

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**  
**FAKULTA EKONOMICKÁ**

Diplomová práce

**Analýza a následná optimalizace vybraných podnikových  
procesů**

**Analyse and subsequent optimization of business processes**

Bc. Jan Brčák

Plzeň 2015



## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma

„Analýza a následná optimalizace vybraných podnikových procesů“

vypracoval samostatně pod odborným dohledem vedoucí diplomové práce za použití pramenů uvedených v příložené bibliografii.

V Plzni dne .....

.....

## **Poděkování**

Děkuji panu Ing. Martinovi Januškovi, Ph.D., vedoucímu diplomové práce, za cenné rady, připomínky a návrhy, za jeho ochotu a vstřícnost při konzultacích, které mi poskytl během psaní diplomové práce. Také bych chtěl poděkovat panu Ing. Cyrilovi Hromníkovvi, konzultantovi ve společnosti MBtech Bohemia s. r. o. za jeho čas a rady, které mi neustále poskytoval.

## OBSAH

Úvod.....	8
1 Představení společnosti.....	10
1.1 Výroba.....	10
1.2 Historie firmy .....	11
1.3 Pobočka Plzeň .....	12
1.4 Pozice na trhu .....	12
1.5 SWOT analýza .....	13
2 Analytická část.....	15
2.1 Procesní řízení.....	15
2.1.1 Rozdělení procesů.....	16
2.1.2 Metody řízení procesů .....	17
2.2 Analýza procesů .....	17
2.2.1 Postup procesní analýzy.....	18
2.2.2 EPC diagram .....	19
2.3 FMEA.....	20
2.3.1 Rozdělení FMEA: .....	20
2.3.2 Princip metody FMEA.....	21
2.3.3 Dílčí kroky metody FMEA .....	23
2.3.4 Formulář FMEA .....	24
2.3.5 Týmová práce .....	25
3 Přípravná fáze .....	29
3.1 Popis procesu a produktu .....	29
3.2 Sestavení FMEA týmu .....	29
3.3 Analýza současného stavu.....	30

3.4	Aplikace metody FMEA .....	30
3.5	Procesy .....	32
3.5.1	Příjem objednávky .....	32
3.5.2	Technická příprava výroby .....	34
3.5.3	Řezání .....	35
3.5.4	Svařování .....	36
3.5.5	Obrábění.....	36
3.5.6	Kooperace .....	37
3.5.7	Montáž .....	38
3.5.8	Lakování .....	38
3.5.9	Měření.....	39
3.5.10	Podniková logistika.....	39
3.6	Ishikawa diagram .....	40
3.7	Zhodnocení současného stavu.....	43
4	Optimalizace vybraných procesů.....	46
4.1	Doba návratnosti .....	46
4.2	Štíhlá administrativa.....	47
4.3	Výrobní procesy .....	57
4.4	Kaizen .....	58
4.5	TPM.....	62
4.6	SMED.....	71
5	Zhodnocení provedených optimalizačních návrhů .....	79
	Závěr .....	82
	Seznam použitých obrázků .....	84
	Seznam použitých tabulek .....	85

Seznam použitých zkratek .....	86
Seznam použitých zdrojů.....	87
Seznam příloh .....	90

## Úvod

V současné době roste trend provádění procesních analýz. Firmy chtějí získat přehled, jak jejich vnitropodnikové procesy fungují, a zda-li fungují efektivně. Pokud chce být firma konkurenceschopná, musí dokonale znát svoje procesy a musí je umět optimalizovat. Pouze firma, která dokáže řídit svoje procesy, může být úspěšná. Existuje mnoho způsobů a cest, jak dosáhnout efektivního řízení vnitropodnikových procesů. Mezi ně se řadí metody jako je Kaizen, Ishikawa diagram či FMEA. Vedení společnosti musí iniciovat změny v chování všech pracovníků a přimět je k tomu, že pouze správně nastavené a standardizované procesy mohou přinést očekávaný užitek. Jakmile vedení společnosti i pracovníci přijmou tuto filozofii, firma udělala první krok k tomu být úspěšná.

V první kapitole této práce bude představena společnost, její základní charakteristiky a historie.

Ve druhé kapitole bude popsána a vysvětlena základní terminologie procesů. Dojde k objasnění nástrojů využívaných pro analýzu procesů. Teoreticky bude objasněn princip těchto metod a nástrojů.

Ve třetí kapitole budou popsány a analyzovány vybrané vnitropodnikové procesy pomocí předem stanovených metod. Dojde k aplikaci již zmíněných metod. Bude popsána jejich praktická implementace na vybrané procesy. Nadefinují se možné problémy a úzká místa, která se budou dále optimalizovat.

Ve čtvrté kapitole budou vybrané procesy optimalizovány. Na tyto procesy budou implementovány teoretické modely, které na ně budou záhy implementovány. U jednotlivých navrhovaných optimalizačních opatření budou vyčísleny finanční nebo nefinanční přínosy a jejich dopad na firmu.

Závěrečná kapitola bude posuzovat a hodnotit přínosy navrhovaných řešení. Bude provedeno srovnání stavu před a po provedení navrhovaných optimalizačních řešení. Dojde k interpretaci vlivu prováděných návrhů na výkonnost firmy.

Cílem této práce je analyzovat pomocí vybraných metod podnikové procesy, které se následně budou optimalizovat a zjišťovat jejich dopad na výkonnost firmy.

Tato práce by měla demonstrovat důležitost provádění procesních analýz ve firmě. Měla by také poukázat na možnosti zvyšování efektivity a výkonnosti procesů. I když jednotlivé návrhy budou aplikovány na specifické procesy v dané firmě, může tato práce



sloužit jako inspirace pro podobné návrhy i v jiných firmách. Výstupy z této práce budou prezentovány vedení firmy a jednotlivé návrhy budou doporučeny k realizaci.

V úvodu této práce byly využity poznatky a rešerše odborné literatury, které byly následně využity při analýzách a optimalizacích. Při analýzách vnitropodnikových procesů bylo vycházeno z interních materiálů a odborných rad od pracovníků společnosti.

# **1 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI**

MBtech Bohemia je celosvětově uznávanou společností v oboru engineeringu a poradenských služeb pro automobilový průmysl. V roce 2011 došlo ke spojení se společností AKKA Technologies Group. Tímto sloučením došlo k rozšíření působnosti MBtech Bohemia v oblasti letectví, kolejových vozidel a nabytí nových zkušeností a znalostí v automobilovém průmyslu. Díky tomuto spojení se společnost stala leadrem právě v těchto oblastech a díky vzájemnému sdílení know how dochází i k neustálému zvyšování kvality a zlepšování technologie výroby a poradenských služeb. AKKA Technologies Group zaměstnává přes 11 000 zaměstnanců ve více než dvaceti zemích světa, MBtech Bohemia zaměstnává více než 3 300 zaměstnanců a patří tak mezi důležité zaměstnavatele. V České republice pracuje 350 zaměstnanců, z toho 150 v Plzeňské pobočce. Společnost působí na třech kontinentech. Hlavní zázemí je v Německu, kde se nachází 15 poboček. Další pobočky se nacházejí v Turecku, Maďarsku a v České republice. U nás se nacházejí tři pobočky a to v Praze, v Plzni a v Mladé Boleslavi. V následujícím roce se chystá vstup do Polska. Další pobočky, které jsou neméně významné, se nacházejí v Severní Americe a v Asii, kde se předpokládá velká expanze a společnost zde chystá investovat velké finanční prostředky na rozvoj právě v tomto regionu.

Společnost MBtech je součástí koncernu Mercedes-Benz a má tak velmi dobré technologické i finanční zázemí. V posledních letech si společnost upevňuje vedoucí postavení v automobilovém průmyslu. Každý rok navyšuje počet svých zaměstnanců a zvyšuje obrát. Od doby krize společnost udělala velký krok. Mnoho firem v oboru zkrachovalo nebo muselo omezit svoji činnost. MBtech však díky svým zkušenostem, kvalitě a zodpovědnému přístupu k zákazníkům dokázalo udržet svoji pozici leadra v oblasti automobilového průmyslu.

## **1.1 VÝROBA**

Společnost MBtech testuje, vyvíjí komponenty pro automobilový průmysl po celém světě. Poskytuje také poradenské a konstrukční služby v oblasti konstrukce vozidel (vývoj karosérie, podvozku, elektronická zařízení a interiéry) a také poradenství v oblasti optimalizace procesů po celé délce hodnotového řetězce pomocí metody lean

production. MBtech svým přístupem pomáhá k trvalému zvyšování konkurenceschopnosti svých zákazníků i dodavatelů. V Praze a v Mladé Boleslavi se nachází konstrukční kanceláře, které poskytují služby v oblasti vývoje, konstrukce a CAE výpočtů. V oblasti motorů a převodovek poskytují návrhy 3D modelů, výpočty a tvorbu prototypů. Zajišťuje také simulace v oblasti výpočtů. Dále také poskytují modelování, analyzování a tvorbu výkresů v oblasti podvozků a karosérií. V Plzni se nacházejí výrobní haly, kde dochází k tvorbě prototypů, sestavování individuálních zakázek, lisování prototypových plastových komponentů do automobilů, frézování a soustružení.

## **1.2 HISTORIE FIRMY**

- 1996 – Založena společnost Mercedes-Benz Engineering s. r. o. (MBE) jako dceřiná společnost Daimleru. Byly ustanoveny dva týmy. První tým měl na starost oblast „vozidla“ a zaměřoval se na oblast podvozků a karosérií. Druhý tým se zabýval „pohony“ a zaměřoval se na oblast motorů a převodovek.
- 1999 – Vznik nového oddělení vysokorychlostní motory.
- 2000 – Vznik oddělení elektřiny/elektroniky.
- 2002 – MBE se stává podnikem skupiny MBtech.
- 2003 – Vznik týmu výpočtů.
- 2004 – Vznik nového technologického centra v Plzni, na Borských polích.
- 2006 – Přejmenování společnosti MBE na MBtech Bohemia s. r. o.
- 2007 – Vznik nové pobočky v Mladé Boleslavi.
- 2008 – Vznik nové pobočky ve vědeckotechnickém parku v 6th River v Plzni.
- 2011 – Francouzská společnost AKKA Technologies Group odkupuje 65% podíl ve firmě a dochází tak k rozšíření pole působnosti o oblasti kolejových vozidel a letectví.
- 2014 – Navázání spolupráce s čínskou automobilkou BAIC (Beijing Automotive Industry Co), která dokazuje budoucí směřování společnosti do oblastí rychle rostoucího automobilového trhu v Asii.

### **1.3 POBOČKA PLZEŇ**

V pobočce Plzeň se nachází výrobní haly a technologické zázemí společnosti. V Praze a v Mladé Boleslavy jsou především konstrukční kanceláře, které se řadí mezi největší v České republice, disponující nejmodernějšími počítačovou technikou a softwarem. V Plzeňské pobočce se zaměstnává 150 lidí. Dopravní dostupnost je velmi dobrá. Pobočka se nachází na Borských polích, kde je snadný přístup z dálnice a je tak zajištěna dobrá dopravní dostupnost, jak pro dodavatele, tak i pro zákazníky. Mimo výrobní haly disponuje plzeňská pobočka i kanceláři ve vědeckotechnickém parku 6th River, což společnosti poskytuje technologickou a inovační převahu nad konkurencí. Ve výrobních halách se nacházejí frézy, lisy, obráběcí stroje (Fores Line, DM 33, DM 51 a další), 3D tiskárna na plasty, měřicí místnost pro zajišťování kvality vyrobených dílů. V těchto prostorech dochází především k výrobě prototypových výrobků, které jsou přísně tajné. Proces začíná zadáním od zákazníky a specifikací objednávky. Následuje kalkulace ceny, poté se předá předběžná kalkulace ke schválení zákazníkem, kterému je umožněna bližší specifikace objednávky. Dalším krokem je vytvoření výkresové dokumentace a stanovení technické specifikace. Poté se předají výkresy do výroby, ve které, dochází k samotné výrobě. Následně se vyrobený produkt přeměří v přeměřovací místnosti a připraví se k expedici k zákazníkovi. Jak je vidět, je velmi důležitá kooperace mezi jednotlivými odděleními a dokonalá komunikace mezi nimi. Společnost spolupracuje s mnoha firmami z okolí a v hojné míře využívá kooperací, které v některých zakázkách dosahují až 90%. Z důvodu, že ne všechny přípravky může společnost sama vyrábět. Úzkým místem jsou zaměstnanci. Společnost staví na kvalitních a kvalifikovaných zaměstnancích, kterých je v současné době nedostatek. Společnost vlastní certifikát kvality ISO 9001, který jí zaručuje konkurenční výhodu. V loňském roce dosáhla Plzeňská pobočka obrátu ve výši 159 mil. Kč. Pokud bychom započítali i ostatní pobočky, tak celkový obrát za loňský rok činil 580 mil. Kč.

### **1.4 POZICE NA TRHU**

Postavení společnosti je na trhu velmi dobré. Ke konkurentům firmy patří zejména VOLKO s. r. o., SoliCAD s. r. o., Rucker s. r. o., ACR engineering a Firmconsult spol. s r.o. V současné době nehrozí vstup nové konkurence, protože kapitálové náklady

a technologické znalosti na vstup do toho odvětví jsou vysoké. Společnost dokáže bez problémů uspokojit požadavky zákazníků, čímž si upevňuje pozici na trhu. Nejdůležitějšími a největšími zákazníky jsou převážně německé a Rakouské společnosti jako jsou Daimler AG, MBtech Group GmbH&Co. KGaA, Stihl, Magna Seating, Magna Steyer, OST Feinguss, JomaPolytec. Snaží se také o dlouhodobou spolupráci nejenom se zákazníky, ale i s dodavateli. Dodavatelům nabízí svůj rozvojový program pro zvyšování konkurenceschopnosti a zvyšování efektivity všech procesů. Mezi nejvýznamnější dodavatele patří Ferona a. s., Inex spol. s. r. o. a Talmet s. r. o.

## 1.5 SWOT ANALÝZA

Silné stránky:

- Silná mateřská společnost.
- Dlouhodobé vztahy se zákazníky.
- Vysoká technická vybavenost.
- Dostatečné finanční kapacity na rozvoj.
- Vlastní know-how a patentované technologie.

Slabé stránky:

- Závislost na dodavatelích (nakupované díly – dlouhá dodací lhůta).
- Vysoké mzdové náklady.
- Špatné vymezení kompetencí.

Příležitosti:

- Příznivý demografický vývoj.
- Spolupráce s novými dodavateli.
- Vstup na nové trhy.
- Rostoucí poptávka po produktech.
- Vstup na nové zahraniční trhy (Polsko).

Hrozby:

- Nedostatek kvalifikované pracovní síly.

- Zvyšování cen energií.
- Nižší kupní síla nakupujících.
- Legislativní změny.

### **Cíle kvality produkce**

Pro společnost je kvalita výrobků na prvním místě. Proto se každý rok stanovují cíle kvality, aby bylo neustále dosahováno nejvyšších standardů. Stanovené cíle v oblasti kvality produkce jsou následující:

Uspořádání produkce:

- Zvýšení produktivity.
- Provedení víceobsluhy.
- Nemocnost < 5%.
- Plnění termínů dodání > 85%.
- Transparentní procesy (Work Plan).

Efektivní a hospodárný management chyb:

- < 5 reklamací.
- Zaměstnání proškolených MA.
- Proces odstraňování chyb.

Procesy dodavatelů:

- Audit u 3 dodavatelů.
- Cíl nulových chyb.
- Smlouvy s dodavateli.
- Tvořivost ve fázi konceptu [33].

## 2 ANALYTICKÁ ČÁST

### 2.1 PROCESNÍ ŘÍZENÍ

První procesy řízení se objevovaly již v dobách prvních manufaktur, byly ovšem skryty pod složitými strukturami hierarchického typu. Postupem času si začali odborníci uvědomovat důležitost a existenci procesů sloužících k řízení organizace. V současnosti se pomalu odpouští od funkčního uspořádání a přechází se na procesní orientaci. Dalším krokem, který předurčil směr procesní řízení organizace, byl systém norem ISO 9000:2000, které jsou základem pro normy jakosti. Normy toho typu substituovaly funkční orientaci podniku orientací procesní [12].

Přístupy k řízení procesů

- **Funkční přístup** – Již v roce 1776 Adam Smith definoval funkční přístup jako dělbu práce podle specializace, která je založená na nejjednodušších úkonech, tak aby jednotlivé úkony byly proveditelné i nekvalifikovanými dělníky. Uplatnění našel tento systém v továrnách Henryho Forda, kde jeden dělník dokázal zastat práci několika lidí. Tento systém vedl k zavedení hromadné výroby. Funkční přístup tedy vede k rozdělení prací na jednotlivé jednoduché pracovní úkony. To vede k rozdělení práce mezi organizační jednotky, které jsou alokovány dle specializace. Rizikem u tohoto typu řízení je zaměření se na jednotlivé útvary a možnosti vzniku informačního šumu a možnosti časové ztráty mezi těmito útvary.
- **Procesní přístup** - je vnímán jako kontinuální činnost managementu organizace vedoucí k zavedení (transformaci funkčně orientované organizace na organizaci procesního typu), neustálému rozvoji a zlepšování procesní organizace, jejíž prvky tvoří procesní řízení. Ke správnému uplatňování zásad tohoto přístupu je důležité dodržovat deset principů procesního řízení podle:
  - 1) Integrace a komprese prací – jednotlivé práce se včleňují do jednotlivých logických celků, takovým způsobem, aby je byl schopen obsáhnout procesní tým orientovaný na přidanou hodnotu pro zákazníka. Účelem je vyloučení zbytečných činností, doplnění chybějících činností a inovací málo efektivních činností.
  - 2) Delinearizace prací – činnosti jsou vykonávány v přirozeném pořadí

- 3) Nejvýhodnější místo pro práci – práci se vykonává tam, kde je to nejvýhodnější. Nebere se v potaz hranice funkčních útvarů, oddělení nebo i podniků.
  - 4) Uplatnění týmové práce – procesy zajišťují týmy, které disponují dostatečnými kompetencemi a jsou motivováni k tvorbě hodnoty pro zákazníka.
  - 5) Procesní zaměření motivace – výsledek je přímo spojen s motivací, nejenom s činností.
  - 6) Odpovědnost za proces – za proces je odpovědný vlastník procesu, ten odpovídá za efektivnosti procesu dlouhodobého rázu.
  - 7) Variantní pojetí procesu – u každého procesu existuje několik variant provedení. Varianty záleží na vstupech, požadavcích, trhu či na dostupnosti zdrojů.
  - 8) 3S – samořízení, samokontrola a samoorganizace – týmy by měly být zcela autonomní
  - 9) Pružná autonomie procesních týmů – procesní týmy by měly být sestavovány tak, aby byly schopny flexibilně reagovat na změny požadavků
  - 10) Znalostní a informační bezbariérovost – mělo by dojít k odstranění všech bariér bránící přísunu a transferu informací. Vhodné je vytvoření sdílené databáze znalostí a mít centralizované informační zdroje [4], [25].
- **Projektový přístup** – Způsob řízení, který je aplikován na unikátní projekty, kde optimální řešení se nachází často až v průběhu realizace. Rozdíl mezi procesním řízením a projektovým řízením je ten, že procesní řízení se zaměřuje na opakované procesy, oproti tomu projektové řízení se zaměřuje na unikátní procesy.

### 2.1.1 Rozdělení procesů

Procesy jsou rozdělovány podle toho, jakou přidanou hodnotu přináší a komu ji přináší. Procesy se rozdělují do třech hlavních kategorií:

- **Hlavní procesy** – Takové procesy, které se týkají hlavní oblasti podniku. Slouží k plnění strategických cílů podniku. Zde se vytváří výrobek či služba.



- **Podpůrné procesy** – Jsou to většinou takové procesy, které nepřidávají hodnotu, jsou však potřebné pro vykonávání hlavních procesů.
- **Řídící procesy** – Jsou to takové procesy, které koordinují a řídí jednotlivé činnosti, tak aby logicky a efektivně fungovaly [22].

### 2.1.2 Metody řízení procesů

Metody řízení procesů cílí na vhodné nastavení procesů a inovací v organizaci.

K tomu můžeme použít řadu metod:

- BPM (Business Process Management)
- Six Sigma
- Demingův cyklus (PDCA cyklus)
- ISO 9001
- TQM (Total Quality Management) [22].

## 2.2 ANALÝZA PROCESŮ

Analýza procesů neboli procesní analýza se využívá v podnicích pro analýzu toku práce. Slouží ke zlepšení a lepšímu pochopení a řízení procesů v organizaci. Analýza procesů se tedy zaměřuje na analýzu postupu práce zaměstnanců, přitom popisuje jednotlivé vstupy, výstupy, postupy a případně i spotřebu zdrojů. Zjednodušeně se může říci, že se zjišťuje, kdo co a jak to dělá. Při této analýze je možné provádět analýzu buď jednotlivých, a nebo celkovou analýzu všech podnikových procesů. V této práci se budou analyzovat vybrané procesy, protože analýza všech podnikových procesů by přesahovala doporučený rozsah diplomové práce.

Organizace sledují a analyzují své procesy z několika důvodů:

- Popsání jednotlivých procesů, které mohou sloužit pro tvorbu podnikových směrnic, vyhlášek, návodů nebo mohou sloužit jako popis postupu práce.
- Z důvodu využití automatizace, např. využití automatického docházkového systému Workplan.
- Pro zlepšení a optimalizaci procesů.

V organizaci je procesní analýza jednou z nejdůležitějších analytických technik, které se využívají. Tyto analýzy se používají především, když se zjišťuje efektivita,

profitabilita, hospodárnost, popis toku práce apod. Tyto analýzy, jež se používají především, když se zjišťuje efektivita, profitabilita, hospodárnost, popis toku práce apod., slouží jako odrazový můstek pro další optimalizace. Jak již bylo zmíněno výše, tyto analýzy slouží k vytváření směrnic, norem popisů postupů práce apod. Důležitou funkcí je poskytování potřebných informací pro optimalizaci nebo reengineering procesů. Slouží také jako podklady pro zavádění nových systémů, ve kterých se na základě popsanych procesů může vytvořit nový informační systém podniku

Analýza procesů se využívá pro identifikaci, zjednodušení a lepší pochopení. Mohou také poukázat na úzká místa, která se v podniku vyskytují. Výstupem analýzy procesů jsou mapy procesů, procesní modely. Může být použita grafická podoba či slovní charakteristika

Při používání procesní analýzy hrozí také rizika z nadměrného používání, při kterém se věnuje příliš času samotné analýze a výsledkům (výstupům) analýzy už se nevěnuje dostatek pozornosti. Dalším rizikem může být špatně zvolený postup, nevhodně zvolené nástroje či nesprávně provedená analýza [21].

### **2.2.1 Postup procesní analýzy**

Při aplikaci procesní analýzy se naskýtá obrovská škála možností při výběru metod pro provádění analýzy. Nemůže se tedy říci, že existuje univerzální postup, jak postupovat při procesní analýze. Vždy se musí vycházet z konkrétních potřeb dané firmy a tomu procesní analýzu přizpůsobit. Mezi nejznámější metody patří:

- TOC (Teory of Constraints) – teorie omezení.
- Gap analýza.
- VSM (Value Stream Mapping).
- Ishikawa diagram.
- Brainstorming.
- CPM (Critical Path Method) – metoda kritické cesty.
- FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) – analýza možných vad a jejich následků.
- Demingův cyklus (PDCA cyklus).
- Paretovo pravidlo (80/20) [21].

## 2.2.2 EPC diagram

Na EPC diagramu (obrázek 1) je zobrazen konkrétní proces objednávky výrobku, realizace i předání výrobku zákazníkovi. Společnost MBtech Bohemia s. r. o. získala zakázku na výrobu rámu pro autobusy EVO Bus Holýšov. Rám musí být upraven podle stanovených technologických postupů. Výkresovou dokumentaci vytvořil sám zákazník. V následující části bude popsán současný stav podnikových procesů pro určený výrobek, jejich logické návaznosti a následně bude provedena analýza pomocí metody FMEA.

Obrázek 1 - EPC diagram



Zdroj: Vlastní zpracování, 2015

## 2.3 FMEA

Metoda FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), může být přeložena jako analýza možností vzniku vad a jejich následků. Metoda vznikla v roce 1949 ve vojenském předpisu MIL-P-1629. Princip této metody spočíval v hodnocení spolehlivosti, díky tomu bylo možné odhalit a analyzovat různé poruchy systémů a zařízení. Následně docházelo k vyhodnocování vlivu na osoby, bezpečnost nebo výkonnost zařízení [32].

Začátkem 60. let získala tato metoda uplatnění v kosmickém výzkumu. Využívala ji pro složité simulace kosmických programů pro zajištění spolehlivosti. Metoda byla použita u programu Apolla 13 k nalezení závažných rizik. V následujících letech se tato metoda začala uplatňovat i v jaderné energetice, ve které zajištění bezpečnosti mělo nejvyšší stupeň priority. V Následujících letech se metoda začala uplatňovat i v automobilovém průmyslu. Prvně byla použita u automobilky Ford u modelu Ford Pinto a měla zajistit bezproblémovou výrobu. O několik let později tuto metodu převzala i automobilka VW. V automobilovém průmyslu se tato metoda začala nejvíce prosazovat. Uplatnění našla tato metoda i dalších oblastech jako je letectví, energetika, lékařství, sdělovací technika. V 80. letech došlo ke shrnutí metody FMEA do jednotné příručky s označením norma QS 9000. Další standardizace proběhla prostřednictvím norem APQP, ČSN IEC 812 [10].

