

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**Katedra technologií a měření**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Modelování vybraných podnikových procesů**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
Fakulta elektrotechnická  
Akademický rok: 2017/2018

**ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Michal ŠVEHLA**  
Osobní číslo: **E16N0032P**  
Studijní program: **N2612 Elektrotechnika a informatika**  
Studijní obor: **Komerční elektrotechnika**  
Název tématu: **Modelování vybraných podnikových procesů**  
Zadávací katedra: **Katedra technologií a měření**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Vypracujte přehled současného stavu v oblasti modelování podnikových procesů.
2. Porovnejte metody a nástroje modelování procesů.
3. Dle pokynů vedoucího práce vypracujte případovou studii.
4. Zpracujte doporučení pro praxi.



Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího

Rozsah kvalifikační práce: 40 - 60 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

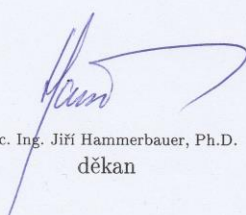
Seznam odborné literatury:

**Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.**

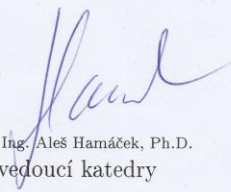
Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Jiří Tupa, Ph.D.**  
Katedra technologií a měření

Datum zadání diplomové práce: **10. října 2017**

Termín odevzdání diplomové práce: **24. května 2018**

  
Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.  
děkan



  
Doc. Ing. Aleš Hamáček, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 10. října 2017

## **Abstrakt**

Předkládaná diplomová práce je zaměřena na modelování procesů v elektrotechnickém podniku Rohde & Schwarz a jejich analýzu. V teoretickém rozboru práce jsou vysvětleny pojmy procesní analýzy, reengineeringu procesů a jejich optimalizace. Další část práce je věnována standardům pro modelování a samotným modelovacím metodám a porovnání jejich výhod a nevýhod. Následuje praktická část práce, která se zabývá podnikem Rohde & Schwarz, konkrétně jedna specifická linka koncové výroby vyrábějící špičkový měřicí přístroj. Výstupem této práce je poslední část poskytující doporučení pro praxi, která vychází z případové studie.

## **Klíčová slova**

Proces, modelování procesů, podnikový proces, modelovací nástroje, elektrotechnický průmysl, výrobní podnik.

**Abstract**

This diploma thesis is focused on modeling of processes in the Rohde & Schwarz electrical engineering company and their analysis. The theoretical analysis of the thesis explains the concepts of process analysis, process reengineering and their optimization. The next part is devoted to the modeling standards and methods with comparison of their advantages and disadvantages. The following practical part is about Rohde & Schwarz company, specifically with one specific end-production line producing a top of the line measuring device. The output of this work is the last part providing recommendations for practice base on a case study.

**Key words**

Process, process modeling, business process, modeling tools, electrotechnical industry, manufacturing enterprise.

## Prohlášení

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

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

.....

podpis

V Plzni dne 24.5.2018

Michal Švehla

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Jiřímu Tupovi, Ph.D. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce, zaměstnancům Rohde & Schwarz a to Zdeňku Konárkovi, Jiřímu Lukešovi, Janu Kuříkovi, Michalu Zbíralovi, Davidu Paslerovi, Martinu Peškovi, Miloslavu Sýkorovi, Petru Drastíkovi.

