



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ
ÚSTAV MANAGEMENTU

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT
INSTITUTE OF MANAGEMENT

OPTIMALIZACE VÝROBNÍCH PROCESŮ

OPTIMIZING PRODUCTION PROCESSES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

DAVID URBAN

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. ZDEŇKA VIDECKÁ, Ph.D.

BRNO 2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Urban David

Ekonomika a procesní management (6208R161)

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách, Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně a Směrnicí děkana pro realizaci bakalářských a magisterských studijních programů zadává bakalářskou práci s názvem:

Optimalizace výrobních procesů

v anglickém jazyce:

Optimizing Production Processes

Pokyny pro vypracování:

Úvod

Vymezení problému a cíle práce

Teoretická východiska práce

Analýza procesů družstva Drukocel Rosice

Optimalizace procesů výroby vzduchojemů a návrh na zlepšení

Zhodnocení přínosů návrhů řešení

Závěr

Seznam použité literatury

Přílohy

Seznam odborné literatury:

KAVAN, M. Výrobní a provozní management. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2002. 424 s. ISBN 80-247-0199-5.

NENADÁL, J. a kol. Moderní management jakosti. Principy, postupy, metody. 1.vydání. Praha: Management Press, 2011. 380 s. ISBN 978-80-7261-186-7.

ŘEPA, Václav. Podnikové procesy. Procesní řízení a modelování. 2.vydání. Praha: Grada, 2007. 281 s. ISBN 978-80-247-2252-8.

TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. Řízení výroby a nákupu. 1.vydání. Praha: Grada, 2007. 384 s. ISBN 978-80-247-1479-0.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Zdeňka Videcká, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/2012.

L.S.

PhDr. Martina Rašticová, Ph.D.
Ředitel ústavu

doc. RNDr. Anna Putnová, Ph.D., MBA
Děkan fakulty

V Brně, dne 22.05.2012

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá tématem optimalizace výrobních procesů, a to konkrétně procesu výroby vzduchojemů. Specifikuje současný stav realizačních procesů v podniku Drukocel a obsahuje návrhy na jejich zlepšení pomocí úpravy tvorby procesní FMEA.

Klíčová slova

Optimalizace, výroba, FMEA, proces, vzduchojemy

Abstract

Bachelor's thesis deals with optimizing production processes, specifically process of manufacturing air tanks. Specifies current state of implementation processes in company Drukocel and includes proposals for their improvement through modification of creation process FMEA.

Key words

Optimization, production, FMEA, process, air tanks

Bibliografická citace

URBAN, D. *Optimalizace výrobních procesů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2012. 64 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Zdeňka Videcká, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským.

V Brně dne 20. května 2012

.....

David Urban

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval paní Ing. Zdeňce Videcké, Ph.D. za její odborné vedení této práce.

Obsah

| | |
|--|----|
| ÚVOD..... | 10 |
| 1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA..... | 11 |
| 1.1 Charakteristika procesu | 11 |
| 1.1.1 Výrobní procesy | 13 |
| 1.2 Měření a řízení procesů | 15 |
| 1.2.1 Přístupy pro měření a řízení procesů..... | 16 |
| 1.3 Management změny..... | 18 |
| 1.4 Optimalizace procesů | 19 |
| 1.4.1 Demingův cyklus | 20 |
| 1.4.2 Přístupy optimalizace procesů | 20 |
| 1.5 Pojetí rizika..... | 24 |
| 1.6 FMEA | 25 |
| 1.6.1 Základní charakteristika..... | 25 |
| 1.6.2 Cíle a využití metody | 25 |
| 1.6.3 Kategorizace..... | 26 |
| 1.6.4 Požadavky analýzy..... | 27 |
| 1.6.5 Průběh analýzy | 27 |
| 1.6.6 Klasifikační tabulky | 29 |
| 2 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI..... | 31 |
| 2.1 Výrobní sortiment..... | 31 |
| 2.2 Směrnice a normy..... | 31 |
| 2.3 Vývoj obchodních ukazatelů | 32 |
| 2.4 Organizační schéma..... | 33 |
| 3 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU REALIZAČNÍCH PROCESŮ | 34 |
| 3.1 Hlavní mapa procesu realizace výroby vzduchojemů | 34 |
| 3.2 Detailní analýza procesu výroby vzduchojemů..... | 35 |
| 3.3 Analýza řízení procesu neshody | 38 |
| 3.4 Současný stav průběhu procesní FMEA v podniku | 39 |

| | | |
|-------|--|----|
| 3.4.1 | Kritéria hodnocení procesní FMEA v podniku..... | 40 |
| 3.4.2 | Analýza výrobního postupu | 43 |
| 3.5 | Zhodnocení současného stavu analyzovaných procesů..... | 47 |
| 4 | NÁVRH OPTIMALIZACE PROCESU | 48 |
| 4.1 | Návrh podpory tvorby procesní FMEA..... | 48 |
| 4.1.1 | Návrhy databáze..... | 48 |
| 4.1.2 | Návrh rozšíření procesní FMEA | 50 |
| 4.1.3 | Návrh změny procesu tvorby FMEA | 50 |
| 4.2 | Návrh Kritérií hodnocení FMEA procesu | 52 |
| 4.3 | Návrh informační podpory tvorby FMEA..... | 52 |
| 5 | ZHODNOCENÍ NÁVRHU | 55 |
| | ZÁVĚR..... | 57 |
| | SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY | 59 |
| | SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK | 61 |
| | SEZNAM PŘÍLOH | 62 |

Úvod

Pro svou bakalářskou práci jsem si zvolil téma optimalizace výrobních procesů, a to konkrétně optimalizace procesu výroby vzduchojemů, které jsou součástí brzdových systémů autobusů, traktorů a nákladních automobilů a jež jsou vyráběny v podniku Družstvo Drukocel Rosice.

Optimalizace procesů a snaha o zvyšování produktivity jsou v dnešní době, kdy se každá společnost honí za co nejlepšími výsledky, holou nezbytností a jsou součástí filozofie mnoha podniků, ať už se jedná o podniky výrobní nebo o podniky, které poskytují služby.

Rovněž je v současné době kladen velký důraz na minimalizaci ztrát ve výrobním procesu a předcházení vzniku vad ještě před zahájením výroby. Proto se zavádí celá řada metod, které umožňují tyto ztráty eliminovat. Jednou z takových metod, které snižují ztráty a zvyšují spolehlivost výrobků je metoda FMEA. Její efektivní zavedení vyžaduje pro podnik definování nových procesů a pro její implementaci je zapotřebí podpora v informačním systému podniku.

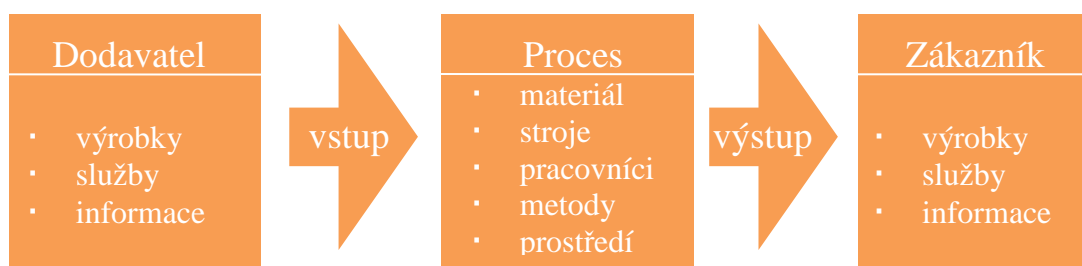
Cílem bakalářské práce je optimalizace procesu provádění procesní FMEA, zpřesnění stávajícího hodnocení kritérií a počítačová podpora při hodnocení jednotlivých procesů. Řešení vychází z analýzy současného stavu realizačních procesů ve strojírenském výrobním podniku Drukocel.

Vypracované téma směřuji jak samotnému podniku, tak i studentům naší školy k rozšíření jejich znalostí tohoto tématu, popřípadě komukoli jinému, kdo by se chtěl o tuto problematiku v budoucnu zajímat. Práce může fungovat jako zdroj k získání konkrétních informací týkajících se optimalizace procesů.

1 Teoretická východiska

1.1 Charakteristika procesu

Proces je obecně definován jako soubor vzájemně souvisejících nebo vzájemně působících činností, které přeměňují vstupy na výstupy, přičemž výsledkem procesu je produkt či služba. Přehledněji na obrázku č. 1 níže.



Obrázek č.1: Pojetí procesů (Zdroj: Vlastní zpracování dle Vebera¹)

Atributy procesu dle Šimonové jsou: ²

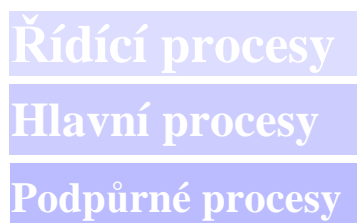
- *Vlastník procesu.* Každý proces má svého vlastníka, který nese zodpovědnost za efektivní průběh procesu a za kvalitu výstupů a rovněž má pravomoc proces spravovat, monitorovat a vyhodnocovat jeho výkonnost. Vlastník musí řešit problémy a odpovídá za zlepšování procesů.
- *Zákazník procesu.* Zákazník je klíčový subjekt, pro něhož jsou výsledky procesu určeny a pro který je proces realizován. Rozhodovat o vlastnostech produktu a dává zpětnou vazbu pro zlepšování procesu. Obvykle jej můžeme rozdělit na interního a externího.
- *Výstup procesu.* Výsledkem je produkt tj. výrobek či služba, který v sobě obsahuje přidanou hodnotu vstupů v průběhu procesu. Produkt je určen zákazníkovi.
- *Vstup procesu.* Často se jedná o hmotné statky (materiál) a jsou dodávány interními či externími dodavateli jsou součástí výstupů předcházejících procesů.

¹ VEBER, J. a kol. *Management: Základy - prosperita - globalizace*, 2007.

² ŠIMONOVÁ, S. *Modelování procesů a dat pro zvyšování kvality*, 2009.

- *Hranice procesu.* Jasně definovaný začátek a konec, návaznost na jiné procesy. Je zde stanovena skladba subprocesů a činností.
- *Parametry procesu.* Měřitelné ukazatele mezi něž patří průběžná doba, včasnost, kvalita, náklady a další veličiny. Slouží pro monitorování průběhu výkonu procesu a pro vyhodnocení kvality produktu.
- *Opakovatelnost procesu.* Všechny charakteristiky jsou popsány a zdokumentovány, proces je tedy standardizován, probíhá opakovaně dle popsaných okolností.

Procesy lze klasifikovat mnoha způsoby, ovšem z pohledu procesního řízení je nejuniverzálnější rozdělit procesy na řídicí, hlavní a podpůrné. Kupříkladu Řepa dělí procesy pouze na hlavní a podpůrné.³ V hlavním procesu přímo vzniká hodnota pro podnik jako celek, podnik je jím živen a tento proces uspokojuje zákazníka výkonem. Procesy podpůrné jsou všechny ostatní a slouží jako podpora procesu hlavního. Pro přehlednost uvádím základní rozdělení na obrázku č.2 a dále pro pochopení uvádím koncept úrovní od nejvyšší po nejnižší na obrázku č. 3.



Obrázek č.2: Dělení procesů (Zdroj: Vlastní zpracování)



Obrázek č.3: Koncept úrovní (Zdroj: Vlastní zpracování)

³ ŘEPA, V. *Podnikové procesy: Procesní řízení a modelování*, 2007.

1.1.1 Výrobní procesy

„Výrobní proces strojírenského podniku je souhrn pracovních, technologických a přírodních procesů, jejichž účelem je měnit tvar, složení, jakost a spojení pracovních předmětů za účelem získání užité hodnoty, tzv. strojírenského výrobku.“⁴ Struktura výrobního procesu spočívá v členění na jednodušší úseky a dílčí části, je možné tak činit z různých hledisek, dle konkrétních potřeb zkoumání jeho jednotlivých stránek. Například Zemčík uvádí, že můžeme členit výrobní proces z hlediska charakteru složek výrobního procesu, vztahu k výrobku, vztahu k výrobnímu programu a vztahu k časovému průběhu výrobního procesu.

- *Dělení dle charakteru složek výrobního procesu.* Dělí se na technologický a pracovní. Technologický proces je souhrn na sebe navazujících činností charakteristický změnou tvaru, složení a kvality tj. mechanických, fyzikálních, chemických, biologických a dalších vlastností výrobku. Pracovní vyjadřuje využití práce člověka a míru jeho uplatnění. Je vykonáván pracovní silou a pracovními prostředky.
- *Dělení dle vztahu k výrobku.* Tvoří jej hlavní výrobní proces, pomocný a vedlejší neboli obslužný výrobní proces. Hlavní procesy zajišťují výrobu produktů určených k expedici mimo podnik. Jedná se o souhrn rozhodujících činností, které mění tvar, jakost a složení. Pomocné procesy zajišťují realizaci hlavních procesů, také mění tvar a jakost produktů, ovšem tyto produkty neputují do hotových výrobků určených k expedici. Funkcí vedlejších procesů je zajištění realizace hlavních a pomocných procesů, jedná se tedy o zajištění všech druhů energií, logistiku, hospodaření s nářadím, údržbářskou činnost apod.
- *Rozdělení dle vztahu k výrobnímu programu.* Tvoří jej hlavní výroba, doplňková a přidružená výroba. Dle Zemčíka hlavní výroba tvoří základní výrobní program podniku, určuje jeho specializaci a má velký význam pro určování jeho kapacit. Doplňková výroba je využívána k efektivnějšímu využití zařízení, materiálu a výrobních ploch a funkcí přidružené výroby je lepší využití odpadu.
- *Etapy výrobního procesu ve vztahu k časovému průběhu.* Rozděluje se na předvýrobní, výrobní a povýrobní etapu. Předvýrobní etapa představuje veškerou nevýrobní činnost útvarů až do bodu zahájení vlastní výroby, tj. problematika výzkumu a vývoje, dále

⁴ ZEMČÍK, O. *Technologické procesy: Část obrábění*, 2003, s. 4.

technická příprava výroby, zajišťování materiálu, výrobních zařízení a přípravků, také oblast konstrukce a projekce. Výrobní etapa představuje konkrétní výrobní proces od vlastní výroby až po předání výrobku oddělení jakosti a jeho přemístění na sklad. Povýrobní etapa představuje skladování, expedici, dopravu spotřebiteli a servis. Předvýrobní etapa je dále členěna na konstrukční, technologickou a projekční přípravu výroby. Úrovně jednotlivých etap podstatně ovlivňují úroveň výrobku a výrobních systémů a tím i samotný výrobní proces.

Dále dle Melčáka se procesy rozdělují na ty s přímou či nepřímou účastí člověka, tj. zda je při vykonávání užitných hodnot přímo vynakládána lidská pracovní síla, či se jí člověk bezprostředně nezúčastní. Procesy s přímou účastí jsou buď ruční, kde pracovník užívá vlastní sílu a nástroje, nebo mechanizované, kde se pracuje na strojích s podílem působení člověka. S nepřímou účastí rozlišuje procesy automatizované, ty jsou realizovány činností automatických strojů a přístrojů a aparaturní, u kterých se uskutečňují procesy v aparaturách, což je typické pro chemickou výrobu. Dalším hlediskem může být charakter použitých technologií, spjitost výrobního procesu či opakovatelnost výroby.⁵ Podle charakteru použitých technologií rozlišujeme procesy mechanicko-fyzikální, chemické, přírodní a biologické a biochemické. Z hlediska spjitosti výrobního procesu rozlišujeme plynulou a přerušovanou výrobu. Plynulá je typická pro chemickou, hutní či energetickou výrobu, procesy se zde nepřerušují a tím pádem jsou ideální pro automatizaci. Přerušovaná výroba je typická pro strojírenství či stavebnictví, kde technologický proces musí být přerušován pro řadu netechnologických činností. Podle opakovatelnosti rozlišujeme tři základní typy výroby, a to kusovou, sériovou a hromadnou. Jurová uvádí, že pro hromadnou výrobu je typické velké množství jednoho nebo menšího počtu druhů výrobků a je zde velká míra opakovatelnosti. Sériová výroba je charakteristická opakováním výroby stejného druhu výrobku v sériích a v případě kusové neboli zakázkové výroby je běžný velký počet druhů výrobků v malých množstvích s nepravidelným opakováním.⁶

⁵ MELČÁK, M. *Výrobní management*, 1999.