### 2.3.1 Rozdělení FMEA:

- Systémová FMEA konstrukce před uvolněním do výroby.
- FMEA konstrukce (návrhu) – systémová FMEA výrobku zkoumá funkce a funkční vady na různých úrovních – takové zkoumání prochází shora dolů až na úroveň součástek – pro ty se provádí konstrukční FMEA.
- Systémová FMEA procesu.
- Procesní FMEA – podmínky jsou stejné jakou u FMEA konstrukce, pouze s procesy.

V této práci bude prováděna pouze FMEA procesu, která bude podrobněji popsána. FMEA procesu se používá především u výrobních či montážních procesů. Využívá se k identifikaci a analýze všech možných poruchových stavů, které mohou

ovlivnit kvalitu výrobku a slouží k podchycení těchto poruch již ve fázi návrhu. V analýze navrhuje nápravná opatření, která mohou zamezit vzniku poruch již v počátku výroby, dále navrhuje postupy na odstranění nebo snížení poruch jako celku. FMEA procesu by měla plynule navazovat na FMEA konstrukční. FMEA procesu se provádí v konečné fázi schvalování technické přípravy [10].

### 2.3.2 Princip metody FMEA

Metoda FMEA/FMECA slouží jako nástroj pro systematickou a vysoce sofistikovanou analýzu způsobu poruch prvků systému vznikající konstrukce, nebo návrhu výrobního procesu a posouzení jejich důsledků, vzniku možných poruch na jednotlivé systémy, které vznikají při samotné konstrukci nebo výrobním procesu. Obecný princip metody FMEA začíná tím, že se pro každou součást výrobku nebo činnosti v procesu položí otázka: „Jaká vada by mohla vzniknout, kdyby součást byla vyrobena tak, jak je navržena (konstrukční FMEA) nebo navrženým postupem (procesní FMEA)“. Jaký účinek by taková vada mohla mít u zákazníka a jaké příčiny by mohly vést ke vzniku takových vad? Následně dojde k ocenění rizik, které souvisí se závažností účinku vady, pravděpodobnosti vzniku vady a pravděpodobnosti odhalení vady. Pro každou možnou příčinu možné vady je přijato skutečné opatření, kterým se příčina odstraňuje, a tím se předchází vzniku vady. Metoda FMEA musí být chápána jako týmová práce. Při provádění analýzy je důležitý pohled z více perspektiv. Je tedy vhodné zahrnout do FMEA týmu odborníky z konstrukce, kvality, prodeje, výroby, marketingu apod. Případně se může využít služeb externích specialistů, kteří budou mít nezávislý pohled na danou problematiku. Tým musí mít dostatečné kompetence a pravomoce, aby mohl jednat, jde tedy o manažerské vymezení funkcí. Proto se FMEA řadí mezi základní nástroje managementu jakosti. FMEA se nejvíce uplatňuje jako analýza bezporuchovosti a jako nástroj řízení a zlepšování jakosti v předvýrobních etapách FMEA dokáže odhalit až 90% chyb ve výrobním procesu [10].

Použití FMEA:

- Optimalizace a vývoj výrobků.
- V lékařství, automobilovém, leteckém, jaderném průmyslu.
- Plánování procesů a výroby.

- Součást systémů zajišťování kvality [14].

FMEA podporuje dosahování podnikových cílů v těchto oblastech:

- Zlepšuje interní komunikaci v podniku.
- Redukce rizik záruky na vyráběné výrobky.
- Snižování nákladů na plnění záruk.
- Zvyšování spolehlivosti dodacích termínů.
- Efektivnější výroba.
- Kvalitnější služby.
- Vytvoření centralizované databáze znalostí.
- Náběhy sérií s menšími vadami.
- Růst spolehlivosti výrobků [14].

Přínosy FMEA:

- Nabízí systematický pohled na funkčnost systému.
- Dokáže identifikovat potenciálně závažné poruchy, které mají vliv na funkčnost systému.
- Nastavuje kritéria pro zvyšování prvků s vysokou možností vzniku poruchy.
- Nastavuje kritéria pro výběr materiálu, technologie, jiných variant řešení.
- Dokáže odhalit poruchy, které mají závažné důsledky a dává možnost k vytvoření alternativ.
- Nabízí podklady a logické souvislosti pro stanovování pravděpodobnosti vzniku kritických poruch.
- Dokáže odhalit kritická místa v systému, kde mohou nastat problémy s právní odpovědností nebo může dojít k nesouladu s přáním zákazníka.
- Dokáže poskytnout informace k včasnému odhalení možných poruch již při fázi návrhu.
- Identifikuje životní cyklus výrobku a podává informace o možných poruchách či nesrovnalostech.
- Identifikuje místa pro preventivní opravy a údržby [6].

### 2.3.3 Dílčí kroky metody FMEA

Jednotlivé kroky mohou být rozděleny ještě do několika dílčích kroků

#### 1) Plánování a příprava

- Vytvoření týmu – stanovení koordinátora, který bude usměrňovat procesy a bude moderovat diskuzi.
- Popis funkcí.
- Podklady pro činnost týmu.

#### 2) Analýza rizika

- Identifikace vad – identifikují se všechny možné vady, které by se mohly vyskytnout v procesu a popíší se. Použijí se metody brainstorming, Ishikawa diagram, zkušenosti členů týmů atd.
- Možné následky vad – stanovení dopadu na zákazníka a jaké vady vznikají těmito následky.
- Možné příčiny vad – stanovení příčiny vad a podrobení je analýze.
- Zmapování stávajících opatření – provedení analýzy dosavadních opatření a snaha o snížení míry rizika.

#### 3) Hodnocení rizika

- Vypočítá se RPN (viz dále).

#### 4) Minimalizace rizika

- Doporučení a realizace nápravných opatření – po výpočtu se vyberou vady s největším RPN a stanoví se nápravná opatření. Nesmí se však zapomenout ani na vady, které mají sice nízké RPN, ale mají velký dopad a i na ně se doporučí vhodná opatření.
- Výpočet rizikového čísla zlepšeného stavu – pro navržená opatření se stanoví opět všechny faktory pro výpočet RPN. Následně se porovná stávající stav a zlepšený stav.
- Realizace doporučených opatření – plán realizace, stanovení odpovědnosti, termíny plnění.

**Tabulka 1 - Zařazení FMEA do plánu činností zabezpečujících jakost**

Etapa	Název činnosti	Časový harmonogram
Definice a vývoj	Stanovení cílů	xxxxxxx
	Systémová FMEA konstrukce	xxxxxxxxx
	Prověрка jakosti vývoje 1 (koncepce)	xxxx
	Analýza vyrobiteľnosti	xxxxxxxxxxxx
	QFD (rozvoj funkcí jakosti)	xxxxxxxxxxxx
	Analýza stromu vad	xxxxxxxxxxxx
	Uvolnění katalogu cílů	
	DoE výrobku FMEA konstrukce	xxxxxxx xxxx
Vývoj a plánování	Uvolnění prvního seznamu požadavků	
	Prověрка jakosti vývoje 2 (vývoj)	xxxxxxx
	Systémová FMEA procesu	xxxx
	Uvolnění druhého seznamu požadavků	
	FMEA procesu Analýza způsobilosti strojů a procesu	xxxxx xxxxxxx
Nákup a před série	Uvolnění nákupu	
	Prověрка jakosti vývoje 3	
	DoE procesu	
	Uvolnění před/nultá série	
Série	Uvolnění náběhu série	
	Řízení procesů SPC	
	Uvolnění pro uvedení na trh	

Zdroj: Interní materiály MBtech, 2015

### 2.3.4 Formulář FMEA

Formulář FMEA slouží pro zaznamenávání všech důležitých informací, které se následně použijí pro analýzu a hodnocení možných vad. Základními atributy formuláře jsou datum vytvoření, tým FMEA, zpracovatel, předmět FMEA, FMEA číslo, popis chyby, číslo chyby, projev chyby, důsledek chyby, příčina chyby, výskyt vady, význam vady, odhalení vady a míra rizika. V následující podkapitole bude popsán výpočet míry rizik, tzv. RPN (Risk Priority Number).

#### RPN

Risk Priority Number, česky čísla rizikové priority se získá vynásobením tří faktorů. První faktor je odhalitelnost vady, který se označí **Dt**. Tento faktor říká, jak je



vada odhalitelná a jakými prostředky lze detekovat. Druhý faktor je výskyt vady a označí se **Oc**. Zde se získá informace o pravděpodobnosti výskytu vady a specifika četnosti výskytu vady. Posledním faktorem je význam vady, který se označí **Sv**. Tento faktor říká, jaké důsledky má vada, do jaké míry vada ovlivňuje zákazníka či zda ho dokonce neohrožuje na zdraví nebo životě. Tabulky s detailním popisem jednotlivých faktorů (odhalitelnost, výskyt a důsledky vady) jsou uvedeny v přílohách C - E Výsledek RPN se pohybuje v rozmezí 1 - 1000 a pomáhá určit místa vady, na které je potřeba alokovat dodatečné zdroje a zaměřit pozornost managementu pro dosažení požadované úrovně efektivity. Čím vyšší je RPN, tím vyšší je potřeba nápravy.

$$\text{RPN} = \text{Oc} \times \text{Sv} \times \text{Dt}$$

Příklady možných vad při FMEA procesu: vypadlé, bublinaté, zvrásněné, zlomeno, roztrženo, zkorodováno, nesešroubováno, porézní, křehké, přerušeno, zabarveno, ubroušeno, krátké, nesprávně namontováno, poškozené, špatně vyrovnáno, chybí, zadřeno, roztaveno, uvolněno, nesmontováno, drsné, netěsné, ohnuto, deformováno, znečištěno, dlouhé, těsné apod. [5]

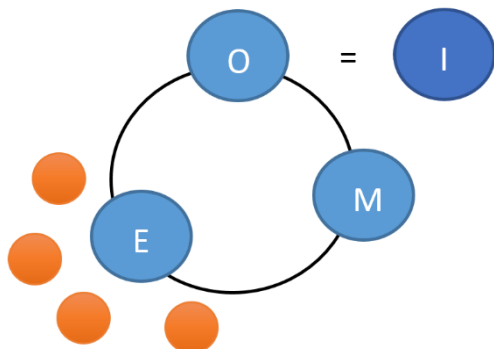
### 2.3.5 Týmová práce

Na začátku procesu FMEA je očekáváno od inženýra, že zapojí představitele všech důležitých oblastí do procesu. Analýza FMEA musí být řešena interdisciplinárními pracovními skupinami, které jsou složeny z odborníků odpovídajících funkčních útvarů, protože:

- Mohou být použity znalosti a zkušenosti od více pracovníků.
- Roste využitelnost prováděné analýzy.
- Je podporována meziútvarová komunikace a spolupráce.
- Využitím odborníků na metodu je zajištěno systematické a efektivní zpracování .

## Tým FMEA:

Obrázek 2 - Schéma FMEA týmu



Zdroj: Interní materiály MBtech, 2015

I – Odborný útvar (iniciátor) vedoucí celého projektu.

O – Odpovědný pracovník za projekt FMEA (konstruktér, plánovač, vývojář).

E – Expert (vývoj, konstrukce, výroba, laboratoř, provozní plánování, plánování kontrol, mistr dělník, atd.).

M – Metodik na FMEA (může být současně jedním z expertů nebo odpovědným vedoucím projektu).

### *I: Odborný vedoucí*

- rozhodnutí o provedení
- podpora při sběru informací
- rozhodování o zavádění opatření
- schvalování FMEA
- prezentovat FMEA
- přezkoušení zavedených opatření

### *E: Experti*

- prokázání stavu vývoje/plánování v týmu FMEA
- využití zkušeností z již uskutečněných procesů
- spolupráce při provádění popisu systému, analýze vad a optimalizačních opatření
- zápis optimalizačních opatření do plánu


### *O: Odpovědný pracovník za projekt FMEA*

- spolupráce při přípravě FMEA (vytvoření týmu, úlohy)
- spolupráce při provádění popisu systému, analýze vad a optimalizačních opatření
- využití zkušeností z již uskutečněných procesů
- spolupráce při výběru opatření
- prezentace FMEA

*M: Metodik*

- zabezpečení potřebného datového materiálu
- příprava FMEA (úkoly, tým)
- vedení při provádění popisu systému, analýze vad a optimalizačních opatření
- v případě potřeby příprava (dokončení) FMEA
- moderování práce v týmu FMEA
- vyhodnocení FMEA, podněcovat opatření
- zabezpečení dokumentace FMEA
- celopodniková koordinace [33].

Tabulka 2 - FMEA formulář

 <h2 style="text-align: center;">FMEA procesu</h2>		
<b>Proces: Výrobní proces produktu</b>	<b>Odpovědnost za návrh: Hořejš</b>	<b>Datum zpracování: 20.2.2015</b>
<b>Součást: Rám IL-42 .1.3.51</b>	<b>Zákazník: Evo Bus Holýšov</b>	<b>Číslo FMEA: 1</b>
<b>Číslo výkresu: 1</b>	<b>Materiál: ocel</b>	
<b>Řešitelský tým: Hořejš, Hruza, Svobodný, Grulich, Polodna, Truc, Brčák</b>		

Proces/funkce	Číslo chyby	Projev možné závady	Možné následky závady	Možné příčiny závady	Stávající opatření	Výskyt	Význam	Odhalení	RPN
Příjem objednávky	1	Zamítnutí objednávky	Nepřijmutí objednávky	Přecenění objednávky Neschopnost navrhnout vhodné řešení	Kontrola nákupního oddělení	2	6	4	48
			Zhoršení jména firmy	Není k dispozici požadovaná technologie					
	2	Ztrátová zakázka	Žádný zisk nebo ztráta	Podcenění nabídky	Kontrola nákupního oddělení	2	6	4	48
				Zdražení materiálu					
				Vícenáklady					
	3	Chybějící dokumenty	Reklamací zakázky	Nepozornost manažera	Kontrola prováděna manažerem	4	3	3	36
			Vadná funkce výrobku	Nepozornost konstruktéra					
			Nesplnění smluvních podmínek	Špatné smluvní podmínky					
			Výrobek je nevyrobitelný	Chyby v administrativě Přílišná byrokracie					

Zdroj: Vlastní zpracování, 2015

## **3 PŘÍPRAVNÁ FÁZE**

### **3.1 POPIS PROCESU A PRODUKTU**

Výrobek, který bude analyzován je velmi důležitou součástí pro autobusy. Bude analyzována výroba podvozku pro firmu Evo bus Holýšov. Tato firma sídlí v Holýšově a je jedním z předních dodavatelů komponent pro autobusy. Z povahy výrobku je zřejmé, že musí být dodržovány vysoké standardy bezpečnosti a kvality. Tyto standardy jsou pro společnost MBtech Bohemia prvořadě. Společnost vlastní několik druhů certifikátů dokazující tyto standardy, např. ISO 9001 atd. při samotné výrobě dochází k několika výstupním kontrolám kvality, aby se předešlo jakýmkoliv chybám. Je kladen také velký důraz na dodavatele a kooperující firmy. Na tyto firmy je kladen velký požadavek na kvalitu a bezpečnost také, protože bez kvalitních materiálů či bez spolehlivých kooperujících firem by společnost nemohla garantovat kvalitu a bezpečnost. Společnost spolupracuje s prověřenými firmami, které dokáží dodávat ve stanovených termínech a kvalitě.

Společnost se rozhodla zavést metodu FMEA z důvodu optimalizace celého procesu od přijetí objednávky až po předání hotového výrobku zákazníkovi. Cílem je identifikování vad, které snižují efektivitu výroby, snížení administrativní zátěže, identifikování a odstranění úzkých míst a nalezení míst pro snížení nákladů.

Pro řešení vytyčených cílů bude použita FMEA procesní. Pro její aplikaci se musí nejdříve sestavit FMEA tým, který se bude problematikou zabývat, následně se stanoví všechny pravděpodobné faktory, které mohou ovlivňovat stanovené priority ve vytyčených procesech. Poté se spočítá RPN a identifikuje se nejzávažnější vady, problémy a úzká místa, která se v procesech vyskytují a ty se následně optimalizují.

### **3.2 SESTAVENÍ FMEA TÝMU**

Prvním krokem při sestavování týmů je výběr vhodných členů týmů. Protože se snažíme o analýzu širokého spektra procesů, musí se do týmu zahrnout odborníci z více oblastí. Prvním členem týmu byl pan Hořejš, vedoucí manažer, který má na starost celou zakázku, vypracovává kalkulace, vyjednává se zákazníkem a dohlíží nad výrobou. Dalším členem je pan Hruža, který má na starost konstrukci. Jeho úkolem je dohled nad technickou stránkou výroby, především kontrola technické dokumentace. Dalším členem

je pan Svobodný, který je vedoucím výroby. Má na starost oddělení svařování, obrábění, lakování a montáž. Dalšími členy byli: svářeč, frézař a lakýrník. Takto sestavený tým má technické i odborné předpoklady pro sestavení formuláře FMEA. Všichni členové týmu mají dlouholetou praxi a jsou odborníci ve svých oborech.

Autorovým úkolem v týmu bylo vysvětlení principu metody FMEA, jejím postupem a zpracováním. Zkušenosti s FMEA měl jenom vedoucí manažer pan Hořejš, ostatní členové se nikdy dříve s touto metodou nesetkali.

Formulář FMEA společnosti MBtech Bohemia s. r. o. - proces výroby podvozku pro autobus.

### **3.3 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU**

Na tvorbě formuláře FMEA se podílejí všichni členové týmu. Vychází se ze zkušeností jednotlivých členů a z dat z minulosti, kde byly zaznamenávány vzniklé chyby. Ve formuláři jsou popsány jednotlivé procesy a jejich chyby a charakteristiky vycházející z metodiky FMEA. Celý formulář FMEA je uveden v příloze A. V této části práce budou spočítána RPN pro všechny nalezené chyby a budou identifikována úzká místa jednotlivých procesů. Analyzované procesy budou stručně popsány v následující analýze. Podrobnější popis (výskyt, význam, odhalení, stávající řešení apod.) jsou uvedeny v příloze číslo jedna. V této části budou popsány možné problémy, které podle uvážení FMEA týmu mohou nastat. Jednotlivé problémy budou v závorce označeny číslem pro snadnější orientaci a hledání jednotlivých problémů ve FMEA formuláři, který je celý uveden v příloze. Dalším krokem bude výběr těch nejzávažnějších RPN a úzkých míst, která se budou optimalizovat.

### **3.4 APLIKACE METODY FMEA**

Po uskutečnění přípravné fáze a sestavení FMEA týmu se postupuje k sestavení FMEA formuláře. Začíná se kolonkou Prvek/Funkce, kam se vypisují všechny procesy při výrobě rámu autobusu ve společnosti. Prvním procesem je příjem a zpracování objednávky, následuje technická příprava výroby, svařování, obrábění, lakování, řezání, kooperace, měření, montáž a logistika.

Následně u každého procesu byly stanoveny **možné vady**. Tyto jednotlivé vady byly sestaveny podle uvážení členů FMEA týmu, které se mohou v procesech objevovat.

Při výběru možných vad by měly být brány v potaz veškeré vady, které mohou nastat, ať už jsou to vady, které se vyskytují pravidelně, tak i vady, které mají malou pravděpodobnost výskytu. V procesech přijímání objednávky jde o vady typu zamítnutí objednávky, ztrátová objednávka, zpoždění termínů apod. U technické přípravy výroby jde především o špatné rozměry, nesprávný materiál. U svařování se jedná o vady, které jsou zapříčiněny špatnými sváry, studenými sváry, špatně svařitelnými materiály apod.

Při sestavování formuláře pokračujeme další kolonkou a to **možné následky závady**. Zde se stanovují případné následky, které vyplývají z možných vad. Mohou zde být následky fatálního rázu, jako je poranění pracovníků, nebo následky, jejichž význam není veliký, např. ztížená montáž. Následky mohou být ve formě špatných svárů, kdy dochází k menší pevnosti spojů, a výrobek nemusí dosahovat požadovaných vlastností.

Další položkou bylo stanovení **možné příčiny závady**. Zde se zapisovaly veškeré možné příčiny, které mohly zavinit vznik závady. Jednalo se především o špatné technologické postupy, špatná či zastaralá technická dokumentace, pochybení pracovníků či nepozornost. Například u lakování šlo o špatné technické podklady, ve kterých nebyly doplněny údaje o vrstvách barev, chyběly údaje o ředitelnosti barev nebo zapomenutí odmaštění lakovaných ploch. U technické přípravy výroby šlo o špatně připravený materiál, o nedostačující technickou dokumentaci nebo o nesoulad výrobních a poptávkových dat. U procesu obrábění šlo o špatnou technickou dokumentaci, špatné naměření dílů k řezání, tupé nože, nesprávné upevnění přípravků apod. Další položkou bylo určení **stávajících opatření** sloužících pro eliminaci vzniku vad. U příjmu objednávek se jednalo o kontrolu kalkulace před odesláním zákazníkovi nebo o kontrolu dokumentů manažerem. U svařování šlo o vhodné skladovací prostory nebo o kontrolu před a po svařování. U řezání jde o kontrolu ostrosti pily, o správné nastavení pily, o řádné upevnění přípravku a o kontrolu po skončení práce.

Po té, co jsou nadefinované možné projevy, následky a příčiny vad, dochází ke stanovení **významu**. Tým ohodnocuje jednotlivé vady pomocí bodové stupnice od jedné do deseti. Přičemž jedna znamená téměř žádný vliv na zákazníka. Zákazník vadu nepostřehne. Vada ohodnocena deseti body znamená velmi nebezpečnou vadu, která ohrožuje zdraví nebo bezpečnost zákazníka. Při hodnocení tým nevyhodnotil žádnou vadu jako vadu života nebezpečnou. Nejvyšší bodové ohodnocení dostaly otřepy

u obrábění a nesprávný svařenec a ostré hrany u řezání, u kterých hrozilo poranění pracovníka.

Další položkou, kterou je nutno obodovat, je **výskyt** vady. Výskyt vady se hodnotí opět pomocí bodového hodnocení od jedné do deseti. Přičemž jedna znamená, že vada téměř s jistotou nevznikne, je jenom velmi malá pravděpodobnost, že k vzniku vady dojde. Oproti tomu deset znamená, že vada vznikne téměř s jistotou a operace bude muset být opakována a výrobek bude muset být dán k přepracování.

Poslední hodnocenou položkou je **odhalitelnost**. Odhalitelnost opět používá bodové hodnocení od jedné do deseti. Jedna znamená, že vada se nedá ve výrobním procesu odhalit a 10 znamená, že vada je již na první pohled viditelná, kontrolní mechanismy jí s jistotou odhalí. U technické přípravy výroby při záměně materiálů bylo stanoveno hodnocení 8, z důvodu velmi obtížné odhalitelnosti jiného materiálu (pokud jde o různé druhy ocelí, tak je téměř nemožné poznat rozdíl). Hodnotu 8 dostaly i procesy u svařování, ve kterých při vzniku špatných či nekvalitních svárech jsou jen velmi těžko odhalitelné (pokud jde o vnitřní sváry, mezery mezi svařovanými plochami apod.). U montáže, ve kterých může dojít k zapomenutí smontování některé součásti, se používá hodnocení 2 - 3, protože tyto vady jsou již na první pohled viditelné a je velmi jednoduché je zaznamenat. U obrábění, při němž může dojít k poničení povrchu nebo struktury výrobku, je také hodnoceno nízkými hodnotami, protože jsou to velmi viditelné vady, kterých si pracovníci všimnou.

Posledním údajem ve FMEA formuláři je **RPN**, které se spočítá jako součin významu, výskytu a odhalitelnosti vad. Tým, který sestavoval tento formulář, stanovil hodnotu RPN, při které bude nutné provést opatření na hodnotu osmdesát.

## 3.5 PROCESY

### 3.5.1 Příjem objednávky

Při přijetí objednávky od zákazníka se musí nejprve udělat kalkulace ceny výrobku. První úskalí vzniká při naceňování zakázky, v průběhu které manažer může přecenit zakázku a zákazník **zamítne objednávku (1)** aniž by pokračoval ve vyjednávání.



