

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**KATEDRA TECHNOLOGIÍ A MĚŘENÍ**

# **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Způsoby mapování a analýzy podnikových procesů**

*Originál (kopie) zadání BP/DP*

## **Abstrakt**

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na metody analýzy a mapování podnikových procesů. Práce je rozdělena na tři části, z nichž v první části jsou popsány definice procesní analýzy a mapování procesů. Druhá část práce obsahuje metody procesní analýzy a mapování procesů. Ve třetí části je popsán proces výrobního podniku a provedená analýza.

## **Klíčová slova**

Proces, analýza procesů, mapování procesů, podnikový proces, FMEA

## **Abstract**

The thesis is divided into three parts, amongst which the first describes definitions of process analysis and process mapping. The second part contains methods of process analysis and process mapping. The third part describes the process of the manufacturing and business analysis.

## **Key words**

Process, process analysis, proces mapping, business process, FMEA

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

.....  
podpis

V Plzni dne 8.6.2018

Marek Drahoňovský

## **Poděkování**

Za skvělou výpomoc, odborné vedení, cenné rady a podporu, bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Davidovi Brychovi.

## Obsah

<b>OBSAH .....</b>	<b>7</b>
<b>SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>9</b>
<b>ÚVOD.....</b>	<b>10</b>
<b>1 DŮLEŽITÉ POJMY .....</b>	<b>11</b>
1.1 FUKČNÍ ŘÍZENÍ.....	11
1.2 PROCES.....	11
1.2.1 <i>Procesní řízení</i> .....	11
1.2.2 <i>Hierarchie procesů</i> .....	12
1.2.3 <i>Základní parametry procesů</i> .....	13
1.2.4 <i>Úroveň procesu</i> .....	14
1.3 PROCESNÍ ANALÝZA .....	15
1.3.1 <i>Fáze analýzy podnikových procesů</i> .....	15
1.3.2 <i>Výhody analýzy podnikových procesů</i> .....	16
1.3.3 <i>Rizika procesní analýzy</i> .....	16
1.4 MAPOVÁNÍ PROCESU .....	17
1.4.1 <i>Typy map procesů</i> .....	17
1.4.2 <i>Výhody mapování procesů</i> .....	19
<b>2 METODY ANALÝZY A MAPOVÁNÍ PROCESŮ .....</b>	<b>21</b>
2.1 METODY PROCESNÍ ANALÝZY.....	21
2.1.1 <i>Theory of Constraints (TOC) – teorie omezení</i> .....	21
2.1.2 <i>Force Field Analysis (FFA) – analýza silových polí</i> .....	22
2.1.3 <i>Value Stream Mapping (VSM) – mapování toku hodnot</i> .....	23
2.1.4 <i>Ishikawův diagram</i> .....	25
2.1.5 <i>Critical Path Method (CPM) – metoda kritické cesty</i> .....	25
2.1.6 <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) - Analýza možných vad a jejich následků</i> .....	28
2.2 METODY MAPOVÁNÍ PROCESŮ .....	30
2.2.1 <i>Business Process Modeling Notation (BPMN) - standardní model podnikového procesu a notace</i> .....	30
2.2.2 <i>UML – Unified Modeling Language</i> .....	32
2.2.2.1 <i>Základní cíle UML</i> .....	32
2.2.3 <i>eEPC</i> .....	35
<b>3 PRAKTICKÉ VYUŽITÍ MAPOVÁNÍ A ANALÝZY PROCESU .....</b>	<b>36</b>
3.1 POPIS FIRMY .....	36
3.2 JEDNOTLIVÉ PROCESY.....	38
3.2.1 <i>Získání zakázky a příprava na sériovou výrobu</i> .....	38
3.2.2 <i>Sklad a vstupní vizuální kontrola</i> .....	39
3.2.3 <i>Výrobní linka</i> .....	40
3.2.4 <i>Testování výrobků a výstupní vizuální kontrola</i> .....	41
3.3 ANALÝZA PFMEA VÝROBKU XY .....	41

3.3.1	<i>Původní stav.....</i>	41
3.3.2	<i>Hodnocení závažnosti možných chyb.....</i>	46
3.3.3	<i>Hodnocení četnosti výskytu možných chyb.....</i>	47
3.3.4	<i>Hodnocení obtížnosti detekce možných chyb.....</i>	48
3.3.5	<i>Stav po provedení nápravných akcí.....</i>	49
<b>ZÁVĚR .....</b>		<b>50</b>
<b>SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ .....</b>		<b>65</b>



## Seznam symbolů a zkratek

Zkratka	Anglický jazyk	Český jazyk
TOC	Theory of Constraints	Teorie omezení
FFA	Force Field Analysis	Analýza silových polí
VSM	Value Stream Mapping	Mapování toku hodnot
CPM	Critical Path Method	Metoda kritické cesty
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis	Analýza možného výskytu a vlivu vad
DFMEA	Design Failure Mode and Effect Analysis	Analýza způsobu selhání a efektu návrhu
PFMEA	Process Failure Mode Effects Analysis	Analýza možných způsobů a důsledků poruch v procesu
RPN	Risk Priority Number	Prioritní číslo rizika
BPMN	Business Process Modeling Notation	Standardní model podnikového procesu a notace
UML	Unified Modeling Language	Unifikovaný modelovací jazyk
eEPC	Extended Event-driven Process Chain	Procesní řetězec řízený událostmi
PCB	Printed Circuit Board	Deska plošných spojů
SPI	Solder Paste Inspection	Kontrola pájecí pasty
AOI	Automated Optical Inspection	Automatická optická inspekce
THT	Trough-hole technology	Technologie průchozích otvorů

## **Úvod**

Vzhledem k tomu, že spolupracuji s výrobní firmou, která využívá procesy a procesní řízení, mě téma bakalářské práce zaujalo. V dnešní době rostoucí konkurence všech možných odvětví je procesní řízení v organizacích zabývajících se sériovou výrobou velmi užitečné. Procesní analýzy jsou efektivními nástroji pro zvýšení výkonu organizace a poskytují výhody v bojích firem o zákazníky, ale zároveň také šetří firemní náklady na provoz.

Bakalářská práce je rozdělena do tří kapitol, z nichž první dvě jsou teoreticky zaměřené, třetí kapitola je zaměřena na reálný podnik a vybrané metody jsou použity v praxi. V první kapitole se práce soustředí na popis procesu, procesního řízení, procesní analýzy a mapování. Ve druhé kapitole je uveden přehled vybraných metod analýzy a mapování. Třetí kapitola obsahuje popis analýzy FMEA produktu ve firmě zabývající se osazováním desek plošných spojů.

# **1 Důležité pojmy**

## **1.1 Funkční řízení**

Funkční nebo projektové řízení rozděluje jednotlivé úkoly do týmů a projektů. Na tyto úkoly je pohlíženo jako na jednorázovou činnost a je vhodné pro zakázkovou výrobu[1]. Pokud dojde v organizaci k jakémukoliv zlepšení na úrovni výkonu pracovní pozice nebo činnosti, není toto zlepšení zúročeno efektivnějším výkonem organizace jako celku. Příčinou tohoto výsledku je to, že ve funkčním řízení neexistují mechanismy, které zabezpečují koordinaci výkonu. [2]

## **1.2 Proces**

Existuje mnoho různých definic, kterými můžeme slovo proces charakterizovat, ale význam těchto definic je vždy velmi podobný. Proces je uspořádaný sled činností vedoucí k přeměně vstupů na výstupy, které mají obvykle přidanou hodnotu oproti vstupům. Procesy jsou tvořeny dílčími jednotkami jako subprocesy a činnosti (aktivity), operace (úlohy) a kroky. Procesy lze tedy rozdělit na nižší úrovně podle složitosti jejich průběhu tak, abychom dostali jejich jasný a přehledný popis. V jednotlivých vrstvách této hierarchie je zhruba stejně podrobně popsáno podobné množství dat u jednotlivých procesů. [3]

### **1.2.1 Procesní řízení**

Procesní řízení je datově orientovaný přístup ke zlepšování výkonnosti společnosti[4]. Při použití procesního řízení je kladen důraz na opakované procesy a jejich průběh napříč společností. Pomocí procesního řízení jsou zapojena různá oddělení do jednotlivých procesů současně a tím je zlepšena komunikace ve společnosti. Vnitřní organizační struktura procesně řízené firmy je přizpůsobena podnikovým procesům [5] a zlepšuje zastupitelnost jednotlivých pracovníků. Cílem procesního řízení je dosažení požadované efektivity, opakovatelnosti a udržení stejné kvality. [6]

Procesní řízení tedy omezuje komunikační a informační bariéry, které mají tendenci vznikat při funkčním řízení podniku [7]. Protože je procesní řízení aplikováno na opakované procesy, mohou být tyto procesy postupně optimalizovány. Platí, že celý proces je silný stejně jako jeho nejslabší článek [8].

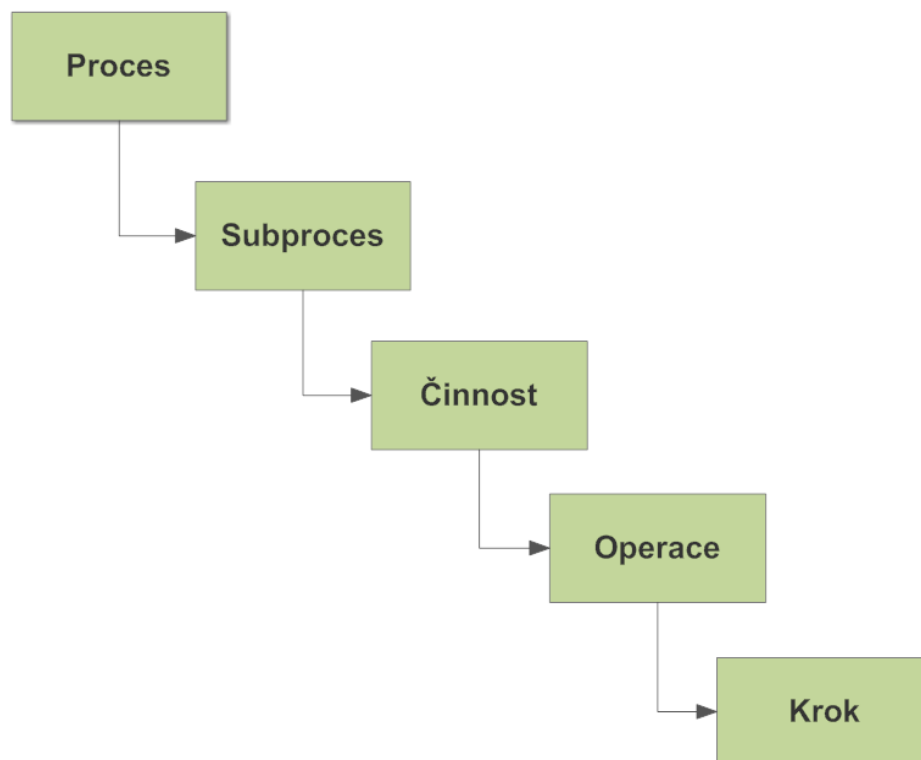
## 1.2.2 Hierarchie procesů

**Subproces** - Subproces je proces, který je součástí nadřazeného procesu. Je to sled činností, které mohou být prováděny několika odděleními nacházející se v celé organizaci a jejich výstupem je měřitelný produkt nebo služba. [3]

**Činnost** - Sled operací, které jsou prováděny pouze jedním oddělením. Výstup činnosti je měřitelný produkt/služba a lze mu jednoznačně přiřadit náklady na něj vynaložené. [3]

**Operace** – Pracovní úkon složený z kroků, který je prováděn jedním odborným pracovníkem. [3]

**Krok** – Pracovní úkon, který provádí jeden odborný pracovník. [3]



Obrázek 1.1 – Hierarchizace procesu – překresleno z [7]

### 1.2.3 Základní parametry procesů

V každém procesu je možné definovat a analyzovat:

- Vstupy a výstupy procesu

**Vstupy** zahajují proces, mohou být hmotné i nehmotné povahy a patří mezi ně dodavatelé, poskytovatelé nebo výstupy z jiných procesů. Transformováním vstupů, ke kterým se činností procesu generuje přidaná hodnota, vzniká **výstup** neboli **produkt procesu**, který může být finálním produktem nebo jen dalším vstupem následujících procesů.