⁶ JUROVÁ, M. *Organizace přípravy výroby*, 2009.

1.2 Měření a řízení procesů

Měření výkonnosti podniku spočívá v měření výkonnosti podnikových procesů pomocí metrik. Pojem výkonnost představuje schopnost podniku nejlépe zhodnotit investice do jeho podnikatelských aktivit, vyjadřuje schopnost podniku být úspěšný a dále se rozvíjet. Metriky jsou systémy parametrů nebo způsoby kvantitativního odhadu procesu, který má být měřen a jsou obvykle zaměřeny na určitou oblast pro kterou jsou platné. Metriky umožňují náhled na efektivitu existujícího procesu a jsou shromažďovány dlouhodobě během průběhu řešení různých projektů a slouží k jeho hodnocení, aby bylo možné případně provést nápravu. Mezi obecné vlastnosti metrik by mělo patřit to, že jsou v souladu s definovanými cíly společnosti, garantují rovnováhu mezi všemi úrovněmi řízení a zajišťují provázanost finančního a hodnotového systému, jsou objektivně měřitelné a jsou srozumitelné a dostupné těm, kteří s nimi pracují a vyhodnocují je.

Atributy metriky jsou:

- Pojmenování metriky
- Název, identifikace a vlastník
- Definování subjektu měření a způsobu jakým se měří
- Stanovení měřících jednotek
- Určení frekvence měření
- Postup pro stanovení mezních hodnot
- Současný stav mezních hodnot
- Vymezení cílového stavu
- Hodnocení

Metriky můžeme rozdělit dle objektu měření na tvrdé a měkké. Tvrdé metriky jsou objektivně měřitelné ukazatele, které sledují vývoj podnikových cílů, podnikových aktivit a jsou zaměřeny přímo na zákazníka. Jsou snadno měřitelné a dají se snadno převést na finanční vyjádření. Příkladem může být doba obratu zásob, přímé náklady na produkt či hodnocení zákazníků aj. Funkcí měkkých metrik je měření a hodnocení úrovně informatické podpory jednotlivých procesů, či funkčních oblastí podniku auditním způsobem. Používají se například k hodnocení míry plnění interních cílů ve sledované oblasti, dosažení potenciálních efektů z inovace IS a také oblastí, jejichž

zlepšení povede podle přesvědčení zákazníka k vyšší výkonnosti. Jejich stanovení je obtížné a časově náročné. Jsou to kupříkladu míra podpory rozboru a analýz, propojenost jednotlivých částí IS, bezpečnost dat aj.

1.2.1 Přístupy pro měření a řízení procesů

Za účelem měření výkonnosti nejen finančních kritérií bylo vyvinuto několik metod, mezi něž kupříkladu patří Activity Based Costing (ABC), Balanced ScoreCard (BCS), EFQM Excellence Model, Lean Six Sigma, Performance Prism, či Benchmarking.

Metoda ABC

Activity Based Costing je systém, s jehož pomocí lze režijní náklady přiřadit produktům, zakázkám nebo zákazníkům. Obecně se jedná se o kalkulace založené na vztahu nákladů k aktivitám. Dle Hýblové tato metoda vychází z Paretova principu, který tvrdí, že přibližně 80 % důsledků vyplývá z 20 % všech možných příčin. Principem analýzy je rozčlenění položek zpravidla do tří tříd, a to podle hodnoty jejich spotřeby, podílu na nákladech, či podle jejich příspěvku k zisku a následně se jim při řízení procesů věnuje pozornost dle jejich důležitosti.⁷ ABC přispívá k lepší průhlednosti fixních režijních nákladů, vyšší efektivitě plánování, zpřesněné kalkulaci produktů a k zjištění krycích příspěvků zákazníků.

Balanced ScoreCard

Balanced ScoreCard je metodou uplatňovanou ve strategickém řízení jako systém měření a řízení ukazatelů. Určujícími znaky metody je zaměření výsledků nejen na minulost, ale i na budoucnost, a také snaha o pohled na problém z různých perspektiv, přičemž jsou pro každou perspektivu stanoveny na základě cílů ukazatele a jejich cílové hodnoty. Sledovanými oblastmi jsou finanční hodnoty, zákazníci, podnikové procesy a oblast inovace, učení se, flexibility a růstu. Velkým přínosem je, že tato metoda vytváří vazbu mezi strategií a operativními činnostmi s důrazem na měření výkonu, dále je to komunikace a propojení strategických cílů a stanovených měřítek pro jednotlivé perspektivy a zdokonalení strategické zpětné vazby a procesu učení se a vzdělávání. Jde o v současné době jeden z nejkompexnějších manažerských přístupů.

⁷ HÝBLOVÁ, P. *Logistika*, 2006.

Model EFQM

EFQM Model Excellence vyvinula Evropská nadace pro management jakosti v roce 1991. Pomocí tohoto modelu je měření efektivity využíváno jako praktický nástroj pro sebehodnocení organizace. Užitím modelu se dostává managementu podniku praktická možnost zjistit, zda se organizace vyvíjí správným směrem, kde je největší prostor pro další zlepšení a podněcuje hledání vhodných řešení. Model se skládá z celkem devíti základních kritérií. Pět z nich sleduje co vše by měly organizace vykonávat tzv. kritéria předpokladů. Sledovanými kritérii jsou zde vedení, politika a strategie, lidé a pracovníci, partnerství a zdroje a procesy. Další čtyři kritéria sledují měřitelné výsledky jsou to tzv. kritéria výsledků. Sem patří výsledky vzhledem k zákazníkům, zaměstnancům, ke společnosti a klíčové výsledky výkonnosti. Kritéria se dále dělí na celkem 32 subkritérií s konkrétními požadavky. Přínosy zavedení modelu jsou jasná strategie a vedení, orientace na zákazníka, procesní řízení a pružnost reakce na nové podněty, rozvoj zaměstnanců, zavádění inovací a odpovědný přístup k partnerům.

Lean SixSigma

Lean SixSigma je spojení metod Six Sigma (6 odchylek) a Lean Manufacturing (štíhlá výroba). Metoda Six Sigma tvoří rámec pro úsilí zvýšení produktivity a konkurenceschopnosti, přispívá ke standartizaci procesů v podniku a umožňuje rozšíření nejlepších postupů a zkušeností. Principem metody je vylepšit proces pomocí regulace kolísání směrodatné odchylky, která měří výstup procesu či procedury. Lean Manufacturing je metoda vyvinuta firmou Toyota po 2. světové válce. Snahou výrobce je uspokojení míry zákaznických požadavků tím, že bude vyrábět jen to, co zákazník požaduje a bude se snažit vytvářet produkty v co nejkratší době a s minimálními náklady, bez ztráty kvality nebo na úkor zákazníka. Principem metodologie Lean SixSigma je tedy dosažení vyšší kvality rychleji přes kombinaci přístupů a minimalizací chyb procesů. Vede k neustálému zlepšování procesů týkajících se řízení a optimalizace průběhu výroby, poskytovaných služeb a všech obchodních aktivit. Cílem zůstává zvýšení množství spokojených zákazníků. Funguje na základě DMAIC cyklu, tj. Define (definuj), Measure (měř), Analyze (analyzuj), Improve (vylepši) a Control (kontroluj).

Performance prism

Tato metoda představuje rámec pro měření strategické výkonnosti managementu a jeho hodnocení, přičemž vnímá činnosti podniku z různých perspektiv, které jsou mezi sebou dobře logicky propojeny. Klade silný důraz na stakeholdery a základním principem je pochopení kdo jsou zainteresovaní, co nabízejí a co chtějí. Kritéria pro měření jsou reprezentovány v trojrozměrném modelu a je to konkrétně spokojenost zainteresovaných, strategie, procesy, schopnosti a přispění zainteresovaných. Jedná se o metodu používanou spíše mezi akademiky.

Benchmarking

Benchmarking představuje neustálý proces měření a porovnání systémů, postupů a produktů uvnitř organizace, ale rovněž srovnávání s konkurencí nebo jinými organizacemi, které jsou nejúspěšnějšími ve svém oboru. Smyslem metody je zjištění pozice společnosti na trhu a následné srovnávání s konkurencí, přičemž je kladen důraz na využití vlastních předností, potlačení vlastních nedostatků a učení se od konkurenčních společností. Rozlišuje se Benchmarking výkonů, procesů a postupů. Cílem je zlepšení konkurenceschopnosti a pozice společnosti.

1.3 Management změny

Změny jsou běžným a nevyhnutelným projevem reality, vše se vyvíjí a podléhá proměnlivosti. Pokud chtějí být organizace úspěšné a chtějí se prosadit, musejí být dostatečně adaptabilní, flexibilní a nesmí se změnám bránit. Účinným nástrojem v tomto případě je management změn.

Veber definuje změnu jako „*pozitivní, ale i negativní kvantitativní či kvalitativní posun prvků ekonomického organismu nebo vztahů mezi nimi. Podle objektu, jehož se změny týkají, rozlišujeme změny věcné, které se orientují buď na výrobky (služby) nebo na technologie (prvky a postupy výroby) a změny řízení, které se týkají přístupů managementu (např. organizování, motivování, komunikace apod.)*.“⁸

⁸ VEBER, J. a kol. *Management: Základy - prosperita - globalizace*, 2007, s.316.

Management změny je dle Vebera směr řízení, který reaguje na vnitřní či vnější podněty a zaměřuje se na volbu předmětu změny, její pružnou přípravu, realizaci a využívání.

Není pochyb o tom, že je zapotřebí, aby se organizace držela současných trendů a zaváděla změny resp. inovovala, ovšem k tomu musí znát implementační kroky změny, které obecně uvádí kupříkladu Kotter a jsou to:⁹

- Vyvolání vědomí naléhavosti uskutečnit změny.
- Sestavení koalice prosazující změny.
- Vytvoření vize a strategie.
- Sdělování (komunikace) vize a strategie.
- Posilování pravomoci zaměstnanců.
- Vytváření krátkodobých vítězství.
- Využívání výsledků a podporování dalších změn.
- Zakotvení nových přístupů do podnikové struktury.

1.4 Optimalizace procesů

Dle Šimonové dochází během fungování a řízení procesu ke změnám, a to jak vlivem regulátorů, tak i vlivem zkušeností s jeho provozem a snahou o jeho vylepšení, přičemž dochází k následujícím možným situacím:¹⁰

- *Zavedení a stabilizování procesu.*
- *Průběžná optimalizace procesu.* Dochází k neustálému zlepšování.
- *Skoková změna procesu.*
 - Nahrazení novým procesem.
 - Radikální zlepšení procesu jeho přetvořením.

Optimalizaci lze obecně představit jako identifikaci potřeby na nějakou změnu a následné provedení této změny, přičemž se většinou jedná o nekončící cyklus identifikování a zavádění změn se záměrem zlepšení. S tímto souvisí tzv. Demingův cyklus.

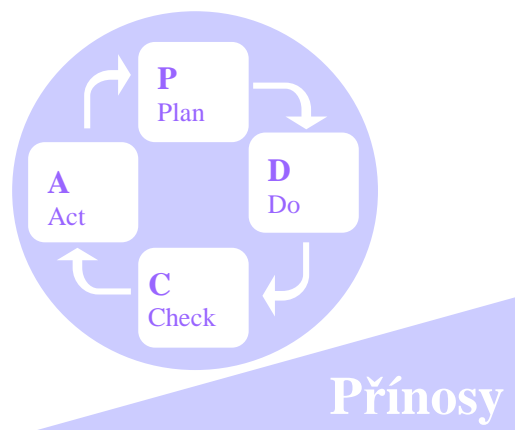
⁹ KOTTER, J. *Vedení procesu změny: Osm kroků úspěšné transformace podniku v turbulentní ekonomice*, 2008.

¹⁰ ŠIMONOVÁ, S. *Modelování procesů a dat pro zvyšování kvality*, 2009.

1.4.1 Demingův cyklus

Demingův cyklus neboli cyklus PDCA představuje proces trvalého zlepšování. Dle Národního informačního střediska podpory kvality se skládá ze 4 fází, a to fáze plánování (Plan), fáze realizace (Do), fáze kontroly (Check) a fáze reakce (Act).¹¹ Jednotlivé fáze jsou pro přehled znázorněny níže na obrázku č. 4.

- *Fáze plánování.* Vytvoření postupu a plánu zlepšování, včetně nasazení ukazatelů měření výsledku.
- *Fáze realizace.* Probíhá realizace plánu, přičemž se sleduje průběh pomocí měření hodnot stanovených ukazatelů.
- *Fáze kontroly.* Ověřuje se, zda bylo rozhodnutí správné, Zda řešení reagovalo na klíčové příčiny problémů a zda vedlo k plánovaným výsledkům. Může dojít k nápravných opatřeních a to znamená návrat do fáze plánování.
- *Fáze reakce.* Proces reaguje na provedené změny. Postup řešení je nutno standardizovat a trvale si osvojit.



Obrázek č.4: Cyklus PDCA (Zdroj: Vlastní zpracování dle Národního informačního střediska podpory kvality)

1.4.2 Přístupy optimalizace procesů

Existuje několik základních metod, jež se zabývají optimalizací. Patří sem kupříkladu Kaizen, Total Quality Management, Business Process Reengineering, Theory of Constraints aj.

¹¹ NÁRODNÍ INFORMAČNÍ STŘEDISKO PODPORY KVALITY. *Společný hodnotící rámec: CAF CZ 2009*, 2009.

Theory of Constraints

Theory of Constraints neboli Teorie omezení je ucelená manažerská filozofie představující přístup k řízení a trvalému zlepšování činnosti organizací. Základní myšlenkou je pokrytí všech základních funkčních činností podniku, tj. strategie, marketing, prodej a řízení projektů, lidí, IS, logistiky a dodavatelských vztahů. Cílem je zaměřením pouze na jeden globální cíl (tzv. jedno kriteriální optimalizace), jedná se zejména o dlouhodobé dosahování zisku a proto jsou ukazatele zaměřeny právě na tuto hodnotu. Konkrétně se jedná o průtok (Throughput), neboli peněžní objem generovaný z prodeje hotových výrobků, dále zásoby (Inventory), tj. peníze vydané na nákup materiálu a provozní náklady (Operating expens), tj. náklady na transformaci zásob na prodejné výrobky. Principem metody je zaměřením sil na úzké místo systému tzv. omezení, které brání v dosahování neomezeného průtoku, a to tak, že se vše podřídí k odstranění, či zmírnění tohoto omezení a děje se tak neustále dokola.