To může mít velký dopad na jméno společnosti a následné zakázky. Opačným případem může být podcenění zakázky, která může být bez zisku či dokonce **ztrátová (2)**. Tento postup se někdy cíleně využívá, pokud je potřeba „chytit“ zákazníka a získat větší zakázky v budoucnosti. Při získávání zakázky na podvozek byla cena kalkulace provedena s mírným ziskem právě pro získání a následnou širší spolupráci s firmou Evo Bus Holýšov. Dalšími vadami, které mohou vznikat při přejímání objednávky, jsou **chybějící dokumenty (3)** či jejich části, ať už se jedná o termíny plnění, obsahy, specifikace, výkresové dokumentace. V současné době probíhá kontrola pouze od manažera projektu, který zkontroluje, jestli objednávka obsahuje všechny náležitosti. Velkým problémem se v poslední době stávají nabídky od dodavatelů či firem, které by chtěly kooperovat, ale jejich **služby** jsou velmi **nekvalitní**. Tyto firmy se zaštitují jinými firmami, a nebo dále přeprodávají zakázky dalším firmám. Společnost MBtech Bohemia vyžaduje od svých dodavatelů vysoké standardy kvality plnění a také **plnění termínů (4)**, které většinou takové firmy nejsou schopny poskytnout. V současné době k eliminování těchto firem dochází na základě zkušeností a informací od manažerů. Pokud je podezření, že firma nedisponuje deklarovanou technologií, tak si společnost může vyžádat audit dodavatelů. Mezi další možné problémy se řadí spolehlivost dodavatelů, v níž v současné době existuje ve společnosti systém na hodnocení dodavatelů, který posuzuje čtyřmi kritérii (jakost, dodržení termínu dodání, flexibilita a cena). Podle těchto čtyřech ukazatelů dochází k vyhodnocování a následného ponechání nebo vyřazení dodavatele ze seznamu. Problémem může být i přílišná byrokracie, ve které při ověřování zakázky, potvrzování dokumentů, musí tyto dokumenty procházet od vedoucího manažera zodpovědného za zakázku, přes finančního ředitele, sekretářku, nákupní oddělení a vedoucího výroby. Tento proces je příliš zdlouhavý a může oddalovat termín dokončení zakázky. Důvodem délky tohoto procesu jsou zbytečné doby, ve kterých jsou jednotlivé dokumenty u různých subjektů po různě dlouhou dobu a ostatní subjekty musí čekat, než se k nim dané dokumenty dostanou. Dalším problémem a úzkým místem je rozložení layoutu pracoviště. Zaměstnanci z různých oddělení musí procházet skrze několik kanceláří. Příkladem je zaměstnankyně nákupního oddělení, která musí projít skrze účetní oddělení, oddělení konstrukce a pak musí pokračovat po schodech do prvního patra, kde vyřídí potřebné dokumenty s manažerem projektu a pak tyto dokumenty předá sekretářce ve vedlejší místnosti. Dochází zde ke zbytečným cestám,

ruší se konstruktéři při práci (prochází se skrz oddělení konstrukce, kde nejsou žádné příčky ani stěny).

Při analýze vad podle RPN byl identifikován jako největší problém hodnocení dodavatelů, kdy hodnota RPN byla stanovena na základě rozhodnutí týmu na hodnotu 80. Jako úzké místo administrativního procesu bylo identifikováno nepromyšlené umístění kanceláří a také nevhodné vedení porad. Manažeři sami upozornili na špatně naplánované vedení porad.

### 3.5.2 Technická příprava výroby

Technická příprava výroby má za úkol připravit veškeré podklady pro samotnou výrobu. Může se tedy stát, že se objednájí **špatné rozměry (6)** materiálu nebo, že bude **materiál chybět (7)**. Jde především o přípravu 2D dat (výkresy) a 3D dat (data pro obrábění). Vypracování 3D dat je však drahé, tak se stává, že jsou k dispozici pouze 2D data. Dalším problémem je synchronizace a aktualizace 2D a 3D dat. V průběhu výroby může dojít k aktualizaci některých dat, ale ty už nemusí být aktualizovány v druhém dokumentu a může tedy dojít k nesouladu, který se objeví až při výstupní kontrole. Dalším problémem může být objednávání materiálu. Materiál objednává nákupní oddělení, které vychází z kalkulací. Problém je však ten, že v nákupním oddělení jsou spíše pracovníci ekonomického směru a někdy dochází k chybným objednávkám materiálu z důvodu technické neznalosti. Jedná se o objednání **jiného materiálu (8)**, např. špatných tvrdostí oceli, špatné průměry u profilů apod. Děje se tomu tak, protože při objednávání se vychází z nejnižších cen a pracovníci nákupního oddělení nedokáží vybrat variantu se správnými vlastnostmi. Mezi další problémy řadíme, že se přijme jiný materiál než ten, který byl objednán. To se stává při přejímání zboží, kdy jsou špatně označeny různé druhy materiálů. Zde dochází k záměnám ve tvrdostech oceli. Tvrdost oceli je velmi špatně zjištělná. Je proto velmi důležité, zkontrolovat značení již na přijímaném materiálu. Tato chyba bude odhalena až při měření nebo při specifických výrobních operacích (svařování, obrábění).

Vyšším RPN byla ohodnocena záměna materiálu. To z toho důvodu, že objevení záměny materiálu je velmi složité, většinou se tato vada objeví až v průběhu dalších procesů. Středně vysoké číslo RPN mají procesy spojené s aktualizacemi nebo

se zastaralými daty. Také nesouladem objednávkových a výrobních dat posílaných v různých časech může vzniknout problém. Tyto vady jsou ve většině případů podchyceny výstupní kontrolou a nevyžadují dodatečná preventivní opatření. Úzké místo bylo identifikováno jako příjem materiálu, při kterém může docházet k záměně materiálu, špatnému označení.

### 3.5.3 Řezání

Poté, co jsou k dispozici výkresy a data, je možno začít samotný výrobní proces. Prvním výrobním procesem je řezání. U řezání je důležitá pozornost a zkušenost pracovníka. Pokud pracovník chybí sloveso **špatnou délku dílů (21)**, může se díl vyhodit. Může také dojít k tomu, že jsou data na výkresech zastaralá nebo špatná. Může dojít k chybě při měření. Při řezání může dojít k **otřepům (26)**, které vznikají kvůli tupému nebo špatně seřízenému noži. Tyto otřepy jsou velmi nebezpečné a mohou zranit pracovníka. Dalším nebezpečným prvkem jsou **ostré hrany (24)**, které vznikají při řezání. Špatně provedený řez může být způsoben i špatným upnutím přípravku. Další vadou může být **chybný úhel řezu (22)**, kdy důsledkem nepozornosti nebo špatného výkresu dojde ke zničení výrobku. Při řezání může dojít k **poškození povrchu (23)**. Toto poškození může vzniknout nepozorností, špatnou výkresovou dokumentací nebo špatným seřízením pily či tupým nástrojem. U řezání vznikají velké prostoje z důvodu častého lámání nástrojů a **nedodržení termínů (25)** zakázky. Dochází k tomu z nepozornosti, špatné manipulace či špatných dat na výkresové dokumentaci. U těchto nástrojů záleží na zkušenostech obsluhy. Stává se však, že ani zkušená obsluha nemůže zabránit lámání nástrojů, protože u některých materiálů ani dodavatelské firmy nevědí, jaký druh nože použít. Při vyhodnocování této vady bylo zjištěno, že lámající se nože způsobují odstávky ve výši tří pracovních dnů. Kontrola probíhá vizuálně při přípravě výrobku na řezání a po skončení procesu.

U řezání bylo vyhodnoceno jako nejrizikovější místo nedodržení termínů z důvodu lámání nožů. Hodnota RPN byla stanovena na 90. Úzkým místem je zde výměna a seřizování stroje.

### 3.5.4 Svařování

U svařování dochází především k chybám v technologickém postupu, kdy nejsou dodrženy např. dostatečné mezery mezi sváry, svařované těleso není před svařováním předehřáto. Může také nastat chyba ve výkresové dokumentaci, kdy nejsou na výkresu zaznamenány **studené sváry (12)** a svářeč svaří normální sváry a polotovary pak nemá dostatečnou tvrdost a mohou tak vznikat **trhliny ve svárech (10)**. Chyby mohou vzniknout použitím příliš silné elektrody, nebo pokud je svařování prováděno příliš rychle, tak sváry nemají požadovanou pevnost a vznikají tak **nesprávné svařence (9)**. Mezi další vady řadíme nedostatečně očištěné plochy a tedy menší pevnost svárů, či znečištěné plochy po svařování (elektroda při svařování rozstříkává drobné částičky do okolí), které mají za následek špatný estetický vzhled, a může také dojít ke zranění pracovníka při manipulaci s těmito díly. Vadou, která může být zjištěna až při samotném svařování, je nesvařitelnost nebo **špatná svařitelnost (14)** různých druhů materiálů. Svářeči mají za úkol narovnávat **ohnuté profily (13)**. Tuto činnost provádí na starých ohýbacích strojích, to může mít za následek zdržení zakázky či nemožnost pokračovat ve výrobě kvůli nedostatečnému narovnání. Většina těchto chyb je odhalována vizuální kontrolou nebo při svařování.

Vysoké číslo RPN se objevuje u ohýbání profilů. Zde dochází ke zbytečnému zdržování a možnému nedodržení termínů či zničení výrobku. Vysokým číslem RPN byly ohodnoceny studené sváry, protože jejich zjištění je velmi obtížné.

### 3.5.5 Obrábění

Dalším procesem je obrábění. Pro obrábění se používá frézka Forest Line, kterou je vždy nutné před započítím obrábění naprogramovat. Možné chyby tedy mohou vzniknout při špatném naprogramování, když jsou zastaralá 3D data nebo při špatném seřízení frézy. Další chyby vznikají tím, že jsou tupé nástroje, dlouhá seřizovací doba, čekání na data, obrábění **nesprávné délky profilu (16)**, obrábění křehkého materiálu, který může prasknout atd. Může také dojít k lidskému pochybení, např. k přehlédnutí a vyfrézování špatného dílu, zadání špatných dat do programu. Může dojít k **mechanickému poškození povrchu (15)** z důvodu špatných dat, nedbalosti či tupých nástrojů. Při obrábění mohou vznikat **otřepy (18)**, které mohou poranit pracovníka.

Vznikají kvůli tupým nástrojům. Velkým nedostatkem se u obrábění ukázalo jako špatná organizace přípravy výroby, při níž frézař musí přijít do kanceláře, připravit si výkresovou dokumentaci, dojít do skladu pro materiál a následně do skladu pro nástroje. Tato špatná organizace zabírá spoustu času a může dojít k **nedodržení termínů (17)**. V současné době dochází pouze k vizuálním kontrolám po skončení operace. U frézky se kontroluje před začátkem operace její seřízení, a pokud jsou k dispozici 2D i 3D data, tak i ty se kontrolují.

Vysoká hodnota RPN 96 byla přiřazena nedodržování termínů z důvodů špatné organizace přípravy výroby. Tento chybný proces byl vyhodnocen jako nejzávažnější, z důvodu jeho nepodchycení a zbytečného zdržování. Ostatní vady byly ohodnoceny nízkými čísly RPN, protože jejich zjištění a možné předcházení není složité a je ve většině případů podchyceno kontrolami před a po obrábění.

### 3.5.6 Kooperace

Společnost kooperaci využívá ve velkém počtu. Jde především o svařování a obrábění, které by sama nestíhala. Problém u kooperace je zaručení kvality polotovarů. Společnost se snaží vybírat pouze kvalitní firmy na kooperace, které splňují nejvyšší kvalitativní požadavky. Kooperující firmy si váží této spolupráce a úmyslně se chyb nedopouští, ale chyby mohou vznikat z **nedodržení termínů (31)**, špatně obroběného výrobku, **špatného materiálu (30)**, **špatného výrobku (27)**, **nekvalitního výrobku (28)**, **výrobku s neodpovídajícími parametry (32)**, použití starých dat, použití chybných technologických postupů. Jako velký problém se zde vyskytuje **nezvládnutí výroby (29)**. Kooperující firmy si často nabírají zakázky, na které nemají technologie. Společnost využívá k hodnocení svých dodavatelů a kooperantů formuláře se čtyřmi základními hodnotícími kritérii (stejný formulář, jaký byl popisován u příjmu objednávky). Kontrola u kooperace je velmi důležitá. Mnohdy se může celá zakázka zastavit kvůli nedodání jednoho dílu od kooperujícího partnera. Je proto tedy nutné, vybírat poctivě partnery a motivovat je k bezchybné práci. Kontrola probíhá přeměřováním dodaných dílů a kontrolou u vedoucího výroby. Tím se zajišťuje kvalita, správné rozměry i materiál.

U kooperace jsou hodnoty RPN na vyšší úrovni. Je to z důvodu možného nedodržení termínů, když bude výrobek nekvalitní a bude se muset přepracovávat. Firmy si váží spolupráce a snaží se dodávat kvalitní výrobky.

### 3.5.7 Montáž

Montáž je velmi důležitý proces, při které dochází ke komplementaci výrobku. Zde mohou vznikat chyby tím, že dojde k **záměně smontovaných dílů (40)**, použití **jiných komponentů (38)** (šroubů, profilů) apod. Komplikace mohou vzniknout při montáži, když je výrobek příliš velký a **manipulace** s ním je **obtížná (37)**. Další chyby mohou vzniknout při použití špatného nářadí nebo nevhodného upínání výrobku, kdy může dojít k **poničení (39)**. Vady mohou vznikat také při manipulaci, při které může dojít k odloupení barvy, poničení povrchu apod. Tyto vady vznikají kvůli nepozornosti pracovníků při manipulaci. U montáže je důležitá zkušenost pracovníků. Pokud pracovník ví, jak má montovat a jaké nástroje použít, dá se většině problémů předcházet.

Montáž vzhledem k RPN není nikterak významná. Společnost disponuje kvalifikovanými pracovníky, kteří mají dlouholetou praxi, a většina problémů se vyskytuje velmi zřídka či se dá velmi rychle opravit.

### 3.5.8 Lakování

U lakování dochází k vadám, které mají za následek většinou špatný vizuální vzhled a na funkčnost výrobku nemají většinou velký vliv. Jedná se většinou o **neodpovídající (19)** nebo **nesprávnou barvu (20)**. Nedochozí zde k problémům při identifikaci pochybení, protože jsou velmi viditelné a zákazník si jich všimne téměř okamžitě. Vady vznikají většinou z nedbalosti, kdy nejsou dodány a specifikovány technologické postupy nebo druhy barev. Ve výkresech musí být uvedeno, zda se jedná o akrylátové nebo ředitelné barvy. Jestli jde o práškovou barvu nebo o lakování. Zda má být nanesena základová barva a na ní požadovaná barva. Záleží také na tloušťce barvy, počtu vrstev barev apod. K pochybení pracovníka dochází, když se zapomenou odmastit lakované plochy, když se zapomenou oblepit broušené nebo obráběné části. V současné době dochází pouze k vizuální kontrole a kontrole s výkresy. Každý lakýrník prochází školením, které obsahuje znalost technických výkresů, schopnost číst v těchto výkresech. U každého lakovacího boxu jsou vyvěšeny tabulky se standardy, jak postupovat při lakování.

RPN zde nedosahuje vysokých hodnot. Většina chyb je již na první pohled viditelná. Lakýrníci musejí umět správně číst z výkresové dokumentace. Chybějící informace se nevyskytují často a jejich zjištění netrvá dlouho.

### 3.5.9 Měření

Měření je jedna z posledních operací, při kterých dochází ke kontrole a schválení výrobku před předáním zákazníkovi. Zákazník si stanovuje, co bude měřeno, jaké součásti a díly jsou důležité a musí splňovat zadaná kritéria. Při měření může dojít k tomu, že jsou použita zastaralá nebo špatná data. Dochází také k tomu, že **nejsou specifikována místa měření (36)**, tato vada je způsobena buď konstruktérem, nebo zákazníkem, který zapomněl specifikovat měřené místo. Může také dojít k tomu, že měřicí přístroje jsou špatně kalibrovány a jsou nepřesné. Kalibrace přístrojů je zajišťována pravidelnou prohlídkou. Při měření dochází k odhalování **viditelných vad (34)** nebo **neshodnosti výrobku (33)**, které byly způsobeny v předchozích procesech. Dalším problémem je doba měření. Ke **zpoždění termínů (35)** dochází kvůli neefektivnímu využívání měřících přístrojů. Společnost disponuje dvěma měřicími přístroji, avšak pouze jeden je využíván efektivně. Shodnost dat a určení toho co má být přeměřeno vychází z 2D a 3D výkresů, které jsou k dispozici. Kontrola probíhá na měřících přístrojích, kde je zaručena 100% kvalita.

U měření vyšší hodnoty RPN 80 dosahuje zpoždění termínů, způsobené neefektivním využíváním měřících přístrojů. Vyšší hodnotou disponuje i neshodnost výrobku a to číslem 50. Zde se jedná především o zaručení rychlého přenosu informací. Ostatní vady jsou odchyceny kontrolním měřením.

### 3.5.10 Podniková logistika

Logistika se zabývá přepravováním materiálů, přijímání zboží a expedování zboží. Při těchto operacích mohou vznikat chyby při přijímání zboží, např. **záměna materiálu (41)**, **špatná nakládka výrobků (43)**, označení materiálů špatnými štítky či rozbití nebo **poničení (45)** materiálu. K záměně materiálu může dojít již při přijímání zboží od dopravce nebo při manipulaci s materiálem a jeho uskladněním bez jeho evidence. Ve společnosti funguje firemní software, kam se přijímaný materiál eviduje. Je však nutné, aby každý odběr byl do evidence zapsán. V mnoha případech se tak neděje

a dochází tak tomu, že ve formulářích, jsou informace o materiálech ve skladě, které už tam nejsou nebo tam nejsou v uváděných rozměrech nebo délkách. Dalším problémem může být **uskladnění (42)**, kdy může dojít ke ztrátě. Při uskladňování a čekání na výrobní operace může dojít ke ztrátě určitých komponent nebo jejich poškození. Tyto chyby jsou zapříčiněny většinou lidským faktorem. **Problémy** mohou být **s dopravou (44)**, jak s externí, tak i interní. Při nedostatečné komunikaci se odveze jiný výrobek nebo se přesune důležitý materiál na jiné místo a bude obtížného ho najít. Při přesunech a uskladňování se využívají malé kartičky k označení jednotlivých polotovarů.

Vysoké RPN 80 u logistiky je především u záměny materiálu. Jako kontrolní mechanismus zde fungují přejímky materiálu, formulář pověšený ve skladu s evidencí materiálu a vizuální kontrola skladníka. Ostatní položky se občas vyskytují, ale jsou většinou dohledatelné a záleží na pečlivosti všech zaměstnanců, kteří mají přístup do skladu, aby poctivě zapisovali to, co si skutečně berou.

### 3.6 ISHIKAWA DIAGRAM

Nazývaná také jako diagram rybí kosti, či diagram příčin a následků. Je základním nástrojem u metod jako je TQM<sup>1</sup>, aj. Základní myšlenkou této metody je graficky ilustrovat možné příčiny vzniku problému a hledat jejich řešení a provádět prevenci. Hlavním úkolem je odstranit příčiny problémů, zaměřit se na odbornou diskuzi a identifikaci míst, kde schází informace potřebné pro vyřešení problému. Mezi základní oblasti, které jsou odpovědné za vznik problémů, řadíme [30]:

- metody;
- stroje;
- management;
- materiál;
- lidské zdroje;
- prostředí;
- měření.

Zásady při tvorbě Ishikawa diagramu:

---

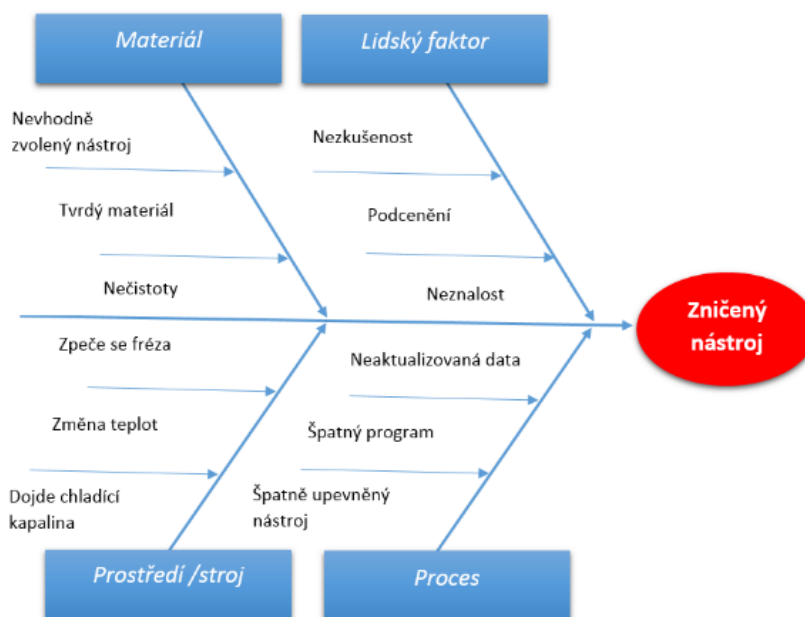
<sup>1</sup> Total Quality Management – Metoda k řízení jakosti a kvality ve všech oblastech podniku.



- zaměřit pozornost na specifický problém;
- zaměřit pozornost týmu na příčiny, ne na následky problému;
- graficky vyznačit možné možnosti toho, co problémy způsobuje;
- zobrazit jak různé faktory, mohou ovlivňovat problém;
- odhalit důležité vazby mezi možnými působícími faktory a příčinami problému [24].

Pro analýzu se využívají brainstormingové metody, které pomáhají generovat možné příčiny hledaného problému. Následně se tým rozhodne, kam zaměří svoji pozornost. V první fázi se poukáže na příčiny, které jsou pravděpodobně hlavními faktory způsobující problém. Počet možných příčin záleží na podrobnosti prováděné analýzy. Jednotlivé příčiny mohou být bodově ohodnoceny pro zvýraznění důležitosti zkoumaných příčin. V další fázi dochází k odstranění akutních problémů. Tento proces se po určité době opakuje. Dochází k porovnání výsledků a další optimalizaci procesů.

**Obrázek 3 - Ishikawa diagram**



**Zdroj: Vlastní zpracování, 2015**

Ishikawa diagram je vhodným doplňkem pro metodu FMEA. Slouží pro doplnění možných příčin problémů. Sestavuje se při vytváření FMEA formuláře. Sestavený tým z odborníků na danou problematiku se snaží přijít na možné příčiny toho, proč dochází

k nadměrnému ničení nástrojů na frézce (viz. obrázek 3). Po diskuzi všech členů týmu byla sestavena „páteř“ a „kosti“ ryby. Došlo k nadefinování hlavních oblastí, které mohou způsobovat hledaný problém. Dalším krokem bylo určení všech možných příčin, které mohou daný problém způsobovat. Každá příčina byla zařazena do jednotlivé kategorie. Po té co jsou nadefinovány možné příčiny problémů, tak dochází k jejich ohodnocení a vyselektování těch nejzávažnější a nejakutnějších.

V tomto případě byly stanoveny jako nejzávažnější a nejakutnější problémy neaktualizovaná data, změna teplot a nevhodně zvolený materiál a neznalost. Když jsou vybrány problémy, které se budou řešit, tak úkolem týmu je připravit vhodná opatření pro snížení nebo eliminaci určených problémů.

Prvním řešeným problémem byly neaktualizovaná data. Pokud frézař dostane stará data, tak s velkou pravděpodobností dojde ke zničení nástroje, protože program i fréza budou připraveny na jiný druh materiálu. Tomuto problému se dá předcházet kontrolou výkresové dokumentace a rychlou komunikací mezi výrobním oddělením a konstrukcí.

Druhým problémem bylo změna teplot. Tento problém vzniká při častém odevírání venkovních vrat. Dochází při tom ke kolísání teplot (v rozmezí 5-10 stupňů), které mají za následek zvýšenou roztažnost oceli a tedy nástrojů. Tento problém způsobuje nepřesnost obrábění, zhoršení přesnosti a zvyšování nákladů při kalibraci nástrojů. Řešením tohoto problému je přesunutí stroje dále od vstupních vrat. To je však velmi složité. Dalším možným řešením je použití izolačních proti průvanových lamelových clon, které zabrání kolísání teplot.

Třetí problém byl nevhodně zvolený materiál. Pokud dojde z záměny materiálu a obrábět se bude tvrdší materiál, než na který je nástroj určen, tak dojde ke zničení nástroje. Tomuto problému se předchází kontrolou výkresové dokumentace, kontrolou označení jednotlivého materiálu před začátkem procesu.

Poslední problém je neznalost obsluhy. Neznalost může být způsobena nedostatečnými znalostmi ohledně metalurgie, ale také tím, že materiál je zcela nový a není přesně specifikováno, jaký nástroj má být použit. Řešením tohoto problému je školení o materiálech nebo spolupráce s vhodnou dodavatelskou firmou, která dodává nástroje. Pokud je firma solidní, tak by měla firmě nabídnout odbornou radu nebo školení. Mnohdy se ale stává, že ani sama firma neví, jaký nástroj použít. Společnost vynakládá

přibližně 1 milion Kč za rok za nákup nástrojů. Dodavatelská firma by měla kvůli udržení takto „lukrativního“ zákazníka poskytovat jimi doporučený nástroj. Pokud je nástroj nevhodný, tak ho bezplatně vyměnit. Tento problém je o dohodě s dodavatelem.