- Vlastníka procesu, zákazníka procesu

**Vlastník procesu** je osoba odpovídající za efektivitu procesu. Pro optimální výkon disponuje dostatečnými pravomocemi, aby zajistil správnou funkci, efektivitu a požadované výstupy svého procesu, které předává **zákazníkovi procesu**. Tím může být organizace, osoba nebo další proces. Rozeznáváme dva typy zákazníků:

Interní zákazník – výstup procesu je využit v rámci organizace, ve které byl vytvořen. Výstup použit například jako vstup následujícího procesu. Následující proces je tedy zákazníkem procesu předchozího.

Externí zákazník – může být konečným spotřebitelem nebo dalším procesem pro realizaci hodnoty pro spotřebitele, kterému výstup slouží jako meziprodukt, ale musí být ochoten platit za výstupy z procesu[3]

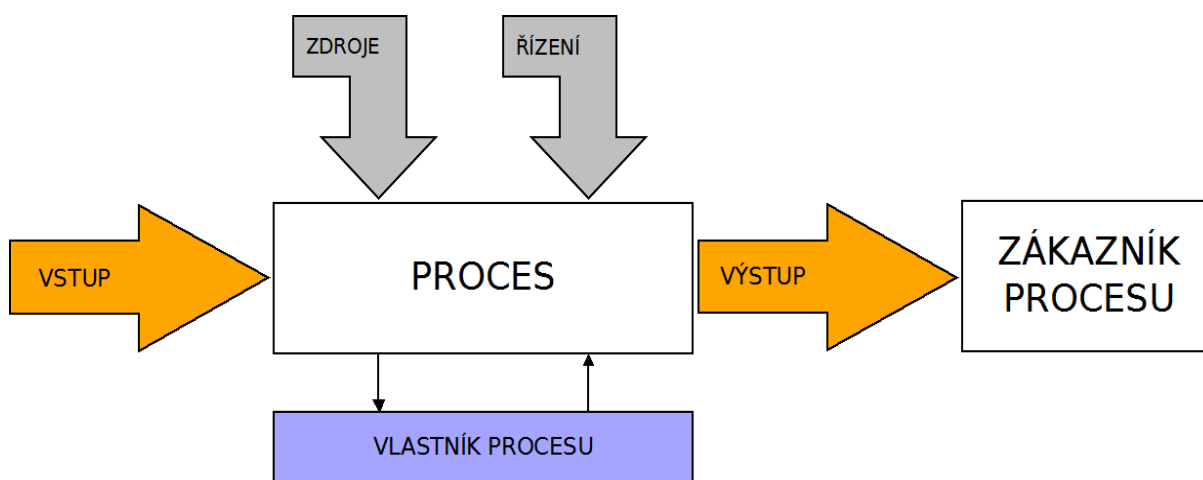
- Náklady procesu

**Zdroje** procesu jsou opakovaně používané prostředky pro transformaci vstupů na výstupy. Tím se liší od vstupů procesu, které jsou zpracovány jednorázově. Mezi zdroje patří informace, lidská práce, stroje a zařízení, které se využívají pro vytvoření produktu s přidanou hodnotou. Ke správné realizaci požadovaného výstupu pomocí zdrojů je často nutné dodržovat postupy, pravidla, normy, směrnice nebo zákony. Tyto předpisy nazýváme **regulátory** nebo **řízení procesu**. [3]

- Architekturu procesu

Aby výstup procesu mohl být vstupem dalších procesů, musí se tento výstup shodovat se vstupem následujícího procesu na jejich **hranici**. Hranice vymezují rozsah procesu, je to místo, kde vstupy začínají svou přeměnu pomocí procesu a výstup proces ukončuje.[3]

- Přidanou hodnotu k výstupu procesu



Obrázek 1.2 – Základní popis procesu - překresleno z [3]

#### 1.2.4 Úroveň procesu

Procesy můžeme členit na **hlavní procesy** (klíčové procesy), řídicí procesy a podpůrné procesy. Různé organizace mají různé hlavní procesy, ale účel těchto procesů je stejný – zisk za jejich výsledek. V odlišných odvětvích mají organizace různé hlavní procesy, ale jejich cíl je u všech hlavních procesů stejný.

**Řídicí procesy** nepřinášejí zisk společnosti, ale zajišťují správné fungování hlavních procesů a chodu organizace [9]. Řídicí procesy zajišťují plánování strategie, organizaci a řízení hlavních procesů[10]. Jsou tedy realizovány managementem organizace.

**Podpůrné procesy** jsou v organizacích různých odvětví podobné[11]. Stejně jako řídicí procesy, tak ani podpůrné procesy nevytvářejí zisk. Příkladem podpůrného procesu jsou služební cesty, nákup materiálu, správa majetku, údržba nebo procesy řízení kvality.

Pro maximalizaci výkonu společnosti se zaměřujeme v první řadě na tvorbu hodnoty a užítku pro odběratele. Optimalizaci musíme tedy začít od hlavních procesů, které tyto požadované elementy produkují.[9]

### 1.3 Procesní analýza

Procesní analýza je činnost řízení procesů, která se využívá ke zjištění, zda proces dosahuje svého cíle a zda je správně nastaven. Analyzovaný proces nebo činnost se může na první pohled jevit jako dobře nastavená součást celého procesu, ale při analýze se mohou objevit zdroje plýtvání, zpoždění a tím i nevyužitý potenciální výkon procesu. Analýzou lze identifikovat příčiny nežádoucích jevů v procesu, které výstupu nepřidávají hodnotu nebo ji dokonce ubírají[12]. Dle by se měla procesní analýza použít vždy v následujících příkladech:

- Neidentifikované problémy, jako pravidelné zpoždění nebo zvýšené stížnosti zákazníků na dodané zboží nebo služby.
- Před zavedením automatizace pro ujištění, že proces je optimalizován.
- Nahrazení procesu novou verzí

Pokud je analýza použita správně, poskytuje vlastníkům procesu informace o analyzovaném procesu, které následně mohou využít pro jeho zlepšení [13].

#### 1.3.1 Fáze analýzy podnikových procesů

Analýza podnikových procesů vychází ze čtyřstupňového plánu[13]:

**Identifikace procesu** – Prvním krokem je volba procesu, na který se bude analýza aplikovat a identifikovat osoby nebo oddělení, které se jím zabývají. V tomto kroku je nutné přesně definovat počátek a konec procesu.

**Shromáždění informací o procesu** – Shromážděné informace o procesu nám pomohou pochopit samotný proces, jeho cíle a překážky. Dále získáme představu a rozsahu možných vylepšení a nevyužitém potenciálu procesu.

**Analýza procesu** – V tomto kroku je dobré vytvořit plán analýzy a postupovat podle tohoto plánu. Celý proces je nutné projít a změřit jeho účinnost. V případě, že je proces komplikovaný, je možné měřit jeho účinnost po částech.

**Návrh plánu optimalizace** – Získaná data z analýzy je možné použít pro návrh plánu zlepšení procesu. Pro požadované cíle zlepšení jsou navrženy zdroje, změny a definována časová osa. Samotná implementace plánu optimalizace musí být správně koordinována, aby nedocházelo k akcím, které nebudou mít okamžitý efekt na účinnost procesu.

### **1.3.2 Výhody analýzy podnikových procesů**

Obecně pojem procesní analýza představuje analýzu toku práce v organizacích. Pomáhá nám lépe pochopit, řídit a zlepšovat procesy. Zaměřuje se na jednotlivé činnosti procesu a popisuje je, stejně tak jako vstupy a výstupy těchto činností. V praxi ji použijeme jak pro obvyčejné zjištění nebo popsání toku práce, tak pro zlepšení výkonnosti, efektivnosti a návratnosti investic.[14] Je tedy základem pro optimalizaci procesů, která by měla probíhat minimálně jednou ročně, aby bylo zajištěno co největší uspokojení zákazníka, aby se trvale zvyšovala produktivita a snižovaly náklady podniku[3]. Zde jsou nejčastější výhody analýzy podnikových procesů[13]:

- Lepší dokumentace a porozumění procesu – získané informace lze využít pro vytváření pracovních postupů, podle kterých se pracovníci řídí.
- Robustní data o tom, jak proces pracuje.
- Identifikace překážek, které proces zpomalují.
- Určení činností, které proces omezují a jakým způsobem.
- Lepší školení pro nové zaměstnance, kteří přebírají tento proces

### **1.3.3 Rizika procesní analýzy**

Analýza procesu je dobrý postup pro zlepšení za předpokladu, že je analýza vhodně zvolena a správně provedena. V opačném případě může být ztrátou času pracovníků,



finančních prostředků na ni vynaložených nebo investice do ní jsou nepřiměřeně velké v porovnání s jejími přínosy. Organizace si proto často najímají specializované odborníky, kteří analýzu provádějí. Externí pracovníky je možné využít, i pokud firma vyžaduje tzv. "pohled z venku" [14]. Najímání externích pracovníků znamená také rizika pro v podobě neznalosti firmy a jejího fungování. V takovém případě se může stát, že odborný externista neodvede tak dobrou práci jako pracovník znalý analyzovaného procesu.

## **1.4 Mapování procesu**

Mapování procesů je plánovací a řídicí nástroj, který vizuálně popisuje tok práce a zobrazuje posloupnost činností, které mají konečný výsledek. Procesní mapa se také nazývá vývojový diagram procesů, procesní diagram, funkční schéma procesu, funkční vývojový diagram, procesní model, schéma postupu nebo schéma procesu. Ukazuje, kdo a co je zapojeno do procesu, může být použita v jakékoli společnosti nebo organizaci a může odhalit oblasti, kde by měl být proces zlepšován [15]. Informace k jednotlivým prvkům mapy lze získat například z pozorování a měření konkrétního procesu, ze směrnic společnosti, z dříve vytvořených procesních map nebo z rozhovoru s vlastníky procesu či pracovníky v něm [16].

Hlavním účelem mapování procesů je snadnější pochopení a rozklíčování procesů. Procesní mapy poskytují náhled do procesu, pomáhají definovat hranice procesu, jeho vlastnictví, odpovědnost za proces nebo využívané metriky. Mapy mohou snadno a rychle přinést nápady pro jeho zlepšení například pomocí brainstormingu. Poskytují také procesní dokumentaci [15].