# Obsah

<b>OBSAH</b> .....	<b>8</b>
<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK</b> .....	<b>11</b>
<b>1 PROCESNÍ PŘÍSTUP</b> .....	<b>12</b>
1.1 ZÁKLADNÍ POJMY PROCESNÍ ANALÝZY .....	12
1.1.1 <i>Proces</i> .....	12
1.1.2 <i>Základní atributy procesu</i> .....	14
1.1.3 <i>Hierarchizace procesů</i> .....	15
1.1.4 <i>Klasifikace procesů</i> .....	17
1.1.5 <i>Životní cyklus procesu</i> .....	20
1.2 REENGINEERING PROCESŮ .....	20
1.2.1 <i>Důvody implementace reengineeringu</i> .....	21
1.2.2 <i>Podstata reengineeringu</i> .....	22
1.2.3 <i>Nástrahy reengineeringu</i> .....	23
1.3 OPTIMALIZACE PROCESŮ .....	24
1.3.1 <i>Kaizen</i> .....	25
1.3.2 <i>Total Quality Management</i> .....	25
1.3.3 <i>Business Process Reengineering (BPR)</i> .....	27
1.3.4 <i>Theory of Constrains (TOC)</i> .....	29
<b>2 METODY MODELOVÁNÍ PROCESŮ</b> .....	<b>35</b>
2.1 STANDARDY PRO MODELOVÁNÍ PODNIKOVÝCH PROCESŮ .....	35
2.1.1 <i>BPMN</i> .....	35
2.1.2 <i>WfMC</i> .....	35
2.1.3 <i>UML</i> .....	36
2.1.4 <i>IDEF</i> .....	37
2.1.5 <i>Standardy ISO</i> .....	38
2.2 METODY A TECHNIKY MODELOVÁNÍ PODNIKOVÝCH PROCESŮ .....	39
2.2.1 <i>ARIS</i> .....	39
2.2.2 <i>Business System Planning</i> .....	40
2.2.3 <i>ISAC</i> .....	41
2.2.4 <i>Select Perspective</i> .....	42
2.2.5 <i>First Step</i> .....	43
2.2.6 <i>DEMO</i> .....	43
2.2.7 <i>Výhody metod</i> .....	44
2.2.8 <i>Nevýhody metod</i> .....	45
<b>3 PŘÍPADOVÁ STUDIE</b> .....	<b>46</b>
3.1 ROHDE & SCHWARZ, INC .....	46
3.1.1 <i>Rohde &amp; Schwarz závod Vimperk s.r.o.</i> .....	47
3.2 VÝROBNÍ PODNIKOVÉ PROCESY SPOLEČNOSTI ROHDE & SCHWARZ S.R.O. ....	48
3.2.1 <i>Kabelová výroba (Kabelfertigung Wickelei)</i> .....	48
3.2.2 <i>Osazování a testování desek plošných spojů (BG – Fertigung)</i> .....	49
3.2.3 <i>Kovovýroba (Metallbearbeitung)</i> .....	50
3.2.4 <i>Koncová výroba (Endfertigung)</i> .....	51
3.3 ANALÝZA LINKY KONCOVÉ VÝROBY .....	52
3.3.1 <i>Uvedení do problematiky linky</i> .....	52
3.3.2 <i>Ideální stav linky</i> .....	52
3.3.3 <i>Chybové hlášení</i> .....	54
3.3.4 <i>Oprávněnská zakázka</i> .....	54
3.3.5 <i>Současný stav linky</i> .....	55
<b>4 DOPORUČENÍ PRO PRAXI</b> .....	<b>57</b>



---

4.1	PROBLÉMY VYSKYTUJÍCÍ SE PŘI OPRAVÁCH.....	57
4.2	TECHNICKÁ SLOŽITOST PŘÍSTROJE .....	60
4.3	VYUŽÍVÁNÍ VÍCE MĚŘICÍCH PRACOVÍŠŤ JEDNÍM PRACOVNÍKEM.....	60
4.4	NESPRÁVNÉ NASTAVENÍ MATERIÁLOVÉHO TOKU PŘI VÝSKYTU VĚTŠÍHO POČTU CHYB .....	61
<b>5</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>63</b>
	<b>SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ.....</b>	<b>64</b>
	<b>PŘÍLOHY.....</b>	<b>1</b>