Kaizen

Kaizen patří mezi metody neustálého zlepšování, má kořeny v Japonsku a je vytvořeno ze dvou slov, a to KAI (změna, zlepšování) a ZEN (dobro), což by se dalo volně přeložit jako změna k dobru. Je to plynulý proces s orientací na týmovou práci a dle Melčáka by se dal Kaizen charakterizovat jako neustálé zlepšování a hledání dokonalosti, či jako vylepšování všech věcí všemi pracovníky. „*Cílem zavedení filozofie Kaizen je zejména úspora nákladů, času, materiálu a personálu při současném zvyšování kvality, spolehlivosti procesů a produktivity práce.*“¹² Kaizen se orientuje zejména na zákazníky, absolutní kontrolu kvality, robotiku, automatizaci, disciplínu, údržbu, aktivitu skupin, zvyšování produktivity a vývoj nových výrobků.

Principy filozofie Kaizen:

- Věnovat pozornost i sebemenšímu zlepšení.
- Všichni pracovníci se mohou podílet na procesu zlepšování.
- Veškeré návrhy zlepšení musejí být analyzovány na pozitivní či negativní vlivy.
- Motivování všech zaměstnanců, finanční ohodnocení jejich iniciativy.
- Zlepšení, které nevyžadují vysoké investice a nejsou časově náročná.

¹² MELČÁK, M. *Výrobní management*, 1999, s. 47.

- Silná podpora ze strany vedení podniku.

Při aplikaci Kaizen se dle Melčáka používá následující postup. Definuje se problém, proběhne jeho analýza a objasní se příčiny problému. Naplánují se opatření na odstranění příčiny problému, která jsou poté realizována, následně přezkoumána a standardizována. I v této filozofii je užíván cyklus PDCA.

Podstatou Kaizen je dle Teplické odstranění atributů, které jsou označovány jako 3MU, jsou to:¹³

- *Muri*, tj. přebytky a přetížení.
- *Muda*, tj. ztráty a plýtvání.
- *Mura*, tj. nerovnoměrnost a odchylky.

Všechny tyto prvky mají negativní vliv na efektivitu a podnik se jich musí bezpodmínečně zbavit.

Při užití Kaizen je dle Masaaki důležitá metodika 5S, která je užívána při organizaci pořádku a čistoty na pracovišti a zahrnuje tyto atributy:¹⁴

- *Seiri*. Na pracovišti zůstane jen to, co je skutečně potřeba.
- *Seiton*. Všechny věci na pracovišti musí být uspořádány, aby byly rychle dostupné.
- *Seiketsu*. Normování požadavků, umístění informací a pokynů na viditelná místa.
- *Seisou*. Dodržování čistoty.
- *Shitsuke*. Kontrolování pracovní disciplíny, její udržování, podporování.

Total Quality Management

TQM neboli Totální řízení jakosti je velice silný manažerský přístup s kořeny v Japonsku a Americe zaměřený na kvalitu, jehož cílem je uspokojení zákazníka v dlouhodobém hledisku.

¹³ TEPLICKÁ, K. *Kaizen: Kvalita versus 3"MU"* [online]. [cit. 2012-05-02]. Dostupné z: <http://katedry.fmmi.vsb.cz/639/qmag/mj34-cz.htm>

¹⁴ MASAOKI, I. *Kaizen: Metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*, 2007.

Základními principy TQM jsou:

- Zaměření na zákazníka.
- Neustálé zlepšování.
- Účast všech. Vedení lidí, týmová práce, vzájemné výhodná partnerství s dodavateli, angažovanost pracovníků.
- Procesní a systémový přístup.
- Rozhodování za základě faktů.
- Sociální ohleduplnost.

Přístup TQM je dle Blecharze velice podobný přístupu řady ISO 9000, ovšem koncepce TQM není svázána s normami a předpisy, jde o otevřený systém, který zahrnuje vše pozitivní, co může být využito pro rozvoj podniku. TQM přisuzuje kvalitě absolutní prioritu, a také více doceňuje motivaci a vzdělávání, resp. celkovou kulturu organizace a klade velký důraz na neustálé zlepšování.¹⁵

Reengineering

Reengineering je metodologie pro tzv. radikální zvýšení výkonnosti a rovněž je na něj pohlíženo jako na manažerský přístup. Jeho cílem je posílení výkonnosti organizace a zvýšení kvality produktů. Předmětem reengineeringu jsou procesy, nikoliv funkční oblasti a jeho úspěšným výsledkem je procesně řízená organizace.

Melčák uvádí, že existují tři úrovně reengineeringu, dle rozsahu změn, a to:¹⁶

- *Work Process Reengineering*. Mění se způsob a organizace jen některých operací uvnitř podniku. Hlavním nástrojem je zde automatizace a cílem je snížení nákladů, vzrůst kapacity a zkrácení doby dodávky.
- *Business Process Reengineering*. Jedná se o změnu celého reprodukčního procesu uvnitř organizace. Snahou je přidání hodnoty produktu a výsledkem je zvýšení konkurenceschopnosti a spokojenosti zákazníka.

¹⁵ BLECHARZ, P. a ZINDULKOVÁ, D. *TQM*, 2005.

¹⁶ MELČÁK, M. *Výrobní management*, 1999.

- *Business Reengineering*. Změna se týká nejen podniku, ale i dodavatelů a odběratelů. Dochází k restrukturalizaci podniku a jeho aktivit. Výsledkem je zvýšení hodnoty pro stakeholders.

Fázemi reengineeringového projektu dle Šimonové jsou: ¹⁷

1. *Plánování a spuštění projektu*. Organizace týmu, definice cíle.
2. *Zhodnocení současného stavu*. Definice procesu, benchmarking, poznání zákazníka.
3. *Celkový návrh procesů*. Návrh struktury procesů, organizační a personální struktury.
4. *Případová studie připravované změny*. Analýza nákladů a přínosů, její presentace.
5. *Detailní návrh systému procesů*. Detailní definice procesů, IS, implementace aj.
6. *Implementace systému procesů*. Zavedení systému měření.
7. *Postupné zlepšování systému*.

Melčák uvádí, že musejí být uplatňovány následující principy: ¹⁸

- Orientace na procesy
- Vysoké ambice na dosažení úspěchu
- Prolomení stávajících pravidel
- Kreativní využití IT

1.5 Pojetí rizika

Součástí manažerských aktivit, zejména strategického řízení, plánování projektů a optimalizace systémů je riziko správného rozhodnutí, na jedné straně spojené s šancí dosažení dobrých hospodářských výsledků a na straně druhé s nebezpečím podnikatelského neúspěchu, který může směřovat k úpadku společnosti. Veber definuje podnikatelské riziko jako „*Nebezpečí podnikatelského neúspěchu spojené zároveň s nadějí na dosažení zvláště dobrých hospodářských výsledků*.“ ¹⁹

Domnívám se, že v dnešní turbulentní době není na škodu věnovat se nejen managementu změn, optimalizacím resp. inovacím, ale i rizikům s nimi spojeným.

¹⁷ ŠIMONOVÁ, S. *Modelování procesů a dat pro zvyšování kvality*, 2009.

¹⁸ MELČÁK, M. *Výrobní management*, 1999.

¹⁹ WEBER, J. a kol. *Management: Základy - prosperita - globalizace*, 2007, s. 490.

Velmi zajímavá metoda, která se věnuje kombinaci výše zmíněných atributů se nazývá Failure mode and effects analysis (FMEA) a bude podrobně rozebrána v následující kapitole, jelikož bude použita v analytické části práce.

1.6 FMEA

1.6.1 Základní charakteristika

Metoda FMEA je jeden z mnoha nástrojů pro řízení rizika. Je to zkratka anglických slov Failure mode and effects analysis, což v překladu znamená analýza možných vad a jejich důsledků. Pokud se rozšíří metoda FMEA o odhad kritičnosti důsledků poruch a pravděpodobnosti jejich nastoupení, vzniká metoda FMECA (Failure Mode, Effects and Criticality Analysis).

Tato metoda byla vyvinuta v 60. letech dvacátého století a měla sloužit jako nástroj zabezpečení nových technických systémů a poprvé byla použita v Národním úřadě pro letectví a vesmír NASA (National Aeronautics and Space Administration), v rámci projektu Apollo. V roce 1982 byla vydána jako norma IEC 812 a v České Republice byla metoda zavedena v roce 1992 jako ČSN IEC 812 a dle Fuchse patří tato metoda v nynější době k nejužívanějším metodám prediktivní analýzy spolehlivosti.²⁰

1.6.2 Cíle a využití metody

V případě FMEA se jedná o metodu kvalitativní analýzy, která zkoumá selhání prvků na nižší úrovni a zároveň zjišťuje, jaký mohou mít tato selhání dopad na selhání objektů na vyšší úrovni v rámci členění systému. *„Cílem je rozeznat v různých stádiích tvorby výrobku nebo procesu co nejdříve možnosti vzniku vad, určit jejich možné následky, ohodnotit rizika a bezpečně jim předejít.“*²¹

Dle Fuchse má největší význam užití metody během etapy návrhu a vývoje, dále jako součást přezkoumání návrhu, při modifikaci a modernizaci systému, při změnách

²⁰ FUCHS, P. a kol. Řízení jakosti a spolehlivosti: FMEA/FMECA [online]. [cit. 2012-05-02]. Dostupné z: www.rss.tul.cz/fttpub/rjs/12-RJSPrednska7S08n.ppt

²¹ BARTES, F. *Jakost v podniku*, 2007, s.39.

provozních podmínek, či při prokazování požadavků norem a předpisů. Rovněž slouží jako podklad pro návrh konstrukčních změn a požadavků na provedení zkoušek.

1.6.3 Kategorizace

Metodu FMEA lze rozdělit na tyto kategorie:

1. Konstrukční
2. Procesní
3. Výrobová (systémová)

- **Konstrukční FMEA**

Dle Bartese tato metoda zkoumá veškerá potencionální konstrukční selhání dílčího nebo celého systému a vychází přitom z jeho funkcí v systému a jelikož veškeré možné příčiny mohou být jak konstrukčního, ale i výrobního charakteru, tak právě proto se v návaznosti na analýzu hodnotí kvantitativně konstrukční i výrobní prvky k zabezpečení jakosti. Používá se tedy v období vznikajícího návrhu, konstrukce nebo projektu. Za sestavení pracovního týmu nese odpovědnost konstruktér a podklady tvoří zejména technické výkresy apod.

- **Procesní FMEA**

Tato metoda analyzuje slabá místa a veškeré poruchové stavy u výrobních postupů, zařízení, montážních procesů, výrobních etap apod. Měla by vycházet nebo navazovat na konstrukční metodu. Zkoumá možné příčiny vad s cílem stanovit nutná nápravná opatření k jejich odstranění popř. potlačení. Optimalizační tým je veden vedoucím pracovníkem výroby a podklady tvoří zejména technologické postupy atd. Největší význam má zejména ve fázi technické přípravy výrobního postupu.

- **Výrobová FMEA**

Tato metoda se může zabývat jak konstrukcí, tak i výrobním procesem nebo může nahlížet na systém jako na celek. Děje se tak užitím širších analýz, zaměřených na vzájemné funkční souvislosti jednotlivých dílů, resp. jednotlivých operací procesů.

Jedná se o komplexní analýzu všech objektů, jak člověka, tak i stroje, materiálu a prostředí. Jejím cílem je analyzovat a zlepšit obojí v jedné FMEA.

1.6.4 Požadavky analýzy

Dle Fuchse jsou důležitými údaji pro analýzu vstupní informace, a to zejména účel a cíle, které musí být přesně vymezeny, dále technický popis systému, jako např. slovní popisy konstrukčního uspořádání, výkresová dokumentace či schémata a grafy. Také je důležitá definice všech důležitých funkcí systému, prvků a jejich členění do funkčních subsystémů až do požadované hloubky analýzy. Požadavkem je rovněž vymezení hraničních bodů a prvků, u kterých dochází k interakci s „okolím“, aby se tyto údaje neopakovaly vícekrát v různých systémech a dále identifikace všech prvků systému, jejich popis a funkce. Důležitými podklady jsou také cíle, termíny a požadovaná hloubka analýzy, požadavky vyplývající z technických a legislativních podkladů. Nezbytné jsou informace o struktuře a funkcích systému, o provozních podmínkách a systému údržby, podmínkách prostředí a popř. požadavcích na využití softwarové podpory analýzy.

1.6.5 Průběh analýzy

Při tvorbě analýzy se postupuje systematicky podle plánu a to tak, jak je to uvedeno v následujících etapách.

- *Sestavit realizační tým.* Tento tým by se měl skládat z lidí z různých úrovní organizace, kteří daný proces znají, mají zkušenosti nejlépe i z jiných oborů, jsou komunikativní. Mohou to být technologové, konstruktéři, pracovníci vývoje nebo i pracovníci ekonomického oddělení. Tým by se měl skládat z 5-7 členů. Důležité je zapojit do metodiky brainstorming, kde tým může použít svoji fantazii a kreativní myšlenky.
- *Specifikovat všechny možné nebo pravděpodobné vady návrhu.* Zde se nejvíce zúročí zkušenosti jednotlivých pracovníků z dřívějších obdobných návrhů, znalost problematiky, přehled o technologických možnostech atd.
- *Stanovení priorit.* Z hlediska svého důsledku, tedy významu působení na zákazníka, z hlediska příčiny svého vzniku, tedy rozsahu výskytu při používání a

konečně z hlediska rozsahu nutných kontrol, tedy možnosti jejího odhalení. V případě FMECA se dále uvádí určení kritičnosti poruch.

- *Kvalitativní posouzení významnosti poruch.* Rozdělení do kategorií a přiřazení patřičných bodů dle priorit. Zpravidla na stupnici od hodnocení 1 (zákazník nezaregistruje) až do hodnocení 10 (ohrožení bezpečnosti).
- *Hodnocení.* Přiřazené body jednotlivých faktorů (význam, pravděpodobnost výskytu a možnost odhalení) vynásobíme a dostáváme hodnotu, která se nazývá míra rizika. Velikost rizikového čísla určuje prioritu s jakou se tým musí danému problému věnovat. Pro přehlednost autor uvádí vzorec výpočtu.

$$\text{RPN} = \text{Sev} \cdot \text{Occ} \cdot \text{Det} [-]$$

kde: RPN = míra rizika/priorita (risk priority number)

Sev = význam (severity)

Occ = výskyt (occurrence)

Det = odhalitelnost (detection)

Body jednotlivých faktorů (výskyt, význam a odhalitelnost) získáme jejich rozdělením do deseti tříd podle zvolených klasifikačních tabulek.

- *Navržení příslušných opatření.* Tým navrhuje dle svých znalostí soubor opatření pro úplné odstranění příčiny poruchy, popř. snížení pravděpodobnosti vzniku, resp. snížení stupně kritičnosti důsledků poruchy, ale i opatření pro následné odhalení a poté se opět vypočítá míra rizika.
- *Provedení opatření.* Zavedení vybraných řešení a návrhů. Tým by měl určit i odpovědného pracovníka.
- *Vyhodnocení nového stavu.* To znamená opakování celého procesu znovu.

Obecně lze říci že, typickými prvky této metody jsou funkčně orientovaný způsob myšlení a postupu, systematický pracovní postup, týmová práce, využívání kreativity a formulace návrhů na zlepšení kvality. Dle Fuchse je nedostatkem či omezením této metody v případě komplexních systémů velká časová náročnost, složitost a pracnost,

dále vysoká náročnost na podrobnost a množství informací o systému, sestavování týmu odborníků různých profesí a v neposlední řadě je potřeba vzít v úvahu, že metoda nezahrnuje důsledky chyb lidského faktoru.