### **1.4.1 Typy map procesů**

Mapování procesů se zabývá komunikací procesů s ostatními procesy. Pomocí těchto map, je možné vytvořit silnější porozumění. Následně jsou shrnuty základní typy jednotlivých mapových procesů:

- Mapa procesů aktivity: představuje přidanou hodnotu a činnosti bez přidané hodnoty v procesu
- Podrobná mapa procesů: poskytuje mnohem podrobnější pohled na každý krok v procesu

- Dokumentová mapa: Dokumenty jsou vstupy a výstupy v procesu
- Mapa procesů na vysoké úrovni: zastoupení na vysoké úrovni procesu zahrnujícího interakci mezi dodavatelem, vstupem, procesem, výstupem, zákazníkem
- Mapa vykreslovaných procesů: představuje současný stav a / nebo budoucí státní procesy, které ukazují oblasti pro zlepšení procesu
- Mapa swimlane (nebo cross-functional): odděluje odpovědnost za proces v procesu
- Referenční řetězec s přidanou hodnotou: nespojené boxy, které představují velmi zjednodušenou verzi procesu pro rychlé pochopení
- Mapa hodnotového toku: technologie založená na chudé správě, která analyzuje a zlepšuje procesy potřebné pro vytvoření produktu nebo poskytnutí služby zákazníkovi.
- Schéma pracovního toku: pracovní postup zobrazený ve formátu "tok"; nepoužívá symboly Unified Modeling Language (UML).[15]

Klíčové prvky mapování procesů zahrnují akce, kroky aktivity, rozhodovací body, funkce, vstupy / výstupy, zúčastněné osoby, procesní měření a požadovaný čas. Základní symboly se používají v mapě procesů pro popis klíčových prvků procesu. Každý procesní prvek je reprezentován specifickým symbolem, jako je šipka, kruh, diamant, krabice, ovál nebo obdélník. Tyto symboly pocházejí z Unified Modeling Language nebo UML, což je mezinárodní standard pro kreslení procesních map.[15]

V podnikání je proces skupinou vzájemně propojených úkolů, ke kterým dochází v důsledku události. Tyto úkoly přinášejí zákazníkovi požadovaný výsledek. Mapování procesů lze využít v mnoha oblastech podnikání: zlepšování obchodních procesů, přepracování podnikových procesů, reengineering, školení, zlepšování kvality, simulace, informační technologie, měření práce, dokumentace, analýza procesů, návrh provozního procesu,

integrace procesů, akvizice, prodejní obchodní operace. Mapování obchodních procesů může být také užitečné pro dodržování předpisů v oblasti výroby a služeb, jako je například společná norma ISO 9000 (Mezinárodní organizace pro normalizaci) nebo ISO 9001.[15]

### **1.4.2 Výhody mapování procesů**

Mapování procesů zviditelňuje plýtvání, zjednodušuje pracovní procesy a rozvíjí pochopení. Mapování procesů umožňuje vizuálně sdělit důležité detaily procesu spíše než psát rozsáhlé pokyny.[15]

Vývojové diagramy a procesní mapy se používají k:

- Zvýšení porozumění procesu.
- Analyzování, jak lze proces zlepšit.
- Vizualizaci, jak probíhá proces.
- Zlepšení komunikace mezi jednotlivci zapojenými do stejného procesu.
- Poskytnutí dokumentace procesu.
- Plánování projektů.
- Mapové procesy mohou ušetřit čas a zjednodušit projekty, protože:
- Vytvoří a zrychlí návrh projektu.
- Poskytují efektivní vizuální komunikaci nápadů, informací a dat.
- Pomáhají při řešení problémů a rozhodování.
- Identifikují problémy a možná řešení.

- Mohou být vybudovány rychle a ekonomicky.
- Zobrazují procesy v krocích a používá symboly, které lze snadno sledovat.
- Zobrazují podrobné spojení a sekvence
- Zobrazují celý proces od začátku do konce

Mapové procesy pomáhají porozumět důležitým vlastnostem procesu a umožňují vytvářet užitečná data pro řešení problémů. Mapy procesů umožňují strategicky požádat o důležité otázky, které vám pomohou zlepšit jakýkoli proces.[15]

## **2 Metody analýzy a mapování procesů**

Kvůli zavádění principu procesního řízení v organizaci je nutné řídit, hodnotit a kontrolovat procesy v podniku[12]. Pro hodnocení procesů můžeme využít procesní analýzy a procesní mapy. Procesní mapa poskytuje grafické znázornění procesů v podniku a procesní analýza bezprostředně navazuje na procesní mapy

Vzhledem k velkému množství metod analyzování procesů a širokému využití procesní analýzy není možné vybrat univerzální metodiku. Výběr metody záleží na konkrétní potřebě a situaci, v níž se organizace nachází. Lze analyzovat jednotlivé procesy individuálně nebo dohromady jako celek. Výsledek procesní analýzy může být textový popis nebo procesní model s vyjádřením všech závislostí. Rizikem procesní analýzy je špatně zvolený postup nebo nástroj pro analýzu. Správný výběr metodiky a nástroje je velice důležitý.[14]

### **2.1 Metody procesní analýzy**

#### **2.1.1 Theory of Constraints (TOC) – teorie omezení**

TOC, kterou vynalezl Eliyahu M. Goldratt, je analytická technika, hledající omezení z hlediska definovaných cílů, identifikuje nejužší místo (hrdlo) systému. Základním principem je hledání nejlepšího řešení pro celek je:

- Nalezení omezení systému – pokud neznáme kapacitu procesu je vhodné proces spustit a pozorovat, která část procesu má dlouhé časové prodlevy mezi jednotlivými cykly své funkce. Ta část procesu, která má největší prostoje, následuje po úzkém místě procesu. [17]
- Rozhodnutí jak omezení nejlépe využít – důležité je zvýšení celkové propustnosti celého procesu. [18]
- Vytěžení maxima z tohoto omezení. – pro zvýšení celkové propustnosti systému nejsou nejdůležitější místa ta úzká, synchronizace procesu má v této teorii větší vliv.[18]

### **2.1.2 Force Field Analysis (FFA) – analýza silových polí**

FFA využívá rovnováhu mezi silami, které podporují změnu a mezi silami, které změně brání. Snaží se tuto rovnováhu porušit, aby došlo k požadované změně. Síly na straně podporující změnu musí být dostatečně zesíleny nebo naopak síly bránící změně musí být oslabeny[19]

K úspěšnému provedení analýzy silových polí je potřeba dodržet následujících pět kroků:

- Popsat plán nebo návrh změny – definice cíle nebo vize, která bude vizualizovaná v rámečku uprostřed. [19]
- Definování sil podporujících změnu – interní i externí síly, které mohou pomoci přiblížit se definovanému cíli. K úspěšné identifikaci sil můžou organizaci pomoci otázky:
  - Jakou výhodu změna přinese?
  - Kdo podporuje tuto změnu? Kdo je proti? Proč?
  - Jaké jsou náklady a rizika?
  - Jaké procesy budou ovlivněny?

Po určení těchto sil, přidejte je na levou stranu analýzy silového pole. [19]

- Definování sil bránící změně – interní i externí síly, které brání dosažení vytyčeného cíle. Tyto síly se zapíší na pravou stranu diagramu. [19]
- Přiřazení hodnoty sil – každá z identifikovaných sil má vliv na dosažení cíle. Tento vliv je nutné ohodnotit známkou od jedné (slabý vliv) do pěti (silný vliv). Po oznámkování sil se známky jednotlivých stran sečtou. [19]

- Narušení rovnováhy – narušením rovnováhy neboli přehodnocením sil, chce organizace získat informace, za jakou cenu docílí změny, které síly se budou vzájemně ovlivňovat a jak. [19]

Nyní je analýza hotova a dle výsledků lze vyhodnotit, zda je výhodnější pokračovat dále ve stávající situaci, protože náklady obětované na změnu jsou příliš velké, nebo přistoupit ke



změně.[19]

Obrázek 2.1 - Základní diagram analýzy silových polí

### 2.1.3 Value Stream Mapping (VSM) – mapování toku hodnot

Value Stream Mapping je komplexní metoda, která pomocí vývojového diagramu kontroluje tok hodnot a informací od počátku procesu až po dodání zákaznickovy. Soustředí se na přidanou hodnotu produktu nebo služby, která zajímá zákazníka procesu. Při využití metody VSM se typicky začíná vykreslením aktuálního stavu a poté se modeluje lepší nebo ideální způsob dosažení požadovaného výsledku. Tato metoda krok po kroku prochází a hodnotí každou důležitou činnost v procesu. Tím získáváme informaci o přidané hodnotě v jednotlivých krocích, ale také o činnostech, které tvoří ztráty.[20]

Majitel procesu z toho může vidět současný stav, problémy jako zpoždění, prostoje, omezení a v nákresu lepšího nebo ideálního stavu může vidět jak je zlepšit. Typickým cílem této metody je eliminovat odpad a jeho zdroje, ale může se na ni nahlížet i z hlediska přidané hodnoty. To je to co zákazníka zajímá a je za to ochoten zaplatit.[20]

Analýza VSM často vyžaduje hodně času a zaměstná hodně pracovníků, aby byla správně zpracována. Pokud není správně aplikována, sama se může stát zdrojem plýtvání. Vyžaduje, aby pracovníci měli zkušenosti s VSM a odhadli, zda je vhodné tuto metodu použít na vzniklou situaci. Je třeba také zvážit potenciální přínos této metody s investovaným časem pracovníků, kteří na analýze budou pracovat. [20]

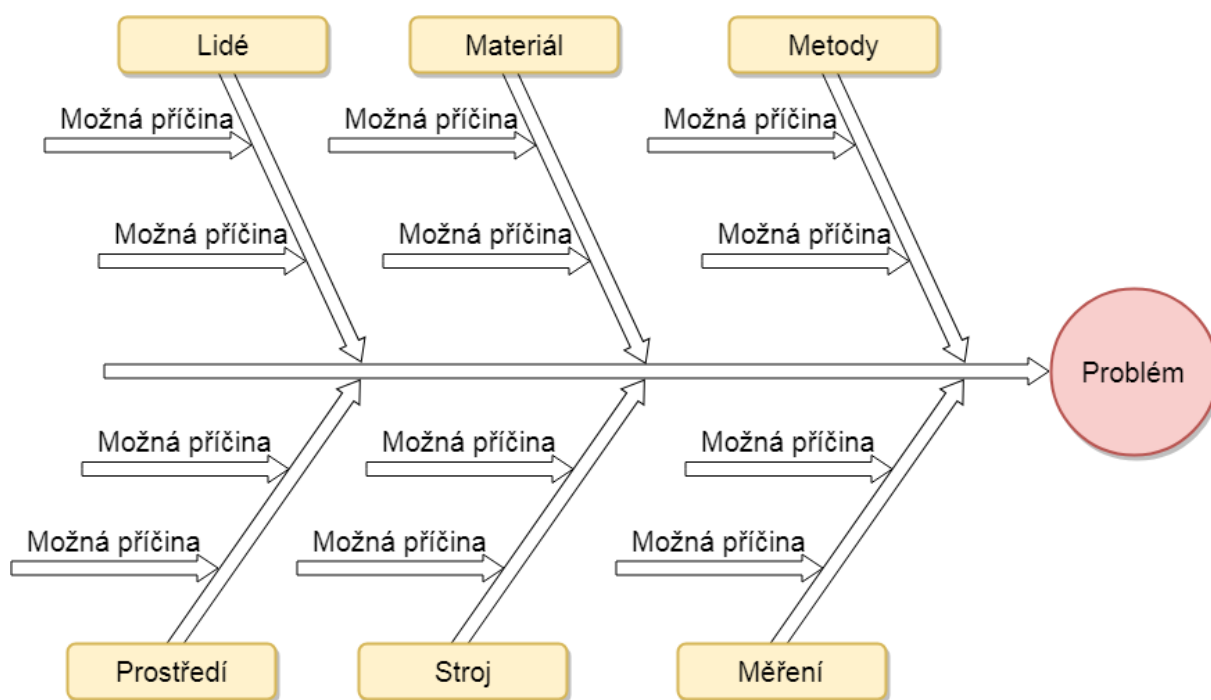
Doporučuje se začít s dílčími kroky, zlepšit je a poté přejít na vyšší, složitější úroveň procesu s vyšším potenciálem přidané hodnoty. To neznamená, že zlepšení jednoho kroku musí mít za následek zlepšení celého procesu. Většinou je potřeba mnohem rozsáhlejší zásah a zlepšení. Často se mohou nezkušené týmy pustit do příliš složitých problémů a situaci ještě zhoršit. [20]



### 2.1.4 Ishikawův diagram

Ishikawův diagram je známý také jako diagram rybí kosti kvůli svému tvaru (viz. *Obrázek. 2.2*). Hlavní čára uprostřed směřuje k problému, který chceme vyřešit. Vedlejší čáry představují různé kategorie příčin. Obvykle se využívá šest standardních kategorií (lidé, materiál, metody, prostředí, stroje, měření), ale mohou se vyměnit za lépe vyhovující kategorie. [21]