## Úvod

Dnešní doba je pro podniky velice obtížná z hlediska udržení si své pozice. Pro možnost zlepšení samotného podniku se využívají různé nástroje, aby se zobrazilo fungování daného procesu. Veškeré procesy ve firmě vyžadují určitý čas, který potřebují pro přeměnu vstupů na požadované výstupy. Firmy se tak snaží maximálně optimalizovat své procesy, aby eliminovali co nejvíce časových prodlev a zefektivnili výrobu či fungování daného procesu. Modelování procesů tak slouží jako nástroj pro odhalení problému či prostor pro zlepšení v průběhu procesu. Na modelování pak navazuje zlepšování a optimalizace, které probíhají na základě vytvořených modelů.

Předkládaná práce bude pojednávat o procesní analýze. V teoretické části se práce zaměří na základní pojmy procesní analýzy a jejich částí jako je například reengineering a optimalizace. Další část se zabývá optimalizací procesů. V této části budou uvedeny postupy a metody, které lze použít pro jejich optimalizaci. Předposlední část bude věnována zlepšování procesů a metodám pro to používaných. Poslední část, bude věnována hlavní náplni práce a to je modelování procesů. Zde budou obsaženy informace o standardech, které se používají pro modelování. V kapitole budou zmíněny i metody pro modelování procesů.

Praktická část, se bude zabývat aplikací modelování procesů v podniku. Začátkem této kapitoly bude představení podniku a jeho historie, jaké produkty podnik vyrábí a v jakém oboru podniká. Dalším krokem bude pak modelování reálných podnikových procesů, které ve firmě probíhají a v práci budou detailně popsány a analyzovány.

Závěrem se práce zaměří na výsledky praktické části, kde bude navrženo možné zlepšení nebo doporučení jak proces upravit. Následným krokem pak bude zavedení navržených změn do provozu.

## Seznam symbolů a zkratek

<i>ARIS</i> .....	<i>Architecture of Integrated Information Systems</i>
<i>B2B</i> .....	<i>Business to Business</i>
<i>BPM</i> .....	<i>Business Process Modeling</i>
<i>BPML</i> .....	<i>Business Process Modeling Language</i>
<i>BPMN</i> .....	<i>Business Process Modeling Notation</i>
<i>BPR</i> .....	<i>Business Process Reengineering</i>
<i>BSP</i> .....	<i>Business System Planning</i>
<i>DEMO</i> .....	<i>Dynamic Essential Modeling of Organizations</i>
<i>ICT</i> .....	<i>Information and Communication Technologies</i>
<i>IDEF(X)</i> .....	<i>Integrated Computer-Aided Manufacturing program</i>
<i>IS</i> .....	<i>Information System</i>
<i>IT</i> .....	<i>Information Technology</i>
<i>ISAC</i> .....	<i>Information System Work and Analysis of Change</i>
<i>ISO</i> .....	<i>International Organization for Standardization</i>
<i>JIT</i> .....	<i>Just In Time</i>
<i>OMG</i> .....	<i>Object Management Group</i>
<i>OMT</i> .....	<i>Object Modeling Technique</i>
<i>OOSE</i> .....	<i>Object-Oriented Software Engineering</i>
<i>RFID</i> .....	<i>Radio Frequency Identification</i>
<i>TOC</i> .....	<i>Theory of Constraints</i>
<i>TPM</i> .....	<i>Total Productive Maintenance</i>
<i>TQM</i> .....	<i>Total Quality Management</i>
<i>UML</i> .....	<i>Unified Modeling Language</i>
<i>UOB</i> .....	<i>Unit Of Behavior</i>
<i>WfMC</i> .....	<i>Workflow Management Coalition</i>

# 1 Procesní přístup

Z vlastního života víme, že procesy neprobíhají pouze ve firmách. Procesy lze najít téměř kdekoli v přírodě, v lidském životě, ve společnosti. V přírodě lze nalézt například proces fotosyntézy nebo půdní eroze. V lidském životě je to proces dospívání nebo adaptace na nové podmínky. Ve společnosti lze proces najít v ekonomických transformacích nebo industrializaci. Proces má ve výrobních podnicích hlubší kořeny, které sahají až do 80. let, kde se např. hodnotová analýza zabývala zlepšováním procesů. V prostředí výrobních podniků je proces velice běžným pojmem. [1]