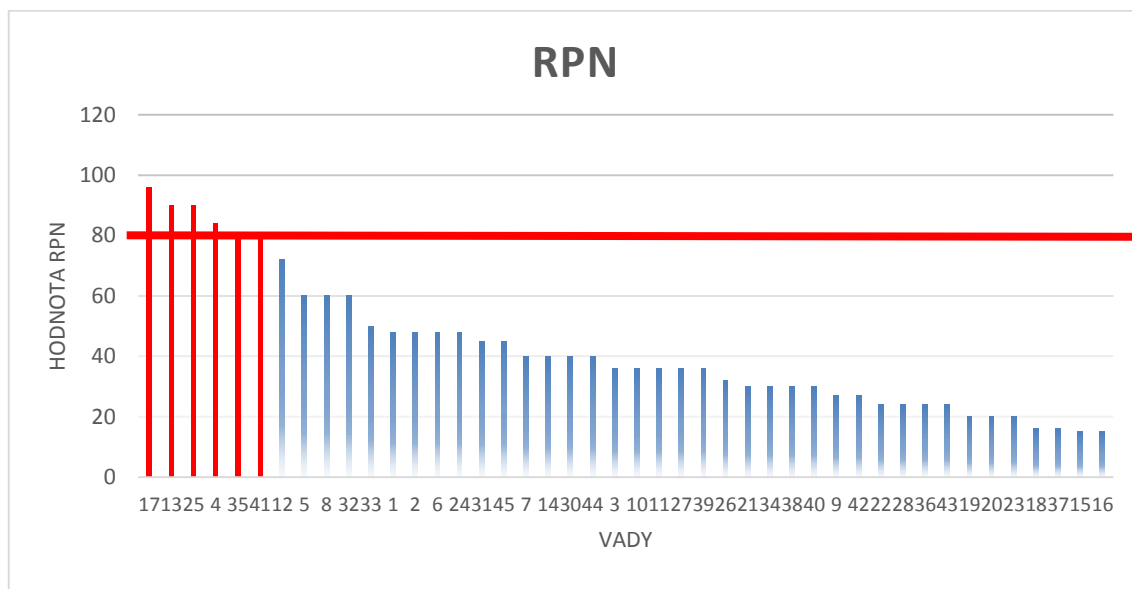
Tato metoda slouží k identifikování možných příčin problémů a navržení jejich řešení. Tým sestavený z lidí, který dané problematice rozumí, sestaví diagram a následně vyhodnotí a vyvodí vhodná opatření. Výhodou této metody je rychlost a názornost, s kterou se daný problém dá vyřešit.

### **3.7 ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU**

Z grafu jsou patrné hodny RPN, které ukazují závažnost vad seřazené od největší významnosti až po nejmenší významnost. Hodnota RPN, při které bude nutné provádět opatření, byla FMEA týmem stanovena na hodnotu 80. Výpis jednotlivých vad byl proveden v předcházejících procesech. V grafu 1 jsou jednotlivé vady seřazeny podle hodnoty RPN od nejvyššího po nejnižší. Detailní popis jednotlivých vad je uveden v příloze číslo 1. V této kapitole byl popsán současný stav a opatření, která fungují v současnosti. Jak si lze povšimnout, některé hodnoty RPN jsou příliš vysoké a je nutné zavést preventivní opatření a provést optimalizaci některých procesů. Při hodnocení současného stavu se dá říci, že situace není špatná, ale existují zde volné kapacity a možnosti, jak zvednou efektivitu nebo jak snížit náklady. Cílem další kapitoly bude provést optimalizaci vybraných procesů, které vykazují vysoké RPN a také procesů, které byly nadefinovány jako úzká místa a je potřeba je odstranit.

Procesů dosahující hodnoty RPN 80 a více bylo zjištěno šest (zvýrazněny červenou barvou na grafu 1). Jsou to: nedodržení termínů u procesu obrábění, ohnutý profil u sváření, nedodržení termínů u řezání, zpoždění termínů u příjmu objednávky, zpoždění termínů u měření a záměna materiálu u podnikové logistiky. Detailnější popis je v příloze A.

**Graf 1 - Analýza FMEA pomocí RPN**



Zdroj: Vlastní zpracování, 2015

**Tabulka 3 - Hodnoty RPN**

Pořadové číslo	Vada	RPN	Pořadové číslo	Vada	RPN
17	Nedodržení termínů	96	10	Trhliny ve svárech	36
13	Ohnutý profil	90	11	Vady sváru	36
25	Nedodržení termínů	90	27	Špatný výrobek	36
4	Zpoždění termínů	84	39	Poničení výrobku	36
35	Zpoždění termínů	80	26	Otřepy	32
41	Záměna výrobku	80	21	Špatná délka dílu	30
12	Studený svár	72	34	Viditelné vady	30
5	Nekvalitní služby	60	38	Chybějící komponenty	30
8	Jiný materiál	60	40	Záměna montovaných dílů	30
32	Neodpovídající parametry	60	9	Nesprávný svařenec	27
33	Neshodnost výrobku	50	42	Hromadění materiálu	27
1	Zamítnutí objednávky	48	22	Chybný úhel řezu	24
2	Ztrátová zakázka	48	28	Nekvalitní výrobek	24
6	Špatné rozměry	48	36	Nespecifikované místo měření	24
24	Ostré hrany	48	43	Špatná nakládka výrobku	24
31	Nedodržení termínů	45	19	Neodpovídající barva	20
45	Poničení	45	20	nesprávná barva	20
7	Chybějící materiál	40	23	Poškození povrchu	20
14	Špatně svařitelné materiály	40	18	Roztřepeno	16

30	Špatný materiál	40	37	Obtížná montáž	16
44	Problémy s dopravou	40	15	Mechanické poškození povrchu	15
3	Chybějící dokumenty	36	16	Nesprávná délka profilu	15
10	Trhliny ve svárech	36			

**Zdroj: Vlastní zpracování, 2015**

## 4 OPTIMALIZACE VYBRANÝCH PROCESŮ

V této kapitole budou vybrány vady s největším RPN a úzká místa procesů, která se budou optimalizovat. K optimalizaci daných vad budou využity obecné teoretické modely. Nejdříve metoda bude popsána a následně se tato metoda aplikuje na danou vadu či úzké místo. U každého navrhovaného řešení bude vypočtena doba návratnosti. U řešení, u kterých nebude možno tento ukazatel spočítat, bude využit jiný ukazatel, který ukáže, zda optimalizace byla přínosná či ne.

### 4.1 DOBA NÁVRATNOSTI

Doba návratnosti je definována jako doba, za kterou se nám investice vrátí. Je to informace, která je pro vlastníky a manžery velmi důležitá a která slouží jako základní kritérium pro porovnávání investičních projektů.

Základním a nejjednodušším vyjádřením je prostá doba návratnosti. Tento ukazatel je v praxi nejpoužívanější, ačkoliv jeho vhodnost není úplně na místě. Nevýhodou je, že nebere v potaz faktor času a nebere také v potaz peněžní příjmy z investice, které vznikají po době návratnosti až do ukončení životnosti [13]

$$TN_p = \frac{IN}{CF} [13]$$

kde:

$TN_p$  = prostá doba návratnost

IN = investiční výdaj

CF = roční peněžní tok

#### Nadbytečná byrokracie

Prvním problémem, který bude optimalizován, bude přílišná byrokracie, která vzniká při vyřizování objednávky. Až 50% času doby trvání zakázky zaujímá administrativa. Je tedy zřejmé, že v tomto procesu se nachází velký prostor pro optimalizaci. K optimalizaci administrativy se využijí metody štíhlé administrativy, které spadají do kategorie metod štíhlého podniku.

## 4.2 ŠTÍHLÁ ADMINISTRATIVA

Tato metoda říká, že v administrativě dochází ke spoustě zbytečných procesů, které nepřidávají hodnotu. Mezi tyto zbytečné procesy se může zařadit přebytek informací, které nemají v danou chvíli využití, nošení dokumentů k podpisu, neefektivní porady, problémy v komunikaci, neznalost počítačových systémů, nedostupnost potřebných pracovníků (pracují na jiných projektech), nepořádek na pracovním stole, nespolehliví pracovníci, hledání potřebných dokumentů, neplnění termínů, čekání na rozhodnutí, nezodpovězené/nepřečtené emaily, neefektivní porady apod. Veškeré tyto činnosti jsou nadbytečné a nepřidávají informaci a vedení by se je mělo snažit odstranit.

Cíle štíhlé administrativy:

- zkracování času potřebného na vypracování zakázek,
- zvyšování efektivity administrativních,
- nulové chyby v procesech,
- nízký stav zásob,
- transparentnost procesů,[8]

Principy štíhlé administrativy budou prakticky aplikovány na následujících optimalizačních řešeních. Při postupu navrhování optimalizací bude dbáno na metodické postupy štíhlé administrativy. Především bude kladen důraz na logickou návaznost jednotlivých kroků a snahou o zvětšení transparentnosti prováděných řešení. Výsledkem navrhovaných řešení budou jasně strukturovaná řešení, která napomohou snížit administrativní zátěž. V těchto případech budou jednotlivá navrhovaná řešení většinou nefinančního charakteru. Půjde o úspory času, zvýšení efektivity apod. U těchto případů snaha vyčíslit jednotlivé finanční přínosy by bylo velmi složité.

### **Efektivnější porady**

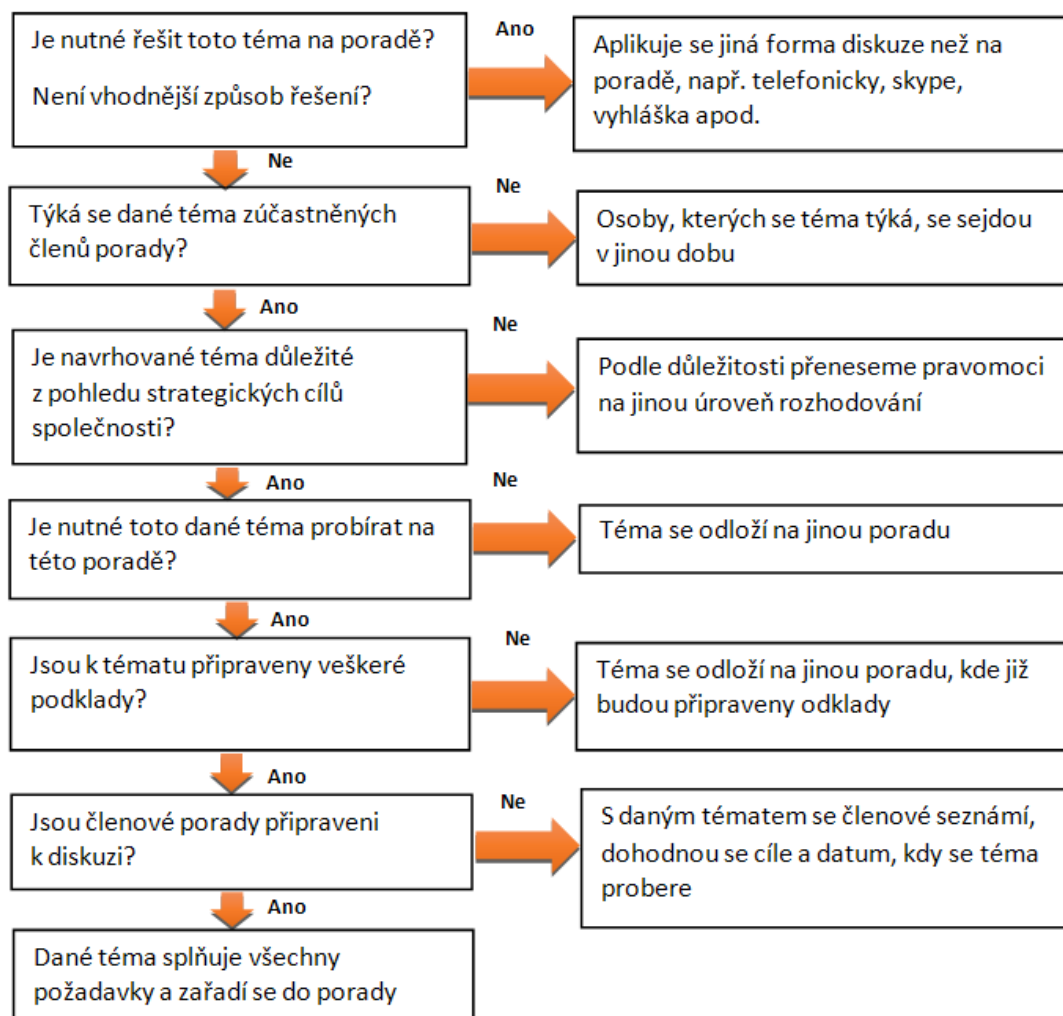
Dříve probíhaly porady každý týden v pondělí a trvaly dvě hodiny. Tyto porady byly povinné a jejich přínos nebyl hodnocen příliš pozitivně. Průběh porad byl zdlouhavý a příprava porady nebyla dostatečná. Byl to pravidelný týdenní kolorit, který se neustále opakoval. Největším problémem těchto porad byl stereotyp, kdy členové porady nechodily s novými nápady a neměli ani chuť něco řešit právě také kvůli zdlouhavosti porad. Porady neměly připravený program, byly svolávány nesystematicky (konaly se,

i když pro ně nebyl důvod), docházelo tak k řešení nepodstatných věcí, které akorát stály čas. Na porady byl zván úzký okruh lidí.

Navrhovaným řešením je optimalizovat proces přípravy porady. Optimalizace byla navržena, aby porada byla efektivní a přínosná pro všechny členy porady. Na obrázku 4, je znázorněné jednoduché schéma přípravy témat a výběru členů na poradu. Je důležité, aby na poradě byli lidé, kterých se porada týká a aby se probírala témata, která mají smysl a jsou na ně připravené podklady. Tento proces má na starost hlavní manažer, jenž vybírá lidi a témata, která se budou řešit. Dalším krokem je formulář, který vyplňuje každý z členů porady. Do formuláře se vpisují témata nebo problémy, které jež by se měly na poradě řešit. Takto vyplněný formulář je elektronicky poslán manažerovi, který vybere témata a problémy, o kterých se bude na poradě diskutovat. Stanoví členy a stanoví, kdo jaké materiály připraví na poradu. Následně se tyto podklady předají sekretářce, která obešle všechny účastníky porady a seznámí je s programem a tématy. U každé porady bude zvolen moderátor, který bude danou diskuzi moderovat. Při přípravě a výběru členů porady je důležité vybírat takové lidi, kteří mají k danému tématu co říci. Tímto opatřením bude zajištěna věcnost porady. Porady se budou konat vždy, když bude potřeba, a jejich délka bude záležet na probírané tématice, avšak porada nepřesáhne dobu jedné hodiny. O termínu konání, obsahu a moderátorovi budou všichni členové informováni se tři denním předstihem (při řešení akutního problému je možná výjimka).



Obrázek 4 - Postup přípravy porady



Zdroj: Vlastní zpracování, 2015

Následným krokem je participace nejenom manažerů a vedoucích pracovníků na poradách, ale i dělníků, frézařů, svářečů. Právě tyto pracovníci jsou výrobním procesům nejbližší. V minulosti ve společnosti existoval kroužek kvality, kterého se pracovníci účastnili. Tento kroužek byl však zrušen při nástupu nového ředitele. Docházelo k velkým změnám ke společnosti a bylo rozhodnuto, že tento kroužek nemá požadovaný přínos. Tyto kroužky se konaly v nepravidelných termínech a svolával je mistr výroby (každé výrobní oddělení mělo své vlastní kroužky) vždy, když se naskytl nějaký problém, který bylo potřeba vyřešit. Tohoto kroužku se účastnilo maximálně šest lidí. Velkou výhodou byla odbornost a zkušenost jednotlivých účastníků. Doba trvání byla přibližně půl hodiny. Kroužky byly vedeny brainstormingovými metodami, kdy

každý účastník mohl říct svůj návrh. Vhodným složením účastníků byla zajištěna odbornost a věcnost probíraných námětů. Přínos těchto kroužků může být demonstrována na ukazateli CEZ (celková efektivita zařízení). V roce 2010 byl CEZ na úrovni 51,2% v roce 2011 klesl ukazatel CEZ na hodnotu 49,7%<sup>2</sup>. Náklady na vedení tohoto kroužku kvality byly v minulosti nulové. Schůzky se konaly vždy po skončení pracovní doby. Účast nebyla povinná, ale schůzky měli téměř vždy plnou účast. Opětovné zavedení kroužků kvality by pomohlo ke zvýšení CEZ, zlepšení atmosféry (možnost říci svůj názor na to co se děje špatně nebo co by bylo potřeba zlepšit) a efektivním podnětům.

### **Změna layoutu pracoviště**

Úzkým místem nacházející se v administrativní budově je špatný layout pracoviště. Zaměstnanci procházejí kanceláři, kde ruší ostatní spolupracovníky, vykonávají zbytečné pohyby a neefektivně využívají svůj čas. Pomocí Spaghetti diagramu bude na dvou příkladech ukázáno, jak neefektivně jsou kanceláře v budově rozmístěné. Při navrhování změn musí být brán zřetel na vytíženost pracovníků. Pokud pracovníci nejsou vytíženi a přestavbou zvýšíme pouze jejich „volný“ čas, tak optimalizace postrádá smysl a nemá význam ji provádět. Při provádění následujících analýz je vycházeno z předpokladu, že všichni zaměstnanci pracují efektivně. To tedy znamená, že ušetřený čas bude využit jinak, efektivněji.

Na levé polovině obrázku 5 je zobrazeno přízemí a 1. patro budovy před optimalizací layoutu kanceláří. Na pravé straně obrázku je zobrazen stav po optimalizaci.

#### ***Legenda k obrázku:***

NO – nákupní oddělení

K1-4 – konstrukční oddělení

C – controlling

M1-6 – kanceláře manažerů

VV – vedoucí výroby

S – sekretariát

Z – zasedací místnost

---

<sup>2</sup> Interní materiály MBtech Bohemi s.r.o.

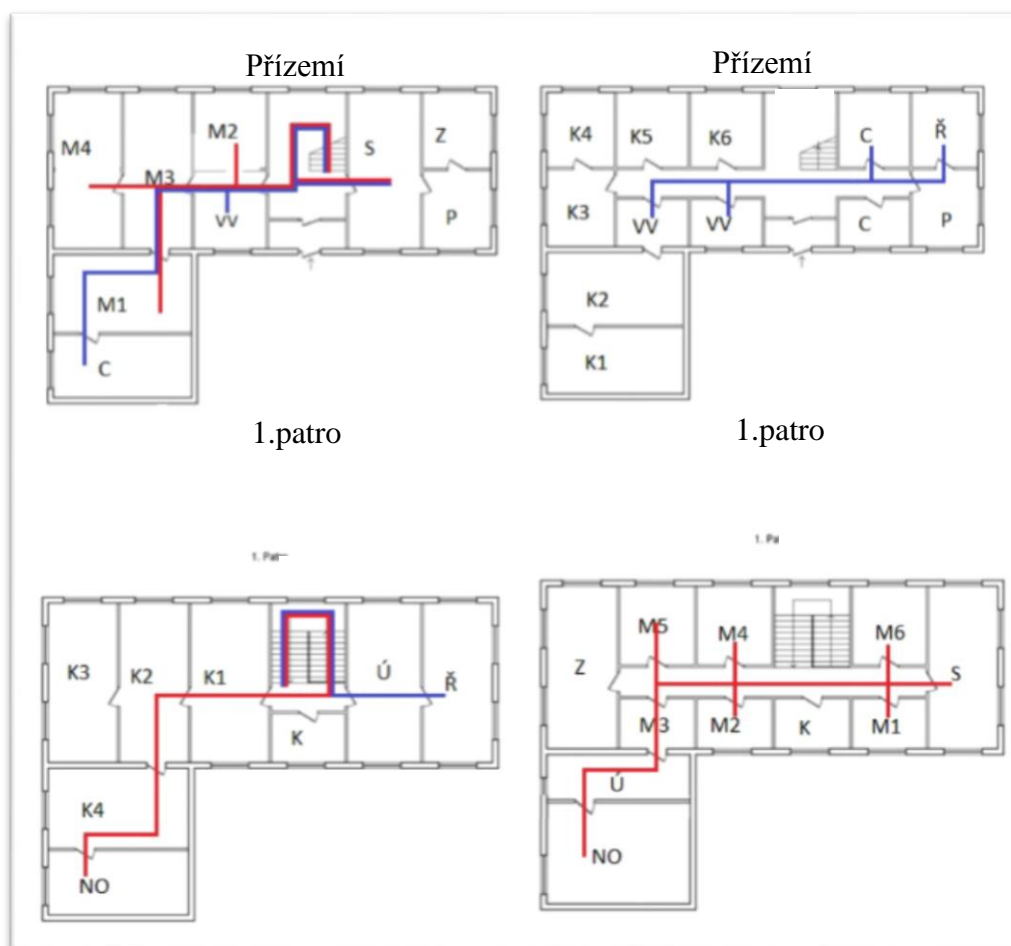
Ř – ředitel

P – personální

Ú – účetní

K – kopírovací místnost

Obrázek 5 - Změna layoutu pracoviště



Zdroj: Vlastní zpracování, 2015

Na obrázku 5 jsou znázorněny pohyby pracovnice z nákupního oddělení. Tato pracovnice při své každodenní práci musí dojít do přízemí, obejít všechny manažery a zjistit od nich stav zakázek a nechat si specifikovat co budou potřebovat objednat. Následně musí do sekretariátu, kde odevzdává příslušné dokumenty, které sekretářky zpracují. Než se však dostane do přízemí, tak prochází skrz konstrukční kanceláře, kde ruší konstruktéry. Po provedení reorganizace již nedochází k vyrušování konstruktérů, kteří mají klid na svoji práci. Při propočtu ušlé vzdálenosti byla spočtena vzdálenost

přibližně 91 m. U navrhovaného řešení po provedení reorganizace kanceláří byla vzdálenost zkrácena na 58 m. Tento okruh vykonává pracovnice přibližně šestkrát za den. Celková ušetřená vzdálenost činí 198 m. Efektem z této reorganizace kanceláří je nefinanční přínos. Konstrukteři jsou vyrušováni neustálým chozením pracovníků z různých oddělení. Tímto opatřením bude nejenom snížena ušlá vzdálenost, ale i zlepšeny pracovní podmínky konstruktérů.

Controllingové oddělení má za úkol zjišťovat stav zakázek a jejich plnění. Tyto informace zjišťuje u vedoucího výroby. Po zjištění těchto informací jdou za ředitelem a prezentují získané výsledky. Pracovníci controllingu musí opět procházet přes kanceláře manažerů, jít do druhého patra a pak zase zpátky do přízemí. Ušlá vzdálenost zde činí 73 m. Po přestavbě vzdálenost činí pouze 36 m. Úspora představuje 37 m.

Přestavba kanceláří by spočívala ve vytvoření umělých příček. Většina kanceláří by byla zachována. Hodnota stavebních prací (stavba příček, podlaha, bílení a stěhování) byla odhadnuta na 50 000 Kč. Tyto práce by byly vykonány externí firmou mimo pracovní dobu.

Oddělení kvality je umístěno ve výrobní hale č. 1, měřicí místnost je v hale č. 2. Vzdálenost, kterou musí pracovník ujít, činí 65 m. Po přesunutí této kanceláře do haly č. 3 se zkrátí vzdálenost na 46 m. Tuto cestu vykonává pracovník asi dvacetkrát za den. Úspora činí 380 m. Při přemísťování této kanceláře dojde pouze k přesunutí kanceláří. Kancelář oddělení kvality se přesune do místnosti, kde se školili testovací řidiči. Náklady jsou vyčísleny jako ušlý výdělek, kdy pracovník z oddělení kvality nemohl pracovat a musel se místo toho stěhovat. Stěhování zabere přibližně 2 hodiny času. Náklady budou ve výši 600 Kč.

Další změna je přesunutí marketingového oddělení, které sídlí v sousedící budově v 6th River. Marketingový pracovníci při zjišťování informací musí chodit do administrativní části mateřské budovy. Tato cesta je vzdálená 200 m. Řešením je výměna účetního oddělení, které nevyžaduje tak častý styk jako marketingové oddělení, které potřebuje komunikovat s konstruktéry, manažery a ředitelem. Tato výměna kanceláří by byla opět vyčíslena jako ušlý výdělek pracovníků obou oddělení. Stěhování by se účastnilo celkem pět lidí. Náklady jsou vyčísleny na 3 000 Kč.

Celkový efekt je nefinančního charakteru. Na uvedených příkladech byly ukázány možnosti ušetření času, snížení ušlé vzdálenosti a zlepšení pracovních podmínek

ve společnosti. Mezi hlavní přínosy řadíme logické rozmístění kanceláří a stanovišť, zkvalitnění pracovních podmínek a eliminaci zbytečných pohybů. Úspory vzdáleností jsou ve skutečnosti mnohem vyšší. Pro názornost byly vybrány příklady, v nichž dochází k největším zbytečným pohybům. Celkové náklady by činily 53 600 Kč.

### **Hodnocení dodavatelů**

Hodnocení dodavatelů funguje na principu čtyř základních hodnotících kritérií. Tyto kritéria jsou jakost dodávky, porovnání ceny, dodržení termínů dodání a přizpůsobivost změnám. Společnost má předdefinovanou bodovou stupnici hodnocení. Kritéria mají bodovou stupnici od 1 do 3.