První věc zadávaná do diagramu je problém, u kterého potřebujeme identifikovat jeho příčinu. Umístíme jej na vrchol diagramu a přivedeme k němu čáru, ke které se budou vztahovat jednotlivé kategorie možných příčin. Kategorie mohou být standardní nebo mohou být zvolené vlastní a přesnější kategorie, které lépe vystihují příčiny problému. Ke každé kategorii se poté přidávají možné příčiny vzniklého problému nebo je možné zařadit další podkategorie. [21]



Obrázek. 2.3 - Ishikawův diagram – vlastní tvorba autora

### 2.1.5 Critical Path Method (CPM) – metoda kritické cesty

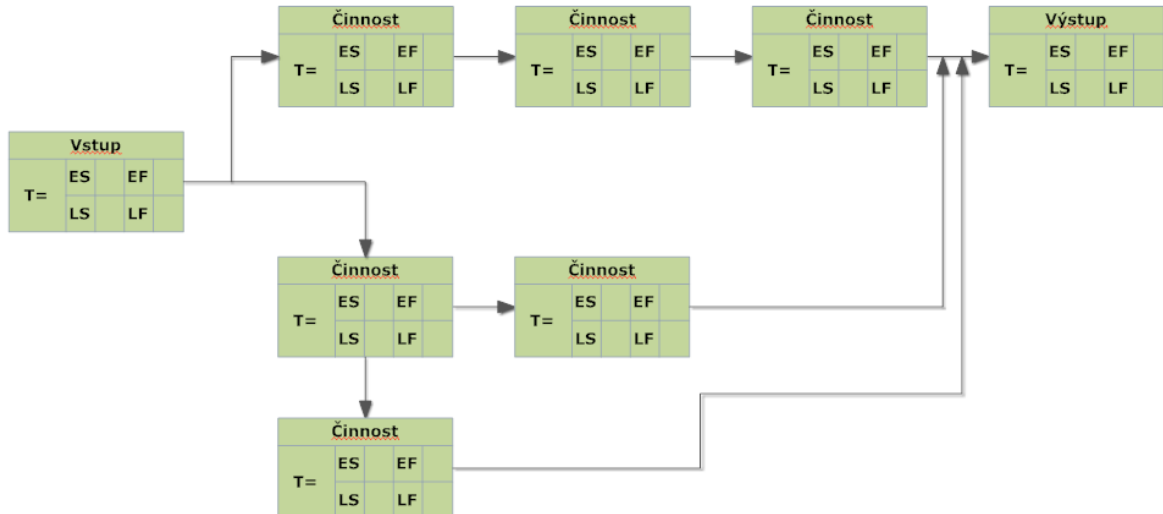
Kritická cesta představuje postup krok po kroku od začátku do konce procesu. V ní identifikujeme kritické činnosti procesu, které mají dopad na výsledek procesu a u kterých může vzniknout plýtvání. Ty se mohou projevit jako zpoždění, materiálové plýtvání nebo plýtvání lidskými zdroji. Dle [22] se v praxi metoda kritické cesty využívá pro plánování procesu a má šest kroků:

- Specifikace činnosti – identifikování činností, které jsou součástí procesu a hlavním vstupem pro metodu kritické cesty. V tomto kroku využíváme pouze činností vyšší úrovně, aby metoda nebyla příliš složitá pro údržbu a úpravy.
- Posloupnost činností – chronologické seřazení činností. Pomocné otázky:
  - Které činnosti by se měly uskutečnit nejdříve?
  - Které činnosti by měly být dokončeny současně?
  - Které činnosti následují?
- Diagram cesty – po identifikaci a seřazení činností lze vykreslit diagram (viz. *Obrázek 2.4*).
- Odhady nákladů činností – doplnění odhadů nejdelšího a nejkratšího možného času za jaký je možné činnost vykonat. Je dobré zahrnout i možné zpoždění, pokud je šance, že by mohlo vzniknout. [23]
- Identifikace kritické cesty – při tomto kroku určujeme čtyři parametry diagramu:
  - Počáteční čas – počáteční čas kdy činnost může začít, jakmile skončí předchozí činnost.
  - Počáteční čas ukončení – počáteční čas + trvání činnosti
  - Nejpozdější čas ukončení – čas kdy může být činnost ukončena bez zpoždění procesu.
  - Nejpozdější čas začátku – kdy nejpozději musí činnost začít, aby byla dokončena před nejpozdějším časem ukončení.

Flexibilní čas konkrétní činnosti je vymezen mezi počátečním časem a nejpozdějším počátečním časem. Během této doby je možnost činnost zpozdít bez zpoždění termínu

dokončení procesu. Kritická cesta je nejdelší možná cesta v diagramu a aktivity na této cestě mají vliv na možné zpoždění procesu. V případě, že je nutné proces zrychlit, je potřeba čas na činnosti vyskytující se na kritické cestě zkrátit. [23]

Diagram kritické cesty ukazující postup (viz *Obrázek 2.3*) – Diagram by měl být aktualizován skutečnými hodnotami po dokončení procesu. Tím vlastník procesu dostává aktuální reálné údaje o tom, zda je na dobré cestě k požadovaným výsledkům. [23]



Obrázek 2.5 - Diagram kritické cesty

Metoda kritické cesty využívá výpočet nejdelší možné cesty s plánovanými činnostmi a vyčíslí ke každé činnosti možná zpoždění. Vlastník procesu má poté možnost zkoumat tyto cesty a určit kroky pro zvýšení efektivity procesu. [23]

Hlavními výhodami metody kritické cesty je určení nejdůležitějších a nejdelších činností v rámci procesu; pomáhá zkrátit čas procesu tím, že najde činnosti s trváním, které je možné upravit; a porovnání plánovaného pokroku se skutečným [23].

### 2.1.6 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) - Analýza možných vad a jejich následků

FMEA je metodika, která umožňuje organizacím předvídat chyby během fáze návrhu identifikací všech možných poruch v návrhu nebo výrobním procesu. FMEA je jednou z nejstarších metod zlepšování spolehlivosti a je dodnes stále účinná při snižování možnosti selhání.[24]

FMEA je používána k odhalení možných chyb, které mohou nastat při návrhu procesu. FM (Failure Mode) jsou vady, které mohou nastat. E (Effect) jsou následky vzniklých vad jako plýtvání, závady nebo škodlivé následky pro zákazníka. FMEA je určena k identifikaci, stanovení priorit a omezení těchto možných vad. Existují dvě kategorie FMEA: Design FMEA (DFMEA) a Process FMEA (PFMEA).[24]

**Design FMEA (DFMEA)** zkoumá možné vady produktu, které vedou ke zkrácení životnosti výrobku a zvyšují bezpečnostní rizika vyplývající z vlastností materiálu, rozměrů, tolerancí, rozhraní s jinými komponenty nebo systémy a škodlivých vlivů prostředí.[24], [25]

**Proces FMEA (PFMEA)** zkoumá možné vady, které mají vliv na kvalitu výrobku, spolehlivost procesu, nespokojenost zákazníka a bezpečnostní rizika nebo rizika pro životní prostředí. Faktory, které mohou způsobit výše uvedené vady, jsou například:

- lidský faktor,
- metody zpracování,
- použité materiály,
- použité stroje,
- měřicí systémy,
- faktory prostředí procesu.[24]

Metoda analýzy FMEA se využívá při navrhování nového produktu nebo procesu, při změně způsobu provádění stávajícího procesu nebo pokud je potřeba lépe porozumět a pochopit vzniklou chybu, protože je dobrým nástrojem k odhalení možných vad již ve fázi návrhu a omezí možnost vyskytnutí chyb v dalších fázích zavádění produktu. Tím FMEA také může snížit náklady na odstranění zjištěných vad. Pokud by chyba byla odhalena ve fázi vývoje nebo sériové výroby, mohly by náklady být mnohem vyšší.[24], [25]

Kromě výše uvedených příkladů použití je vhodné využít metodu FMEA i příležitostně v již zaběhlém procesu.[24]

FMEA je obvykle vytvořena pomocí tabulky, do které tým složený ze zástupců jednotlivých oddělení, zapisuje nejprve požadavky na produkt nebo službu, potenciální možné vady a potenciální vliv této vady. Tyto parametry jsou ohodnoceny od 1 do 10 podle vážnosti vady (1 = nízká, 10 = vysoká).[24], [25]

V tabulce FMEA je dále identifikována příčina vady a popis současného procesu kontroly. V popisu současného procesu se hodnotí četnost výskytu a obtížnosti detekce vady od 1 do 10 (1 = nízká, 10 = vysoká).[24], [25]

Závažnost, četnost výskytu a obtížnost detekce vady jsou tři kritéria pro posouzení problému a stanovení priority. **RPN** (Risk Priority Number) je součinem těchto tří kritérií a vyjadřuje riziko potenciální vady.

$$RPN = Závažnost * výskyt * obtížnost detekce$$

Po výpočtu RPN pro všechny možné vady procesu, rozhoduje tým o prioritních možných vadách, na které zaměří nápravné akce. V praxi se běžně stanoví prahová hodnota RPN, na jejímž základě se stanoví seznam nejzávažnějších potenciálních vad. Největší prioritu obvykle mají potenciální vady s největším RPN, ale není to pravidlo. Některé příčiny vady, které se mohou vyskytnout, nemůže organizace odstranit například z důvodů technologických, finančních nebo příčiny vady nejsou uvnitř společnosti.[24], [25]

Pro vybrané potenciální vady jsou v týmu vytvořeny vhodné nápravné akce. Jejich účelem je snížit počet výskytů nebo zlepšit detekci potenciální vady. Odpovědnost za

nápravnou akci je přidělena členovi týmu dle povahy akce. Společně s odpovědností je určeno i požadované datum splnění nápravné akce.[24], [25]

Po dokončení nápravných akcí tým přehodnotí závažnost, četnost výskytu a obtížnost odhalení. Z nových výsledků hodnocení je vypočítáno nové RPN. Pokud RPN po dokončení nápravných akcí je stále příliš vysoké, musí firma přistoupit k dalším nápravným akcím. Akce FMEA jsou uzavřeny, pokud byla přijata úspěšná opatření pro snížení rizika vzniku vad.[24], [25]

Pokud FMEA nenajde riziko vzniku vady, nemá analýza přidanou hodnotu, úsilí týmu nevede ke zlepšení a analýza byla ztráta času.[24], [25]

## **2.2 Metody mapování procesů**

### **2.2.1 Business Process Modeling Notation (BPMN) - standardní model podnikového procesu a notace**

BPMN neboli standardní model podnikového procesu a notace slouží organizacím k pochopení svých interních obchodních postupů v grafické notaci, která usnadní pochopení spolupráce v oblasti výkonu a obchodních transakcí mezi jednotlivými organizacemi. To vše má za následek, že tyto organizace se dokážou pochopit navzájem a rychle se přizpůsobí novým vnitřním podmínkám. [26]

Jinými slovy, BPMN je definována jako grafická notace, která je určena k modelování procesů. Tato metoda vznikla na základě BPMI (Business Process Management Initiative), jejímž cílem bylo vytvořit notaci, která bude čitelná všemi účastníky životního cyklu procesu. Mezi účastníky patří zejména analytici monitorující procesy, techničtí vývojáři či business analytici). [27]

BPMN je definován diagramem BDP (Business Process Diagram), který je tvořen sítí grafických objektů. Diagram je přehledný, jelikož objekty jsou od sebe odlišné různými tvary, barvami. Business Process Diagram disponuje čtyřmi druhy grafických objektů:

### **2.2.1.1 Tokové objekty**

Tyto objekty souvisí s tokem informací, které se nachází v procesu. Tokové objekty se dále dělí na jednotlivé podtypy, mezi které se řadí událost, aktivita a brána. Událost se značí pomocí kroužku a představuje začátek či konec procesu. Aktivita se značí jako obdélník s kulatými rohy a zobrazuje nám činnost nebo práci. Brána je značená čtvercem či kosočtvercem, stojícím na špicích. Pomocí brány lze vidět rozbíhání či souběh toků procesů. [27]

### **2.2.1.2 Spojovací objekty**

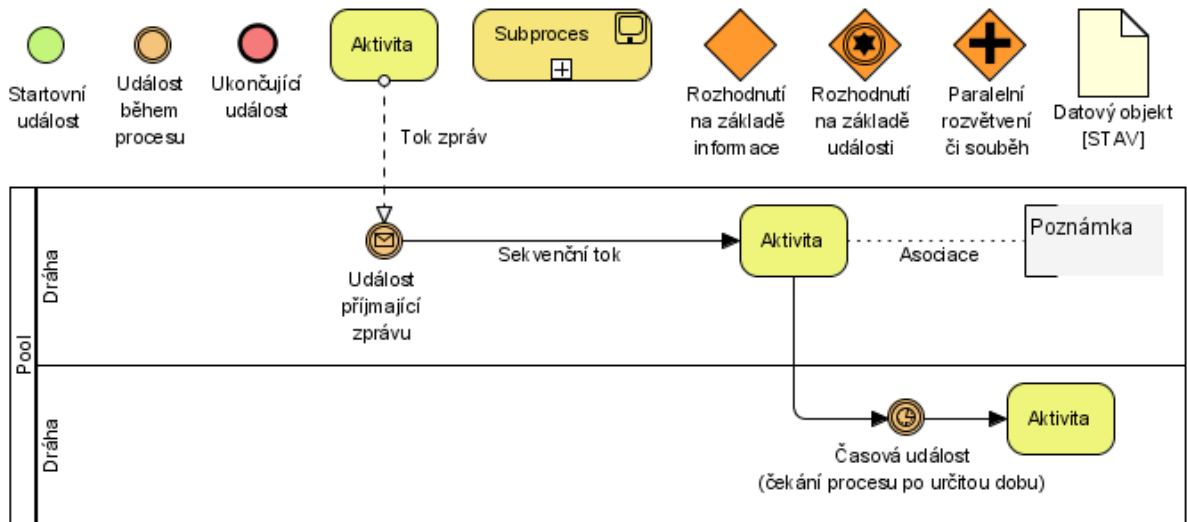
Spojovací objekty jsou takové objekty, které slouží k spojení tokových objektů navzájem nebo s artefakty. I zde dochází k rozdělení do jednotlivých typů: sekvenční tok, tok zpráv a asociace. Sekvenční tok je značen nepřerušovanou čarou s vyplněnou tečkou a určuje nám pořadí jednotlivých aktivit. Tok zpráv se naopak značí přerušovanou čarou s prázdnou šipkou a představuje nám tok zpráv mezi dvěma účastníky procesu. Asociace je značena pouze jako přerušovaná čára, která nám dává možnost spojit objekt s dodatečnou informací. [27]

### **2.2.1.3 Artefakty**

Artefakty nemají vliv na tok procesu, jelikož značí pouze specifické informace pro proces. Artefakty lze rozdělit také do jednotlivých podtypů, mezi které patří datový objekt, seskupení a poznámka. Datový objekt je vyznačován obdélníkem s přehnutým rohem a pomocí něhož se reprezentují data. Seskupení se značí obdélníkem, který je kreslený přerušovanou čarou. Toto seskupení probíhá z důvodu analytických či dokumentačních. Poznámka je text, který je spojen asociací s jiným grafickým objektem a stejně tak jako asociace, i poznámka poskytuje dodatečnou textovou informaci. [27]

### **2.2.1.4 Plavecké dráhy**

Plavecké dráhy nám zobrazují účastníky procesu či jednotlivé uspořádání činnosti v procesu. Podtypy plaveckých drah jsou tzv. pool a dráha. Pomocí poolu je celý proces ohraničen a v jeho záhlaví je název poolu. Dráha je součástí poolu a slouží k uspořádání a kategorizaci aktivit.[27]



Obrázek 2.6 - Nejčastější grafické elementy BPMN převzato z [26]

## 2.2.2 UML – Unified Modeling Language

Pomocí UML lze vytvářet různá schémata týkající se procesního vývoje softwaru. UML je také definován jako modelovací jazyk, který se skládá z integrovaného souboru diagramů a který nám také umožňuje specifikaci, vizualizaci, konstrukci a dokumentaci artefaktů softwarového systému. Unified Modeling Language je nezbytnou součástí pro projektovou týmovou komunikaci, pro prozkoumávání potencionálních návrhů a ověřování architektonických návrhů. Lze rozdělit do následujících náhledů: funkční náhled, logický náhled, dynamický náhled popisující chování a implementační náhled. [28]

### 2.2.2.1 Základní cíle UML

Poskytuje uživatelům vizuální modelovací jazyk připravený k použití, aby mohli vyvíjet a vyměňovat smysluplné modely.

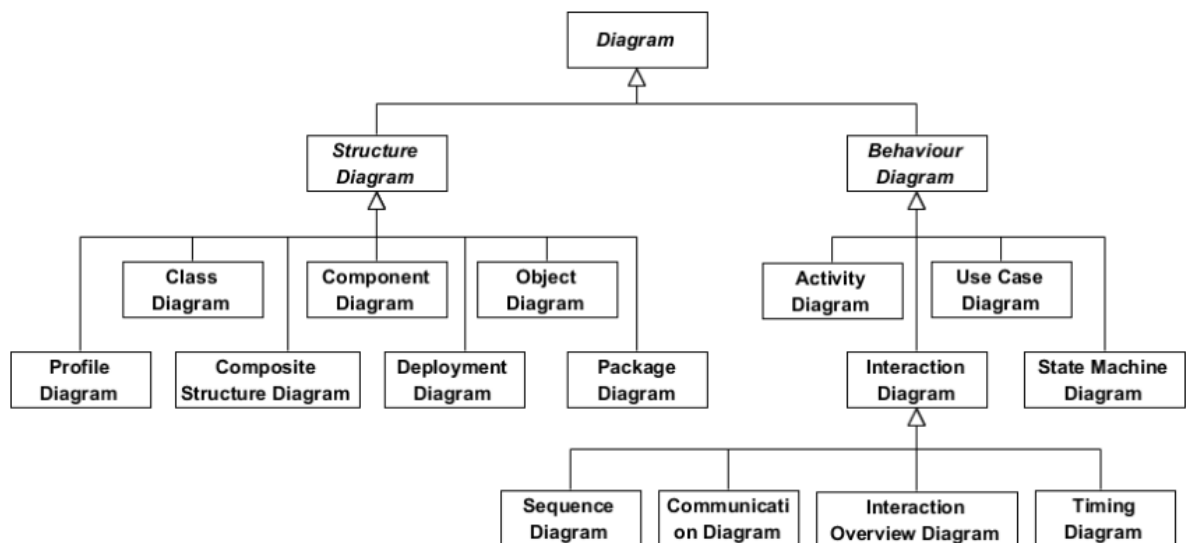
Poskytuje rozšíření a mechanismy specializace pro rozšíření základních konceptů.



Je nezávislý na programovacích jazycích a vývojových procesech.

Poskytuje formální základ pro pochopení modelovacího jazyka.

Podporuje koncepty rozvoje vyšší úrovně, mezi které se řadí spolupráce, rámce, vzory a komponenty. [29]



Obrázek 2.7 - rozdělení typů diagramů UML – převzato z [28]

V současné době se UML skládá ze 14ti diagramů.

### 2.2.2.2 Strukturální diagramy UML

**Třída diagramů (Class Diagram)** – patří mezi nejpoužívanější diagram v UML, který představuje základ jakéhokoliv řešení. [30]

**Diagram komponent (Component Diagram)** – pomocí tohoto diagramu lze zobrazit vztah prvku softwarového systému. [30]

**Diagram objektů (Object Diagram)** – představuje snímek objektů, včetně jejich vztahů v systému v určitém čase, na který se chceme z nějakého důvodu zaměřit. Využíván v datové analýze pro ERD. [28]

**Diagram profilu (Profile Diagram)** – umožňuje vytvářet stereotypy, které jsou specifické pro doménu, platformu a definování vztahů mezi nimi. Stereotypy lze vytvářet pomocí kresby stereotypních tvarů. [29]

**Diagram složené struktury (Composite Structure Diagram)** – umožňuje nám zobrazení vnitřní struktury třídy. [30]

**Diagram nasazení (Deployment Diagram)** – používá se k vizualizaci vztahů mezi softwarem a hardwarem. Je užitečný zejména tehdy, pokud je implantováno softwarové řešení na více strojích.[30]

**Diagram balíčků (Package Diagram)** – organizuje prvky systému do souvisejících skupin, aby se minimalizovaly závislosti mezi jednotlivými balíčky. Jsou definovány dva typy závislostí: import balíčků a slučování balíčků. [30]

### 2.2.2.3 Diagramy chování

**Diagram aktivit (Activity Diagram)** – tento diagram se aplikuje pro modelování procesů, procedurální logiky a zachycení workflow, pro tvorbu minispecifikací a dalších analýz, včetně specifikace požadavků. [28]

**Diagram případu užití (Use-Case Diagram)** – znázorňuje funkční náhled systému (kdo a jak se systémem pracuje). Využívá se pro realizace DFD. [28]

**Stavový diagram (State Machine Diagram)** – zaměřuje na životní cyklus objektů a na jednotlivé stavy, do kterých se tyto objekty během svého života dostávají. Disponuje třemi prvky: stav, událost a přechod. Používá se při návrhu implementace. [28]

### 2.2.2.4 Diagramy interakce

**Sekvenční diagram (Sequence Diagram)** – zobrazuje komunikaci, která probíhá mezi objekty v čase. Uplatňuje se ve vývojové fázi specifikace požadavků a návrhu implementace. [23]

**Diagram komunikace (Communication Diagram)** – diagram podobný sekvenčnímu diagramu s tím rozdílem, že je zaměřen na zprávy přenášené mezi objekty. [30]

**Diagram přehledů interakcí (Interaction Overview Diagram)** – popisuje interakce, kde jsou skryté zprávy a vztažná místa. Jedná se o variantu diagramu aktivit, kde jsou uzly interakcí nebo výskyty interakcí. [29]

**Časový diagram (Timing Diagram)** – stejně jako u sekvenčního diagramu i zde je znázorněno chování objektů v daném časovém období. U jednoho objektu je diagram jednoduchý, avšak u více než jednoho objektu se během časového okamžiku zobrazují interakce objektů. [30]

### **2.2.3 eEPC**

EPC je vývojový diagram, známý také jako procesní řetězec řízený událostmi, se využívá k mapování a zlepšování podnikových procesů, vytyčení pracovních postupů podnikových procesů. Diagramy EPC se obvykle používají na nejnižší úrovni procesní hierarchie.[31]

Začátek i konec každého EPC diagramu je vždy událost, která je definována podmínkami pro zahájení nebo ukončení procesu. Jedinou událostí může být spuštění i několik funkcí a naopak z jedné funkce může plynout více událostí. Logické vztahy mezi objekty jsou reprezentovány kruhy s logickými operátory například AND, OR nebo XOR.[31], [32]

