zpracování)

4 ZHODNOCENÍ PŘÍNOSU NÁVRHU ŘEŠENÍ

Po návrhu na odstranění významných příčin neshod se nám podařilo snížit chybné kusy výrobků. Počet neshod za jeden měsíc bylo 50, přičemž 30 neshod bylo způsobeno souběžností a soustředností. Tuhle neshodu se nám podařilo odstranit a tím snížit chybné kusy. V procentuálním měřítku se nám povedlo snížit chybné kusy o 60% z celkového počtu. Když to převedeme do ekonomického vyjádření, cena jednoho rámu stroje je 8 500,- Kč. Celkový počet neshod je 50 kusů, toto číslo vynásobíme cenou a dostáváme 425 000,- Kč ztrátu. Podařilo se nám odstranit neshodu u 30 kusů, a tedy snížit ztrátu o 60% v celkové výši 255 000,- Kč.

Mnou navrhované změny systému řízení neshodného výrobku by nevyžadovaly žádné investice do softwarového vybavení, neboť vytvoření číselníku neshod a číselníku příčin a samotné databáze neshod lze provést v programu Microsoft Excel , který je v podniku dostupný. Náklady by vznikly jen při tvorbě těchto číselníků, protože by se musel vytvořit tým pracovníků, kteří by systém evidence výskytu vad definoval a provedl analýzu rizik. Nesmí chybět pověřený pracovník, kteří bude systém udržovat. Náklady na vytvoření a zavedení do systému se pohybují okolo 20 000,- Kč. Zaškolením pracovníků v rámci nového systému nevzniknou žádné náklady, protože budou probíhat v pracovní době.

Vytvořením databáze neshodných výrobků prostřednictvím číselníku neshod a příčin by se odstranily nedostatky vzniklé nepřesným definováním neshod a příčin a celý systém by se zjednodušil a zpřehlednil, protože by se nemusela zdlouhavě provádět analýza pro každou neshodu a příčinu zvlášť, ale bylo by možno přímo hledat kořenovou příčinu. Byla by vytvořena knihovna v interním systému, kde by se nacházely postupy, jakým způsobem pracovat. Postupné druhy neshod a příčin by se archivovaly a tím by se vytvořila historická databáze. V systému bude aplikována navrhovaná metodika a následná nápravná opatření.

ZÁVĚR

Hlavním cílem mé bakalářské práce bylo zmapování hlavních procesů v podniku a vyjasnění úzkých míst výrobního procesu.

Pomocí globální analýzy jsem popsal podnikové procesy a zároveň uvedl hlavní proces na konkrétní zakázce.

Provedl jsem detailní analýzu procesu montáže rámu, kde jsem zjistil úzká místa tohoto procesu, ve kterém docházelo k neshodám výrobku. Bylo zjištěno více druhů neshod, které se objevují v procesu montáže rámu. Pomocí Paretova diagramu jsem určil sestupně pořadí nejdůležitějších neshod. Určil jsem nejpodstatnější neshodu, která se objevila nejvícekrát a měla 60% zastoupení ze všech neshod v procesu montáže rámu. Soustředil jsem se na konkrétní neshodu, a to na souběžnost a soustřednost kladek.

Z naměřených hodnot jsem sestavil Ishikawův diagram příčin a následků, kde jsem zjistil možné příčiny, které můžou způsobovat neshodné výrobky. Pro každou tuhle příčinu jsem zvolil akční plán, pomocí kterého nám byly ověřeny příčiny a tím se snížil počet neshodných dílů.

Návrhem bylo navržení číselníků neshod a číselníků příčin, který umožní rychlejší řešení a práci pro neshodné výrobky z důvodu urychlení a zpřehlednění procesu řízení neshodného výrobku. Navržená metodika byla pro Otis a.s. největším přínosem. Po její aplikaci do výrobního procesu dojde ke snížení počtu neshodných výrobků a zrychlení řešení neshod. Díky této metodice společnost ušetří finanční prostředky.