Specifikace jednotlivých kritérií:

1. Jakost dodávky:

- produkt zásadně bez závad *1 bod*
- produkty s občasnými malými, nepodstatnými závadami, použitelné bez úpravy nebo s malými úpravami *2 body*
- produkty s častými závadami, eventuálně s kritickými závadami *3 body*

2. Porovnání ceny:

- ceny převážně nejnižší *1 bod*
- ceny převážně stejné jako u dalších dodavatelů *2 body*
- ceny převážně nejvyšší *3 body*

3. Dodržení termínů dodání:

- v termínu dle dohodnutého data *1 bod*
- dodací lhůta občasně překročena *2 body*
- dodací lhůta často překročena, eventuálně se nebylo možné často dohodnout na termínu dodání *3 body*

4. Přizpůsobivost změnám:

- dodavatel změny převážně akceptuje, termíny dodání se nemění, popř. změny nejsou požadovány *1 bod*
- dodavatel změny převážně akceptuje, termíny dodání se mění *2 body*
- dodavatel změny převážně neakceptuje *3 body*

U dodavatele jsou vždy tyto kritéria po půl roce vyhodnocovány a následně je rozhodováno o další spolupráci. Podle dosaženého počtu bodů se dodavatelé dělí do tří základních skupin:

- **schválený dodavatel: 4 - 6 bodů**
- **podmínečně schválený dodavatel: 7 - 9 bodů**
- **nedoporučený dodavatel: 10 - 12 bodů [33]**

Pokud je dodavatel vyhodnocen jako nedoporučený, tak je s ním rozvázaná smlouva, hledá se nový dodavatel. Pokud je dodavatel zařazen jako podmínečně schválený, tak dochází k jednání a upravování smluv. Pokud je dodavatel schválen, tak se smlouva automaticky prodlužuje.

Problémem této metodiky vyhodnocování je to, že dodavatel může získat vysoký počet bodů u kritérií, která nemají takovou prioritu a u přednostních kritérií může získat nízký počet bodů. Prioritní kritéria jsou *jakost dodávky* a *dodržení termínů dodání*. V minulosti docházelo k tomu, že dodavatel byl sice přizpůsobivý a nabízel nízkou cenu, ale kvalita, a nebo termíny dodání byly tristní.

Navrhovaným řešením je upravení bodové stupnice a zvýšení důrazu na prioritní kritéria. Nová bodová stupnice bude od 1 do 4. Dojde k detailnější klasifikaci, která napomůže k sofistikovanějšímu rozhodnutí. Manažer dostane větší prostor při hodnocení. Dodavatelé budou objektivněji hodnoceni.

Specifikace nových kritérií:

1. Jakost dodávky:

- |   |        |
|---|--------|
| - produkt zcela bez závad                     | 1 bod  |
| - produkt s občasnými, nepodstatnými závadami | 2 body |
| - produkt s občasnými, závažnějšími závadami  | 3 body |
| - produkt s častými a kritickými závadami     | 4 body |

2. Porovnání ceny:

- |   |        |
|---|--------|
| - ceny převážně nejnižší                  | 1 bod  |
| - ceny stejné jako u ostatních dodavatelů | 2 body |
| - množstevní slevy                        | 3 body |
| - ceny převážně nejvyšší                  | 4 body |

3. Dodržení termínu dodání:

- |  |               |
|--|---------------|
| - dodavatel dodržuje termíny                                     | <i>1 bod</i>  |
| - dodací termíny občasně překročeny, max. však 3 dny             | <i>2 body</i> |
| - dodací termíny častokrát překročeny, max. do 3 dnů             | <i>3 body</i> |
| - dodací termíny častokrát překročeny, nemožnost domluvy termínů | <i>4 body</i> |
4. Přizpůsobivost změnám:
- |   |               |
|---|---------------|
| - dodavatel změny převážně akceptuje, bez výhrad                  | <i>1 bod</i>  |
| - dodavatel změny převážně akceptuje, termíny dodání se nemění    | <i>2 body</i> |
| - dodavatel změny převážně akceptuje, termíny dodání se však mění | <i>3 body</i> |
| - dodavatel změny neakceptuje                                     | <i>4 body</i> |

Dodavatelé budou opět rozděleni do tří skupin.

- **schválený dodavatel:** *4 - 7 bodů*
- **podmínečně schválený dodavatel:** *8 - 12 bodů*
- **nedoporučený dodavatel:** *13 - 16 bodů*

U výsledku se zohledňuje počet získaných bodů u jakosti dodávky a dodržení termínu dodání. U těchto kritérií musí dodavatel dosáhnout maximálně 2 bodů, aby mohl být dále hodnocen. Pokud dosáhne více než 2 bodů, je automaticky považován jako nedoporučený dodavatel. Tímto opatřením dojde k eliminaci nekvalitních dodavatelů a sníží se míra rizika nedodání důležitých produktů v daném termínu. Při akceptaci tohoto návrhu dojde pouze ke změnám standardů. Princip i periodicita hodnocení zůstanou stejné.

### **Facility management**

Facility management se zabývá správou budov, úklidem, údržbou, spravováním elektrické energie, revizemi apod. Ve společnosti MBtech tyto činnosti vykonávala firma Johnson Controls (dále jen J&C). Problémem je, že tato společnost spravovala všechny aktivity spadající pod facility management. Průměrné měsíční náklady dosahovaly výše 95 348 Kč. Výdaje za jednotlivé měsíce se lišily. Záleží na ročním období (údržba zeleně, prohrnování apod.) a na mimořádných návštěvách (probíhá velký úklid). Zakázku na tyto služby získala společnost J&C z historických důvodů. Jedním z důvodů takto vysokých cen bylo to, že společnost se dříve jmenovala Mercedes Benz Enginnering. Díky takto renomovanému jménu dostávala společnost nabídky na služby mnohonásobně dražší, než

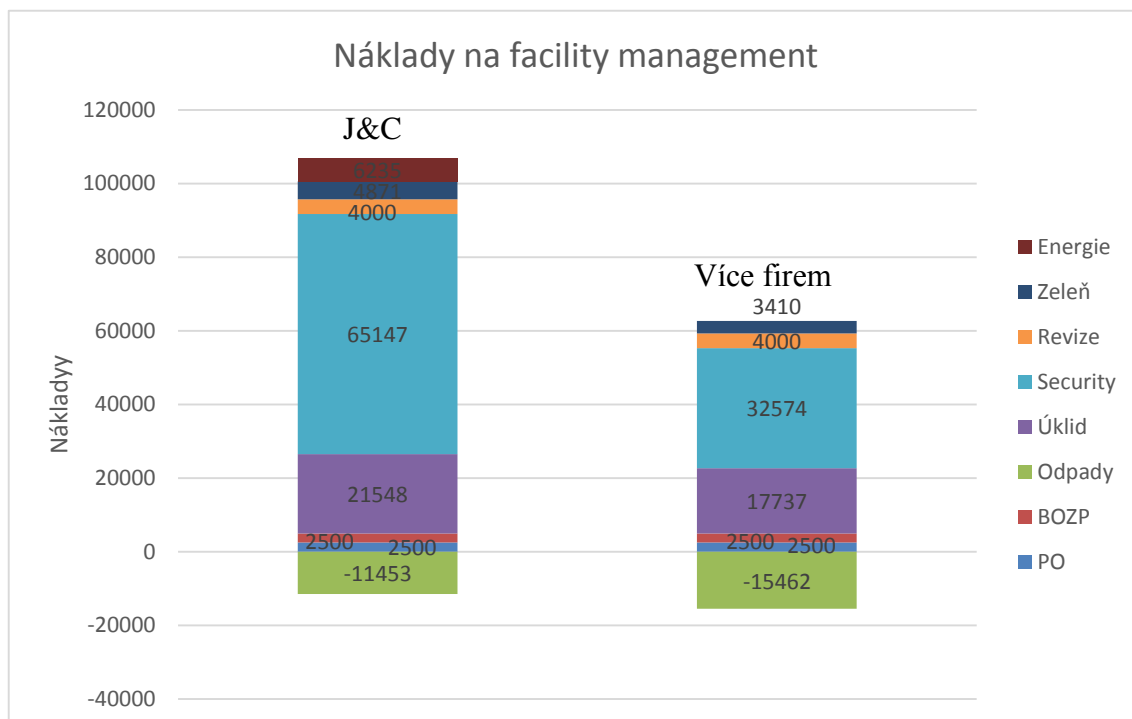
bylo obvyklé (to byl jeden z důvodů, proč se v roce 2002 společnost přejmenovala na MBtech).

Firma J&C vydělává za zprostředkovávání služeb. Mezi služby, které poskytuje, se řadí zajišťování elektrické energie. Tuto službu poskytuje za 6% provizi. Při optimalizaci bylo zjištěno, že tato služba není vůbec potřebná a že si ji může společnost dělat sama a kupovat elektrickou energii přímo od dodavatele. Dále J&C zajišťovala ochranu objektu. Za tuto službu si účtovala 65 147 Kč měsíčně. Při optimalizaci byla nalezena firma, která poskytuje ty samé služby o 50% levněji, tedy za částku přibližně 32 000 Kč. Další poskytovanou službou byla odpadová politika. Tato položka je na rozdíl od ostatních plusová. J&C mělo na starosti odvoz a likvidaci železných pilin a ostatního kovového odpadu. Nakládání s těmito odpady vyžaduje přísné bezpečnostní normy, protože ve MBtech je prototypová výroba a nesmí se na veřejnost dostat žádné prototypové díly, ani když jsou poškozené. J&C ručila za likvidaci tohoto odpadu. Do těchto služeb patří i komunální odpady. Při optimalizaci byla nalezena firma SITA, která nabízí stejné služby. Po změně této firmy došlo k navýšení příjmů u odpadové politiky o 35%. Další poskytovanou službou od J&C byla péče o zeleň a údržbu okolí, do kterého se řadí i čištění a prohrnování cest. Zde byla nalezena firma Bruco, která nabízí o 30% nižší ceny. Tato firma dostala kontrakt i na celkový úklid společnosti (3 haly a jedna administrativní budova), kde nabídla o 40% nižší cenu než J&C. J&C prováděla pravidelné školení o BOZP (bezpečnost a ochrana zdraví při práci) a PO (požární ochrana), tyto služby byly J&C ponechány. Revize hasicích přístrojů, jeřábů, vysokozdvíhových vozíků a ostatních strojů, byly ponechány J&C.

Při navrhování konkrétních optimalizačních řešení byly tyto návrhy shledány jako kvalitní a bude se jimi zabývat vedení společnosti. Celková výše ušetřených výdajů vynakládaných na činnosti spojené s facility management dosahují úspory 50%, což v číslech činí úsporu přibližně 47 000 Kč za měsíc a za rok 564 000 Kč.



**Graf 2 - Náklady facility managementu**



Zdroj: Vlastní zpracování, 2015

### 4.3 VÝROBNÍ PROCESY

U výrobních procesů bude využita metoda 5S. Mezi hlavní pilíře této metody patří:

- Redukce plýtvání a vizualizace – tyto nešvary se na pracovišti vyskytují nejvíce. Jde především o nepořádek na pracovišti, kdy se hledá nářadí, musí se obcházet materiál (uložen na nesprávném místě) apod. Dochází zde k redukci stavu zásob pomocí velmi jednoduchého značení za použití 3 barev, které označují hladinu zásob.
- Optimalizace materiálového toku – zavedení standardů, lepší využití pracovní doby, zvýšení produktivity práce.
- Zvýšení bezpečnosti a kvality – zaváděním standardů se zvyšuje bezpečnost a kvalita výroby na pracovišti.
- Podpoření podnikové kultury – pomocí této metody se zlepšuje podniková kultura a chování lidí. Je vhodné, aby tato metoda nebyla podávána direktivním způsobem, ale aby byla přijata samotnými pracovníky. Samotní pracovníci musí

pochopit přínos této metody. Pokud se to podaří, tak metoda má velmi vysokou šanci na to být úspěšně aplikována.

- Zlepšení podmínek na pracovišti – pracovníci budou mít větší pocit seberealizace, že mohou ovlivňovat část výroby. Dalším pozitivem je, že samotní pracovníci si nastavují pracoviště, tak jak jim vyhovuje, protože právě oni vědí nejlépe, jak jejich pracoviště funguje. [15]

Principem této metody je, že si každý pracovník uvědomí, co tato metoda přináší. Je vhodné, aby se na implementaci metody podílelo více lidí a ne jenom manažer. Vhodné je sestavit tým lidí z různých pracovišť, aby bylo zajištěno plnění na všech místech. Tato metoda není jenom o tom, že se pracovníci naučí odkládat nástroje na správné místo, udržovat pořádek apod., ale o tom, že si sami uvědomí, že si mohou zlepšit pracovní podmínky, ušetřit si čas při hledání různých nástrojů, zbytečných dotazů k ostatním pracovníkům kvůli ztrátě náradí či materiálu a také zvýšení bezpečnosti.

#### **4.4 KAIZEN**

Tato metoda vznikla za druhé světové války ve Spojených státech amerických. Po druhé světové válce byli vysláni američtí inženýři na pomoc zdecimovanému Japonsku. Američtí inženýři začali učit japonské inženýry nové metodě Kaizen. Tuto metodu si v Japonsku velmi rychle oblíbili a začala rychle nabírat na popularitě. V 70. letech, v době ropné krize se na trhu začala měnit struktura poptávky. Do 70. let byl vysoký převis nabídky nad poptávkou. Firmy vyráběly hodně s nízkou kvalitou. Trh však již byl satureován a zákazníci začali požadovat kvalitu, ne jenom kvantitu. Mnoho firem zvyklých utrácet vysoké peněžní částky do drahých nových strojů tuto změnu neustálo. Japonská ekonomika v těchto letech začala velmi prosperovat a to právě kvůli metodě Kaizen.[9],[6]

Kaizen je složen ze dvou slov. První slovo je Kai a znamená změna a druhé slovo Zen znamená dobrý. Doslovný překlad je změna k lepšímu.[6] Kaizen je metoda založená na malých kontinuálních změnách. Nezáleží na tom, zda-li jsou tyto změny velké nebo malé. V západních zemích se tato metoda setkává často s nepochopením manažerů. Západní manažeři se zaměřují na drahé finanční investice do nových strojů a očekávají skokové zlepšení a nárůst produktivity. Oproti tomu Kaizen se zaměřuje na výrobní

proces a na jeho neustálém zlepšování. Tato metoda očekává zapojení všech pracovníků, kteří vstupují do výrobního procesu. Tato metoda není určena pouze pro vrcholové manažery, ale právě naopak, zde se zapojují všichni.

Úskalím této metody je filozofie, způsob myšlení a chování všech zúčastněných. Aby metoda fungovala, je nutné, aby se všichni aktivně zapojovali, jen tehdy je tato metoda účinná. Pro názornost je uveden příklad ze společnosti Toyota, kde v roce 1999 bylo za jeden rok podáno 75 000 různých návrhů od více než 7000 zaměstnanců. Z toho 99% návrhů bylo realizováno, tedy 74 250 návrhů za jediný rok.[19] Toto číslo se může zdát jako příliš vysoké, avšak při podrobném prozkoumání návrhů zjistíme, že většina návrhů je na první pohled zbytečná, a nebo se zdají být jako nepodstatná zlepšení. Podstatou jsou však právě tyto drobná zlepšení, které se okamžitě implementují. Na první pohled se může zdát, že přesunutí skříně s náradím o 1 metr má téměř nepodstatný vliv. Pokud ale spočítáme vynaložený čas jednoho pracovníka, který musí dojít k té skříně s náradím za jednu směnu, měsíc nebo rok, tak se dostaneme na nezanedbatelný uspořený čas. Pro funkčnost tohoto systému je potřebné motivovat pracovníky. Tato motivace je založena na odměňování jednotlivých návrhů na zlepšení. V Toyotě je nastaven systém motivace jako finanční ohodnocení za návrh (zaměstnanec dostane procento z ušetřené částky po realizaci daného opatření). Dalším prvkem motivace je uznání. Ředitel společnosti vybere nejlepšího zaměstnance a předá jim luxusní psací pero s jejich iniciály. Pro japonské zaměstnance toto ohodnocení znamená často mnohem více, než peněžité odměny. Japonská kultura je založena na věrnosti a oddanosti jedné firmě po celý život. V Japonsku je minimální fluktuace mezi firmami. Zaměstnanci si váží svého pracovního místa a váží si firmy. Díky tomuto faktu se zaměstnanci sami snaží o to, aby firma prosperovala, protože pokud se daří firmě, tak i oni budou mít práci.[9]

Rozdíl mezi japonským a západním myšlením spočívá v rozdílné filozofii a orientaci na výsledek či na proces.

Západní přístup říká, pokud se splní výsledek, který je po zaměstnanci požadován, tak vykonával činnost dobře. Z toho plyne to, že se nemusí dodržovat normy, standardy, může docházet k odchýlkám, kvalita je však stále vyžadována. Hlavní je výsledek.[6]

Japonský přístup tvrdí, že nemůžeme dosáhnout správného výsledku, který je požadován, pokud se nedodrží normy. Z toho plyne to, že se musí pracovat podle

předpisů, norem a standardů, jedině pak bude dosaženo požadovaných výsledků. Zde je hlavní proces a ne výsledek.[6]

Kaizen versus inovace

Tabulka 4 - kaizen versus inovace

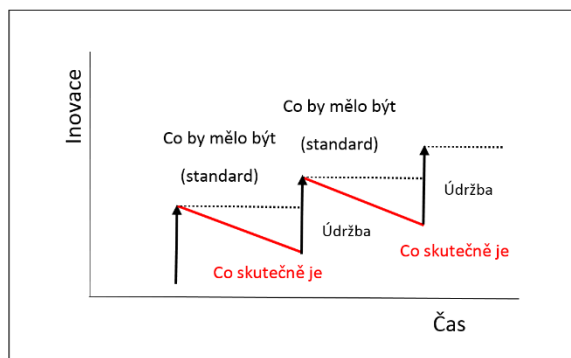
Západní přístup	Kaizen
Založeno na velké finanční investici	Založeno na nízkých finančních investicích
Většinou jednorázová	probíhá kontinuálně
Zlepšení má skokový charakter	Zlepšení má gradulistický charakter
Nevyžaduje příliš úsilí	vysoce náročné na organizaci, udržování standardů
Implementuje tým	Účastní se všichni zaměstnanci

Zdroj: Jiří Toman, 2015

### Kombinace inovací a Kaizenu

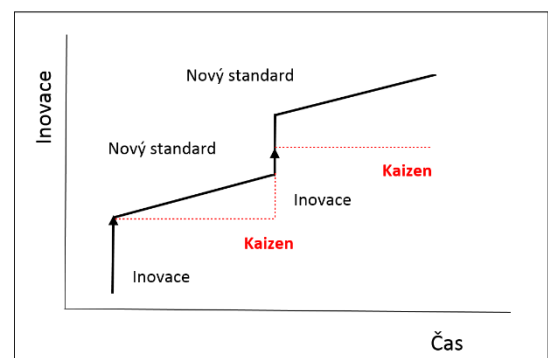
Nejlepším řešením je kombinace obou výše zmíněných postupů. Z obrázku 6 je patrné, že při skokovém zlepšení dojde k počátečnímu vysokému zlepšení, které se postupem času snižuje. Všechny inovace podléhají úpadku, inovace vlivem času zastarává, působí na ní špatná údržba, opotřebení, nedodržování standardů apod. Chce-li se zamezit degradování inovace, musí se provést další inovaci. Na obrázku 7, je znázorněna kombinace inovací spolu s metodou Kaizen. Je patrné, že prováděním standardizací procesů, nedochází k poklesu inovací pod počáteční úroveň a dokáže tuto úroveň navyšovat. Tento gradualistický přístup (postupné zlepšování) zajišťuje neustálé zlepšování. Aby bylo dosaženo trvalého zlepšování, musejí se dodržovat standardy.[6]

Obrázek 6 - Inovace



Zdroj: Masaaki Imai, 2005

Obrázek 7 - Inovace a Kaizen



Zdroj: Masaaki Imai, 2005

## **Demingův cyklus**

Demingův cyklus nebo také cyklus PDCA (z anglického Plan-Do-Check-Action), znamená Plánuj-Udělej-Zkontroluj-Uskutečni. Tyto čtyři základní kroky umožňují neustále zajišťovat a zdokonalovat kvalitu. Tento systém byl navrhnut pro zlepšování výrobních aktivit a jejich řešení.

- Plánuj – navrhují se postupná zlepšení.
- Udělej – uskutečňují se zlepšení.
- Zkontroluj – zjišťuje se, jestli došlo k očekávanému zlepšení.
- Uskutečni – zabraňuje se tomu, aby došlo k návratu k původnímu stavu. Iniciují se prováděné změny, které se nastaví jako nové standardy.[3]

## **Direct box**

Direct box slouží jako schránka na zlepšovací návrhy. Každý zaměstnanec může do tohoto boxu vložit svůj podepsaný a popsany návrh. Manažeři tyto návrhy zhodnotí, a pokud je vyhodnotí jako přínosné, tak je realizují. Následně je vyčíslen přínos návrhu a je vyplacena motivační prémie zaměstnanci, který návrh vymyslel.

## **Zásady Kaizen:**

- Všechny návrhy musejí být brány v potaz, nezáleží na velikosti přínosu, ale na samotném přínosu návrhu.
- Principem této metody je účast všech pracovníků ve všech sférách podniku.
- Před zavedením zlepšení musí dojít k jeho rozboru a zjištění jeho přínosů.
- Pro každého manažera představuje používání metody Kaizen polovinu úspěchu.
- Standardizace a jejich dodržování je hlavním úkolem managementu.
- Práce v týmu, spolupráce na řešení problémů, podpora tohoto jednání.
- Kroužky kvality, účast na těchto kroužcích a jejich podpora.
- Kaizen vyžaduje silnou podporu od vedení.
- Vytvoření prostředí pro komunikaci, pro lepší zprostředkování předávání a získávání informací.

- Motivace pracovníků finančními a materiálními benefity při realizaci úspěšného návrhu [27].

Metoda Kaizen je založena na principu neustálého zlepšování. Do této činnosti by se měli zapojit všichni zaměstnanci bez ohledu na jejich postavení ve firmě. V této metodě se klade obrovský důraz na dodržování kvality (metoda TQM – z ang. Total Quality Management) a standardizaci procesů. Tato standardizace probíhá pomocí Demingova cyklu. Každý návrh se umisťuje do direct boxu. Následně se vyhodnotí, a pokud je návrh dobrý, tak se i implementuje a ocení se jeho navrhovatel. Není důležité snažit se o vytvoření unikátního velkého zlepšení, důležitá je snaha zlepšit jakýkoliv proces a to zlepšení může mít jakoukoliv formu.

Tato metoda bude využita téměř ve všech následujících optimalizačních návrzích. U každého opatření je potřeba přijít na to, proč došlo nebo proč by mohlo dojít k té závadě nebo úzkému místu. Následně se začne hledat řešení. A právě ve chvíli, kdy se začnou zapojovat sami zaměstnanci i vedení společnosti do hledání návrhů na zvyšování výkonnosti společnosti, bez ohledu na velikost daného zlepšení, pak se může říct, že došlo k aplikaci metody Kaizen v praxi.

#### 4.5 TPM

Metoda Total Productive Maintenance, do češtiny přeloženo totálně produktivní údržba, vznikla v 70. letech v Japonsku. Spíše než jako metoda by měla být TPM brána jako filozofie. TPM se zaměřuje na zapojení všech pracovníků na pracovišti do činností, které minimalizují prostoje, nehody a snaží se udržovat pořádek na pracovišti.

##### **Důvod proč zavést TPM:**

- Eliminace plýtvání v rychle se měnícím prostředí.
- Vyrábět zboží bez snižování kvality.
- Snižovat náklady.
- Vyrábět zboží v co nejkratším možném čase.
- Vytváření firemní kultury.
- Usilování o snižování prostojů s minimálními náklady.
- Usilovat o týmovou spolupráci (malé skupiny) a dosahování nulových ztrát.
- Zboží poslané zákazníkovi musí mít 100% kvalitu [20].

Při zavádění TPM do podniku je tedy důležité, aby do procesu zlepšování byli zapojeni všichni pracovníci od dělníků až po vedení společnosti. Musí fungovat týmová práce a u vedoucích pracovníků musí být vyvíjena snaha o implementaci a šíření principů této metody. TPM se musí stát prvkem firemní kultury. TPM usiluje o dosažení následujících cílů:

- plán pro zlepšování ukazatele CEZ;
- plán autonomní údržby;
- plán učení se a tréninku;
- plán pro preventivní údržbu;
- plán pro zajišťování nových výrobních zařízení;
- plán pro standardizaci procesů údržby a kontroly [26].

### **TPM strategie**

Provádějí se častější a důkladnější čištění a kontroly strojů. Cílem je objevit nesrovnalosti dříve, než nastanou. Obsluha strojů opravováním drobných vad, předchází závažnějším poruchám. Zvyšováním znalostí, dovedností všech pracovníků se dochází ke zvyšování výkonu zařízení. Jedná se o inženýry, vedoucí linek, techniky údržby a operátory výroby. Pouze čisté stroje a zařízení předcházejí poruchám.

Výchozím bodem pro TPM je provádění běžné údržby, kterou provádějí operátoři. Autonomní údržba se provádí kontinuálně jako prevence pro odhalení drobných vad a poruch. Autonomní údržba spočívá v průběžném čištění, seřizování, uklízení a dotahování uvolněných šroubů.

Dalším krokem je vytvoření podrobného plánu údržby a pravidelných kontrol. Každý operátor je vzděláván tak, aby lépe pochopil „svůj“ stroj. Provádí se výcviky a trénink údržby strojů a zařízení. Vypracovává se program pro preventivní údržbu [2].

## **CEZ**

Celková efektivita zařízení, originální označení vychází z anglické zkratky OEE, tedy Overall Equipment Effectiveness. Tato metoda se používá pro hodnocení efektivity výroby. Je základní nástrojem metody TPM [31].