## **3 Praktické využití mapování a analýzy procesu**

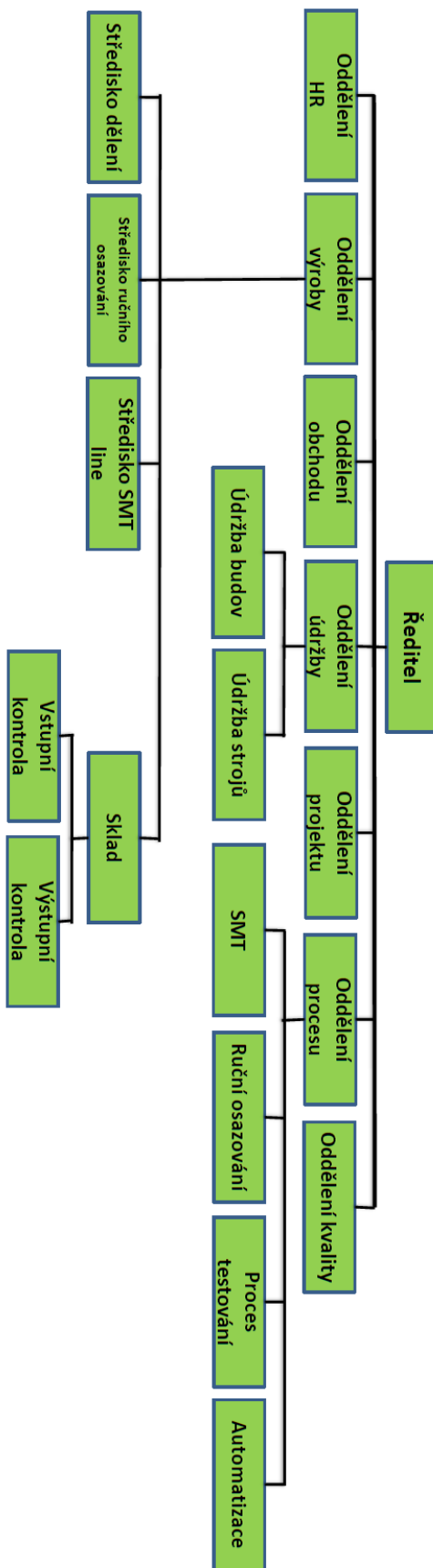
### **3.1 Popis firmy**

Společnost, ve které byla praktická část realizována, si přála zůstat v anonymitě. Z tohoto důvodu zde neboudou uvedeny názvy společnosti, konkrétních zákazníků a produktů, stejně jako jejich fotografie.

Firma ABC byla založena v roce 1991, specializuje se na osazování desek plošných spojů pro automobilový průmysl a průmyslovou techniku. Firma ABC je jedním z vedoucích dodavatelů v elektrotechnické výrobě ve střední Evropě. Zaměřuje se na středně velké zakázky dle požadavků zákazníka. Mezinárodní skupina, do které firma patří má celkovou výrobní plochu s 245000 m<sup>2</sup> v 17 pobočkách s 20000 zaměstnanci po celém světě.

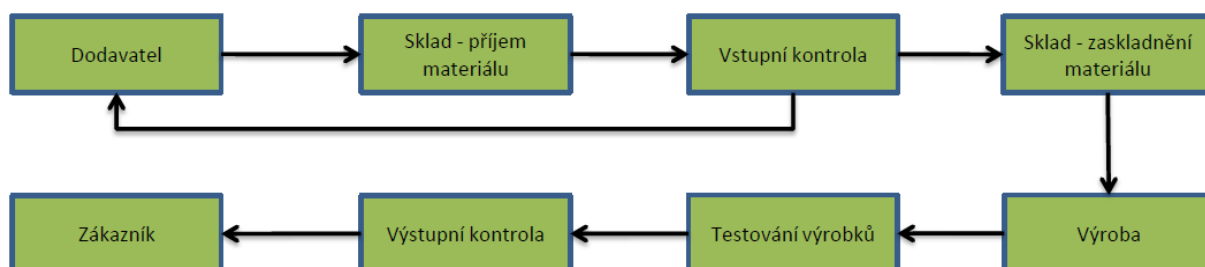
Výrobní závod se nachází v Plzeňském kraji nedaleko Plzně a má přibližně 400 zaměstnanců. Hlavním podnikovým procesem firmy je sériová výroba v oboru osazování desek plošných spojů.

Hlavním jazykem společnosti je anglický jazyk, z toho důvodu jsou přiložené podklady v anglickém jazyce.



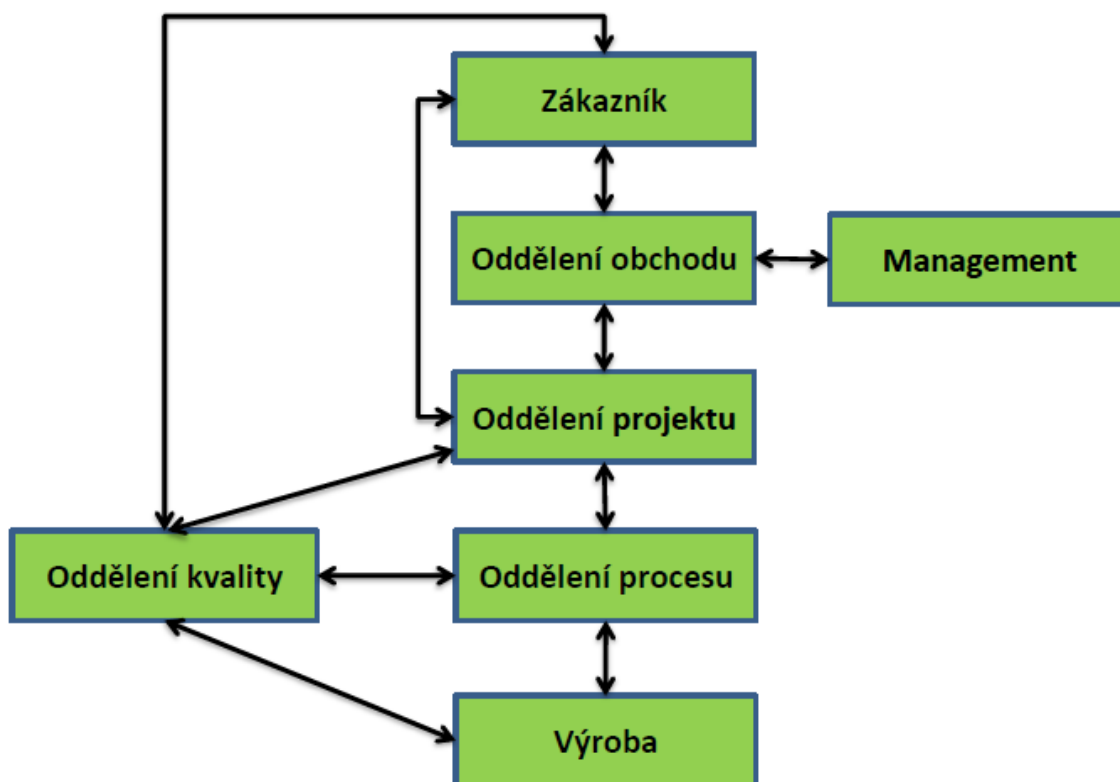
Obrázek 3.1 - organizační schéma firmy - vlastní práce autora

### 3.2 Jednotlivé procesy



Obrázek 3.2 - schéma podnikového procesu firmy - vlastní tvorba autora

#### 3.2.1 Získání zakázky a příprava na sériovou výrobu



Obrázek 3.3 - diagram procesu získání zakázky - vlastní tvorba autora

Při obdržení potenciální zakázky předává obchodní oddělení poptávku vedení společnosti, které rozhodne zali je zakázka pro firmu dostatečně zajímavá. Firma posuzuje potenciální objem výroby, hrubé náklady firmy na technologie výroby apod. V případě kladného rozhodnutí je založen projekt a zvolen vedoucí projektu (viz. Obrázek 3.4).

Na základě komunikace mezi zákazníkem a oddělením projektu dochází k předání výrobní dokumentace od zákazníka. Projektové oddělení zpracuje dokumentaci, která obsahuje kompletní zákaznické požadavky na produkt. Po ocenění všech činností a komponentů, které by potenciální zakázka obsahovala, jsou tyto informace předány na obchodní oddělení, které je zpracuje do nabídky a zašle zákazníkovi.

Pokud zákazník s nabídkou souhlasí, společnost začne shromažďovat potřebná data pro výrobu a zpracovávat kritické elementy produktu, které mohou omezit výkon. Kritické elementy jsou konzultovány s oddělením kvality a oddělením procesu z důvodu, aby nedocházelo ke zbytečnému plýtvání firemního času nebo finančními prostředky. Z komunikace mezi zákazníkem a oddělením projektu, které komunikuje dále s oddělením kvality a procesu, vzniká studie proveditelnosti. Studie proveditelnosti je vytvářena, aby nedošlo k budoucímu vynaložení úsilí pracovníků na již neproveditelný projekt.

Následuje několik vzorkových dávek produktu, mezi kterými probíhá komunikace mezi zákazníkem a projektovým oddělením za účelem detailního popisu pracovních postupů, závažnosti defektů a jiných parametrů výroby. Následuje ověření dodržování domluvených pracovních postupů a jejich odsouhlasení.

V případě kladného vyřízení výše uvedených záležitostí a získání zakázky, je vše připraveno na sériovou výrobu. Firma před podpisem smlouvy provede kontrolu rozpočtu na projekt a redukuje ceny komponentů.

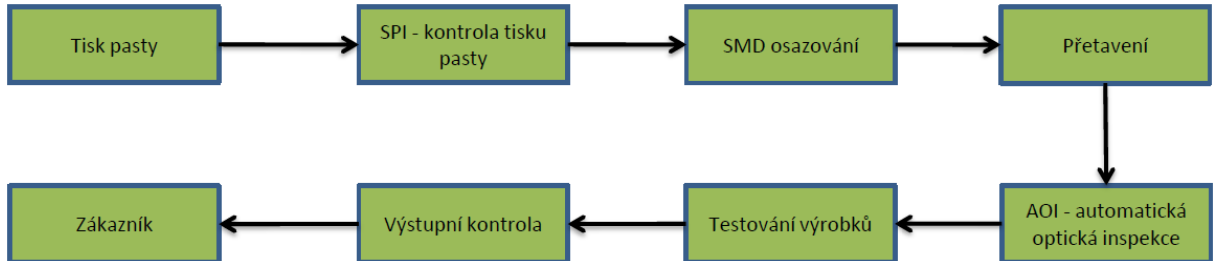
### **3.2.2 Sklad a vstupní vizuální kontrola**

Objednané zboží je doručeno na sklad a podepsáním dodacího listu se zboží stává majetkem firmy. Až poté jde na vizuální kontrolu, která se liší na namátkovou (kontrola určitého množství z objeveného) a stoprocentní (kontrola každého kusu). Zboží, které projde vstupní kontrolou v pořádku je ošitkováno a zaevidováno do databáze jako zaskladněné. Zboží, u kterého je zjištěna závada, je reklamováno u dodavatele.

Dle plánu výrobních objednávek jsou potřebné komponenty vyskladňovány do výroby na popsané stojany pro materiál. Společně s komponenty odchází ze skladu do výroby průvodní list s identifikací výrobku, číslem výrobní objednávky, počtem kusů jednotlivých komponentů, časovou normou výroby, kódem komponentů, popisem vyskladněných

komponentů, požadovaným množstvím kusů jednotlivých komponentů pro výrobní objednávku a dodaným množstvím komponentů do výroby.

### 3.2.3 Výrobní linka



Obrázek 3.5 - výrobní proces firmy - vlastní tvorba autora

Proces výroby začíná tiskem pájecí pasty na PCB. Používaná bezolovnatá pájecí pasta je skladována v lednicích při teplotě 5°C až 10°C. Je nutné ji temperovat na teplotu 23°C než může být použita. Na PCB je technologií šablonového tisku nanášena vrstva pájecí pasty.

Vrstva natisknuté pasty je kontrolována SPI. Parametry, které se kontrolují, jsou oblast pokrytí pájecí plošky, výška a tvar natisknuté pasty a přemostění plošek pastou.