Literatura

- [1] BAUER, Miroslav a Ingrid HABURAIOVÁ. *Leadership s využitím kaizen a lean: pohádky pro unavené manažery*. Brno: BizBooks, 2015. ISBN 978-80-265-0390-3.
- [2] BLECHARZ, Pavel. *Základy moderního řízení kvality*. Praha: Ekopress, 2011. ISBN 978-80-86929-75-0.
- [3] JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 2016. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-5717-9.
- [4] LIKER, Jeffrey K. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Management Press, 2007. Knihovna světového managementu. ISBN 978-80-7261-173-7.
- [5] NENADÁL, Jaroslav. *Měření v systémech managementu jakosti*. Praha: Management Press, 2001. ISBN 80-7261-054-6.
- [6] NENADÁL, Jaroslav. *Moderní management jakosti: principy, postupy, metody*. Praha: Management Press, 2008. ISBN 978-80-7261-186-7.
- [7] PLURA, Jiří. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. Praha: Computer Press, 2001. Business books (Computer Press). ISBN 80-7226-543-1.
- [8] ŘEPA, Václav. *Procesně řízená organizace*. Praha: Grada, 2012. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-4128-4.
- [9] SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 2011. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.
- [10] ŠIMONOVÁ, Stanislava. *Modelování procesů a dat pro zvyšování kvality*. Pardubice: Univerzita Pardubice, Fakulta ekonomicko-správní, c2009. ISBN 978-80-7395-205-1.
- [11] *PDCA Cycle [online]. 2019 [cit. 2019-17-04]. Dostupné z: <http://itsadeliverything.com/wordpress/images//PDCA.jpg>*
- [12] *Ishikawův diagram [online]. [cit. 2018-04-17]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Diagram_př%C3%ADčín_a_následků#/media/File:Ishikawa_Fishbone_Diagram_cz.svg/*
- [13] *DMAIC Cycle [online]. 2019 [cit. 2019-19-04]. Dostupné z: <https://medium.com/analytics-and-data/dmaics-importance-in-data-projects-7c4a5ee88d1a>*
- [14] *Firemní materiály- Otis a.s.*

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Stanoviska procesu.....	11
Obrázek 2 PDCA Diagram.....	18
Obrázek 3 Diagram příčin a následků.....	20
Obrázek 4 Cyklus DMAIC.....	22
Obrázek 5 Závod Otis a.s. v Břeclavi.....	28
Obrázek 6 Organizační struktura firmy.....	30
Obrázek 7 Řídící procesy.....	32
Obrázek 8 Podpůrné procesy.....	33
Obrázek 9 Hlavní procesy.....	33
Obrázek 10 Hlavní proces.....	35
Obrázek 11 Procesní mapa: Průběh zakázky.....	38
Obrázek 12 Montáž dvou kladek stroje.....	39
Obrázek 13 Montáž druhého profilu.....	40
Obrázek 14 Montáž dvou kusů bočnic.....	40
Obrázek 15 Montáž ochranného plechu.....	40
Obrázek 16 Posuvný digitální hloubkoměr délky 150mm.....	41
Obrázek 17 Body měření rámu stroje.....	42
Obrázek 18 Detailní body měření.....	42
Obrázek 19 Interní neshoda 1.....	45
Obrázek 20 Interní neshoda 2.....	46
Obrázek 21 Interní neshoda.....	47
Obrázek 22 Diagram příčin a následků.....	51

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Principy systémů managementu jakosti.....	14
Tabulka 2 Druhy neshod.....	48
Tabulka 3 Počet neshod.....	53
Tabulka 4 Číselník neshod.....	54
Tabulka 5 Číselník příčin.....	55

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Kontrolní protokol.....	60
Příloha 2 Kontrolní protokol.....	61
Příloha 3 Hodnoty měření.....	62
Příloha 4 Hodnoty měření po optimalizaci.....	63

PŘÍLOHY

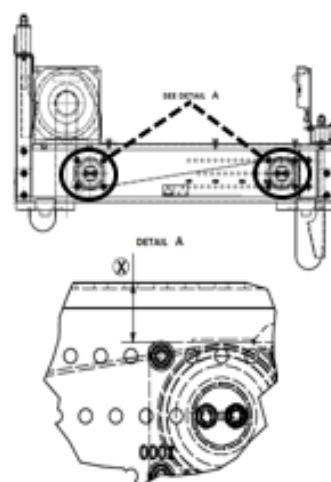
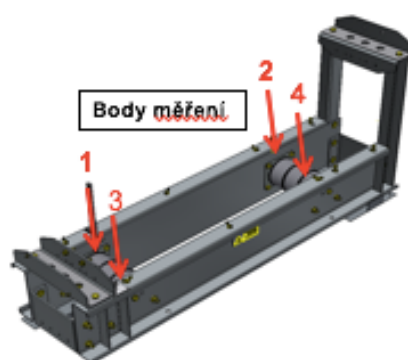
Kontrolní protokol ELV_260714_042, 043