1.6.6 Klasifikační tabulky

Bodová ohodnocení významu, výskytu a odhalitelnosti se získají jejich rozříděním do deseti kategorií, podle zvolených klasifikačních tabulek (Viz tabulky č. 1,2 a 3). Kupříkladu atribut význam vady je klasifikován od hodnocení 1 - zanedbatelný, až do 10 - velmi vysoký. Atribut výskyt vady je hodnocen od 1 - nepravděpodobný, až do 10, což je téměř jistota. Atribut odhalitelnost je na stupnici hodnocen od 1 - velmi vysoká odhalitelnost (průchodnost vadného výrobku k zákazníkovi je malá), do 10 - velmi malá odhalitelnost (průchodnost vadného výrobku k zákazníkovi je malá).

| Kritérium klasifikace významu vady (poruchy) | | |
|--|--------------|--|
| # | Klasifikace | Kritérium |
| 1 | Zanedbatelný | Podstata poruchy (vady) je taková, že neovlivní schopnosti systému - výrobku, tj. uživatel pravděpodobně nezaznamená její výskyt |
| 2 | Nízký | Porucha (vada) vyvolá uživateli pouze potíže, nepozorují se poškozené funkce objektu – výrobku |
| 3 | | |
| 4 | Střední | Porucha (vada) vyvolá obtíže uživateli snížením pohodlí při užívání - porucha (vada) obtěžuje při ovládání, manipulaci. Uživatel zaznamená určité zhoršení vlastnosti výrobku. |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | Vysoký | Porucha (vada) vyvolá značné obtíže uživateli, resp. způsobí vážné poškození, špatné vlastnosti výrobku; neovlivňuje však bezpečnost výrobků |
| 8 | | |
| 9 | Velmi vysoký | Porucha (vada) ovlivňuje bezpečnost výrobků, jeho nezpůsobilost k provozu z hlediska zákonných předpisů |
| 10 | | |

Tabulka č. 1: Klasifikace významu vady. (Zdroj: Zpracováno dle Fuchse)

| Kritérium klasifikace výskytu vady (poruchy) | | | |
|--|------------------|--|---------|
| # | Klasifikace | Kritérium | Četnost |
| 1 | Neppravděpodobné | Není pravděpodobné že porucha nastane | 0 |
| 2 | Zřídka | Jedná se o proces s ojedinělým výskytem poruchy (vady) | 1/5000 |
| 3 | | | 1/2000 |
| 4 | Přichází v úvahu | Odpovídá procesům, kde obvykle dochází k náhodným poruchám (vadám), ale v menší míře | 1/1000 |
| 5 | | | 1/500 |
| 6 | | | 1/200 |
| 7 | Často | Odpovídá výrobním procesům s častými poruchami (vadami) | 1/100 |
| 8 | | | 1/50 |
| 9 | Téměř jistě | Z hlediska uživatele je téměř jistý výskyt poruchy (vady) | 1/20 |
| 10 | | | 1/10 |

Tabulka č. 2: Klasifikace výskytu vady. (Zdroj: Zpracováno dle Fuchse)

| Kritérium klasifikace odhalitelnosti poruchy (vady) | | | |
|---|--------------|--|-----------------|
| # | Klasifikace | Kritérium | Průchodnost [%] |
| 1 | Velmi vysoká | Pravděpodobnost, že porucha (vada) by byla detekována kontrolou nebo při montáži. | 0 - 5 |
| 2 | Vysoká | Pravděpodobnost, že porucha (vada) se dostane k uživateli bez detekce - podle pravděpodobnosti průchodu poruchy (vady) k uživateli | 6 - 15 |
| 3 | | | 16 - 25 |
| 4 | Střední | Pravděpodobnost, že porucha (vada) se dostane k uživateli bez detekce - podle pravděpodobnosti průchodu poruchy (vady) k uživateli | 26 - 35 |
| 5 | | | 36 - 45 |
| 6 | | | 46 - 55 |
| 7 | Nízká | Pravděpodobnost, že porucha (vada) se dostane k uživateli bez detekce - podle pravděpodobnosti průchodu poruchy (vady) k uživateli | 56 - 65 |
| 8 | | | 66 - 75 |
| 9 | Velmi malá | Pravděpodobnost, že porucha (vada) se dostane k uživateli bez detekce - podle pravděpodobnosti průchodu poruchy (vady) k uživateli | 76 - 85 |
| 10 | | | 86 - 100 |

Tabulka č. 3: Klasifikace odhalitelnosti vady. (Zdroj: Zpracováno dle Fuchse)

2 Představení společnosti

Pro zpracování bakalářské práce jsem si vybral strojírenský podnik Drukocel. Družstvo Drukocel Rosice je menší výrobní organizace zajišťující v kooperaci výrobky pro a.s., Karosa Vysoké Mýto, Škoda Liberec a Zetor Brno. „*Mimo tyto výrobky a výrobu tlakových nádob pro stlačený nebo zkapalněný plyn (vzduchojemů), ze železa, oceli nebo hliníku, zajišťuje družstvo povrchovou úpravu kovů práškovými epoxypolyesterovými barvami různých odstínů. Z výrobních činností je to hlavně strojní obrábění (soustružení, frézování, vrtání), lisování a svařování.*“²² Podnik byl založen a zapsán do obchodního rejstříku v roce 1992. V téže roce se stal členem Svazu českých a moravských výrobních družstev. Statutárním orgánem je představenstvo družstva tvořeno pěti členy.

2.1 Výrobní sortiment

Výrobní sortiment se skládá zejména z výroby tlakových nádob (vzduchojemů) pro brzdové soustavy autobusů, traktorů a nákladních automobilů včetně povrchové úpravy práškovým lakováním - komaxitováním. Další je výroba obráběných výrobků. Většina výrobků je vyráběna pro již výše uvedené podniky. Výroba pro jiné zákazníky tvoří malé procento výkonů, jedná se zejména o kusovou výrobu. Podnik se rovněž zajímá o výrobu do zemí EU - Itálie a Francie. Tržby z celkového objemu produkce do EU za rok 2009 byly 627 176 Kč, což je přibližně 1 % z celkových tržeb za tento rok. Výroba do zemí EU je celkem malá, což je způsobeno silnou konkurencí na evropském trhu. Na domácím trhu má firma celkem suverénní postavení díky dlouhodobé spolupráci s uvedenými subjekty a vysoké kvalitě výroby.

2.2 Směrnice a normy

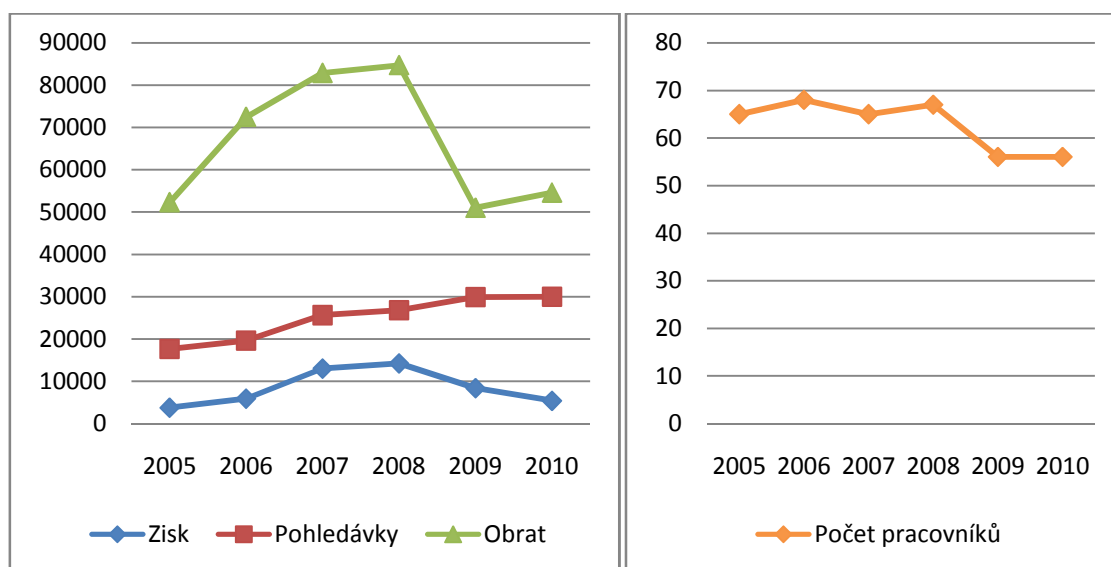
Vzduchojemy jsou vyráběny dle ČSN EN 286-2: 1994 a směrnice 87 / 404 / ECC. Jsou určeny výhradně jako zásobník stlačeného vzduchu pro tlakovzdušné brzdové systémy a pomocná zařízení motorových vozidel, jejich přívěsů a návěsů. Pro výrobu vzduchojemů je používám materiál v souladu s ČSN EN 286-2 a podle EN 10207

²² VESELÝ, J. *Družstvo Drukocel Rosice* [online]. 2006 [cit. 2011-10-31]. Dostupné z: <http://www.drukocel.cz/>

jakosti SPH 235, SPHL 275. Vnitřní i vnější povrch je chráněn epoxypolyesterovým práškem.²³

2.3 Vývoj obchodních ukazatelů

Vývoj obratu kopíruje vývoj hospodářské situace na tuzemském i zahraničním trhu, tím mám na mysli, že i podnik Drukocel byl negativně ovlivněn hospodářskou recesí (viz graf č. 1). V roce 2008 byla výše obratu přibližně 84,7 mil. Kč, v roce 2009 resp. 2010 to bylo 51 mil. Kč. resp. 54,6 mil. Kč. Zisk činil v roce 2008 14 mil. Kč, v roce 2009 8 mil. Kč a v roce 2010 5,3 mil. Kč. Počet zaměstnanců se poměrně razantně zredukoval z roku 2008 na rok 2009 z počtu 67 na 56 (více na grafu č. 2). Vývoj a výše hodnoty pohledávek činila v roce 2008 26,7 mil. Kč, v roce 2009 vzrostla jejich hodnota na 29,8 milionů a v roce 2010 tato hodnota ještě vzrostla o 0,1 mil. Kč.

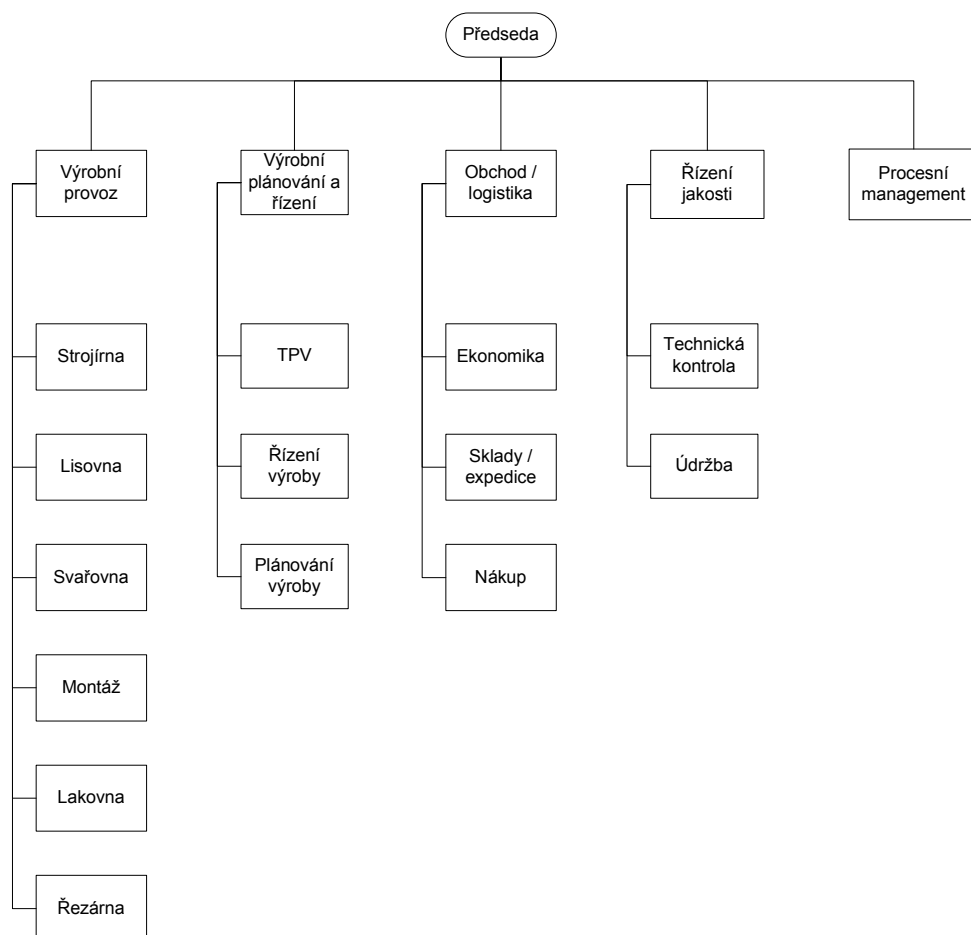


Graf č. 1 a 2: Vývoj obchodních ukazatelů a Vývoj počtu zaměstnanců (Zdroj: Vlastní zpracování dle rozvahy podniku)

²³ VESELÝ, J. *Društvo Drukocel Rosice* [online]. 2006 [cit. 2011-10-31]. Dostupné z: <http://www.drukocel.cz/>

2.4 Organizační schéma

Pro přehlednost uvádím organizační strukturu podniku, která popisuje uspořádání organizačních jednotek (viz obrázek č.5), které zabezpečují specifické pracovní úkoly. Člení se na výrobní provoz, výrobní plánování a řízení, obchod a logistika, oddělení řízení jakosti a procesní řízení. Výrobní provoz je rozdělen dle pracovišť, která zajišťují veškeré výrobní činnosti. Další organizační jednotkou je výrobní plánování a řízení. Tvoří jej technická příprava výroby, jejíž cílem je vypracovat technicky a ekonomicky účelnou konstrukci technologie a proces výroby budoucího výrobku. Dále je součástí řízení výroby a plánování výroby. Organizační jednotka řízení jakosti se skládá z oddělení technické kontroly a údržby. Ekonomice, skladování a expedici, resp. nákupu se věnuje oddělení obchodu a logistiky. Součástí organizace je i uskupení, které se věnuje procesnímu managementu.



3 Analýza současného stavu realizačních procesů

3.1 Hlavní mapa procesu realizace výroby vzduchojemů

Hlavní mapa procesu popisuje de facto průběh zakázky podnikem, přičemž zakázkou je v tomto případě výroba vzduchojemů. Proces je znázorněn na vývojovém diagramu č. 1 a vysvětlen na následující straně.