Osazování komponentů na PCB je ve většině případů nejpomalejší činností v procesu výroby. Čas osazení PCB se liší v závislosti na počtu komponentů, rozmanitosti komponentů, velikosti PCB, velikosti komponentů, uspořádání komponentů na PCB a mnoha jiných parametrech. Zde je velký potenciál pro zvýšení výkonu výrobního procesu, ale také velké riziko v podobě odpadu a zmetkovitosti. Pokud nastavíme vybírání nebo osazování komponentů příliš pomalu, efektivita nebude optimální. Naopak pokud bude nastavena příliš vysoká rychlost vybírání nebo osazování komponentů, zvýší se výkon procesu, ale za cenu vyššího odpadu nesprávně vybraných komponentů z podavačů a špatně osazených komponentů na PCB.

Po osazení PCB komponenty je vždy kontrolováno správné osazení prvního kusu výrobní objednávky. O kontrole a nastavení celé výrobní linky pro danou výrobní objednávku je pořízen papírový záznam.

Následuje proces přetavení v horkovzdušné peci. V procesu přetavení je kladen důraz na kvalitu. Striktně dané omezující parametry komponentů ve většině případů nedovolují



velké zvyšování rychlosti. Při každé změně nastavení pece pro jeden produkt jsou udělány výbrusy pájených spojů pro ověření, že změna nastavení pece minimálně zachovala stejnou kvalitu přetavení.

Správné osazení, pozici a zapájení součástek je kontrolováno strojem AOI. Tento stroj pomocí sofistikovaných algoritmů zkontroluje osazení a přetavení PCB.

### 3.2.4 Testování výrobků a výstupní vizuální kontrola

Proces funkčního testování výrobků je prováděn na speciálních testovacích stanicích. Pokud výrobek neprojde funkčním testem, záleží na požadavcích zákazníka. Některé výrobky se mohou do jisté míry opravovat. Výrobek, který projde funkčním testem bez chyby, pokračuje na výstupní vizuální kontrolu. Pokud i zde je všechno v pořádku, je výrobek zabalen a odeslán zákazníkovi.

## 3.3 Analýza PFMEA výrobku XY

V analýze PFMEA výrobku XY jsme se orientovali výrobní část procesu, který je zdrojem největšího množství potenciálních chyb. V první kroku analýzy FMEA byl sestaven tým ze zástupců zainteresovaných v různých odděleních firmy. Zástupci jednotlivých oddělení provedli soupis možných problémů, které mohou nastat nebo již nastaly během výroby za pomoci brainstormingu a zapsali ho do formuláře. Ke každé možné chybě byl zapsán její potenciální vliv na proces a její možná příčina.

### 3.3.1 Původní stav

Vypsané chyby ve formuláři byly ohodnoceny podle závažnosti následků, četnosti výskytu a obtížnosti detekce chyby. Chyby byly hodnoceny stupnicí od 1 do 10 (1 = nejlepší možný koeficient; 10 = nejhorší možný koeficient). Poté jsme získali RPN pro jednotlivé chyby tím, že jsme jednotlivé koeficienty mezi sebou vynásobili. Výsledná hodnota RPN, která udává míru rizika potenciální chyby, byla pro nás směrodatná při rozhodování o prioritách chyb (viz. *Tabulka 3.1*). Jako hraniční hodnota RPN byla stanovena hodnota 100. Potenciální chyby, které měly hodnocení RPN vyšší než 100, byly řešeny prioritně, protože jsou pro firmu nepřijatelné. Chyby s nižším RPN budou řešeny v další fázi po chybách, které dle mezní hodnoty RPN získaly vyšší prioritu pro řešení.

Chyba	Závažnost	Četnost výskytu	Obtížnost detekce	RPN	Možný důvod chyby	Potenciální vliv
Deformování THT konektoru	7	3	10	210	Osazovací stroj ohne piny THT konektoru - rozměr mezery je mimo specifikaci	Nelze osadit do plastové součásti
Deformování THT konektoru	6	3	10	180	Osazovací stroj ohne piny THT konektoru - rozměr mezery je mimo specifikaci	Ohrožení životnosti pájeného spoje
Natisknutá vrstva pasty je rozdílná o +/- 50% oproti tloušťce šablony	8	2	10	160	Ucpaný otvor šablony	Špatné zapájení komponentu
Obrácený konektor	8	3	6	144	Otočení konektoru ve vibračním podavači	Nelze osadit do plastové součásti
Oblast pokrytí vrstvou natisknuté pasty je menší než 50% plochy otvoru šablony	7	2	10	140	Ucpaný otvor šablony	Špatné zapájení komponentu
Ohnutí pinu konektoru o více než 0,5 mm	4	4	5	80	Ohnutí pinu ve vibračním podavači	Nelze osadit do plastové součásti
Ohnutí pinu konektoru o více než 0,5 mm	4	4	5	80	Ohnutí pinu gripperem - špatná vybírací pozice	Nelze osadit do plastové součásti
Nepřesné rozměry panelu plošných spojů	7	1	7	49	Nerespektování rozměrů dodavatelem	Nelze osadit do plastové součásti
Stará verze panelu plošných spojů	8	1	5	40	Nezavedení nejnovější verze panelu	100% zmetek

Tabulka 3.1 - původní stav - převzato z interního zdroje

### 3.3.1.1 Deformování THT konektoru

Možná chyba s největším potenciálním rizikem vyšla (s RPN hodnotou 210 a 180) chyba deformovaného THT konektoru. Jako příčina této chyby bylo navrženo, že osazovací stroj při manipulaci se součástí ohne piny konektoru a sníží rozměr mezery mezi piny pod akceptovatelnou úroveň. Potenciální vlivy této chyby byly identifikovány dva. První závažnější potenciální vliv (koeficient závažnosti = 7) je nemožnost osazení produktu do jeho plastové součásti a druhý potenciální vliv (koeficient závažnosti = 6) je potenciální ohrožení životnosti pájeného spoje.

Doporučenou akcí pro omezení rizika této chyby byla úprava nastavení osazovacího stroje a následná simulace osazování. Odpovědný pracovník oddělení SMT procesu provedl před úpravou měření a testování součástek s výsledkem minimálního efektu na osazování produktu do plastové součásti i kvality a životnosti pájeného spoje (viz. *Tabulka 3.2*). Tato skutečnost byla potvrzena i oddělením kvality na základě trhací zkoušky a provedených výbrusů THT konektoru.

### 3.3.1.2 Šablonový tisk

Chyby tisku pájecí pasty v THT otvorech jsou obtížně detekovatelné. O chybě nedostatečného množství pájecí pasty v THT otvoru jsme věděli z předchozích vzorkových dávek pro zákazníka, kde na několika náhodně vybraných produktech byly provedeny výbrusy naší firmou. Z výsledků zkoumaných výbrusů bylo patrné, že kvalita pájeného spoje několika vybraných v THT otvoru s osazeným pinem neodpovídá interním předpisům. Nedostatek pájecí pasty v THT otvoru byl zjevný.

Jako doporučená akce byla určena úprava programu SPI a nastavení automatického čištění šablony po každém osmém cyklu tisku. Tato nápravná opatření byla provedena pracovníkem SMT procesu, který měl odpovědnost za tyto nápravné akce. Častější čištění šablony nezmírnilo četnost výskytu chyby, ale upravený program SPI snížil obtížnost detekce.

### 3.3.1.3 Otočený konektor

Další závažnou potenciální chybou s vysokým RPN byl THT konektor otočený podél své horizontální osy. Takto osazený konektor nelze osadit do plastové součásti produktu.

Příčina této vady byla otočení konektoru ve vibračním podavači. Pro zmírnění četnosti výskytu tohoto problému, byla navržena poka yoke úprava vibračního a odpovědnost přidělena pracovníkovi oddělení automatizace.

Aplikovaná poka yoke úprava vibračního podavače zmírnila četnost výskytu otočeného THT konektoru na minimum.

Chyba	Závažnost	Četnost výskytu	Obtížnost detekce	RPN	Možný důvod chyby	Potenciální vliv	Doporučená akce	Nápravná akce	Závažnost	Četnost výskytu	Obtížnost detekce	RPN po nápravné akci
Deformování THT konektoru	7	3	10	210	Osazovací stroji ohne piny THT konektoru - rozměr mezery je mimo specifikaci	Nežte osadit do plastové součásti	Nastavení osazení s velkou simulací nesprávného osazení	Měření a testování součástek mimo specifikaci - žádný efekt	1	3	10	30
Deformování THT konektoru	6	3	10	180	Osazovací stroji ohne piny THT konektoru - rozměr mezery je mimo specifikaci	Ohrožení životnosti pájeného spoje	Nastavení osazení s velkou simulací nesprávného osazení	Měření a testování součástek mimo specifikaci - žádný efekt	1	3	10	30
Natisknutá vrstva pasty je rozdílná o +/- 50% oproti tloušťce šablony	8	2	10	160	Ucpaný otvor šablony	Špatné zapájení komponentu	Nastavení automatického čištění po každém osněm tisku, nastavení SPI a přidání pokynu do pracovního postupu	Nastaveno automatické čištění, upraveno nastavení SPI	8	2	4	64
Obrácený konektor	8	3	6	144	Otočení konektoru ve vibračním podavači	Nežte osadit do plastové součásti	Poka yoke úprava vibračního podavače	Poka yoke úprava vibračního podavače	8	1	6	48
Oblast pokrytí vrstvou natisknuté pasty je menší než 50% plochy otvoru šablony	7	2	10	140	Ucpaný otvor šablony	Špatné zapájení komponentu	Nastavení automatického čištění po každém osněm tisku, nastavení SPI a přidání pokynu do pracovního postupu	Nastaveno automatické čištění, upraveno nastavení SPI	8	1	10	80
Ohnutí piny konektoru o více než 0,5 mm	4	4	5	80	Ohnutí piny ve vibračním podavači	Nežte osadit do plastové součásti	Ověření vibračního podavače	Obsluha informována o maximálním množství součástek ve vibračním podavači	4	2	5	40
Ohnutí piny konektoru o více než 0,5 mm	4	4	5	80	Ohnutí piny gripperem - špatná vybirací pozice	Nežte osadit do plastové součásti	Doplnění pracovního postupu o ukázkou nastavení správné vybirací pozice.	Doplnění pracovního postupu o ukázkou nastavení správné vybirací pozice.	4	2	5	40
Nepřesné rozměry panelu plošných spojů	7	1	7	49	Nerespektování rozměrů dodavatelem	Nežte osadit do plastové součásti			7	1	7	49
Stará verze panelu plošných spojů	8	1	5	40	Nezavedení nejnovější verze panelu	100% zmelek			8	1	5	40

Tabulka 3.2 nový stav po provedení nápravných akcí - převzato z interního zdroje

## 3.3.2 Hodnocení závažnosti možných chyb

SEVERITY EVALUATION CRITERIA					
Effect	Criteria: customer effect	Evaluation	Effect	Criteria: Manufacturing/Assembly effect	
Failure of safety requirements and/or regulatory requirements.	A potential failure mode effects safe vehicle operation and/or involves a potential failure mode effects safe vehicle operation and/or involves	<b>10</b>	Failure of safety requirements and/or regulatory requirements.	May endanger operator (machine or assembly) without warning. May endanger operator (machine or assembly) with warning.	
	Vehicle/item inoperable (loss of primary function)	<b>9</b>			
Loss or Degradation of primary function.	Vehicle/item inoperable but at a reduced level of performance. Customer very dissatisfied.	<b>8</b>	High failure.	100% of product may have to be scrapped. Shutdown of the production line or stop of delivery.	
	Vehicle/item operable but at a reduced level of performance. Customer very dissatisfied.	<b>7</b>	Major failure.	A portion (less than 100%) scrapped. Deviation from the primary process, including reduced speed of production line or additional operators.	
Loss or Degradation of secondary function.	Vehicle/item operable but Comfort/Convenience item(s) inoperable (loss of secondary function). Customer dissatisfied.	<b>6</b>	Moderate failure.	100% of the product may have to be reworked with no scrap, out-of-station and validated.	
	Vehicle/item operable but Comfort/Convenience items operable at a reduced level of performance. Customer	<b>5</b>			
Inconvenience	Fit & Finish/Squeak & Rattle item does not conform. Defect noticed by most customers (greater than 75%).	<b>4</b>	Moderate failure.	100% of the product may have to be reworked with no scrap, on-line but in-station before the next manufacturing process.	
	Fit & Finish/Squeak & Rattle item does not conform. Defect noticed by 50% of customers.	<b>3</b>			
	Fit & Finish/Squeak & Rattle item does not conform. Defect noticed by discriminating customers (less than 25%).	<b>2</b>			
No effect	No discernible effect.	<b>1</b>	No effect.	Slight inconvenience to operation or operator, or no effect.	No discernible effect.