Celková efektivita zařízení je velmi užitečný nástroj jak pro manažery, tak pro operátory a vedoucí linek. Z hodnot, které ukazatel poskytuje lze vyvozovat závěry, analyzovat příčiny nízkých hodnot a následně je optimalizovat. Maximální hodnota CEZ může být 100%, nepředpokládá se, že by stroj mohl fungovat nad rámec konstrukčních parametrů. Hodnota CEZ závisí na typu výroby. U sériové výroby se hodnoty mohou přibližovat 100%. Pokud se však jedná o atypickou výrobu, hodnoty jsou řádově mnohem nižší, kolem 60%. Důvodem jsou prostoje, odstávky, seřizování stroje apod. [18]

Ve společnosti MBtech Bohemia se ukazatel CEZ využívá. Dochází k pravidelnému sběru dat, které je prováděno automaticky pomocí softwaru. Pomocí získaných dat se analyzují a vyhodnocují jednotlivé výrobní linky. Ukazatel CEZ může být navýšen takto:

- snížení prostojů – snížení času při upínání produktu do stroje;
- zvýšením taktu – investice do modernizace zařízení;
- zvýšením plynulosti výroby – plynulý tok výrobků, optimalizace procesů;
- snižováním zmetkovitosti;
- zlepšením technologických postupů [23].

Výpočet CEZ je prováděn celkem na šesti zařízeních a to na šesti frézkách (Forest Line, DM32, DM33, DM51, DM52, TOS). Ty jsou připojené na software, který data zpracovává. Frézky fungují ve dvou a tří směnném provozu. Na následujícím grafu je zobrazen vývoj CEZ za roky 2013 a 2014. Průměrná efektivita zařízení se v roce 2013 pohybovala na hodnotě 48,7%. V roce 2014 byla tato hodnota o 3,9% vyšší, tedy 52,6%. Dlouhodobý cíl společnosti je dosáhnout hodnoty 65%. Těchto hodnot se nedaří dlouhodobě dosáhnout. Je to především z důvodu dlouhých seřizovacích dob strojů, které jsou potřeba před začátkem operace. Při bližším prozkoumání jednotlivých efektivit si lze povšimnout, že u některých strojů (DM32, DM51 a TOS) zabírá seřizování přibližně 30-



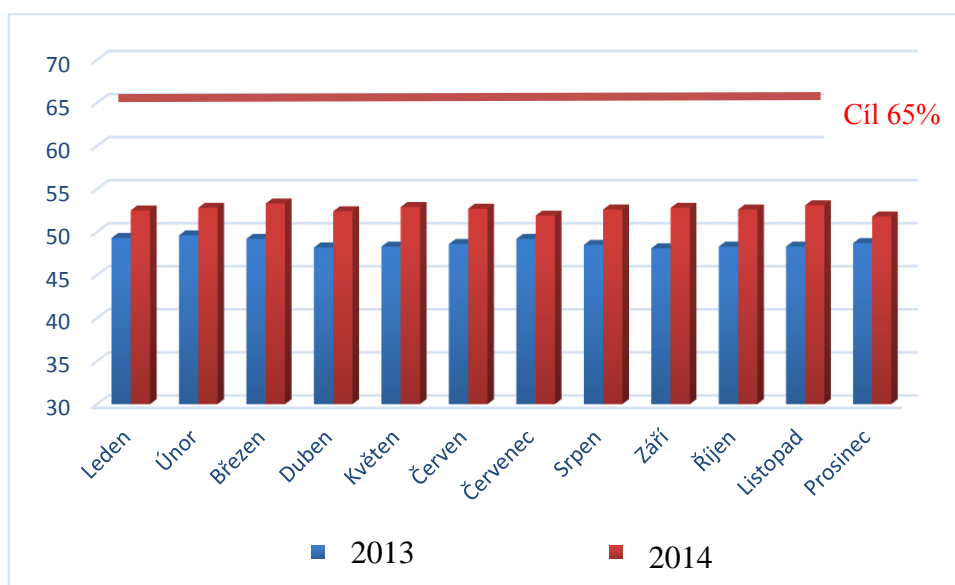
50% z celkové efektivity zařízení. Je to dáno tím, že na těchto frézkách nefunguje sériová, ale atypická výroba. Standardizace procesů je zde obtížnější než u sériové výroby.

**Tabulka 5 - Hodnoty CEZ pro roky 2013 a 2014**

Rok/měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
2013	49,3	49,6	49,2	48,2	48,3	48,6	49,2	48,5	48,1	48,3	48,3	48,7
2014	52,5	52,8	53,3	52,4	52,9	52,7	51,9	52,6	52,8	52,6	53,1	51,8

Zdroj: Vlastní zpracování, 2015

**Graf 3 - Hodnoty CEZ pro rok 2013 a 2014**



Zdroj: Vlastní zpracování, 2015

### Ztráta / záměna materiálu

Při přijímání a vydávání zboží dochází k záměnám špatně označeného materiálu. V současnosti skladník přijímá zboží, které převezme od dopravce. To následně přesune do skladu, kde materiál zaeviduje. Materiál je značen pomocí visaček na provázku, na kterém je napsán druh a délka materiálu. Takto označený materiál se uskládňuje na připravená místa, která jsou pro něj připravená. Sklad je však malý a nenachází se tam dostatek místa pro uskladnění delších profilů. Tyto profily jsou uskladňovány ve vedlejší hale, kam se pro ně vyhradil speciální prostor. Pracovníci si chodí do skladu pro materiál náhodně, vždy jak potřebují. Při odběru materiálu vyplní do formuláře, co a kolik berou. Po provedení činnosti (řezání apod.) materiál vrací a opět zapíše, kolik materiálu





odevzdávají. Mnohdy se stává, že materiál si vezmou pracovníci z jiného oddělení v domnění, že je to zbytkový materiál na vyhození. Stává se pak, že materiál, který by měl být na skladě, tam není, a nikdo neví, kdo ho vzal. Problémem je také záměna materiálu. Kvůli špatnému značení dochází k záměně materiálu. Tato záměna je často lidským okem neviditelná (některé druhy oceli se dají od sebe rozpoznat pouze chemickým rozbořem) a může vyústit v problémy při řezání, obrábění apod. (pokud se použije tvrdší materiál, tak dojde ke zlomení nože).

Tento systém je však nedokonalý. Sklad není uzamčený a může tam jít kdokoliv. Při odběru materiálu vždy záleží na čestnosti daného pracovníka. Formuláře se vyplňují při výběru, ale zapomíná se vyplnit při vrácení materiálu. Při manipulaci s materiálem často dochází k odstranění visaček, které nejsou moc pevně připevněny.

Navrhované řešení spočívá v důsledné evidenci odběrů materiálu do podnikového softwaru Work Plan. Každý materiál, který se odebere, bude zaznamenán do formuláře. Formulář bude obsahovat přednastavené nejpoužívanější profily a materiály. Pokud materiál bude specifický, tak i ten bude možno zaevidovat (jednoduché vytvoření formuláře, který přidá požadovaný profil a materiál do systému). Díky tomuto opatření budou moci všichni vidět stav zásob materiálu a nebudou vznikat zbytečné objednávky na materiál, který na skladě je. U každého materiálu bude vidět, kdo ho odebral v jaký čas a kolik. Naprogramování je vyčísleno na 2 000 Kč (společnost má vlastní IT odborníky). Zadávání hodnot do systému je jednoduché a zvládne ho každý zaměstnanec. Sklad bude uzamčen. Uzamčení skladu spočívá v pořízení železné zábrany s dveřmi a nakoupením terminálu na čipovou kartu (kartu bude mít skladník a určení pracovníci). Dveře vyrobí svářeči a terminál bude pořízen za 2 000 Kč. Tím bude zabráněno odcizování materiálu a jeho lepší evidence. Dále bude zaveden nový systém na označování materiálu, který vychází z norem. Tento systém funguje na principu barevného značení. Toto značení zvyšuje přehlednost a rychlost výběru. Značení se provádí pomocí speciálních barev. Toto značení se provádí vždy na konec označovaného profilu (materiálu). Materiál se vždy řeže z jedné strany, tím je zaručeno, že značení zůstane vždy na materiálu (dříve visačka mohla odpadnout). Ukázka značení je zobrazena na obrázku 8. Celá tabulka je uvedena v příloze B. Tento systém značení je používán v mateřské společnosti, avšak v České republice není využíván. Tato tabulka musí viset u každého stroje, kde se provádí řezání nebo obrábění, aby pracovník měl

neustále na očích, jaký materiál používá. Značení vychází ze stejného systému, jaký je aplikován ve společnosti nyní. Není tedy potřebné žádné školení.

**Obrázek 8 - Značení materiálu**

MATERIÁL / WERKSTOFF	BARVA / FARBE	
<b>Hliník / Aluminium</b>		
<b>AlMgSi</b>	<b>bílá / weiß</b>	
<b>AlCuMgPb – F37</b>	<b>bílá/modrá / weiß/blau</b>	
<b>AlZnMgCu1,5 – F50</b>	<b>bílá/červená / weiß/rot</b>	
<b>Obyčejná ocel / Baustahl</b>		
<b>St 37 / 1.0116 ( ČSN 11375 )</b>	<b>červená / rot</b>	
<b>St 52 / 1.0570 ( ČSN 11523 )</b>	<b>červená/zelená / rot/grün</b>	

Zdroj: Interní materiály MBtech, 2015

Náklady vynaložené na tato navrhovaná řešení jsou vyčísleny na 4 000 Kč. Efekt plynoucí z těchto návrhů je přehledný a rychlý systém evidence materiálu, online stav zásob na skladě, omezení krádeží, zlepšení značení materiálu a tím rychlejší hledání a přehlednost. Zaměstnanci budou mít větší přehled o stavu materiálu, nebudou muset potřebný materiál hledat a nebude docházet k záměnám materiálu.

### Srovnávání materiálu

Materiály se v průběhu výroby ohýbají z důvodu špatného skladování a z předchozích výrobních operací. Touto prací se zabývají svářeči a permanentně jeden svářeč narovná na srovnávacím lisu zdeformovaný materiál. Tento proces narovnávatí záleží na velikosti a pevnosti materiálu (zda li je to měkký hliník nebo tvrdá ocel). Průměrná délka narovnávatí byla odhadnuta vedoucím výroby na čtyři hodiny. Pracovník narovná průměrně za jednu směnu 2 výrobky pomocí srovnávacího lisu. Proces narovnávatí je složitý. Vyžaduje to časté měření narovnávaného materiálu a opětovné upínání do lisu. Zkušenost pracovníka, zde hraje významnou roli.

Navrhované řešení je pořízení nového automatického lisu, který dokáže urychlit proces narovnávatí až sedmi násobně oproti starému srovnávacímu lisu. Průměrná doba

narovnávání při použití hydraulického lisu je 30 minut. Druhým aspektem pro pořízení nového stroje je, že starý lis již nedosahuje takových přesností. Investice do nového lisu byla vyčíslena na 2,5 mil. Kč. U tohoto příkladu bude spočítána doba návratnosti, tedy za jak dlouho se společnosti vyplatí daná investice.

Výpočet je počítán pomocí vzorce na dobu návratnosti. Aby výpočet mohl být proveden, musí se nejprve vypočítat roční peněžní tok. Ten se spočítá jako uspořená částka za jeden den krát jedna normohodina svářeče krát počet pracovních dnů v roce (357). Následně se do vzorce dosadí investice, která se vydělí ročním peněžním tokem. Aby výsledek byl ve dnech, tak se výpočet vynásobí 365 dny.

**Tabulka 6 - Doba návratnosti při srovnávání materiálu**

	Před optimalizací	Po optimalizaci
Normohodina svářeče	1 080 Kč	1 080 Kč
Doba narovnávání (za směnu)	8 hod	1 hod
Úspora (za jeden den)	<b>0 Kč</b>	<b>7 560 Kč</b>

Zdroj: Vlastní zpracování, 2015

$$TN_p = \frac{IN}{CF} = \frac{2\,500\,000}{(7 * 1\,080 * 357)} * 365 = \mathbf{331\,dní}$$

Z výpočtu vyplývá, že doba návratnosti je 331 dní. Investice do nového hydraulického lisu na zrychlení narovnávání ohnutých materiálů se vrátí dříve, než za jeden rok<sup>3</sup>. Investice je považována za rentabilní.

### Výměna nástrojů u frézky

V současnosti dochází k častému lámání nožů u frézky. Na tuto vadu má vliv několik skutečností. První z nich je nedostatečná údržba stroje, při které, při nedostatečné údržbě stroje dochází k lámání. Jedná se o nedolévání chladicí emulze, která ochlazuje nůž u frézky. Ten se vlivem vysokých teplot začíná tavit a ztrácet svoji pevnost a následně praskne. Dalším důsledkem zanedbané údržby je nepravidelná kalibrace stroje. Ta má

<sup>3</sup> Doba návratnost je v automobilovém průmyslu považována za rentabilní, pokud je hodnota do jednoho roku.

za následek zvýšené vibrace, které způsobují nepravidelné výkyvy nože. Při obrábění tvrdého materiálu, tak dochází k lámání nože. Častým důvodem lámání nože je nedodržení technologického postupu obrábění. Většinou se jedná o nedodržení rychlosti, kdy obsluha chce urychlit dobu potřebnou k obrobení výrobku. To se dá aplikovat pouze u měkčích materiálů (hliník apod.). Mezi časté příčiny patří také neaktualizovaná data. Frézař má k dispozici stará data, podle kterých obrábí. Mezitím však konstruktéři změnil ty to data, ale nestihly poslat aktualizovanou verzi do dílny. Při obrábění se tak stane, že místo obrábění měkkého hliníku se obrábí ocelová součást. Nástroj se okamžitě láme. Při obrábění velmi záleží na zkušenostech obsluhy stroje. Frézař má k dispozici výkresovou dokumentaci s popisem konkrétního druhu obráběného materiálu, ale volba příslušného nože je na něm. Mnohdy se stává, že materiál je tak specifický, že není jasné jaký nůž na tento materiál použít. Na nožích bývá specifikován druh materiálů, na který se dá použít, ale ne vždy tam jsou vyobrazeny všechny možnosti. Stává se tedy, že je odhadován jaký nůž by mohl být použit metodou pokus omyl.

Při analýze bylo zjištěno, že dochází k častému lámání a to způsobuje odstávky průměrně tři dny v měsíci. Aby došlo k odstranění lámání nožů, musí být zavedeny přísnější standardy údržby strojů a péče o ně. K tomuto účelu bude využita teorie TPM, která poskytuje návod jak sestavit systém na údržbu a následnou péči o stroj. Při řezání se používá frézka DM32. Na tento stroj byl vytvořen systém na pravidelnou údržbu a následnou péči. V současnosti dochází k výměně chladící emulze, olejů, výměně náhradních dílů v případě, kdy je to nutné. Pravidelné prohlídky a měření přesnosti se zaznamenává do formuláře. Nový postup založený na metodice TPM vyžaduje, aby vedoucí výroby svolal poradu všech pracovníků, který na daném stroji pracují. Vysvětlí se všechny funkce stroje, jak se má udržovat, co je potřeba hlídat a kdy se má co měnit. Této porady se účastní i lidé z údržby, kteří předají základní informace pracovníkům na strojích. Upozorní je na hlavní poruchy, ukáží, jak se provádí pravidelné a preventivní údržby. Důležité je, aby všichni pracovníci znaly tyto postupy a dokázali tak předcházet zbytečným prostoje stroje vzniklých v důsledku špatného zacházení nebo údržby. Pracovník, který má na starost stroj musí svůj stroj dokonale znát, jen tak může předcházet poruchám a může tak zvýšit produktivitu stroje.

Druhým optimalizačním řešením je pořízení automatického nástrojového servisu. Tento automat funguje na bázi klasického jídelního automatu. Při zlomení nože si obsluha

vyhledá podle specifického značení nůž, který potřebuje vyměnit. V automatu se nachází zásobník se dvaceti čtyřmi druhy nejpoužívanějších nožů. Obsluha si pomocí číselné kombinace vybere nůž, který právě potřebuje. Automat vydá požadovaný nůž. V každém zásobníku může být umístěno až patnáct nožů. Nastavená hladina kritické úrovně počtu nožů je na hodnotě tří nožů. Firma poskytující tyto nože poskytuje tento automat zcela zdarma. Platí se pouze za použité nože. Automat je připojen na internet, kde jsou monitorovány a zaznamenávány výběry z automatu a aktuální počet kusů v zásobnících. Jakmile klesne hladina pod kritickou úroveň, tak spravující firma sama doplní potřebné nože. Důležitým kritériem byla i odbornost a zkušenost dodavatele. Dodavatel nabízí poradenskou činnost s pomáháním výběru vhodných nožů. Společnost MBtech vynakládá na nákup nožů přibližně 1 mil. Kč a je proto pro dodavatele velmi lukrativním zákazníkem. Dodavatel také slíbil v případě nespecifikovaného materiálu zapůjčit nože na vyzkoušenou a následné vybrání specifického nože (možnost vrátit poničený nůž v případě špatně doporučeného nože).

Vyčíslení navrhovaných opatření se odvíjí od ceny normohodiny na frézce a doby odstávky frézky způsobené zlomenými noži. Analýzou bylo zjištěno, že důsledkem zlomených nožů dochází k odstávce frézky přibližně 3 dny v měsíci (frézka funguje ve tří směnném provozu, ale odstávka je počítána jako nefunkčnost stroje po dobu 8 hodin). Normohodina na frézce je vyčíslena na 1 350 Kč. Úspora času za měsíc činí 24 hodin. Celková hodnota úspory za měsíc činí 32 400 Kč. Po zavedení nových standardů údržby stroje, preventivní péče a zdokonalení znalostí obsluhy o daném stroji spolu s kombinací nového automatického nástrojového servisu dojde k úspoře 388 800 Kč za jeden rok.

**Tabulka 7 - Celkový efekt u výměny nástrojů u frézky**

	Před optimalizací	Po optimalizaci
Cena normohodiny na frézce	1 350 Kč	1 350 Kč
Úspora času (za měsíc)	0 hod	24 hod
Úspora času (za rok)	0 hod	288 hod
<b>Celková úspora (za rok)</b>	<b>-</b>	<b>388 800 Kč</b>

Zdroj: Vlastní zpracování, 2015

## 4.6 SMED

Single Minute Exchange of Dies volně přeloženo jako metoda zkracování časů přetypováním výrobního zařízení. Tato metoda se snaží o zkrácení doby potřebné na přenastavení stroje z jednoho druhu výroby na jiný druh výroby. Jedná se tedy o nástroj sloužící k urychlení přenastavování výroby z jednoho druhu výroby na jiný druh výroby. Principem je snižování seřizovacích časů a eliminace plýtvání vzniklých prostojemi stroje.

- Prvním krokem metody je identifikování interních a externích činností. Interní činnosti jsou takové činnosti, které se vykonávají, když stroj nepracuje. Externí činnosti jsou činnosti, při kterých je stroj v provozu. Do interních činností řadíme příprava nástrojů, příprava výkresové dokumentace, příprava upínáků, hledání materiálů apod. Externí činnosti jsou např. upravení programu dle typu výrobku, příprava nástrojů apod. Téměř polovina interních činností lze provádět při externích činnostech.
- Druhým krokem je přesunutí co nejvíce interních činností do externích činností, např. předpřípravení upínáků, označení dorazových značek u upínáků apod.
- Třetím krokem je snižování jak interních, tak externích činností na minimum.

U této metody je vhodné vytvořit tým, který najde způsoby, jak přesunout a zkrátit interní a externí činnosti. Při aplikaci této metody je nutné standardizovat procesy, využívat nástroje, které mohou zkrátit čas přenastavování, používat rychloupínáky, vytvořit systém a vysvětlit ho všem pracovníkům [28].

### Reorganizace práce

Společnost disponuje celkem šesti frézky. Frézky jsou rozmístěné v jedné hale. Obsluha jednotlivých strojů musí dojít do kanceláře, ve které si připraví výkresy a ostatní dokumenty. Následně musí do skladu materiálu, v němž si připraví potřebný materiál. Pak musí do skladu s nástroji, kde si vybere vhodný nástroj. Na obrázku 9 jsou zobrazeny činnosti, které musí obsluha stroje (označena písmenem F) vykonat, než začne obrábět. Tyto přípravné práce jsou neproduktivním časem, který je zbytečný. Takto neproduktivní čas strávený přípravou výkresů, materiálu a nástrojů je vyčíslen na 30 minut za směnu. Dalším nedostatkem tohoto systému bylo hledání jednotlivých zakázek a stanovování

jejich priorit. Stávalo se, že se pracovala na zakázkách s nižšími prioritami nebo na zakázkách u kterých došlo k aktualizaci dat, ale frézař o tom nebyl informován a obráběl podle starých dat.

Navrhovaným řešením je přijetí nových pracovníků na pozici přípraváře výroby. Přípravář výroby by měl na starosti přípravu všech materiálů a výkresů, které by připravil pro frézaře. Stanovil by prioritní zakázky a jejich pořadí. Následně by zajistil materiál a vhodné nástroje, které by připravil pro frézaře. Tento postup je znázorněn na obrázku 9 spodní část, kde je vidět, že frézař (F) se může plně věnovat své práci a nemusí se zabývat sháněním materiálu, výkresů a nástrojů. Přípravář výroby (P) zajistí požadovaný materiál a nástroje, které připraví na předem stanovené místo (S). Přípravář výroby bude také zajišťovat i aktualizaci dat a zabráni se tak výrobě zmetků kvůli použití starých neaktualizovaných dat.

Celkový efekt při přijetí přípraváře výroby, který urychlí výrobu, zkrátí čas na přípravu a eliminuje problémy s neaktualizovanými daty, bude vyčíslen jako úspora času, při které se budou moci frézaři plně věnovat své práci. Při analýze bylo zjištěno, že každý frézař stráví přibližně 30 minut za jednu pracovní směnu hledáním a připravováním materiálů a podkladů. Normohodina na frézce stojí 1 350 Kč. Frézky fungují v tří směnném provozu po celý rok i o víkendech, nepracuje se pouze o státních svátcích. To znamená, že za jeden pracovní den se ušetří na každé z šesti frézek 1,5 hodiny času. Následně se odečte plat tří přípravářů výroby (na každou směnu jeden). Plat jednoho přípraváře výroby byl vyčíslen na 30 000 Kč za měsíc.

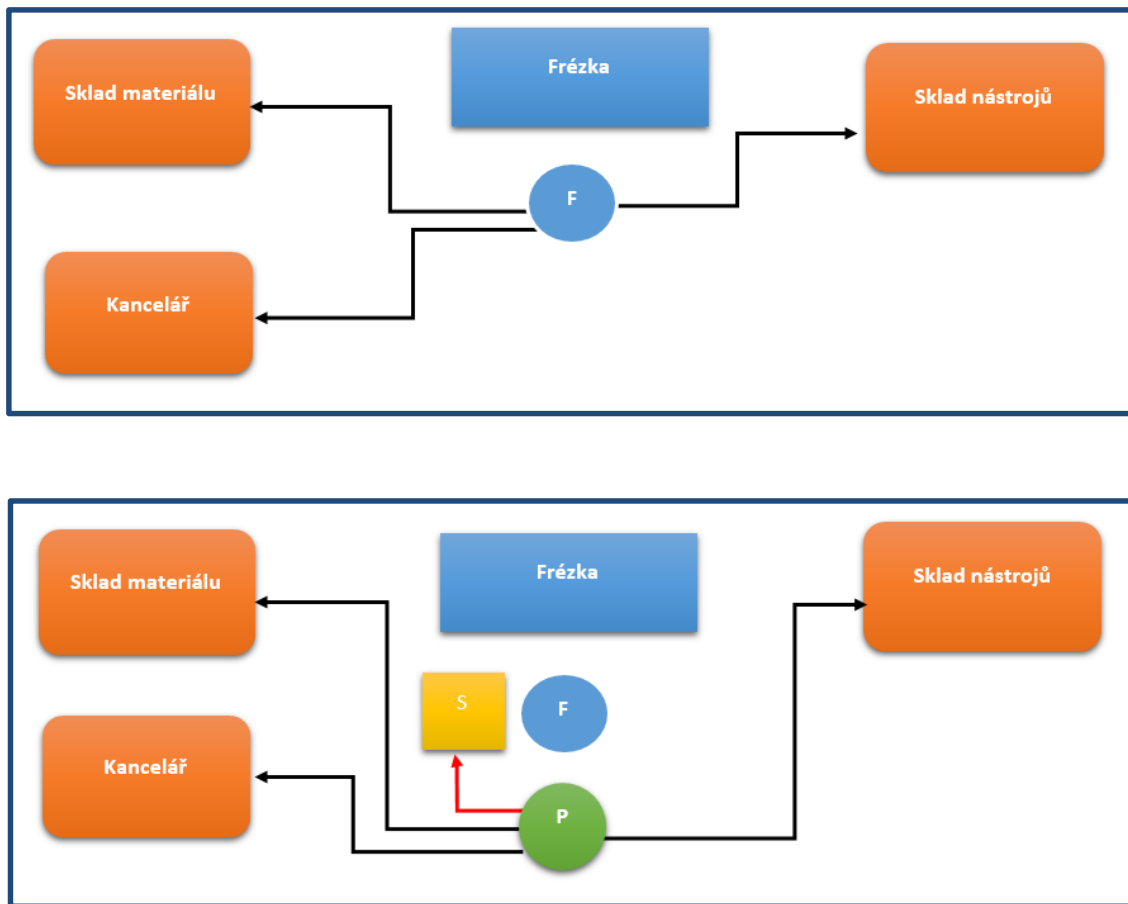
**Tabulka 8 - Celkový efekt z reorganizace práce**

	Před optimalizací	Po optimalizaci
Cena normohodiny na frézce	1 350 Kč	1 350 Kč
Úspora	0	30 minut za jednu směnu na jednom stroji
Počet směn	3	3
Přípraváři výroby	0 Kč	- 90 000 Kč
Počet frézek	6	6
Počet pracovních dnů	357	357
<b>Celková úspora</b>	<b>-</b>	<b>3 257 550 Kč</b>



Zdroj: Vlastní zpracování, 2015

Obrázek 9 - Reorganizace práce



Zdroj: Vlastní zpracování, 2015

Celkový efekt při přijmutí 3 nových přípravářů výroby byl vyčíslen na 3 257 550 Kč.