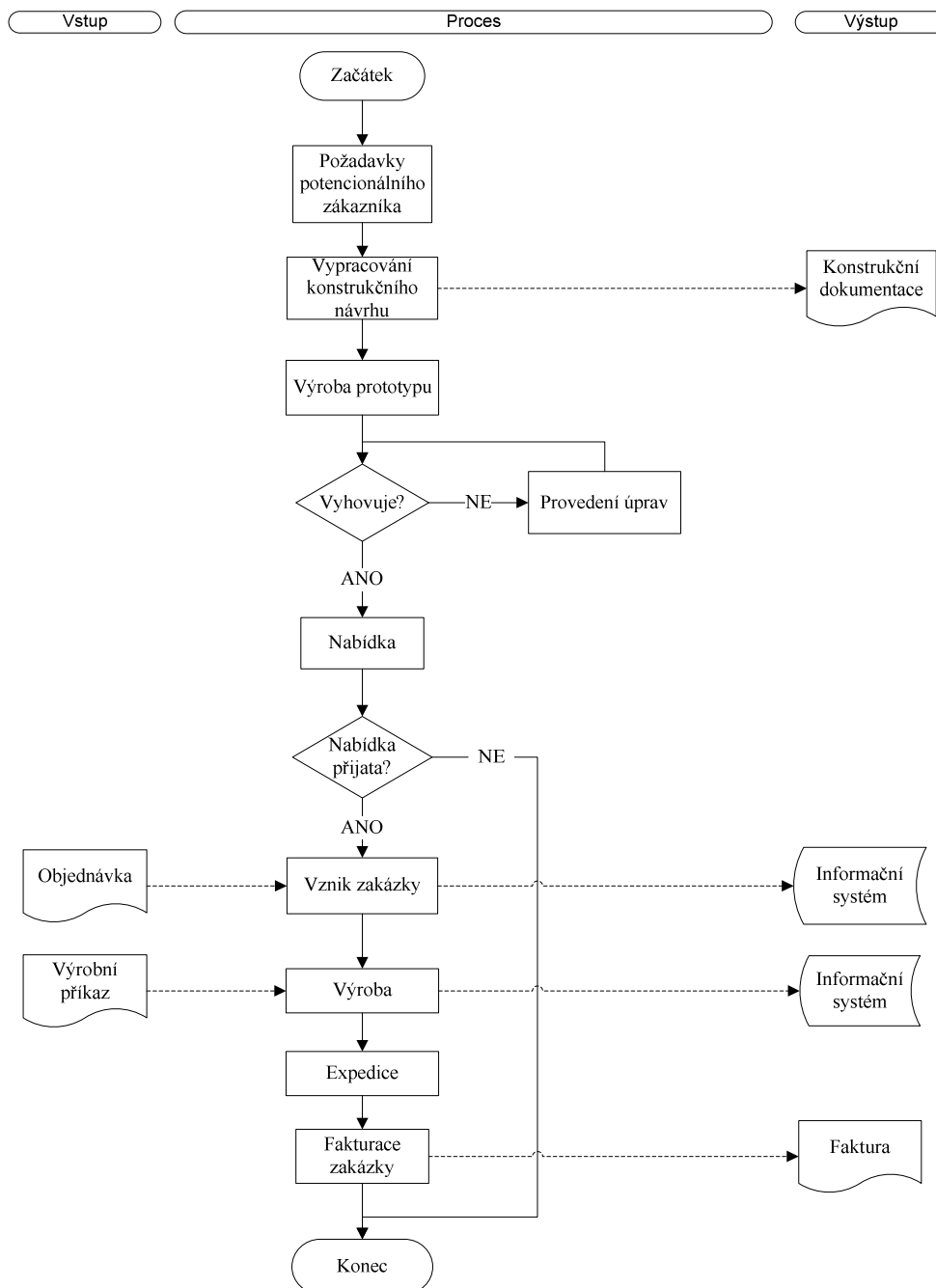


Diagram č. 1: Hlavní mapa procesu. (Zdroj: Vlastní zpracování)

Proces začíná kontaktováním podniku potenciaálním zákazníkem a specifikováním jeho požadavků, určením základních technických požadavků atd. Pokud organizace usoudí, že je schopna dané požadavky splnit, pokračuje se vypracováním konstrukčního návrhu a poté výrobou prototypu, neboli pokusného či vzorového prvního výrobku. Pokud je to nutné, následuje po jeho dokončení provedení změn a úprav prototypu.

Následně podnik odešle nabídku, kde vyčíslí konečnou cenu, určí termín dodání popř. jiné důležité podmínky a náležitosti. Pakliže je zákazník spokojen a nabídku přijme, odesílá objednávku a vzniká tak zakázka, která je zadána do informačního systému.

Poté je vypracován výrobní příkaz, kterým se řídí výroba. Proces výroby je podrobně popsán v následující podkapitole. Výroba začíná požadavkem na výdej materiálu, resp. surovin ze skladu a končí předáním a převzetím hotového výrobku na sklad.

Hlavní proces končí expedicí a následnou fakturací. Zákazník si pro vzduchojemy přijede do areálu podniku a poté je mu vystavena faktura. Děje se to tak, že samotné zboží je naloženo na připravený dopravní prostředek zajištěný kupujícím, na náklad prodávajícího. Během nakládky zboží jsou rovněž předány všechny potřebné doklady. Platba probíhá zejména v bezhotovostním styku, platba v hotovosti patří k méně častému způsobu placení.

3.2 Detailní analýza procesu výroby vzduchojemů

Jelikož se dále budu zabývat optimalizací procesu výroby vzduchojemů v Družstvu Drukocel Rosice, je zapotřebí tento proces podrobně představit, či zmapovat a následně definovat veškeré vady na něm, které budou v návrhové části práce optimalizovány.

Proces výroby vzduchojemů je hlavním výrobním procesem společnosti, jelikož právě vzduchojemy tvoří nejpodstatnější část tržeb od největších partnerů a podnik si díky vzduchojemům vybudoval silné jméno v této branži.

Výroba začíná vystavením požadavku na materiál do výroby dle výrobního příkazu. Pokud je materiál dostupný, je vydán do výroby, pakliže není, musí být materiál nejprve

objednán a doručen na sklad. Poté následují veškeré výrobní operace, které provádí pracovníci pomocí výrobního příkazu.

Výrobní operace musejí být vždy zaznamenány v informačním systému. Technologický postup nejprve začíná stříháním tabulí plechů, ze kterých vznikají pláště, dna a štítky. Pláště se dále děrují, lisují, odmašťují v lázni a následně se suší. Poté jsou zakrouženy a podélně svařeny. Rovněž jsou na ně navařeny nátrubky se závitem a dále jsou sváry očištěny a vizuálně zkontrolovány. Dna se také děrují, poté lisují na tažnici a dále odmašťují a suší. Ovšem poté projdou operací signování, tj. ohnutí dna po obvodu. Štítky jsou po vystříhnutí vylisovány a poté jsou na ně vyraženy základní data, jako je např. datum výroby, typ vzduchojemu apod.

Poté pracovník sestaví pláště a dna dohromady v jeden polotovár dle výkresu a dojde ke svaření po obvodu. Následuje nezbytná kontrola svárů, převýšení pláště a vík a kontrola celkové délky. Poté je navařen štítek a následuje příprava na tlakovou zkoušku a dále samotná tlaková zkouška.

Po tlakové zkoušce jsou vzduchojemy zavěšeny společně na dopravník, který míří opět odmašťovací lázně. Po odmaštění putují výrobky společně na dopravníku do sušící pece, poté do stříkací kabiny, kde proběhne práškové lakování, tzv. komaxitování, a to zevnitř i zvenku. Následuje hromadné vypalování vzduchojemů v peci a poté chladnutí.

Po konečné výstupní kontrole se hotové vzduchojemy zabalí a expedují. Pakliže je při kontrole odhalena vada, pracovník provede úpravu vzduchojemu.

Celý proces výroby vzduchojemů je pro přehled znázorněn na vývojovém diagramu č. 2 (následující strana), včetně vstupů, výstupů a odpovědnosti osob za jednotlivé aktivity.

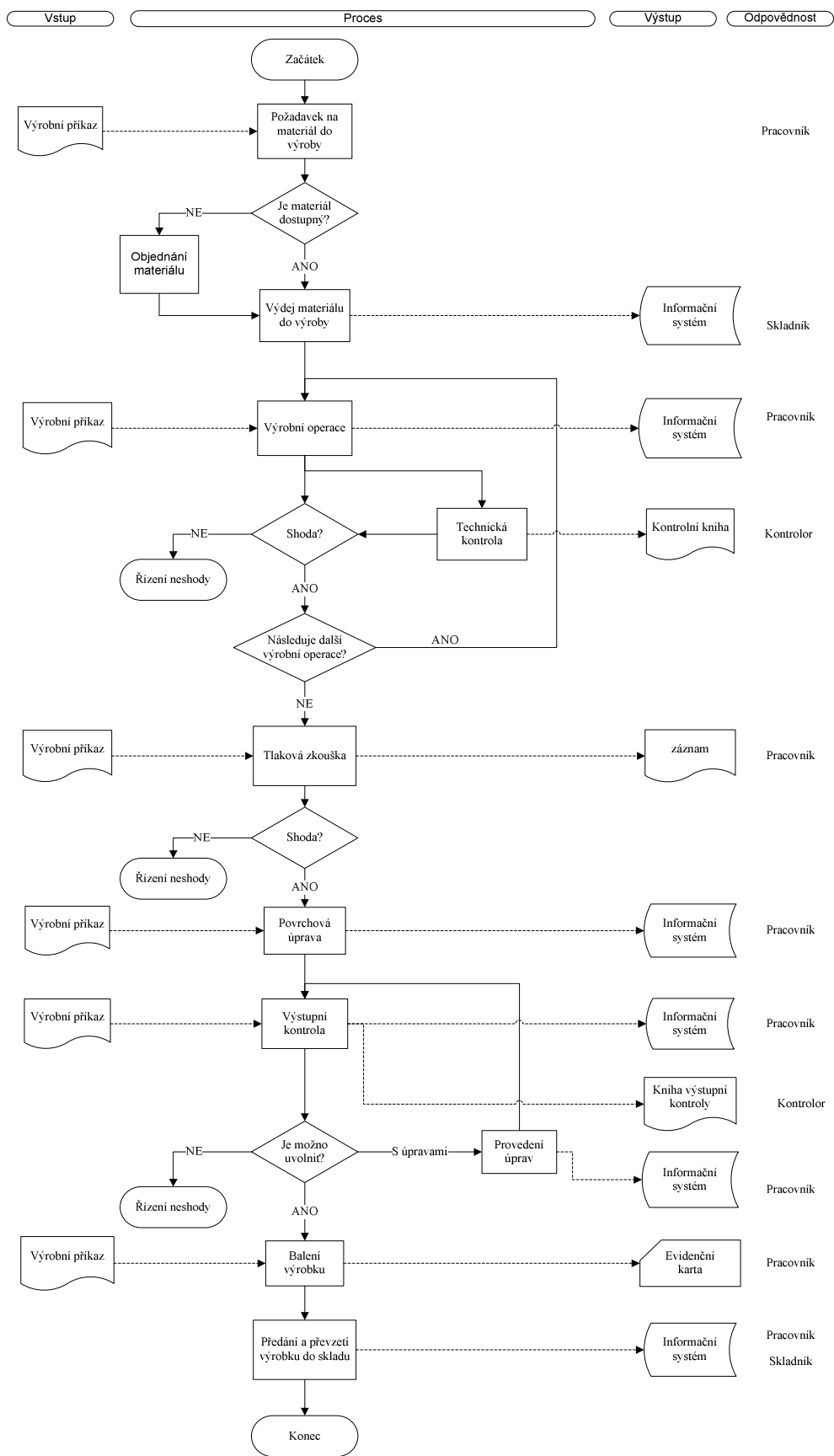


Diagram č. 2: Výroba vzduchojemů. (Zdroj: Zpracováno dle vnitropodnikové dokumentace)

3.3 Analýza řízení procesu neshody

Podpůrným procesem při výrobě vzduchojemů je proces řízení neshody. Neshoda nastává v případě, že výrobek, polotovar, popř. díl nebo surovina neodpovídá stanovené jakosti resp. nejsou splněny požadavky. Proces začíná ihned po zjištění takovéto skutečnosti, a to oddělením samotného neshodného prvku, přičemž to musí být zaznamenáno do formuláře neshoda, který je umístěn přímo na pracovišti. Do formuláře je zaznamenána vada, jméno pracovníka, datum vzniklé neshody a výrobní operace, při které neshoda nastala.

Poté kontrolor, mistr či vedoucí výroby rozhodne o způsobu řešení neshody, a to buď vyřazením polotovaru (resp. dílu, suroviny) nebo uvolněním na odchylku, popř. jeho opravou. Záleží na charakteru vady.

Pokud je polotovar vyřazen, je určen mistrem nebo vedoucím výroby způsob vypořádání. Poté pracovník vypořádání provede a proces končí.

V případě, že výsledkem rozhodnutí je oprava neshody, musí být určen vedoucím výroby nebo mistrem způsob opravy. Po jejím provedení a následné kontrole putuje polotovar zpět do výrobního procesu k další výrobní operaci.

V případě rozhodnutí, kterým je uvolnění výrobku na odchylku, proběhne odchylkové řízení a poté je polotovar vrácen zpět do výrobního procesu, tuto pravomoc má pouze kontrolor z oddělení technické kontroly.

Proces řízení neshodných prvků je znázorněn v diagramu č. 3 na následující straně.

Řízení kvality, technická příprava výroby i výroba se snaží předcházet vzniku neshod během vlastní výroby zavedením opatření, které vzniku neshod zabrání. V podniku byla zavedena procesní FMEA, která ještě před zahájením výroby zhodnotí potencionální vady a jejich důsledky a iniciuje nápravná opatření.

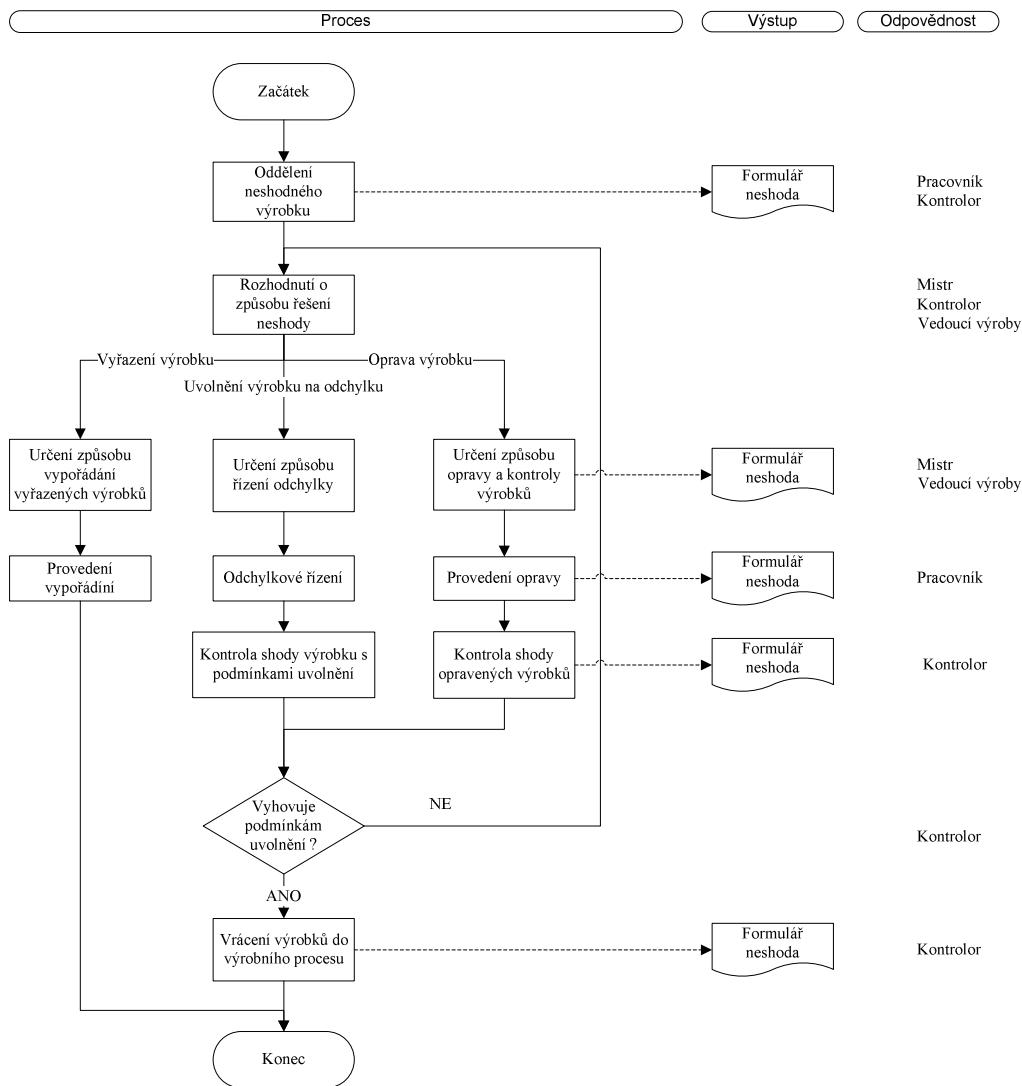


Diagram č. 3: Řízení neshody. (Zdroj: Zpracováno dle vnitropodnikové dokumentace)

3.4 Současný stav průběhu procesní FMEA v podniku

Procesní FMEA je v podniku používána jako analýza poruchových stavů a přezkoumání již dlouhodobě fungujícího postupu výroby vzduchojemů s účelem modernizace systému, jelikož je schopna odhalit jeho slabé místa a tak podnítit jeho zlepšení. V současné době je tato metoda aplikovaná pouze na procesy výrobní. Za provedení procesní FMEA odpovídá manažer výroby a spolupracuje s technologem, mistry jednotlivých dílen a pracovníkem oddělení technické kontroly. Tým stanoví nejdříve cíle FMEA procesu pro konkrétní proces, naplánuje termíny a potřebné vstupní informace pro provedení analýzy. Jedná se zejména o technologický postup, formuláře neshoda a reklamační protokoly. Shromáždí přehled prvků systému a jejich úloh a také

nashromáždí informace o provozních podmínkách. Při realizaci FMEA se nejprve zpracovává část „současný stav“. Zde se identifikují jakékoli poruchové stavy, způsob poruch, důsledky a potencionální příčiny. Dalšími kroky je identifikace opatření k detekci poruch, a kvalitativní ohodnocení významnosti, výskytu a odhalitelnosti dle tabulek uvedených v kapitole 3.4.1. Tým poté stanoví hranici míry rizika, která určuje s jakou váhou se mají jednotlivým vadám věnovat a následně se snaží přijmout účinná nápravná opatření. FMEA je v současné době zpracovávána podnikem v jednoduchém tabulkovém procesoru a její revize je prováděna nepravidelně. Průběh procesní FMEA v podniku je znázorněn na diagramu č. 4.