Tabulka 3.3 - Hodnocení koeficientu závažnosti - převzato z interního zdroje

## 3.3.3 Hodnocení četnosti výskytu možných chyb

Probability of Failure	OCCURENCE EVALUATION CRITERIA	Ranking
Very high.	Criteria: likely Failure Rate (number of failures for number of vehicle/item) ≥ 100 per thousand pieces ≥ 1 from 10	<b>10</b>
	50 per thousand pieces 1 from 20	
High	20 per thousand pieces 1 from 50	<b>8</b>
	10 per thousand pieces 1 from 100	
Moderate	2 per thousand pieces 1 from 500	<b>6</b>
	0,5 per thousand pieces 1 from 2000	
	0,1 per thousand pieces 1 from 10 000	
	0,01 per thousand pieces 1 from 100 000	
Low	≤0,001 per thousand pieces 1 from 1 000 000	<b>2</b>
	Failure is unlikely.	
Very low	Failure is eliminated by process control preventive.	<b>1</b>

Tabulka 3.4 Hodnocení koeficientu četnosti výskytu - převzato z interního zdroje

## 3.3.4 Hodnocení obtížnosti detekce možných chyb

DETECTION EVALUATION CRITERIA			
Suggested Range of Detection Method	Criteria: Probability of detection by process control	Ranking	Probability of Detection
No detection opportunity	No current process control; Cannot detect or is not analysed.	<b>10</b>	Almost Impossible
Not likely to detect at any stage	Failure Mode and/or Error (Cause) is not easily detected (e.g., random audits)	<b>9</b>	Very Remote
Problem Detection Post processing	Failure Mode detection post-processing by operator through visual/tactile/audible means.	<b>8</b>	Remote
Problem detection at Source	Failure Mode detection in-station by operator through visual/tactile/audible means or post-processing through use of attribute gauging (go/no-go, manual torque check/clicker wrench...)	<b>7</b>	Very low
Problem Detection Post processing	Failure Mode Detection post-processing by operator through use of variable gauging or in-station by operator through use of attribute gauging (go/no-go, manual torque check/clicker wrench...)	<b>6</b>	Low
Problem detection at Source	Failure Mode or Error (Cause) detection in-station by operator through the use of variable gauging or by automated controls in-station that will detect discrepant part and notify operator (light, buzzer...); Gauging performed on setup and first-piece check (for set-up causes only).	<b>5</b>	Moderate
Problem Detection Post processing	Failure mode Detection after the operation by automatic gauging design with automatic stop of discrepant part; part is stopped in order to block the next manufacturing process.	<b>4</b>	Moderate High
Problem detection at Source	Failure Mode Detection in-station by automatic gauging design with automatic stop feature; part is stopped automatically in-station in order to block the next manufacturing process.	<b>3</b>	High
Error detection and/or Problem Prevention	Error Detection in-station by automatic gauging with automatic stop error. Cannot produce discrepant part.	<b>2</b>	Very High
Detection is not applicable; error prevention	Error/Cause prevention in consequence of gauge design, machine design or product design. Discrepant parts cannot be made because item has been error proofed by progress/product design.	<b>1</b>	Almost Certain

Tabulka 3.5 - Hodnocení koeficientu obtížnosti detekce - převzato z interního zdroje



### **3.3.5 Stav po provedení nápravných akcí**

Po provedení nápravných akcí jsme provedli nové ohodnocení koeficienty závažnosti, četnosti výskytu a obtížnosti detekce chyby. Z nových koeficientů jsme vypočítali RPN pro původní chyby (viz. *Tabulka 3.2*). Z výsledných hodnot RPN po nápravné akci jednotlivých chyb je vidět, jak se povedlo snížit riziko potenciální vady a její efekt. Dále také můžeme vidět, že dle hodnoty RPN je nyní nejvyšší riziko u chyby nedostatečného pokrytí určené oblasti vrstvou pájecí pasty. Tato chyba byla před implementací nápravných akcí na pátém místě v hodnocení RPN.

## **Závěr**

Cílem této práce bylo popsat používané metody analýzy a mapování podnikových procesů. Dále na vybraném modelu realizovat analýzu a mapu procesů.

V teoretické části práce seznamuje se základními pojmy a popisuje metody procesní analýzy a mapování. Jelikož existuje mnoho různých metod, byly vybrány a popsány jen ty metody, které jsem osobně vyhodnotil jako přínosné pro praktickou část ve vybraném podniku. Z těchto popsaných metod byla vybrána metoda analýzy FMEA

V praktické části je práce zaměřena na výrobní elektrotechnický podnik a jeho výrobní proces. Tato část obsahuje základní údaje o společnosti, její organizační strukturu a procesy. Dále byl v kapitole popsán hlavní podnikový proces od získání zakázky a založení projektu výrobku, přes výrobní proces až k testování a výstupní kontrole produktu. Aplikováním metody analýzy FMEA je zde popisována optimalizace jednoho produktu firmy.

Analýza samotná poukazuje na několik rizik výroby produktu, která byla předmětem řešení. Pro jednotlivá rizika byla navržena nápravná opatření, ale ne všechna rizika se ukázala jako opodstatněná (viz Tabulka 3.2).

## Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] ManagementMania, „Projektové řízení (Project-Based Management)", *ManagementMania.com*. [Online]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/projektove-rizeni-project-based-management>. [Viděno: 05-čer-2018].
- [2] R. Fišer, *Procesní řízení pro manažery: jak řídit, aby lidé věděli, chtěli, uměli i mohli*, roč. 2014. Praha: Grada.
- [3] J. Basl, M. Tůma, a V. Glasl, *Modelování a optimalizace podnikových procesů*, roč. 2002. Západočeská univerzita v Plzni.
- [4] „ITIL - Procesní řízení". [Online]. Dostupné z: <http://www.ital.cz/index.php?id=914>. [Viděno: 05-čer-2018].
- [5] ManagementMania, „Procesní řízení", *ManagementMania.com*. [Online]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/procesni-rizeni>. [Viděno: 05-čer-2018].
- [6] J. Duba, „Procesní a projektové řízení", *Management.cz*. .
- [7] „Procesní řízení | Management consulting". [Online]. Dostupné z: <http://www.management-consulting.cz/cz/procesni-rizeni>. [Viděno: 05-čer-2018].
- [8] V. Řepa, *Podnikové procesy*, roč. 2007. Grada Publishing, a.s.
- [9] ManagementMania, „Hlavní procesy", *ManagementMania.com*. [Online]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/hlavni-procesy>. [Viděno: 23-dub-2018].
- [10] ManagementMania, „Řízení procesů (Process Management)", *ManagementMania.com*. [Online]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/rizeni-procesu>. [Viděno: 05-čer-2018].
- [11] ManagementMania, „Podpůrné procesy (Support Processes)", *ManagementMania.com*. [Online]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/podpurne-procesy>. [Viděno: 23-dub-2018].
- [12] I. M. Sedlá, „PROCESNÍ ANALÝZA A JEJÍ VYUŽITÍ PŘI ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ", s. 7, 2010.
- [13] „Business Process Analysis - The Complete Guide", *KiSSFLOW*. [Online]. Dostupné z: <https://kissflow.com/bpm/business-process-analysis/>. [Viděno: 25-dub-2018].
- [14] ManagementMania, „Procesní analýza (Process analysis)", *ManagementMania.com*. [Online]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/analyza-procesu-procesni-analyza>. [Viděno: 23-dub-2018].
- [15] „What is Process Mapping", *Lucidchart*, 06-kvě-2016. [Online]. Dostupné z: <https://www.lucidchart.com/pages/process-mapping>. [Viděno: 23-dub-2018].
- [16] L. Pekárková, „Diplomová práce - Techniky modelování a optimalizace podnikových procesů", s. 50.
- [17] „TOC (Theory of Constraints) | Lean Manufacturing". [Online]. Dostupné z: <http://www.lean-manufacturing-japan.com/scm-terminology/toc-theory-of-constraints.html>. [Viděno: 07-čer-2018].
- [18] „TOC (Theory of Constraints) - teorie omezení - ManagementMania.com". [Online]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/toc-theory-of-constraints-teorie-omezeni>. [Viděno: 23-dub-2018].
- [19] „Force Field Analysis: Analyzing the Pressures For and Against Change". [Online]. Dostupné z: [http://www.mindtools.com/pages/article/newTED\\_06.htm](http://www.mindtools.com/pages/article/newTED_06.htm). [Viděno: 05-čer-2018].
- [20] „What is Value Stream Mapping", *Lucidchart*, 10-kvě-2016. [Online]. Dostupné z: <https://www.lucidchart.com/pages/value-stream-mapping>. [Viděno: 05-čer-2018].
- [21] „Fishbone Diagram Tutorial", *Lucidchart*, 19-zář-2017. [Online]. Dostupné z: <https://www.lucidchart.com/pages/fishbone/fishbone-diagram-tutorial>. [Viděno: 05-čer-

- 2018].
- [22] tutorialspoint.com, „Critical Path Method“, *www.tutorialspoint.com*. [Online]. Dostupné z: [https://www.tutorialspoint.com/management\\_concepts/critical\\_path\\_method.htm](https://www.tutorialspoint.com/management_concepts/critical_path_method.htm). [Viděno: 05-čer-2018].
- [23] „Critical Path Method and PERT Charts“, *Lucidchart*, 15-led-2018. [Online]. Dostupné z: <https://www.lucidchart.com/pages/pert-chart-critical-path-method>. [Viděno: 05-čer-2018].
- [24] „FMEA | Failure Mode and Effects Analysis | Quality-One“. .
- [25] „Quick Guide to Failure Mode and Effects Analysis“. .
- [26] „BPMN Specification - Business Process Model and Notation“. [Online]. Dostupné z: <http://www.bpmn.org/>. [Viděno: 06-čer-2018].
- [27] P. Vašíček, „3. část: Úvod do BPMN“, *BPM prakticky*. .
- [28] „UML (Unified Modeling Language)“. [Online]. Dostupné z: <http://lucie.zolta.cz/index.php/iformacni-systemy-databaze/33-uml-unified-modeling-language>. [Viděno: 06-čer-2018].
- [29] „What is Unified Modeling Language (UML)?“ [Online]. Dostupné z: <https://www.visual-paradigm.com/guide/uml-unified-modeling-language/what-is-uml/>. [Viděno: 06-čer-2018].
- [30] „What is Unified Modeling Language“, *Lucidchart*, 24-zář-2017. [Online]. Dostupné z: <https://www.lucidchart.com/pages/what-is-UML-unified-modeling-language>. [Viděno: 06-čer-2018].
- [31] „Procesní pohled“. [Online]. Dostupné z: [http://home.zcu.cz/~mjanuska/html/procesni\\_pohled.html](http://home.zcu.cz/~mjanuska/html/procesni_pohled.html). [Viděno: 06-čer-2018].
- [32] „Event-driven process chain (EPC) | ARIS BPM Community“. [Online]. Dostupné z: <http://www.ariscommunity.com/event-driven-process-chain>. [Viděno: 06-čer-2018].