GEOMETRICKÉ TOLERANCE DVOU KLADEK HŘÍDELE SOUBĚŽNOST A SOUSTŘEDNOST

Číslo zakázky: Číslo výkresu:

Ev.č. měřidla: Rozměr: (max. – min.) ≤ 1 mm

2 - pásy ☐ 3 - pásy ☐ 4 - pásy ☐ 5 - pásů ☐



měřidlo: Posuvný digitální hloubkoměr délky 150 mm

měření: Kontrolní měření geometrického rozměru dvou kladek hřídele – souběžnost a soustřednost.

Naměřené hodnoty :

Bod 1:	Bod 2:	Bod 3:	Bod 4:
--------	--------	--------	--------

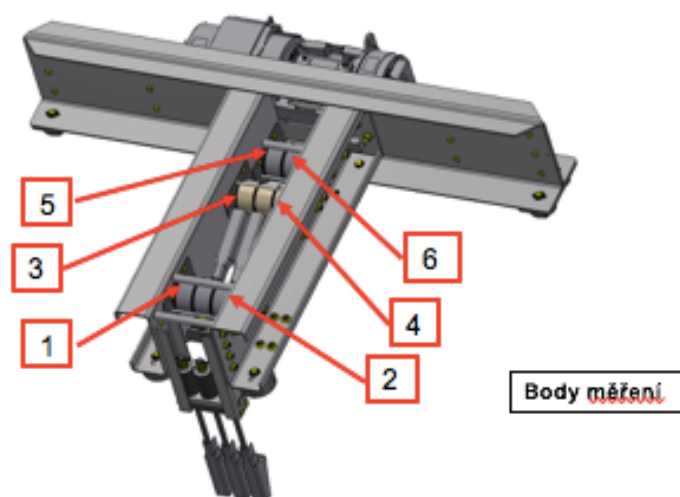
OK ☐ NOK ☐

Datum:

Měřil: 

Příloha 1 Kontrolní protokol

Kontrolní protokol ELV_260714_042, 043



měřidlo: Posuvný digitální hloubkoměr délky 150 mm

měření: Kontrolní měření geometrického rozměru dvou kladek hřídele – souběžnost a soustřednost

Naměřené hodnoty :

Bod 1		Bod 2	
Bod 3		Bod 4	
Bod 5		Bod 6	

OK ☐

NOK ☐

Pokud měření nevyšlo na první pokus, zapiš důvod a ustavení opakuji.

Důvod:

.....

Datum:

Měřil:



Příloha 2 Kontrolní protokol

Měření Bod 1	Měření Bod 2	Měření Bod 3	Měření Bod 4	Odchylka	Min	Max	UpperLimit	LowerLimit
19,85	19,69	19,6	20	0,40	0,20	-0,20	0,50	-0,50
19,59	20,53	19,64	20,57	0,98	0,49	-0,49	0,50	-0,50
20,08	19,34	19,5	19,69	0,74	0,37	-0,37	0,50	-0,50
20,4	20,48	20,38	20,62	0,24	0,12	-0,12	0,50	-0,50
19,65	19,65	19,55	19,85	0,30	0,15	-0,15	0,50	-0,50
19,46	19,83	19,34	20,1	0,76	0,38	-0,38	0,50	-0,50
20,2	19,4	20,52	19,85	1,12	0,56	-0,56	0,50	-0,50
19,44	20,03	19,46	20,46	1,02	0,51	-0,51	0,50	-0,50
	44,61		44,54	0,07	0,04	-0,04	0,50	-0,50
	45,01		44,8	0,21	0,11	-0,11	0,50	-0,50
20,1	19,03	19,84	19,99	1,07	0,54	-0,54	0,50	-0,50
20,08	20,43	20,14	20,38	0,35	0,18	-0,18	0,50	-0,50
45,3	45,6	45,4	45,6	0,30	0,15	-0,15	0,50	-0,50
44,2	44,16	44,08	44,14	0,12	0,06	-0,06	0,50	-0,50
20,06	19,96	20,1	20,25	0,29	0,15	-0,15	0,50	-0,50
	45,61		45,61	0,00	0,00	0,00	0,50	-0,50
	44,17		42,66	1,51	0,76	-0,76	0,50	-0,50
	44,81		44,97	0,16	0,08	-0,08	0,50	-0,50
20,28	20	19,98	20,34	0,36	0,18	-0,18	0,50	-0,50
	44,81		45,34	0,53	0,27	-0,27	0,50	-0,50
	44,63		44,91	0,28	0,14	-0,14	0,50	-0,50
	45,33		45,54	0,21	0,11	-0,11	0,50	-0,50
20,13	19,94	19,2	20,26	1,06	0,53	-0,53	0,50	-0,50
20,11	19,91	19,28	20,12	0,84	0,42	-0,42	0,50	-0,50
20,47	19,63	20,33	19,52	0,95	0,48	-0,48	0,50	-0,50
19,1	19,71	20,87	19,77	1,77	0,89	-0,89	0,50	-0,50
44,76	45,52	44,66	45,89	1,23	0,62	-0,62	0,50	-0,50
19,77	19,98	20,03	20,13	0,36	0,18	-0,18	0,50	-0,50
19,92	20,15	20,03	19,64	0,51	0,25	-0,25	0,50	-0,50
20,34	20,22	20,33	20,13	0,21	0,11	-0,11	0,50	-0,50
46	44,7	45,3	45,16	1,30	0,65	-0,65	0,50	-0,50
20,18	20,11	19,8	20,58	0,78	0,39	-0,39	0,50	-0,50
19,62	20,11	19,85	20,42	0,80	0,40	-0,40	0,50	-0,50
	19,24		20,57	1,33	0,67	-0,67	0,50	-0,50
	45,24		45,13	0,11	0,05	-0,05	0,50	-0,50
	45,16		45,17	0,01	0,01	-0,01	0,50	-0,50
	44,96		45,14	0,18	0,09	-0,09	0,50	-0,50
19,59	19,4	19,49	19,75	0,35	0,18	-0,18	0,50	-0,50
20,41	19,43	20,3	19,61	0,98	0,49	-0,49	0,50	-0,50
20,47	19,69	20,18	19,79	0,78	0,39	-0,39	0,50	-0,50
	19,97		20,42	0,45	0,23	-0,23	0,50	-0,50
20,27	19,62	19,68	20,02	0,65	0,32	-0,32	0,50	-0,50
20,91	19,26	20,55	19,68	1,65	0,82	-0,82	0,50	-0,50
44,54	44,76	44,8	44,82	0,28	0,14	-0,14	0,50	-0,50
45,24	44,73	45,51	44,69	0,82	0,41	-0,41	0,50	-0,50
20,18	20,66	20,63	20,69	0,51	0,26	-0,26	0,50	-0,50
20,15	20,38	20,24	19,25	1,13	0,57	-0,57	0,50	-0,50
	45,08		44,64	0,44	0,22	-0,22	0,50	-0,50
	45,67		45,5	0,17	0,09	-0,09	0,50	-0,50
19,48	19,38	19,44	19,94	0,56	0,28	-0,28	0,50	-0,50
19,5	19,9	20	19,7	0,50	0,25	-0,25	0,50	-0,50
45,3	45,4	45,7	47,3	2,00	1,00	-1,00	0,50	-0,50
20,07	19,56	19,99	19,94	0,51	0,26	-0,26	0,50	-0,50
	44,31		45,26	0,95	0,47	-0,47	0,50	-0,50
20,3	19,78	20,11	20,17	0,52	0,26	-0,26	0,50	-0,50
20,4	20,6	20,57	19,59	1,01	0,51	-0,51	0,50	-0,50
	45,66		45,4	0,26	0,13	-0,13	0,50	-0,50
20,59	20,26	20,29	20,48	0,33	0,16	-0,16	0,50	-0,50