3.4.1 Kritéria hodnocení procesní FMEA v podniku

Hlediskem při posuzování významu vady je působení na zákazníka a vliv vady na kvalitu konečného výrobku, hodnocení je stanoveno pouze slovně a je uvedeno v tabulce č. 4. Měřítkem výskytu vady je stupnice, která stanovuje četnost vad na 1000 prvků, viz tabulka č. 5. Kritériem odhalitelnosti je pravděpodobnost odhalení před expedicí, ovšem není stanovena procentuálně, pouze slovně, jak uvádí tabulka č. 6.

| Kritérium význam vady z hlediska působení na zákazníka | |
|--|---|
| # | Kritérium |
| 1 | Vada nemá vliv na kvalitu konečného výrobku, další zpracování je možné bez mimořádných opatření. |
| 2 | Vada nemá vliv na kvalitu konečného výrobku, k dalšímu zpracování dílu je nutno přijmout drobná opatření |
| 3 | |
| 4 | Vada má vliv na kvalitu konečného výrobku a brání dalšímu zpracování výrobku |
| 5 | |
| 6 | |
| 7 | Vada má vliv na kvalitu, nebrání však dalšímu zpracování výrobku a v případě dodání výrobku jí zákazník zaregistruje |
| 8 | |
| 9 | Vada má zásadní vliv na kvalitu, nebrání však dalšímu zpracování výrobku a v případě dodání výrobku jí zákazník nezaregistruje. |
| 10 | |

Tabulka č. 4: Číselník významu vady v podniku Drukocel. (Zdroj: podniková dokumentace)

| Kritérium klasifikace výskytu vady | | |
|------------------------------------|------------------|--------------------|
| # | Klasifikace | Četnost |
| 1 | Nepravděpodobné | $x \leq 0,01/1000$ |
| 2 | Zřídka | 0,1/1000 |
| 3 | | 0,5/1000 |
| 4 | Přichází v úvahu | 1/1000 |
| 5 | | 2/1000 |
| 6 | | 5/1000 |
| 7 | Často | 10/1000 |
| 8 | | 20/1000 |
| 9 | Téměř jistě | 50/1000 |
| 10 | | $x \geq 100/1000$ |

Tabulka č. 5: Číselník výskytu vady v podniku Drukocel. (Zdroj: podniková dokumentace)

| Kritérium klasifikace odhalitelnosti vady | |
|---|---|
| # | Kritérium |
| 1 | Vada bude jistě odhalena před expedicí |
| 2 | Odhalení vady je velmi pravděpodobné, vada má zjevné příznaky |
| 3 | |
| 4 | Odhalení vady je pravděpodobné, příznaky vady jsou při kontrole rozeznatelné |
| 5 | |
| 6 | |
| 7 | Odhalení vady je méně pravděpodobné, Příznaky vady nejsou při kontrole rozeznatelné |
| 8 | |
| 9 | Odhalení vady není pravděpodobné, vada není nebo ji nelze kontrolovat |
| 10 | |

Tabulka č. 6: Číselník odhalitelnosti vady v podniku Drukocel. (Zdroj: podniková dokumentace)

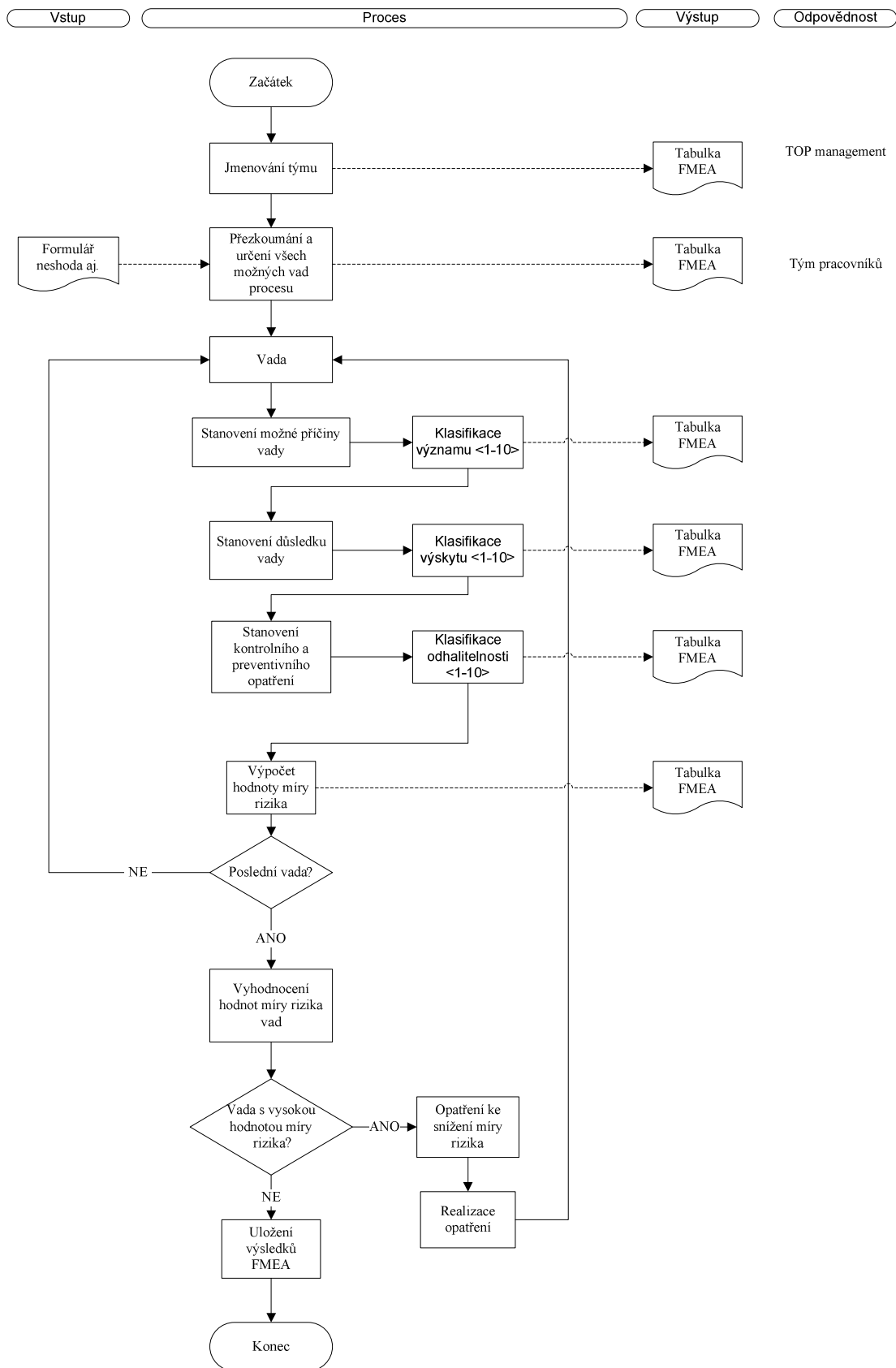


Diagram č. 4: FMEA procesu. (Zdroj: Zpracováno dle vnitropodnikové dokumentace)

3.4.2 Analýza výrobního postupu

Pozorováním procesu výroby vzduchojemů jsem zjistil, že pracovníci mají v některých případech problém dodržovat standardy a když dojde k chybě často se neprovede analýza problému a výsledkem je časté přerušování výrobního procesu a zdlouhavá nápravná opatření. Obsluha často ignoruje známky vznikající vady a problémy řeší, až když se objeví, což vede k vysoké zmetkovitosti a ke zdržení výroby. Také vlastní iniciativa pracovníků ke zjišťování abnormalit výrobního procesu je výjimkou. Z výše uvedeného je zřejmé, že plynulost procesu výroby vzduchojemů je často narušována a proces má některá slabá místa. Z toho důvodu firma vytváří procesní FMEA, které snižují míru rizika jejich vzniku.

V dalším textu jsou uvedeny existující FMEA procesu.

FMEA procesu lisování dna

V procesu lisování dna dochází k nesprávnému vystředění přípravku na lisování pracovníkem, což způsobuje tvarovou deformaci. Další objevenou vadou byla nesprávná tloušťka materiálu způsobená neshodou od dodavatele (viz tabulka č. 7).

| Proces: Lisování dna | | Současný stav | | | | | | | | |
|-------------------------|--------------------|---|------------------------------|---------------------|-----|----------------------------------|-----|---|-----|-----|
| # | Prvek | Potencionální vada | Projev vady | Možný důsledek vady | Sev | Potencionální příčina vady | Occ | Kontrolní opatření | Det | RPN |
| 1 | Lisovací přípravek | Nesprávné vystředění lisovacího přípravku | Tvarová deformace polotovaru | Neshodný díl | 6 | Nesprávné vystředění pracovníkem | 7 | Vizuální kontrola dna, měření tloušťky ve čtyřech bodech u 1. kusu a následně u každého 100. kusu | 4 | 168 |
| 2 | Materiál | Neshodná tloušťka materiálu | Tvarová deformace polotovaru | Neshodný díl | 6 | Neshoda od dodavatele | 3 | Kontrola tloušťky mikrometrem | 3 | 54 |

Tabulka č. 7: FMEA procesu lisování dna. (Zdroj: Vypracováno podnikem)

FMEA procesu odmašťování a fosfátování

V procesu odmašťování resp. fosfátování byly zjištěny vady odmašťovací lázně, a to nízká či vysoká teplota lázně způsobená nesprávně nastavenými parametry ohřívače. Další vady byly zjištěny u přípravku na fosfátování. Jedná se o nesprávnou koncentraci přípravku, což způsobuje to, že je díl mastný. Potencionálními příčinami může být nesprávné množství přípravku v lázni, použití přípravku s prošlou expirační dobou a dále prošlá životnost lázně. Další potencionální vadou při tomto procesu je nedostatečná průchodnost trysek, která může být způsobená nečistotami v lázni (viz tabulka č. 8).

| Proces: Odmašťování a fosfátování | | Současný stav | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------|--|---|---------------------------|-----|---|-----|---|---|-----|----|
| # | Prvek | Potencionální vada | Projev vady | Možný důsledek vady | Sev | Potencionální příčina vady | Oce | Kontrolní opatření | Det | RPN | |
| 1 | Odmašťovací lázeň | Nízká teplota lázně | Nedostatečné odmaštění | Mastný díl | 3 | Nesprávné nastavení parametrů ohřívače | 3 | Obsluha byla zaškolená | 3 | 27 | |
| 2 | | Vysoká teplota lázně | Krystalizace fosfátovacího přípravku ve formě prachu na povrchu dílu | Zaprášený díl | 3 | | 2 | | 3 | 18 | |
| 3 | Přípravek na fosfátování | Nesprávná koncentrace fosfátovacího přípravku | Nedostatečné odmaštění | Mastný díl | 3 | Nesprávné množství přípravku v lázni | 3 | Předpis, průběžné měření hodnot PH se zápisem | 2 | 18 | |
| 4 | | | | | 3 | Použití prošlého přípravku | 3 | | Žádné | 2 | 18 |
| 5 | | | | | 3 | Prošlá životnost lázně | 3 | | Předpis, průběžné měření hodnot PH se zápisem | 2 | 18 |
| 6 | Trysky | Nedostatečná průchodnost trysek | Nedostatečné odmaštění | Mastný díl | 3 | Nečistoty v lázni | 4 | Demineralizo- vaná voda, denní kontrola obsluhou | 3 | 36 | |

Tabulka č. 8: FMEA procesu odmašťování a fosfátování. (Zdroj: Vypracováno podnikem)

FMEA procesu svařování

U procesu svařování vzduchojemů mohou být vadami nesprávně nastavené parametry svařovacího stroje, což zapříčiní vadu sváru. Příčinami mohou být porušení WPS obsluhou zařízení nebo porucha svářecího stroje. (WPS je označení pro postup svařování. Popisuje průběh činností před svařováním, v průběhu a po skončení zhotovování svarového spoje.) Další potenciální vadou může být neshodný materiál nebo nesprávná tloušťka svařovaného materiálu. Příčinou je záměna materiálu nebo chyba dodavatele. Rovněž vadný může být svařovací drát a výsledkem může být nedostatečně kvalitní svár. Též může být vadou neshodné složení nebo nedostatečné množství ochranného plynu (viz tabulka č.9).

| Proces: Svařování | | Současný stav | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------|--|----------------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------------|-----------------|---|-----|-----|
| # | Prvek | Potencionální vada | Projev vady | Možný důsledek vady | Sev | Potencionální příčina vady | Occ | Kontrolní opatření | Det | RPN |
| 1 | Svařovací stroj | Nesprávné parametry svařovacího stroje | Viditelná vada sváru | Neshodný díl | 8 | Porušení WPS obsluhou zařízení | 5 | WPS, způsobilost svářeče, vizuální kontrola a tlaková zkouška, kontrola RGT | 3 | 120 |
| 2 | | | | | Porucha svářecího stroje | 4 | Údržba zařízení | 3 | 96 | |
| 3 | | | Neviditelná vada sváru | | 9 | Porušení WPS obsluhou zařízení | 5 | Stejně jak je uvedeno výše | 3 | 135 |
| 4 | | | | | Porucha svářecího stroje | 4 | Údržba zařízení | 4 | 144 | |
| 5 | Materiál | Neshodný materiál | Nelze svařit | Neshodný díl | 9 | Neshoda od dodavatele | 2 | Vstupní kontrola, materiálový atest | 1 | 18 |
| 6 | | Nesprávná tloušťka svařovaného materiálu | Propaluje se | Neshodný díl | 9 | Záměna materiálu | 2 | Rozdílové rozměry tabulí, nástřihový plán | 3 | 54 |
| 7 | Svařovací drát | Neshodný svařovací drát | Nedostatečná kvalita svárů | Neshodný díl | 8 | Neshoda od dodavatele | 5 | Materiálový atest | 4 | 160 |

| | | | | | | | | | | |
|----|---------------|-----------------------------------|------------------|--------------|---|--|---|---------------------|---|-----|
| 8 | Ochranný plyn | Neshodné složení ochranného plynu | Pórovitost sváru | Neshodný díl | 8 | Neshoda od dodavatele | 3 | Materiálový atest | 4 | 96 |
| 9 | | Nedostatečné množství | | | 8 | Nesprávně nastavené parametry svářečky | 5 | Způsobilost svářeče | 4 | 160 |
| 10 | | | | | 8 | Porucha zařízení | 3 | Kontrola zařízení | 4 | 96 |