### Výměna nástrojů

Frézka DM33 se využívá pro horizontální i vertikální frézování. S tím jsou spojené problémy při změnách na jednotlivé polohy. Změna z horizontálního frézování na vertikální frézování je složitá a zabírá to čas. Při těchto změnách musí obsluha frézky postupně uvolnit všechny upínací přípravky a přestavět frézku do druhé polohy. Následně musí opět pomocí přípravků obráběný polotovár umístit do frézky a upevnit. Celý tento

proces trvá přibližně 5 hodin. Je tedy nutné, aby k těmto změnám docházelo co možná nejméně. V současnosti dochází k tomuto přenastavování relativně často. Obsluha dostává od vedoucího výroby seznam zakázek, které mají být dodělané. Na obsluze je pak jak si jednotlivé zakázky navolí (pokud nemají některé zakázky označení s prioritou). Tento systém je nevhodný. Obsluha nezná delší časový výhled zakázek a nedokáže racionálně rozhodovat o tom, kdy změnit polohu frézky. Vedoucí výroby dostává každý den report o nových zakázkách a datech jejich plnění. Vedoucí výroby rozdělí zakázky pro jednotlivá stanoviště a stanoví priority těchto zakázek. Jednotlivá stanoviště dostávají zakázky vždy na týden dopředu. Navíc pracovníci si musí vždy vyžádat konkrétní výkresy nebo data k jednotlivým zakázkám. Toto hledání a zjišťování informací zabírá čas, který je neefektivně využit. Vzniká zde základní kámen úrazu, kde vedoucí výroby má přehled o zakázkách a termínech plnění, ale nemá přehled o vytíženosti strojů. Na druhou stranu obsluha frézky zná vytíženost strojů, ale nezná podrobnější rozpis zakázek.

Prvním navrhovaným řešením je pomocí metody SMED zkrátit čas přenastavování frézky. V tabulce 12 jsou zobrazeny jednotlivé interní a externí činnosti a jejich časy, které jsou nyní vykonávány na frézce DM33. Prvním krokem je identifikace všech činností, které souvisí se změnou polohy frézky na jinou polohu. Následně jsou změřeny a zaznamenány časy jednotlivých činností. Když jsou známy činnosti a jejich časy, tak je svolán tým, který je složen z obsluhy stroje, vedoucího výroby a členů údržby. Stanoví se, jaké činnosti lze provádět i při chodu stroje. U této frézky bylo stanoveno, že celkový čas 3 hod a 20 minut strávených při upínání je příliš dlouhá doba. Při analýze prováděných činností bylo zjištěno, že pracovník si připravuje nástroje, upínáky až ve chvíli, kdy má dojít ke změně druhu výroby. Další zbytečnou činností je hledání nástrojů, zajišťování vysokozdvížného vozíku na zvednutí obráběné součásti a hledání výkresové dokumentace.

**Tabulka 9 - Činnosti frézky při změně polohy**

P.č.	Činnost pracovníka	Před optimalizací	Před optimalizací	Po optimalizaci	Po optimalizaci
1	Nahrání programu do stroje	1:55	externí	1:55	externí
2	Stahování programu	4:30	externí	4:30	externí
3	Nastavení softwaru podle stroje	3:00	externí	3:00	externí

4	Příprava a čtení výkresové dokumentace	10:00	interní	10:00	externí
5	Upnutí frézy	6:00	interní	6:00	interní
6	Zvolení obráběcí rychlosti	3:30	interní	3:30	interní
7	Navolení posuvu a otáčení nástroje	8:55	interní	8:55	interní
8	Upnutí obráběné součásti	3:20:00	interní	1:50:00	externí
9	Najetí nulové pozice	12:00	interní	12:00	interní
10	Kontrolní měření	10:30	interní	10:30	interní
11	Výroba 1. kusu	30:00	interní	30:00	interní
12	Kontrola 1. kusu	10:00	interní	10:00	interní
Celkový času		5:00:00	-	3:30:00	-

**Zdroj: Vlastní zpracování, 2015**

Navrhovaná optimalizace spočívá ve zkrácení doby při upínání. Pracovník si musí s dostatečným časovým předstihem připravit nástroje, které budou potřeba. Musí zajistit vysokozdvizný vozík na přesun výrobku (obráběná součást může vážit až několik tun). Při upínání se používají upínáky, které se šroubují na desku. Je nutné používat rychloupínáky, které zkrátí čas upínání až desetinásobně. Označit na upínákách dorazy, kam se až mají dotahovat. Tím se docílí zrychlení upínání a nebude se muset momentovým klíčem přeměřovat síla utažení. Je nutné standardizovat postupy při upínání. Tedy mít přesně daný sled činností, jak jdou za sebou při upínání. Mít připravené potřebné nástroje. Musí být připravená plocha, na kterou se budou odkládat veškeré nástroje. Celkový čas strávený při změně polohy frézky byl stanoven na 5 hodin. Po provedení optimalizace se čas snížil o 1 hod a 30 minut na konečný čas 3 hod a 30 minut.

Druhým navrhovaným řešením je přijetí přípravaře výroby. Tento člověk bude mít na starosti přípravování podkladů, shánění výkresové dokumentace, dat pro obrábění a zjišťování aktualizací jednotlivých zakázek. Jeho úkolem bude připravení všech potřebných informací, které pracovníci potřebují pro obrábění. Sestaví také plán výroby s ohledem na změny poloh u frézky. Tento pracovník bude mít k dispozici materiály a přehled plánované výroby, podle které bude moci naplánovat rozložení a rozdělení výroby (u této frézky má přípravař výroby specifitější úkoly, než u ostatních frézek). Tímto opatřením se budou eliminovat případy, kdy docházelo ke zbytečnému přenastavování poloh u frézky z důvodu neznalosti dlouhodobějšího výrobního plánu. Dojde také k eliminaci chyb vzniklých při obrábění v důsledku neaktualizovaných dat. Obsluha stroje vychází z dat, která má k dispozici, a dále se již nestará o aktualizace

těchto dat. Stávalo se, že obsluha stroje měla k dispozici data celý týden, mezitím však došlo ke změnám požadavků od zákazníka, ale tyto požadavky už nebyly zohledněny ve starých datech. Díky přípraváři výroby, bude zajištěno, že obsluha stroje dostane vždy na začátku směny všechny potřebné data a podklady, které bude potřebovat. Data budou vždy aktuální, obsluha se nebude muset zabývat hledáním potřebných informací, nebude muset sestavovat prozatimní plán výroby a bude se moci plně věnovat práci.

Celkový přínos těchto opatření se stanoví jako počet hodin, které stráví obsluha stroje zbytečně změnami poloh frézky a ušetřeným časem při přenastavování. Takto ztrátový čas byl stanoven na 35 hodin za měsíc. Po přijetí přípraváře výroby klesne tento čas na 15 hodin (tedy místo 7 změn poloh za měsíc na 3 změny poloh za měsíc). Po zavedení metody SMED dojde k následnému snížení času potřebného na změnu polohy o 1 hod a 30 minut. Při třech změnách polohy dojde k úspoře 4 hod a 30 minut. Normohodina u frézky stojí 1 350 Kč. U tohoto návrhu nebude započítáno najmutí přípraváře výroby z toho důvodu, že tato pracovní pozice již byla navržena u návrhu zmiňovaném výše (viz reorganizace práce). Tento přípravář výroby bude mít na starost celkem šest strojů, pro které bude připravovat materiály. V této kalkulaci je počítáno bez mzdových nákladů na tuto pozici. Celkový efekt je spočítán jako počet hodin strávených bez provedení opatření (35 hodin) následně se odečte počet uspořených hodin po přijetí přípraváře výroby (15 hod) a odečtením uspořeného času 4 hodin a 30 minut po urychlení přenastavování polohy. Za 1 měsíc se uspoří 23 hodin a 30 minut času. Toto číslo se vynásobí sazbou za normohodinu na frézce (1 350 Kč) a počtem měsíců (12). Celková úspora po zavedení optimalizačních řešení činí 380 700 Kč.

**Tabulka 10 - Celkový efekt při výměně nástrojů**

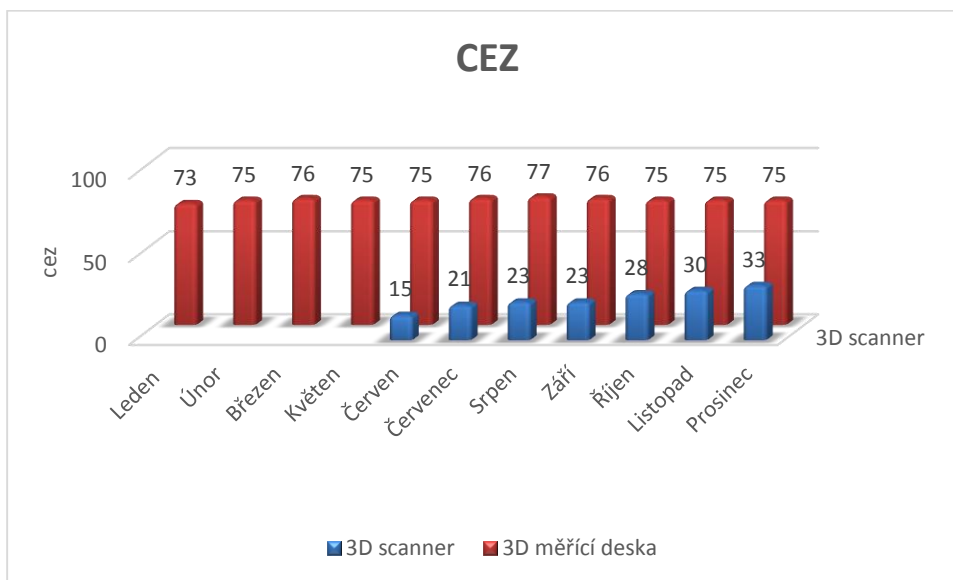
	Před optimalizací	Po optimalizaci
Cena normohodiny na frézce	1 350 Kč	1 350 Kč
Úspora při změnách poloh za měsíc	-	23,5 hod
Počet měsíců	12	12
<b>Celková úspora</b>	-	<b>380 700 Kč</b>

Zdroj: Vlastní zpracování, 2015

## Měření

Důležitou částí výroby je provádění měření. Společnost si zakládá na dodržování přísných standardů kvality. Každý díl je přeměřován pomocí 3D měřicí desky. Problém této 3D měřicí desky je, že má omezené pole působnosti. Tato 3D deska je omezena délkou ramene a rozměry měřené součásti. Alternativou je provádět měření 3D scannerem, který se dostane všude a měření probíhá poloviční dobu. Problémem tohoto 3D scanneru je náročnost nastavení a zkušenost obsluhy. Dalším problémem je také to, že 3D scanner je ve společnosti krátkou dobu a obsluha se teprve zaškoluje. Měření se provádí na obou přístrojích, avšak ukazatel CEZ 3D scanneru se pohybuje na úrovni 33%. V současnosti se většina měření provádí pomocí 3D měřicí desky. Ta však nedokáže plně pokrýt potřeby toho, co by mělo být měřeno. Některé součásti se nechávají přeměřovat u kooperujících firem. Ceny u kooperantů jsou přibližně na stejné úrovni, avšak vznikají náklady na přepravu a vzniká zbytečná byrokracie (kooperující firma musí vydat měřicí protokol, který předá MBtechu, ten tento protokol musí upravit, změnit hlavičku společnosti na formuláři za svojí (smluvně ošetřeno)). Vyšším využitím 3D scanneru dojde ke snížení byrokracie, nákladů na přepravu a využití přístroje. Na grafu 4 je porovnání CEZ u 3D měřicí desky a 3D scanneru.

**Graf 4 - Využití 3D měřicí desky a 3D scanneru**



**Zdroj: Vlastní zpracování, 2015**

Navrhované řešení spočívá ve zvýšení celkové efektivity zařízení. Hodnota 33% je nedostačující a poddimenzovaná. Zvýšení efektivity bude dosaženo pomocí školení. Proškolení obsluhy 3D scanneru trvá 3 dny. Hodinová sazba školitele je 1 000 Kč. Při školení bude vysvětlen postup měření a způsob zaznamenávání hodnot a vyhodnocování změřených výsledků. Po měření 3D scanner vytiskne formulář, do kterého se zaznamenávají naměřené hodnoty. Tyto hodnoty musí obsluha umět interpretovat. V současnosti se 3D scannerem měří jednodušší části, které nevyžadují tolik odbornosti. Po zaškolení personálu se odhaduje využití 3D scanneru na 75%, tedy zvýšení efektivity o více než 40%. Zvýšením efektivity a lepším využitím 3D scanneru bude ušetřeno 270 Kč za hodinu (měření 3D scannerem trvá poloviční dobu). 3D scanner bude využíván celý pracovní rok, krom svátků, tedy 357 dní, při jedno směnném provozu.

**Tabulka 11 - Celkový efekt při používání 3D scanneru**

	Před optimalizací	Po optimalizaci
Cena normohodiny na 3D měřicí desce	1 080 Kč	1 080 Kč
Cena normohodiny na 3D měřicím scanneru	1 620 Kč	1 620 Kč
Úspora	0 Kč	270 Kč
Náklady na školení	0 Kč	-24 000 Kč
<b>Celková úspora</b>	<b>-</b>	<b>747 120 Kč</b>

Zdroj: Vlastní zpracování, 2015

Celková efekt po zaškolení obsluhy a odečtení nákladů za školení bude 747 120 Kč.

## 5 ZHODNOCENÍ PROVEDENÝCH OPTIMALIZAČNÍCH NÁVRHŮ

V předchozí kapitole byly provedeny návrhy na optimalizaci vybraných procesů, které byly vybrány na základě RPN z FMEA formuláře. Následně byly přidány návrhy na odstranění identifikovaných úzkých míst. V tabulce 15 jsou zobrazeny jednotlivé návrhy a jejich ekonomické zhodnocení

Tabulka 12 - Zhodnocení provedených optimalizačních návrhů

P.č.	Optimalizované procesy	Náklady	Ekonomický přínos
1	Ztráta / záměna materiálu	4 000 Kč	Nefinanční přínos
2	Reorganizace práce	1 080 000 Kč	4 337 550 Kč
3	Výměna nástrojů u frézky	-	388 800 Kč
4	Výměna nástrojů	-	380 700 Kč
5	Hodnocení dodavatelů	-	Nefinanční přínos
6	Změna layoutu pracoviště	53 600 Kč	-
7	Facility management	-	564 000 Kč
8	Srovnávání materiálu	-	DN
9	Efektivnější porady	-	Nefinanční přínos
10	Měření	-	747 120 Kč
Celkový přínos		1 137 600 Kč	6 418 170 Kč
		-	<b>5 280 570 Kč</b>

Zdroj: Vlastní zpracování, 2015

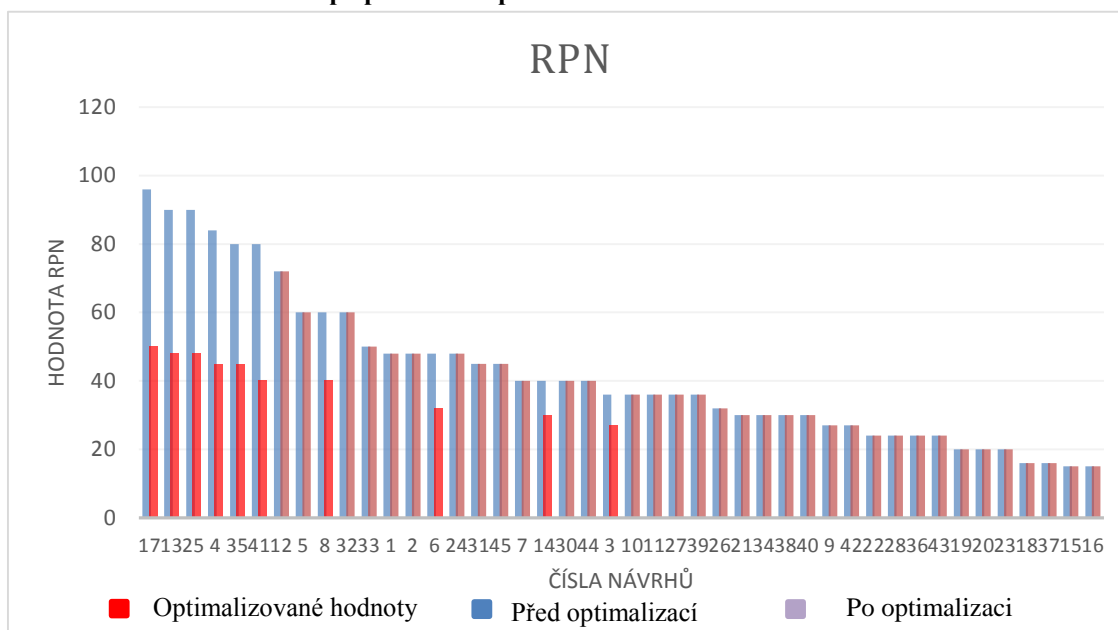
Po zavedení všech navrhovaných optimalizačních řešení by mohla společnost ušetřit 5 280 570 Kč. Krom přímých úspor musí být brány i nefinanční přínosy, které by se obtížně vyčíslovaly. Jednotlivé návrhy byly probírány s vedoucím manažerem. Návrh na vytvoření nového systému evidence materiálu a pořízení čipové karty do skladu byl hodnocen kladně a bude se realizovat. Návrh na přijetí přípravářů výroby a zvýšení tak efektivity a využitelnosti frézky byl hodnocen kladně. Tento návrh kvůli vyšším finančním investicím bude prezentován před ředitelem. Výměna nástrojů u frézky spočívá v provádění preventivních, pravidelných a generálních prohlídek a údržeb. Spolu se zavedením automatického nástrojového automatu byl tento návrh hodnocen jako nejlepší. Výměna nástrojů, kde šlo o zkrácení časů při přenastavování a opět využití přípraváře výroby byl brán v potaz. Hodnocení dodavatelů poskytující sofistikovanější možnosti rozhodování bylo okamžitě použito do praxe. O změně layoutu pracoviště se ve společnosti mluví již delší dobu. Tento návrh bude sloužit jako výchozí bod pro

provádění následných přestavbách. Facility management je návrh, který byl také použit. Vedení společnosti tento návrh ocenilo především z důvodu, že náklady na tyto služby jsou neměnné a tak se ani neuvažovalo o přehodnocení kontraktu. Návrh na srovnávání materiálu, který obnáší investici ve výši 2,5 mil Kč, byl brán v potaz. Návrh na efektivnější porady byl shledán jako racionální návrh a spolu s návrhem na opětovné zavedení kroužků kvality je zařazen do návrhů, které se budou projednávat. Posledním optimalizovaným návrhem bylo zefektivnění měření a lepší využití 3D scanneru pomocí školení byl vyhodnocen jako racionální a bude realizován. Vedení společnosti bylo s navrženými návrhy spokojeno. Některé z návrhů jsou již ve fázi realizace a některé na realizaci teprve čekají.

Hodnoty RPN byly FMEA týmem po provedení optimalizačních řešení aktualizovány a znova ohodnoceny. Nedodržení termínů, které bylo původně ohodnoceno 96 body, získalo po optimalizaci 50 bodů RPN. Ohnutý profil měl RPN 90 a po optimalizaci získal 48 bodů, stejný počet bodů získalo i nedodržení termínů. Na hodnotu RPN 45 se dostalo zpoždění termínů způsobené nadměrnou byrokracií a špatným hodnocením dodavatelů a také druhé zpoždění termínů způsobené nedostatečným využitím 3D scanneru. Záměna materiálu způsobená špatným značením klesla z původní ho RPN 80 na hodnotu 40. Některé další procesy byly ovlivněny navrhovanými optimalizacemi a došlo k jejich snížení. U technické přípravy výroby došlo ke snížení RPN z 60 na 40 z důvodu propracovanějšího značení materiálu a zmenšení možnosti připravit jiný materiál, než který je požadován. Dalším jsou špatné rozměry u také u technické přípravy výroby, kde také díky lepšímu značení a lepšímu přípravování výroby, díky přípravářům výroby, kleslo RPN z 48 na 32. Při optimalizaci úzkých míst v administrativních procesech došlo současně ke snížení hodnoty RPN z 36 na 27 u chybějících dokumentů. Ostatní hodnoty RPN zůstaly nezměněna. FMEA tým rozhodl, že stávající opatření sloužící k minimalizaci či eliminaci případných problémů jsou dostatečná a není tedy potřeba vykonávat žádné dodatečné protipatření.



**Graf 5 - Porovnání RPN po provedení optimalizačních návrhů**



**Zdroj: Vlastní zpracování, 2015**

Po provedení analýz a následných optimalizačních řešení, došlo k předání výstupů vedení společnosti. Analýza a optimalizace vybraných procesů byla pro společnost užitečná. Je však potřeba, aby se společnost v následujících letech těmito problémy začala zabývat. Výstupy z FMEA analýzy by neměly být brány na lehkou váhu. Pokud vedení společnosti bude motivovat své zaměstnance k aktivnímu přístupu k problémům a jejich řešení, tak společnost získá velkou konkurenční výhodu. Jednotlivé analýzy a doporučení tak mohou sloužit k následnému rozvoji a zvyšování kvality výroby.

Cílem této diplomové práce bylo z analyzovat vybrané podnikové procesy pomocí vhodných nástrojů a jejich následná optimalizace a propočet. Vliv na výkonnost společnosti, navrhované procesy mají. V předchozí kapitole došlo k vysvětlení a posláním jednotlivých optimalizačních návrhů. Výsledná vyčíslena finanční úspora při aplikaci všech navrhovaných opatření činí 5 280 570 Kč. Nejedná se však pouze jen o návrhy a doporučení finančního charakteru. Několik návrhů přineslo úsporu času, zlepšení pracovních podmínek a zkvalitnění podnikového klimatu.

## ZÁVĚR

Tato diplomová práce se zabývala analýzou a následnou optimalizací vybraných podnikových procesů. V dalších částech již docházelo k praktické aplikaci zmíněných poznatků. Závěr práce pojednává o finančních a nefinančních přínosech přispívajících k růstu výkonnosti společnosti.

Cílem diplomové práce bylo analyzovat a následně optimalizovat vybrané podnikové procesy za použití vhodných metod a nástrojů a jejich zhodnocení.

V první kapitole došlo k obecné charakteristice společnosti, jejím základním charakteristikám a specifickým. Byly stručně popsány silné a slabé stránky s také příležitosti a hrozby, které působí na společnost.

Ve druhé kapitole byly popsány základní postupy a pojmy v teorii procesů. Došlo k vysvětlení rozdělení procesů a následně byly pomocí EPC diagramu popsány základní vnitropodnikové procesy. Byl proveden úvod do metody FMEA, která byla využita pro následnou analýzu identifikovaných procesů.

Třetí kapitole se zabývala analyzováním vnitropodnikových procesů pomocí metody FMEA. Vytvořil se tým, složený z odborníků, který určil možné vady a úzká místa, které ve společnosti mohou vzniknout. Jednotlivé procesy byly stručně popsány a vysvětleny. V závěru kapitoly došlo k vypočítání RPN a určení nejzávažnějších možných vad a úzkých míst.

Čtvrtá kapitola se věnovala optimalizaci vybraných procesů stanovených na základě RPN a úzkých míst. Na základě analýzy bylo určeno celkem šest vad s RPN přesahující kritickou úroveň a čtyři úzká místa. Poté byly popsány teoretické modely, které byly následně prakticky aplikovány na konkrétních stanovených vadách a úzkých místech. Došlo k navržení optimalizačních návrhů, jejichž úkolem bylo eliminovat stanovené problémy. U jednotlivých návrhů byly provedeny finanční a nefinanční přínosy, které nastaly po provedení změn.

Poslední kapitola se věnuje výslednému zhodnocení navržených optimalizačních řešení. Jejich vyčíslení a zhodnocení dopadu na výkonnost společnosti. Na závěr byly návrhy předány vedení společnosti k projednání. Některé návrhy jsou již realizovány a ostatní návrhy byly vzaty v potaz.

Autor touto prací chtěl poukázat na praktické využití procesní analýzy, které může dopomoci k optimalizaci a následného zvýšení výkonnosti společnosti. Jednotlivé návrhy vycházejí ze skutečně zjištěných informací a analýz. Při provádění analýz a následného navrhování optimalizačních řešení, bylo využito konzultací s vedením společnosti i s pracovníky. Výstupem této práce je metodická příručka jak postupovat při procesní analýze při využití metody FMEA a jejího následného zhodnocení.