Příloha 3 Hodnoty měření

Měření Bod 1	Měření Bod 2	Měření Bod 3	Měření Bod 4	Odchylka	Min	Max	UpperLimit	LowerLimit
20,02	20,15	20,06	19,61	0,54	0,27	-0,27	0,50	-0,50
20,4	19,77	19,74	20,2	0,66	0,33	-0,33	0,50	-0,50
	19,76		20,58	0,82	0,41	-0,41	0,50	-0,50
20,43	20,08	19,85	20,37	0,58	0,29	-0,29	0,50	-0,50
	44,94		45,65	0,71	0,36	-0,36	0,50	-0,50
	19,92		20,88	0,96	0,48	-0,48	0,50	-0,50
45,83	45,16	45,05	45,41	0,78	0,39	-0,39	0,50	-0,50
	19,56		20,45	0,89	0,45	-0,45	0,50	-0,50
20,26	20,47	20,29	20,06	0,41	0,21	-0,21	0,50	-0,50
20,16	20,39	20,42	19,92	0,50	0,25	-0,25	0,50	-0,50
19,98	20,12	20,26	19,65	0,61	0,31	-0,31	0,50	-0,50
20,46	20,06	20,43	19,47	0,99	0,50	-0,50	0,50	-0,50
20,43	20,29	20,59	19,93	0,66	0,33	-0,33	0,50	-0,50
	44,7		45,45	0,75	0,38	-0,38	0,50	-0,50
	44,87		45,46	0,59	0,30	-0,30	0,50	-0,50
	44,82		45,16	0,34	0,17	-0,17	0,50	-0,50
	44,69		45,27	0,58	0,29	-0,29	0,50	-0,50
	19,99		20,13	0,14	0,07	-0,07	0,50	-0,50
19,94	20,06	20,31	19,84	0,47	0,23	-0,23	0,50	-0,50
	45,17		44,96	0,21	0,11	-0,11	0,50	-0,50
	45,19		44,72	0,47	0,23	-0,23	0,50	-0,50
19,78	20,3	20,53	19,73	0,80	0,40	-0,40	0,50	-0,50
19,52	20,48	19,52	20,4	0,96	0,48	-0,48	0,50	-0,50
19,64	19,8	19,79	19,32	0,48	0,24	-0,24	0,50	-0,50
45,2	44,3	45,2	44,2	1,00	0,50	-0,50	0,50	-0,50
44,6	44,51	44,81	44,13	0,68	0,34	-0,34	0,50	-0,50
19,58	19,6	19,54	19,41	0,19	0,10	-0,10	0,50	-0,50
19,65	19,99	19,93	19,37	0,62	0,31	-0,31	0,50	-0,50
44,31	45,2	45,02	45,1	0,89	0,45	-0,45	0,50	-0,50
19,49	20,49	20,49	20,41	1,00	0,50	-0,50	0,50	-0,50
20,24	20,68	20,17	20,47	0,51	0,25	-0,25	0,50	-0,50
19,35	19,57	19,4	19,58	0,23	0,11	-0,11	0,50	-0,50
19,33	19,31	19,28	19,52	0,24	0,12	-0,12	0,50	-0,50
19,59	19,88	20,13	19,4	0,73	0,37	-0,37	0,50	-0,50
19,08	20,02	19,88	19,58	0,94	0,47	-0,47	0,50	-0,50
19,33	20,15	20,23	19,53	0,90	0,45	-0,45	0,50	-0,50
	45,59		44,95	0,64	0,32	-0,32	0,50	-0,50
	45,4		44,62	0,78	0,39	-0,39	0,50	-0,50
20,28	20,29	20,7	20,33	0,42	0,21	-0,21	0,50	-0,50
19,61	20,24	19,9	19,35	0,89	0,44	-0,44	0,50	-0,50
19,94	20,92	20,57	20,02	0,98	0,49	-0,49	0,50	-0,50
19,4	20,22	20,03	19,46	0,82	0,41	-0,41	0,50	-0,50
19,99	20,47	20,17	20,01	0,48	0,24	-0,24	0,50	-0,50
20,38	20,41	20,32	19,42	0,99	0,49	-0,49	0,50	-0,50
	45,32		44,33	0,99	0,50	-0,50	0,50	-0,50
	45,48		45,1	0,38	0,19	-0,19	0,50	-0,50
	45,55		44,91	0,64	0,32	-0,32	0,50	-0,50
	45,07		45,05	0,02	0,01	-0,01	0,50	-0,50
	45,39		44,98	0,41	0,21	-0,21	0,50	-0,50
44,96	44,99	45,32	44,42	0,90	0,45	-0,45	0,50	-0,50
44,87	44,87	44,91	44,07	0,84	0,42	-0,42	0,50	-0,50
19,98	20,17	20,92	20,16	0,94	0,47	-0,47	0,50	-0,50
45,18	45,421	45,64	44,67	0,97	0,48	-0,48	0,50	-0,50

Příloha 4 Hodnoty měření po optimalizaci