Tabulka č. 9: FMEA procesu svařování. (Zdroj: Vypracováno podnikem)

FMEA procesu práškové lakování

V procesu práškové lakování vzduchojemů dochází k nesprávnému nastavování parametrů sušící pece, a to způsobuje nepřilnavost práškové barvy. Rovněž u vypalovací pece dochází k nesprávnému nastavování parametrů a výsledkem je nízká či vysoká teplota nebo krátký vypalovací čas a výsledkem je nedostatečná přilnavost prášku. Dalšími potencionálními vadami mohou být nesprávné množství nanášené barvy nebo nesprávná rychlost vnitřního lakování a dále u vnějšího lakování nerovnoměrné nanesení prášku či nedostatečná vrstva prášku (viz tabulka č 10).

| Proces: Práškové lakování | | Současný stav | | | | | | | | |
|------------------------------|----------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----|-------------------------------|-----|--|-----|-----|
| # | Prvek | Potencionální vada | Projev vady | Možný důsledek vady | Sev | Potencionální příčina vady | Occ | Kontrolní opatření | Det | RPN |
| 1 | Sušící pec | Nesprávná teplota sušící pece | Mokrý díl | Nepřilnavost práškové barvy | 4 | Nesprávně nastavené parametry | 5 | Zaškolená obsluha, TG postup | 1 | 20 |
| 2 | Vypalovací pec | Nízká teplota vypalovací pece | Nedostatečná přilnavost prášku | Nepřilnavost práškové barvy | 6 | | 5 | Vizuální kontrola dílů, mřížková kontrola I. | 4 | 120 |
| 3 | | Vysoká teplota vypalovací pece | Částečná změna odstínu barvy | Neshodný díl | 8 | | 3 | kusu, teplotní čidla | 2 | 36 |

| | | | | | | | | | | |
|---|------------------|-----------------------------------|--|-----------------------------|---|-----------------------------------|---|---|---|-----|
| 4 | | Krátký vypalovací čas | Nedostatečná přilnavost prášku | Nepřilnavost práškové barvy | 6 | | 3 | | 4 | 72 |
| 5 | Vnitřní lakování | Nesprávné množství podávané barvy | Nedostatečná nebo nerovnoměrná vrstva prášku | Neshodný díl | 9 | Porucha zařízení | 5 | Zvuková signalizace množství barvy | 3 | 135 |
| 6 | | Nesprávná rychlost lakování | | | 9 | Nedodržení TG postupu pracovníkem | 5 | TG postup, vizuální kontrola | 3 | 135 |
| 7 | Vnější lakování | Nerovnoměrné nanesení prášku | Nedostatečná nebo nerovnoměrná vrstva prášku | Neshodný díl | 9 | Nedodržení technologie nanesení | 6 | Vizuální kontrola, mřížková zkouška 1. kusu | 3 | 162 |
| 8 | | Nedostatečná vrstva prášku | | | 9 | | 6 | | 3 | 162 |

Tabulka č. 10: FMEA procesu práškové lakování. (Zdroj: Vypracováno podnikem)

3.5 Zhodnocení současného stavu analyzovaných procesů

V rámci optimalizace procesů výroby vzduchojemů vyplynulo z provedené analýzy, že oblast předcházení neshod pomocí procesní FMEA pouze prostřednictvím tabulkového procesoru je pracnější pro zpracování dalších procesů. Jedná se zejména o identifikaci projevů vady, možných důsledků a potencionálních příčin vady, která při v současném stavu řešení a případnému návrhu řešených prvků může být velmi časově a organizačně náročná. Dalším problémem při zpracování se jeví nejednoznačnost kritérií hodnocení uvedených v kapitole 3.4.1, zejména ohodnocení odhalitelnosti vady, které může vést k subjektivnímu hodnocení. Dále se zdá být problémem nepravdělná revize FMEA, popř. fakt, že procesní FMEA vypracovaná podnikem neobsahuje návrhy na zlepšení, odpovědnost, termín a přepočtenou míru rizika a také, že ve vytvořených tabulkách je nejednoznačný popis atributu projev vady.

4 Návrh optimalizace procesu

Mým cílem je optimalizace procesu výroby vzduchojemů se zaměřením na zlepšení oblasti procesní FMEA. Návrh je zaměřen na podporu tvorby procesní FMEA a doplnění kritérií klasifikačních tabulek, aby umožnila objektivní hodnocení míry rizika.

4.1 Návrhy podpory tvorby procesní FMEA

Největším problémem se jeví časová náročnost při identifikaci potenciálních vad, projevů vady, možného důsledku, potenciální příčiny vady a kontrolního opatření. Pro identifikaci těchto položek navrhuji databázi, která umožní rychlé vyhledání potenciální vady a dalších atributů a také umožní odstranit nejednoznačnost popisu projevu vady.

4.1.1 Návrhy databáze

Vytvoření databáze vyžaduje vytvoření jednoznačné terminologie potenciálních vad, projevů vady a potenciálních příčin, k definování přesné terminologie lze najít inspiraci u W. Frankeho v knize FMEA, která udává veškerý myslitelný popis atributů, čímž by se odstranil problém s nejednoznačnou terminologií. Dalším úkolem je stanovení osoby odpovědné za údržbu databáze, v tomto případě navrhuji vedoucího výroby, jelikož je v současné době odpovědný i za tvorbu procesní FMEA.

Databáze potenciálních vad

Databáze musí obsahovat:

- proces (klíčový atribut)
- prvek
- potenciální vada

Po zadání názvu procesu a prvku by měly být zobrazeny možné potenciální vady v této formě:

Proces: *Název procesu*

Prvek: *Název prvku*

Potencionální vady: *Vada č. 1*
Vada č. n

Databáze projevů vady

Databáze musí obsahovat:

- potencionální vady (klíčový atribut)
- projev vady
- důsledek vady

Pro zvolenou potencionální vadu by se měla zobrazit sestava:

Potencionální vada: *Název vady*

Projev vady: *Způsob projevu č. 1*
Způsob projevu č. n

Důsledek vady: *Popis důsledku*

Databáze potencionálních příčin

Databáze musí obsahovat:

- projev vady (klíčový atribut)
- potencionální příčina

Po zadání projevu vady se zobrazí potencionální příčiny v této podobě:

Projev vady: *Název*

Potencionální příčina: *Příčina č. 1*
Příčina č. n

Databáze kontrolních opatření

Databáze musí obsahovat:

- potencionální příčina vady (klíčový atribut)
- kontrolní opatření

Po zadání potencionální příčiny se zobrazí kontrolní opatření v této podobě:

Potencionální příčina: *Název příčiny*

Kontrolní opatření: *Popis opatření č. 1*
Popis opatření č. n

4.1.2 Návrh rozšíření procesní FMEA

FMEA procesu, tak jak je dnes využívána, neobsahuje doporučená opatření, odpovědného pracovníka, termín provedení a provedená opatření. Proto doporučuji doplnit tabulku o část s názvem „nový stav“, který bude obsahovat výše uvedené atributy dle vzoru v tabulce č. 11. Tabulka se tak stane komplexní a přehlednou. Bude obsahovat veškeré informace o potencionální vadě, projevu vady, možném důsledku vady, příčině vady, kontrolním opatření a poté navržených doporučených opatření, odpovědné osobě, termínu provedení a provedených opatřeních a přepočtu RPN. Vzor celé tabulky je uveden v příloze č. 1.

| Nový stav | | | | | |
|-----------------------|--|-----------------------------------|---------------------------|-----|----------------|
| Doporučená opatření | Odpovědnost a termín | Provedená opatření | Výsledky opatření | | |
| | | | Sev | Occ | Det |
| <i>Návrh zlepšení</i> | <i>Jméno a funkce pracovníka / Datum</i> | <i>Skutečně zavedená opatření</i> | <i>Číselné ohodnocení</i> | | <i>Výpočet</i> |

Tabulka č. 11: Část nový stav procesní FMEA. (Zdroj: Vlastní zpracování)

4.1.3 Návrhy změny procesu tvorby FMEA

Aplikací navržené databáze by došlo ke změně průběhu tvorby procesní FMEA, a to tak, že při jejím sestavování by se jednoduše vada vyhledala v databázi a poté by byly zobrazeny projevy, příčiny a důsledky a tím pádem by se ušetřil čas jejich vymýšlením. Následně by se vypočítaly atributy významu výskytu a odhalitelnosti a poté by se do tabulky zaznamenalo doporučené opatření a odpovědná osoba a termín splnění a následně by se opatření zavedla a poté by byla přepočtena míra rizika. Celý průběh tvorby procesní FMEA je obecně vykreslen v diagramu č. 5.

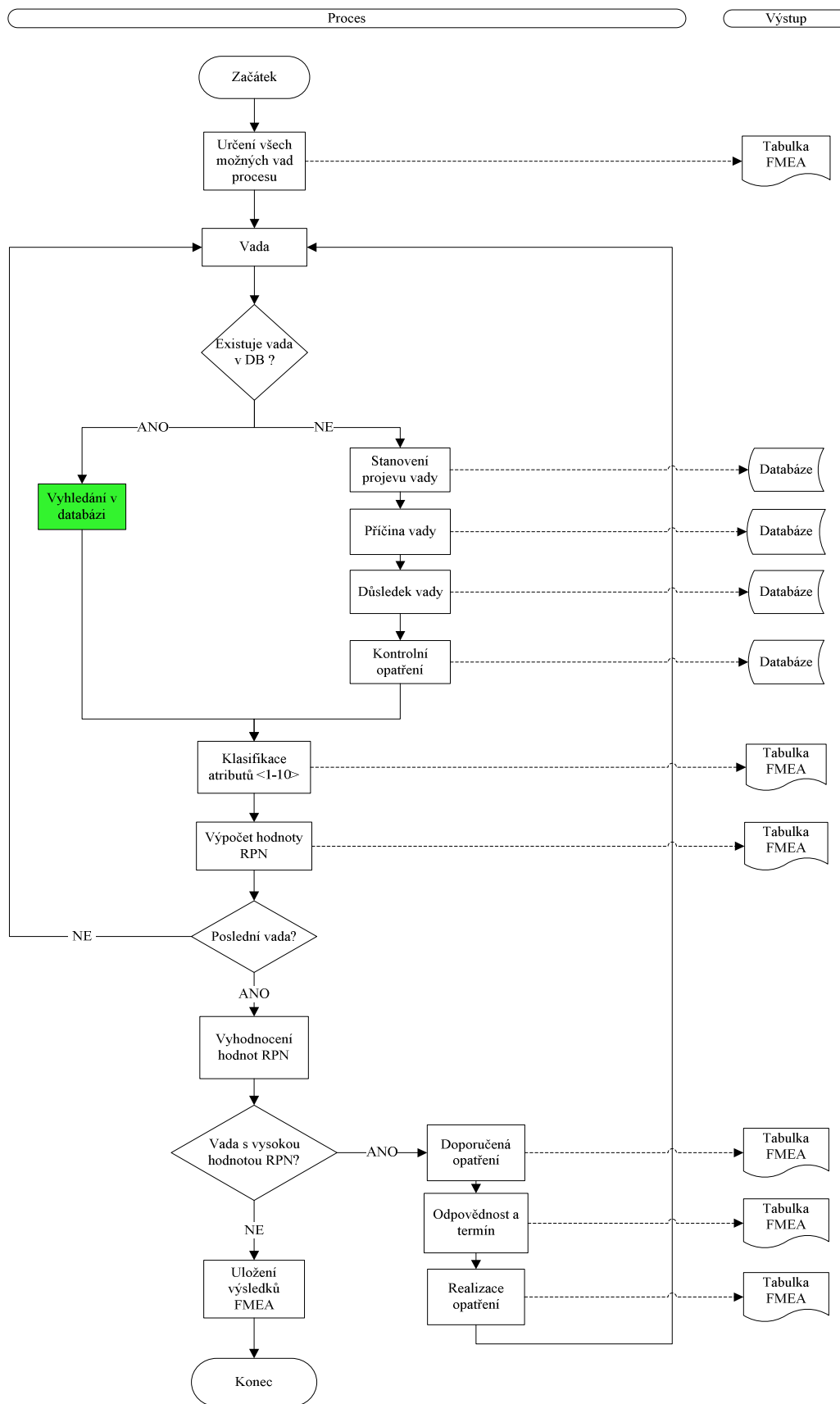


Diagram č. 5: FMEA procesu. (Zdroj: Vlastní zpracování)

4.2 Návrh kritérií hodnocení FMEA procesu

Problémem při zpracování se jeví nejednoznačnost kritérií hodnocení uvedených v kapitole 3.4.1, a to hodnocení odhalitelnosti vady, které může vést k subjektivnímu hodnocení. V tomto případě navrhuji upravit, resp. rozšířit hodnocení o atribut průchodnost vady, kterou uvádí Fuchs, viz tabulka č. 3. Výsledná klasifikační tabulka, kterou navrhuji je uvedena níže (viz tabulka č. 12). Průchodnost vady lze vypočítat snadno, a to porovnáním počtu vad reklamovaných zákazníkem (dle reklamačního formuláře) a počtu celkových vad (dle formuláře neshoda aj.).

| Kritérium klasifikace odhalitelnosti vady | | |
|---|--|----------------------|
| # | Kritérium | Průchodnost vady [%] |
| 1 | Vada bude jistě odhalena před expedicí | 0 - 5 |
| 2 | Odhalení vady je velmi pravděpodobné, vada má zjevné příznaky | 6 - 15 |
| 3 | | 16 - 25 |
| 4 | Odhalení vady je pravděpodobné, příznaky vady jsou při kontrole rozeznatelné | 26 - 35 |
| 5 | | 36 - 45 |
| 6 | | 46 - 55 |
| 7 | Odhalení vady je méně pravděpodobné, příznaky vady nejsou při kontrole rozpoznatelné | 56 - 65 |
| 8 | | 66 - 75 |
| 9 | Odhalení vady není pravděpodobné, vada není nebo ji nelze kontrolovat | 76 - 85 |
| 10 | | 86 - 100 |

Tabulka č. 12: Klasifikace odhalitelnosti. (Zdroj: Vlastní zpracování)

4.3 Návrh informační podpory tvorby FMEA

Navrženou databázi a vyhledávání potřebných údajů je potřeba vytvořit dle uvedeného návrhu v kapitole 4.1.1, včetně rozšíření, které je uvedené v tabulce č. 11.