## **SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 - EPC diagram .....	19
Obrázek 2 - Schéma FMEA týmu.....	26
Obrázek 3 - Ishikawa diagram .....	41
Obrázek 4 - Postup přípravy porady .....	49
Obrázek 5 - Změna layoutu pracoviště .....	51
Obrázek 6 - Inovace .....	58
Obrázek 7 - Inovace a Kaizen.....	60
Obrázek 8 - Značení materiálu.....	67
Obrázek 9 - Reorganizace práce .....	73

## SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1 - Zařazení FMEA do plánu činností zabezpečujících jakost .....	24
Tabulka 2 - FMEA formulář .....	28
Tabulka 3 - Hodnoty RPN .....	44
Tabulka 4 - kaizen versus inovace .....	60
Tabulka 5 - Hodnoty CEZ pro roky 2013 a 2014 .....	65
Tabulka 6 - Doba návratnosti při srovnávání materiálu .....	68
Tabulka 7 - Celkový efekt u výměny nástrojů u frézky .....	70
Tabulka 8 - Celkový efekt z reorganizace práce .....	72
Tabulka 9 - Činnosti frézky při změně polohy .....	74
Tabulka 10 - Celkový efekt při výměně nástrojů .....	76
Tabulka 11 - Celkový efekt při používání 3D scanneru .....	78
Tabulka 12 - Zhodnocení provedených optimalizačních návrhů .....	79

## **SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK**

APQP	Advanced Product Quality Plannig
BPM	Business Process Management
CPM	Critical Path Method
EPC	Event Driven Process Chain Diagram
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis
ISO	International Organization for Standartdization
MBE	Mercedes-Benz Engineering
PDCA	Plan Do Check Act
QFD	Quality Function Deployment
QS	Quality System
RPN	Risk Priority Number
SMED	Single Minute Exchange of Dies
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportuniteies and Threats
TOC	Teory of Constraints
TPM	Total Productive Maintenance
TQM	Total Quality Management
VSM	Value Stream Mapping

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

### Tištěné publikace:

- 1) BASL, Josef. *Modelování a optimalizace podnikových procesů*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2002, 140 s. ISBN 80-708-2936-2.
- 2) BORRIS, Steven. *Total productive maintenance*. New York: McGraw-Hill, c2006, xxiv, 386 p. ISBN 00-714-6733-5.
- 3) DEMING, W. *Out of the crisis*. 1st MIT Press ed. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2000, xiii, 507 p. ISBN 978-0262541152.
- 4) DRAHOTSKÝ, Ivo. *Logistika, procesy a jejich řízení*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2003, 334 s. ISBN 80-722-6521-0.
- 5) DVOŘÁČEK, Jiří. *Audit podniku a jeho operací*. Vyd. 1. Praha: C. H. Beck, 2005, xii, 165 s. ISBN 80-717-9809-6.
- 6) IMAI, Masaaki. *Gemba Kaizen: [řízení a zlepšování kvality na pracovišti]*. Vyd.1. Brno: Computer Press, 2005, 314 s. ISBN 80-251-0850-3.
- 7) IMAI, Masaaki. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2004, vi, 272 s. Expert (Grada). ISBN 80-251-0461-3.
- 8) KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. Management studium. ISBN 80-868-5138-9.
- 9) MAURER, Robert., *Cesta kaizen – Z malého kroku k velkému skoku*, Praha: Pavel Dobrovský – BETA 2005, 141 s. ISBN 80-7306-178-3.
- 10) NENADAL, Karel. *Moderní systémy řízení jakosti. Quality Management: quality management*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 1998, 284 s. ISBN 80-859-4363-8.
- 11) ŘEPA, Václav. *Podnikové procesy: procesní řízení a modelování*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2007, 281 s. ISBN 978-80-247-2252-8.
- 12) TŮMA, Miroslav. *Systemonline: Jak zavést procesní organizaci podniku* [online]. 2013 [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: <http://www.systemonline.cz/clanky/jak-zavest-procesni-organizaci-podniku.htm>
- 13) UČEŇ, Pavel. *Zvyšování výkonnosti firmy na bázi potenciálu zlepšení*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008, 190 s. ISBN 978-80-247-2472-0.

### Elektronické zdroje:

- 14) Aplikace FMEA ve Škoda Auto. Praha, 2008. Dostupné z: [http://oprلز.iss.fd.cvut.cz/dokumenty/080523\\_6.2.FMEA.pdf](http://oprلز.iss.fd.cvut.cz/dokumenty/080523_6.2.FMEA.pdf). Odborný článek. ČVUT.
- 15) BEJČKOVÁ, Jana. API - Akademie produktivity a inovací: Metoda 5S – základní kámen štíhlé výroby [online]. API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o., 2008 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68945.metoda-5s-8211-zakladni-kamen-stihle-vyroby/>
- 16) ČESKÁ SPOLEČNOST PRO JAKOST: ÚLOHA A APLIKAČNÍ MOŽNOSTI METODY FMEA PŘI ZABEZPEČOVÁNÍ SPOLEHLIVOSTI [online]. Praha, 2001 [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: [http://www.csq.cz/fileadmin/user\\_upload/Spolkova\\_cinnost/Odborne\\_skupiny/Spolehli\\_vost/Sborniky/05\\_FMEA.pdf](http://www.csq.cz/fileadmin/user_upload/Spolkova_cinnost/Odborne_skupiny/Spolehli_vost/Sborniky/05_FMEA.pdf)
- 17) FAMFULÍK, Jan, Jana MÍKOVÁ a Radek KRZYŽANEK. ANALÝZA SPOLEHLIVOSTI V ETAPĚ NÁVRHU A VÝVOJE VOZIDLA. TEORIE ÚDRŽBY [online]. 2007, č. 1 [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: <http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FS/TU/TU/6kapitola.pdf>
- 18) Fast Track OEE for Production People on the Move: World Class OEE [online]. Vorne Industries, Inc., 2012 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://www.oeec.com/world-class-oeec.html>
- 19) HUDGIK, S. Graphic Products: Kaizen: What are the Benefits of Kaizen? [online]. Beaverton: Graphic Products, © 2000-2012 [cit. 2012-04-10]. Dostupné z: <http://www.graphicproducts.com/tutorials/kaizen/kaizen-benefits.php>
- 20) CHANDAN, Jha. Welcome to the world of TPM [online]. LinkedIn Corporation, 2015 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://www.slideshare.net/ChanandJha/tpm-by-chandan-jha>
- 21) ManagementMania: Analýza procesů (procesní analýza) [online]. 2013 [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/analyza-procesu-procesni-analyza>
- 22) ManagementMania: Řízení procesů [online]. 2014 [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/rizeni-procesu>
- 23) OEE: CO JE OEE [online]. comes oee, 2015 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://www.oeec.cz/co-je-oeec>
- 24) ROS, Izzah. Fishbone analysis [online]. Slideshare, 2015 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://www.slideshare.net/izzahros1/fishbone-analysis-edited>



- 25) Setv: SROVNÁNÍ FUNKČNÍHO A PROCESNÍHO PŘÍSTUPU K ŘÍZENÍ ORGANIZACE [online]. 2012 [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: [http://www.sevt.cz/Files/Attachments/Uk%C3%A1zkov%C3%A1-kapitola\\_L1339905.pdf](http://www.sevt.cz/Files/Attachments/Uk%C3%A1zkov%C3%A1-kapitola_L1339905.pdf)
- 26) STÖHR, Tomáš. API - Akademie produktivity a inovací: TPM (Total Productive Maintenance) [online]. API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o., 2012 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://e-api.cz/article/70766.tpm-total-productive-maintenance-/>
- 27) Svět produktivity: Kaizen [online]. CPI Web servis s.r.o., 2012 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/Kaizen.htm>
- 28) *SVĚT PRODUKTIVITYBeta: SMED* [online]. 2012 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/SMED.htm>
- 29) TOMAN, Jiří. KAIZEN: filozofie stálého zdokonalování a její součásti [online]. 2015 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: [www.jiritoman.estranky.cz/file/373/kaizen.ppt](http://www.jiritoman.estranky.cz/file/373/kaizen.ppt)
- 30) Vlastní cesta: Ishikawa diagram [online]. Vlastní cesta s.r.o., 2012 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://www.vlastnicesta.cz/metody/ishikawa-diagram-1/>
- 31) VOLKO, Vladimír. Slovníček výkonného podniku: Co je to: "OEE"? [online]. Ing. Vladimír Volko - poradenství pro zvyšování výkonnosti podniku, 2015 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: [http://www.volko.cz/new/slovník\\_vykonnosti.php?ID\\_term=8](http://www.volko.cz/new/slovník_vykonnosti.php?ID_term=8)
- 32) ZEMAN, Martin. Zavedení metody FMEA do podniku Störi Mantel s.r.o. [online]. Zlín, 2010 [cit. 2015-03-15]. Diplomová. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická, Ústav výrobního inženýrství.
- Ostatní zdroje:
- 33) Interní materiály MBtech Bohemia s. r. o.

## **SEZNAM PŘÍLOH**

**Příloha A:** Formulář FMEA

**Příloha B:** Značení materiálu

**Příloha C:** Odhalitelnost vady (Dt)

**Příloha D:** Výskyt vady (Oc)

**Příloha E:** Význam vady (Sv)

**Příloha A: FMEA formulář**

Proces/funkce	Číslo chyby	Projev možné závady	Možné následky závady	Možné příčiny závady	Stávající opatření	Výskyt	Význam	Odhalení	RPN
Příjem objednávky	1	Zamítnutí objednávky	Nepřijmutí objednávky	Přecenění objednávky	Kontrola nákupního oddělení	2	6	4	48
				Neschopnost navrhnout vhodné řešení					
			Zhoršení jména firmy	Není k dispozici požadovaná technologie					
	2	Ztrátová zakázka	Žádný zisk nebo ztráta	Podcenění nabídky	Kontrola nákupního oddělení	2	6	4	48
				Zdražení materiálu					
				Vícenáklady					
	3	Chybějící dokumenty	Reklamáce zakázky	Nepozornost manažera	Kontrola prováděna manažerem	4	3	3	36
			Vadná funkce výrobku	Nepozornost konstruktéra					
			Nesplnění smluvních podmínek	Špatné smluvní podmínky					
			Výrobek je nevyrobitelný	Chyby v administrativě					
				Přílišná byrokracie					
	4	Zpoždění termínů	Zpoždění zakázky	Byrokracie	Kontrola prováděná manažerem	3	7	4	84
			Nedodržení podmínek	Nepozornost					
			Pokuty	Špatně nastavené procesy					
				Nespolehlivý dodavatelé					
5	Nekvalitní služby	Reklamáce zakázky	Špatné skladování	Kontrola při přijmutí materiálu, zkušenosti	3	4	5	60	
		Vadná funkce výrobku	Špatní dodavatelé						

			Výrobek je nevyrobitelný						
technická příprava výroby	6	Špatné rozměry	Nemožnost pokračovat ve výrobě	Špatné výkresy	Výstupní kontrola	4	6	2	48
				Chybný návrh konstrukce					
			Zpoždění termínů	Chybné měření					
				Nepozornost					
		Růst nákladů	Nesoulad výrobních a poptávkových dat						
	7	Chybějící materiál	Nemožnost pokračovat ve výrobě	Špatná domluva	Žádné	4	5	2	40
			Zpoždění termínů	Chybný návrh konstrukce					
			Růst nákladů	Zpožděná dodávka materiálu					
	8	Jiný materiál	Zpoždění termínů	Chybná objednávka materiálu	Žádné, výstupní kontrola	4	5	3	60
				Chyba při přijímání materiálu					
			Růst nákladů	Nepozornost					
				Chybný návrh konstrukce					
Reklamacce zakázky			Nesoulad výrobních a poptávkových dat						
		Špatné výkresy							
Svařování	9	Nesprávný svařenec	Špatný vzhled	Velký svařovací proud	Kontrola před a po skončení práce	3	3	3	27
				Znečištěná svařovací plocha					
			Poranění pracovníka	Neočištěno po svařování					
	10	Trhliny ve svárech	Menší pevnost		Kontrola po skončení práce, skladování	3	4	3	36
11	Vady sváru	Menší pevnost	Špatná elektroda		3	4	3	36	

				Nedodržení rychlosti svařování	Kontrola po skončení práce, skladování				
				Nedodržení mezer mezi sváry					
	12	Studený svár	Menší pevnost	Nedodržení technologického postupu	Kontrola před a po skončení práce	3	4	6	72
				Nesprávně připravený polotovár					
	13	Ohnutý profil	Nemožnost pokračovat ve výrobě	Pomalý stroj na narovnávání	Kontrola před a po skončení práce	5	6	3	90
Nefunkčnost									
Zdržení zakázky									
14	Špatně svařitelné materiály	Svařování nelze provést	Nevhodný druh materiálu	Kontrola po skončení práce	2	4	5	40	
		Menší pevnost							
Obrábění	15	Mechanické poškození povrchu	Špatný vzhled	Špatný technologický postup	Kontrola po skončení práce	3	5	1	15
			Nefunkčnost	Chyba pracovníka					
			Nelze pokračovat ve výrobě	Špatná data					
			Nutnost pořídit nový polotovár	Chybný výkres					
				Chybně seřízená frézka					
	16	Nesprávná délka profilu	Nelze provádět další operaci	Chyba pracovníka	Kontrola frézky před začátkem operace	3	5	1	15
				Chyba měření					
				Špatný výkres					
				Špatně seřízená frézka					
	17	Nedodržení termínů	Sankce	Špatná organizace přípravy výroby	Žádné	4	6	4	96
			Zdržení zakázky						
	18	Roztřepeno	Zranění pracovníka	Tupá fréza	Kontrola frézky před začátkem operace	1	8	2	16
Obtížnější montáž									

Lakování	19	Neodpovídající barva	Zdržení zakázky	Nespecifikovaná barva	Kontrola výkresu před začátkem operace	2	5	2	20	
			Reklamáce zakázky	Neodmaštění povrchu						
			Přepracování	Neoblepení obráběných ploch						
	20	Nesprávná barva	Špatný vzhled	Nedefinování odstínu	Kontrola po skončení práce	2	5	2	20	
Špatné vlastnosti			Nedefinování vrstev							
			Ředitelná, neředitelná barva							
Řezání	21	Špatná délka dílu	Nelze provádět další operaci	Špatný výkres	Kontrola po skončení práce	3	5	2	30	
	22	Chybný úhel řezu	Nejde smontovat	Nedbalost		3	4	2	24	
	23	Poškození povrchu	Špatný vzhled	Špatné upnutí přípravku		2	5	2	20	
	24	Ostré hrany	Poranění pracovníka	Tupý nůž	Kontrola pily před začátkem operace	3	8	2	48	
			Ztížená montáž	Špatně seřízená pila						
	25	Nedodržení termínů	Sankce	Čekání na nástroj		3	6	5	90	
			Zdržení zakázky							
	26	Otřepy	Poranění pracovníka	Tupý nůž		2	8	2	32	
Ztížená montáž			Špatně seřízená pila							
Kooperace	27	Špatný výrobek	Reklamáce zakázky	Nekvalifikovaní pracovníci		Kontrola skladníkem při přijmutí, Vedoucí výroby	2	6	3	36
	28	Nekvalitní výrobek	Nelze provádět další operaci	Špatné výrobní podmínky			2	6	2	24
	29	Nezvládnutí výroby	Nefunkčnost	Nedostatečná technologická základna	3		6	5	90	
			Sankce	Špatně specifikovaná zakázka						
			Zdražení zakázky	Špatně vybraná firma						
	30	Špatný materiál	Špatný vzhled	Nedostatečná odbornost	2		5	4	40	
				Nevhodné technologické postupy						
31	Nedodržení termínů	Vícenáklady		3	5	3	45			

				Nevhodné metodické postupy						
				Snaha ušetřit						
	32	Neodpovídající parametry		Nepozornost			3	5	4	60
Měření	33	Neshodnost výrobku	Reklamací zakázky	Špatná data na měření	Žádné		2	5	5	50
			Vyřazení výrobku	Stará (neaktualizovaná) data						
	34	Viditelné vady	Špatný vzhled	Špatná manipulace	Kontrola na každém stanovišti		3	5	2	30
			Reklamací zakázky	Nepozornost						
			Vyřazení výrobku							
35	Zpoždění termínů	Sankce	Neefektivní využití měřících přístrojů	Žádné		5	4	4	80	
36	Nespecifikované místo měření	Možné odchylky	Chyba konstruktéra	Kontrola výkresu před začátkem operace		3	2	4	24	
		Špatná funkčnost								
Montáž	37	Obtížná montáž	Zvýšení nákladů	Nevhodný technologický postup	Žádné		4	2	2	16
			Neefektivní využití plochy	Nekvalifikovaný pracovníci						
	38	Chybějící komponenty	Špatný vzhled	Nepozornost	Vedoucí výroby, skladník		3	5	2	30
			Nefunkčnost	Neobjednaná součástka						
			Snížená pevnost							
39	Poničení výrobku	Špatný vzhled	Nepozornost	Výstupní kontrola		3	6	2	36	
		Koroze	Nevhodné použití nástrojů při upínání							
		Nefunkčnost	Nevhodná manipulace							

Logistika	40	Záměna montovaných dílů	Snížená pevnost	Nepozornost	Výstupní kontrola	3	5	2	30
			Špatný vzhled	Neaktualizovaná data					
			Nefunkčnost						
	41	Záměna materiálu	Reklamáce zakázky	Špatné označení výrobku	Vizuální kontrola, Work Plan	4	4	5	80
			Nedodržení termínu	Špatné skladování					
			Sankce	Nepozornost Špatná evidence					
	42	Hromadění materiálu	Koroze	Špatné skladování	Vizuální kontrola, Work Plan	3	3	3	27
			Špatný vzhled	Nezodpovědný skladník					
			Nedostatek prostoru	Špatná evidence					
	43	Špatná nakládka výrobku	Nefunkčnost	Neopatrnost	Vizuální kontrola	2	4	3	24
			Reklamáce zakázky						
			Sankce	Ztížená manipulace					
			Nedodržení termínu						
	44	Problémy s dopravou	Nedodržení termínu	Špatná komunikace	Žádné	2	5	4	40
			Sankce	Dopravní komplikace					
				Chyby v systému					
	45	Poničení	Reklamáce zakázky	Nepozornost	Výstupní kontrola	3	5	3	45
			Nedodržení termínu	Špatné skladování					
Sankce									
















Zdroj: Vlastní zpracování, 2015



## Příloha B: Značení materiálu

Pokyn/Anweisung MBB-AA-7.5.3-11

### Identifikace materiálu barevnými značkami

MATERIÁL / WERKSTOFF	BARVA / FARBE	
<b>Hliník / Aluminium</b>		
AlMgSi	bílá / weiß	
AlCuMgPb – F37	bílá/modrá / weiß/blau	
AlZnMgCu1,5 – F50	bílá/červená / weiß/rot	
<b>Obyčejná ocel / Baustahl</b>		
St 37 / 1.0116 ( ČSN 11375 )	červená / rot	
St 52 / 1.0570 ( ČSN 11523 )	červená/zelená / rot/grün	
<b>Automatová ocel / Automatenstahl</b>		
9 SMn 28K / 1.0715 ( ČSN 11109 )	hnědá / braun	
<b>Cementační ocel / Einsatzstahl</b>		
16 MnCr 5 / 1.7131 ( ČSN 14220 )	modrá/červená / blau/rot	
<b>Ocel k zušlechtní / Vergütungsstahl</b>		
C 45 / 1.0503 ( ČSN 12050 )	fialová / violett	
C 60 / 1.0601 ( ČSN 12061 )	fialová/černá / violett/schwarz	
42 CrMo 4 / 1.7225 ( ČSN 15142 )	fialová/modrá / violett/blau	
<b>Nástrojová ocel / Werkzeugstahl</b>		
X210Cr12 / 1.2080 ( ČSN 19436 )	černá / schwarz	
X155CrMo12 / 1.2379 ( ČSN 19573 )	černá/modrá / schwarz/blau	
<b>Ušlechtilá ocel - nerez / nichtrostender Stahl</b>		
X5CrNi18-10 / 1.4301 ( ČSN 17240 )	žlutá / gelb	
<b>Bronz/Mosaz/Měď / Bronz/Messing/Kupfer</b>		
CuCrZr 2.1293	zelená / grün	
GC – CuSn 12	zelená/fialová / grün/violett	
Cu Zu 39 Pb3 (MS 58)	zelená/ žlutá / grün/gelb	

Zdroj: Interní materiály MBtech Bohemia, 2015

**Příloha C: Odhalitelnost vady (Dt)**

Odhalitelnost vady	Kritéria	Druhy kontrol			Návrh rozsahu metod odhalení	Hodnocení	
		A	B	C			
Absolutně nemožné	Absolutní jistota, že nebude odhalen			x	Nedá se odhalit, nekontroluje se		10
Téměř nemožné	Pravděpodobně nebude odhaleno			x	Pouze náhodné kontroly		9
Možná	Nástroje řízení mají malou šanci poruchu odstranit			x	Řízení se provádí jenom vizuální kontrolou		8
Velmi malá	Nástroje řízení mají malou šanci poruchu odhalit				Řízení se provádí jenom vizuální kontrolou		7
Malá	Nástroje řízení mohou poruchu odhalit		x	x	Řízení se provádí pomocí diagramu		6
Průměrná	Nástroje řízení mohou poruchu odhalit		x		Řízení se opírá o měření, když součásti opustily pracoviště, nebo kontrolu kalibrem sta procent součástek		5
Poněkud nadprůměrná	Nástroje řízení mají dobrou šanci poruchu odhalit	x	x		Odhalování chyb v následných operacích, nebo kontrolu kalibrem prováděná po seřízení a kontrole prvního kusu		4
Velká		x	x				3

	Nástroje řízení mají dobrou šanci poruchu odhalit				Odhalení chyb na pracovišti, nebo v následujících operacích, např. několikanásobná přejímka	
Velmi velká	Nástroje řízení poruchu téměř s jistotou odhalí	x	x		Odhalení chyb na pracovišti, automatické měření na pracovišti	2
Téměř jistá	Nástroj řízení odhalí poruchu s jistotou	x			Neshodné součásti se nevyrábějí, prvek byl proti vzniku vad ošetřen	1

Zdroj: Masaaki Imai, 2005

#### Příloha D: Výskyt vady (Oc)

Výskyt vady	Možná četnost závad	Hodnocení
<b>Je nepravděpodobný výskyt</b> nevzniknou žádné problémy	$\leq 0,01$ na tisíc prvků	1
<b>Malý výskyt</b> Objevuje se zřídka, ale je třeba proces přezkoušet a odstranit příčiny vady	0,1-0,5 na tisíc prvků	2-3
<b>Mírná, občasné vady</b> Bereme v potaz z podobných příkladů, že mohou vzniknout vady. Je potřeba provést změny v procesu	1-5 na tisíc prvků	4-6
<b>Vysoká pravděpodobnost, časté vady</b> Proces je vadný. Musí dojít k revizi a přepracování procesu	10-20 na tisíc prvků	7-8
<b>Vady vzniknou téměř s jistotou</b> Proces musí být vrácen k přepracování	$\geq 50$ na tisíc prvků	9-10

Zdroj: Masaaki Imai, 2005

**Příloha E: Význam vady (Sv)**

<b>Význam vady</b>	<b>Hodnocení</b>
<b>Nepravděpodobné</b> vada nebude mít vliv na zákazníka	1
<b>Málo významná vada</b> Vada je téměř nepozorovatelná, odhalí ji jen náročný zákazník	2-3
<b>Středně významná chyba</b> Zákazník si vady všimne, vada musí být odstraněna	4-6
<b>Významná vada</b> Zákazník je pohoršen, výrobek nefunguje, je nutné vadu okamžitě opravit	7-8
<b>Nebezpečná vada</b> Vada ohrožuje bezpečnost nebo zdraví zákazníka nebo porušuje jiné bezpečnostní předpisy	9-10

**Zdroj: Masaaki Imai, 2005**

## **Abstrakt**

BRČÁK, Jan. Analýza a následná optimalizace vybraných podnikových procesů. Diplomová práce. Plzeň: Fakulta ekonomická ZČU, 90 s., 2015

Klíčová slova: analýza procesů, formulář FMEA, Kaizen, TPM, optimalizace, štihlá výroba

Tato diplomová práce se zabývá analýzou a následnou optimalizací vybraných podnikových procesů. Práce začíná představením společnosti a její charakteristiky a následně dochází k vysvětlení základních pojmů, další části popisují tvorbu formuláře FMEA. Následně dochází k popisu jednotlivých procesů ve firmě, které jsou pomocí FMEA analyzovány a jsou nalezeny vady a úzká místa, která jsou následně optimalizována. V závěru práce jsou jednotlivé návrhy zhodnoceny a jsou dána doporučení, jak dále postupovat.

## **Abstract**

BRČÁK, Jan. Analyse and subsequent optimization of business processes. Diploma thesis. Plzeň: Faculty of Economics UWB in Pilsen, 90 p., 2015

Key words: Process analysis, form FMEA, Kaizen, TPM, optimization, lean manufacturing.

This thesis focuses on the analysis and subsequent optimization of selected business processes. The work begins with a company and its characteristics and consequently leads to an explanation of basic concepts, the next section describes the creation of FMEA form. Next, the description of the individual processes within the company that are using FMEA analyzed and found defects and bottlenecks, which are then optimized. In conclusion, there are various proposals are evaluated and given recommendations on how to proceed.