V současné době existuje v české verzi několik softwarových produktů, které umožňují podpořit vytvoření FMEA. Jedná se o Palstat CAQ, Q-LanYs - CAQ a EISOD. V rámci bakalářské práce jsem porovnal tyto systémy zaměřené na řízení kvality, které obsahují modul FMEA a pokusil jsem se vybrat ten nejvhodnější. Kritérii pro výběr

byla cena, kompatibilita se stávajícím informačním systémem a možnosti rozšíření o další moduly.

Palstat CAQ

Palstat CAQ je modulární stavebnicový systém skládající se z nezávislých celků propojených na úrovni společných databází. Obsahuje modul plánování jakosti, který se zaměřuje i na zpracování FMEA. Dále obsahuje moduly dokumentace, audity, monitorování, metrologie, procesy, neshody, údržba a úkoly. Charakteristikami je, že systém nevyžaduje SW platformu, je kompatibilní s Windows 7 a platí se licence.²⁴ SW například umožňuje hodnocení nápravných opatření pomocí Pareto analýzy. Výrobce uvádí, že je možné Palstat CAQ propojit s již zabudovaným informačním systémem a dále uvádí orientační cenu instalace v desetitisících Kč.

Q-lanYs - CAQ

Q-LanYs - CAQ je modulární systém, který obsahuje balíček monitoring jakosti výrobků a ten obsahuje modul, který se věnuje tvorbě FMEA. Dalšími moduly jsou audity, statistická regulace, zmetkové hlášení, neshody, kontrola, zkušebny a zkoušky. Pro usnadnění tvorby FMEA je k dispozici například funkce pro nakopírování obsahu podobných již existujících dokumentů, tzn. využívá znalostní databáze. Výrobce uvádí, že lze po implementaci systém dále rozvíjet a jeho cenu udává v desetitisících Kč.

EISOD

EISOD je produkt, který nabízí správu dokumentace systému managementu jakosti, prokazování jakosti formou interních auditů a řízeným workflow karet neshod apod. Obsahuje modul analýzy FMEA, který umožňuje zpracovat tuto metodu pro konstrukci, proces i systém. Dále obsahuje moduly dokumentace, audity, SPC, reklamace, hodnocení, lidské zdroje, měřidla, procesy a customizace. Charakteristikami je, že systém nevyžaduje SW platformu a neplatí se licence, ale pouze cena za řešení.²⁵ Cena SW EISOD se pohybuje od 29 000 Kč do 240 000 Kč, dle počtu instalovaných modulů,

²⁴ TŮMA, M. *SW nástroje pro podporu managementu jakosti*. [online]. 2004 [cit. 2012-05-19]. Dostupné z: <http://www.systemonline.cz/clanky/sw-nastroje-pro-podporu-managementu-jakosti.htm>

²⁵ tamtéž

bez omezení počtu uživatelů, včetně školení a s možností dotací pro malý a střední podnik (MSP) ve výši 30 % až 50 %. Tuto podmínku podnik Drukocel splňuje.

Volba softwaru

Při volbě produktu informační podpory jsem stanovil jako kritéria cenu, kompatibilitu se stávajícím informačním systémem a možnost rozšíření o další moduly. Hodnocení bude uděleno v intervalu od 1 (nejnižší) do 3 (nejvyšší). Produkt s nejvyšším počtem bodů bude vybrán jako nejvhodnější (viz tabulka č. 13)

| Kritérium | Palstat CAQ | Q-lanYs-CAQ | EISOD |
|----------------|-------------|-------------|-------|
| Cena | 2 | 2 | 3 |
| Kompatibilita | 3 | 1 | 3 |
| Rozšiřitelnost | 3 | 2 | 3 |
| Celkem | 8 | 5 | 9 |

Tabulka č. 13: Hodnocení softwarů. (Zdroj: Vlastní zpracování)

Požizovací cena jednotlivých produktů je přibližně stejná, u žádného systému není vyžadována platba za upgrade, ovšem produkt EISOD má možnost získání dotací a nemá omezený počet uživatelů, proto má nejvyšší hodnocení. Produkty EISOD a Palstat CAQ nevyžadují SW platformu a lze je propojit s již zabudovaným informačním systémem, proto získali nejvyšší hodnocení pro kritérium kompatibilita. V případě kritéria rozšiřitelnost se opět jeví nejvhodnější tyto dva produkty. Z celkového hodnocení softwarů se jeví jako nejvhodnější produkt EISOD. Náhled uživatelského prostředí modulu FMEA tohoto softwaru uvádím v příloze č. 2.

5 Zhodnocení návrhu

Zavedení mého návrhu vyžaduje jednak vytvoření databáze dle obecného řešení, které je uvedeno v kapitole 4.4.1, ale i implementaci programu, ve kterém by byla FMEA zpracována. Podnik má na výběr dvě varianty, a to vytvoření databáze na klíč nebo nákup komerčního systému pro řízení jakosti, kupříkladu dle návrhu informační podpory tvorby FMEA v kapitole 4.3, kde jsem navrhl produkt EISOD.

Implementací databáze by také došlo ke změně procesu tvorby procesní FMEA, jak je uvedeno v diagramu č. 5. Výsledkem by byly časové a organizační úspory při dalším zpracovávání tabulek FMEA. Při implementaci databáze by také bylo nutné definovat odpovědnou osobu za údržbu takovéto databáze, v tomto případě jsem navrhnul vedoucího výroby.

Vytvořením databáze by byl odstraněn problém s nejednoznačnou terminologií, jelikož při práci v databázi je nutné užívat jednoznačně definované termíny atributů. Jako inspiraci jsem navrhl Knihu FMEA od W. Frankeho, která uvádí veškerý myslitelný popis atributů. Dále by dle mého návrhu bylo nutné rozšířit tabulku procesní FMEA o část nový stav (viz tabulka č. 11 v kapitole 4.1.2), která v sobě zahrnuje doporučená opatření, odpovědnou osobu, termín splnění, provedená opatření a přepočet míry rizika, což by vedlo k vytvoření přehledné tabulky, která by obsahovala komplexní informace o jednotlivých výrobních procesech.

Zavedení mého návrhu by také vyžadovalo doplnění klasifikačních kritérií odhalitelnosti vady, jelikož stávající stav vede k subjektivnímu hodnocení. Jednalo by se o doplnění číselníku odhalitelnosti o atribut průchodnost vady (viz tabulka 12.).

Implementace softwarového produktu EISOD je spojená s pořizovacími náklady v hodnotě 29 000 Kč a výše, dle počtu zavedených modulů. Nyní budu uvažovat tak, že je zaveden pouze modul FMEA. Je nutné připomenout, že tvůrce softwaru uvádí možnost získání dotace na pořízení v hodnotě 30% až 50%. Tato možnost platí pouze pro malé a střední podniky (dle definice EU), což podnik Drukocel splňuje. Také je nutno uvažovat provozní náklady, jedná se o upgrade softwaru a školení zaměstnanců. V tomto případě

jsou provozní náklady nulové, jelikož výrobce uvádí, že upgrade i dvě školení jsou zdarma.

Analýzou provedenou podnikem bylo zjištěno, že aplikací procesní FMEA na výrobní procesy výroby vzduchojemů došlo ke snížení objemu reklamací a počtu neshod. Podnik uvádí hodnotu nižší přibližně o 4 % během prvního roku. Pakliže tato úspora byla skutečně výsledkem aplikace procesní FMEA a došlo-li by k aplikaci této metodiky na veškerý výrobní sortiment podniku užitím počítačové podpory, kterou jsem navrhnul a kdybychom předpokládali, že výsledek bude rovněž stejně pozitivní, tzn. úspora 4 % z celkového objemu reklamací a počtu neshod (a tento objem by byl stejný jako v roce minulém), došlo by k úspoře nákladů v hodnotě přibližně 45 500 Kč během jednoho roku. Pakliže jsou pořizovací a provozní náklady implementace softwarového produktu EISOD 29 000 Kč, vyplývá z výše uvedeného celková úspora 16 500 Kč během jednoho roku.

Aplikací metodiky FMEA na veškerý výrobní sortiment pomocí počítačové podpory, by podnik také získal možnost identifikovat poruchy, které mají nepříjemný vliv nebo významné důsledky a také by mohl určit způsoby poruch, které by mohli vážně ovlivnit provoz. Implementací procesní FMEA by podnik také získal možnost soustředit svoji pozornost na klíčové oblasti pro řízení jakosti, kontrolu, a řízení výrobních procesů. Dále by mohl získat informace pro výběr míst pro preventivní údržbu a pro výběr vestavených testovacích zařízení a příslušných testovacích míst. Rovněž by došlo k odhalení kritických míst, která by mohla způsobit vznik problémů s bezpečností nebo s právní odpovědností za veškerý výrobní sortiment nebo odhalit nesoulad s požadavky předpisů.

Závěr

V bakalářské práci jsem analyzoval současný stav realizačních procesů v podniku Družstvo Drukocel Rosice. Konkrétně jsem se zabýval a rozebral jsem hlavní mapu procesu výroby vzduchojemů a dále jsem detailně analyzoval proces výroby vzduchojemů a také proces řízení neshody. Dále jsem popsal průběh procesní FMEA v podniku a také jsem představil výrobní procesy analyzované pomocí této metodiky a následně jsem po vyhodnocení současného stavu analyzovaných procesů představil návrhy na zlepšení. Jednalo se zejména o návrh podpory tvorby procesní FMEA, návrh změny kritérií hodnocení FMEA a dále návrh informační podpory tvorby analýzy.

Z počátku jsem shrnul základní teoretická východiska, konkrétně jsem charakterizoval procesy a představil jsem jejich klasifikaci. Následně jsem se věnoval přístupům měření a řízení procesů, a to zejména metodě Balance ScoreCard, ABC, EFQM, Lean SixSigma aj. Poté jsem se soustředil na problematiku managementu změny a dále jsem se zabíral přístupy optimalizace procesů, zejména Kaizen, TQM a Reengineering. Poté jsem se oddal tématu pojetí rizika a následně jsem podrobně rozebral metodu Failure mode and effects analysis.

Také jsem se věnoval společnosti Drukocel, přičemž mým záměrem bylo podnik představit, popsat její výrobní sortiment, organizační schéma a vývoj některých obchodních ukazatelů.

V analytické části jsem se věnoval podrobnému popisu realizačních procesů v tomto podniku a dále průběhu procesní FMEA výrobních procesů. Také jsem zhodnotil současný stav a výsledky byly následující. Zpracování FMEA pouze prostřednictvím tabulkového procesoru je časově a organizačně velice pracné. Dalším problémem při zpracování se jevila nejednoznačnost kritérií hodnocení odhalitelnosti vady, které mohlo vést k subjektivnímu hodnocení. Dále se zdál být problémem fakt, že procesní FMEA vypracovaná podnikem neobsahuje návrhy na zlepšení, odpovědnost, termín a přepočtenou míru rizika.

Moje návrhy na zlepšení se týkali zejména podpory tvorby procesní FMEA v podniku. Konkrétně jsem navrhnul obecné řešení databáze, čímž došlo ke změně procesu tvorby FMEA, a to tak, že odpadá práce s vypisováním sledovaných atributů, jelikož by byly uvedeny v databázi a tím by došlo k časové úspoře. Dále jsem vypracoval návrh rozšíření tabulky FMEA o některé atributy, čímž se stala tabulka komplexní a přehlednou. Rovněž jsem upravil kritéria hodnocení odhalitelnosti vady, a to tak, že jsem přidal stupnici průchodnosti vad. Také jsem navrhnul informační podporu tvorby FMEA. K výsledku jsem dospěl analýzou některých komerčních informačních systémů. V tomto případě jsem doporučil systém EISOD.

Celá moje práce byla pro mne velkým přínosem a rozvinula mé znalosti. Zjistil jsem, že se mé znalosti a představy vcelku lišily od skutečnosti. Doufám, že ji lze skutečně využít k vylepšení procesů v podniku Drukocel a že zaujme studenty nejen naší školy.

Seznam použité literatury

- 1 BARTES, F. *Jakost v podniku*. Brno: CERM, 2007. ISBN 978-80-214-3362-5.
- 2 BLECHARZ, P. a ZINDULKOVÁ, D. *TQM*. Ostrava: Vysoká škola podnikání, a.s. v Ostravě, 2005. ISBN 80-86764-28-1.
- 3 FRANKE, W. D. *FMEA: Analýza možností vzniku vad a jejich následků*. Česká společnost pro jakost, 1993. ISBN 80-02-00968-1.
- 4 FUCHS, P. a kol. *Řízení jakosti a spolehlivosti: FMEA/FMECA* [online]. [cit. 2012-05-02]. Dostupné z: www.rss.tul.cz/ftppub/tjs/12-RJSPrednska7S08n.ppt
- 5 HÝBLOVÁ, P. *Logistika*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2006. ISBN 80-7194-914-0.
- 6 JUROVÁ, M. *Organizace přípravy výroby*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2009. ISBN 978-80-214-3946-7.
- 7 KOTTER, J. *Vedení procesu změny: Osm kroků úspěšné transformace podniku v turbulentní ekonomice*. Praha: Management Press, 2008. ISBN 978-80-7261-015-0.
- 8 MASAANKI, I. *Kaizen: Metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Brno: Computer press, 2007. ISBN 80-251-1621-2.
- 9 MELČÁK, M. *Výrobní management*. Brno: VUT v Brně, 1999. ISBN 80-214-1393-x.
- 10 NÁRODNÍ INFORMAČNÍ STŘEDISKO PODPORY KVALITY. *Společný hodnotící rámec: CAF CZ 2009*. Praha: Národní informační středisko podpory kvality, 2009. ISBN 978-80-02-02201-5.

- 11 ŘEPA, V. *Podnikové procesy: Procesní řízení a modelování*. 2.vydání. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-2252-8.
- 12 ŠIMONOVÁ, S. *Modelování procesů a dat pro zvyšování kvality*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2009. ISBN 978-80-7395-205-1.
- 13 TEPLICKÁ, K. *Kaizen: Kvalita versus 3"MU"* [online]. [cit. 2012-05-02]. Dostupné z: <http://katedry.fmmi.vsb.cz/639/qmag/mj34-cz.htm>
- 14 TŮMA, M. *SW nástroje pro podporu managementu jakosti*. [online]. 2004. Dostupné z: <http://www.systemonline.cz/clanky/sw-nastroje-pro-podporu-managementu-jakosti.htm>
- 15 VEBER, J. a kol. *Management: Základy - prosperita - globalizace*. Praha: Management Press, 2007. ISBN 978-80-7261-029-7.
- 16 VESELÝ, J. *Družstvo Drukocel Rosice* [online]. 2006 [cit. 2011-10-31]. Dostupné z: <http://www.drukocel.cz/>
- 17 ZEMČÍK, O. *Technologické procesy: Část obrábění*. Sylaby FSI VUT v Brně, 2003.

Seznam použitých zkratk

ABC - Activity Based Costing

BSC - Balanced ScoreCard

EFQM - European Foundation for Quality Management

TQM - Total Quality management

FMEA - Failure mode and effects analysis

FMECA - Failure Mode, Effects and Criticality Analysis

NASA - National Aeronautics and Space Administration

ČSN - dříve Československá státní norma, nyní Česká technická norma

RPN - Míra rizika/priorita [-]

Sev - Význam [-]

Occ - Výskyt [-]

Det - Odhalitelnost [-]

WPS - Welding Procedure Specification, neboli postup svařování

SPC - Statistická regulace procesu

MSP - Malý a střední podnik, definice dle Evropské unie

SW - Software

EISOD - Elektronická ISO Dokumentace, softwarový produkt

Seznam příloh

Příloha č. 1: Tabulka FMEA

Příloha č. 2: Náhled pracovního prostředí modulu FMEA.

Příloha č. 2: Náhled pracovního prostředí modulu FMEA.