Původní přístup dělby práce je založen na rozdělení zaměstnanců do specializovaných týmů, které následně vykonávají pouze vlastní specializaci. Ovšem tento přístup již v dnešní době nedokáže uspokojit potřeby organizace, přechází se na procesní přístup. Procesní přístup je filozofie, kterou lze nalézt v nespočtu podniků po celém světě. Pomocí této filozofie lze realizovat téměř vše, ať se jedná od strategické, taktické nebo operativní řízení. Dále je na této filozofii založena organizace práce v podniku a všech podnikových činností. [2, 4]

## 1.1 Základní pojmy procesní analýzy

### 1.1.1 Proces

Pokud se vrátíme zpět do prostředí podniků, je možné identifikovat mnoho opakujících se činností, které mají vždy definované vstupy, výstupy, stanovenou osobu, která je zodpovědná za bezproblémový průběh. Probíhající činnost transformuje vstupy na požadované výstupy a to lze nazvat přidanou hodnotou činnosti. [3]

Výše uvedený odstavec tak lze nazvat určitou definicí pojmu proces, jelikož v literatuře je možné nalézt několik definic:

„Proces je účelně naplánovaná a realizovaná posloupnost činností, jimž za pomoci odpovídajících zdrojů probíhá v řízených podmínkách – regulátory – transformace vstupů na výstupy“ [1]

„Proces je organizovaná skupina vzájemně souvisejících činností, které společně

vytvářejí hodnotu pro zákazníka“ [2]

„Proces je sled vzájemně souvisejících činností, které přeměňují podnikatelské vstupy na podnikatelské výstupy (prostřednictvím změny stavu příslušných podnikatelských entit)“ [2]

. Nejobecnější a značně rozsáhlá definice, kterou lze dohledat v literatuře je tato:

*„Proces je organizovaná skupina vzájemně souvisejících činností a/nebo subprocesů, které procházejí jedním nebo více organizačními útvary či jednou (podnikový proces) nebo více spolupracujícími organizacemi (mezipodnikový proces), které spotřebovávají materiální, lidské, finanční, a informační vstupy a jejichž výstupem je produkt, který má hodnotu pro externího nebo interního zákazníka“ [2]*

V procesu lze analyzovat a definovat určitá specifika, například přidanou hodnotu procesu, jeho informační a hmotně energetické vstupy a výstupy. Vlastník procesu je osoba odpovědná za daný proces. Součástí procesu jsou externí a interní zákazníci. Ve většině případů je zákazníkem další jiný proces, který využívá výsledky z předchozího. Jeho průběh spotřebovává jistý čas a náklady, které potřebuje pro svou realizaci. U procesu je také možné analyzovat jeho architekturu. [1]

### 1.1.2 Základní atributy procesu

Patří sem hranice procesu, vstupy a výstupy procesu, majitel procesu, zákazník procesu, zdroje procesu a řízení procesu. [1] Všechny atributy si následně více přiblížíme.

**Hranice procesu** - vyznačují začátek a konec procesu. V modelu procesu jsou to místa, kde se protínají vstupy nebo výstupy procesů se vstupy nebo výstupy dalších procesů. [1]

**Vstup** - jsou spouštěče procesu. Tvořeny jsou z výstupů jiných podnikových procesů nebo dodavatelů. Jsou jednorázově spotřebovány [1]

**Výstup** - ukončuje činnost procesu. Je nutné dodržet homogenitu vstupů a výstupů procesů. To znamená, že výstup předchozího a vstup následujícího procesu musí být shodný. Výstup je produkt procesu a následně je doručován zákazníkovi.

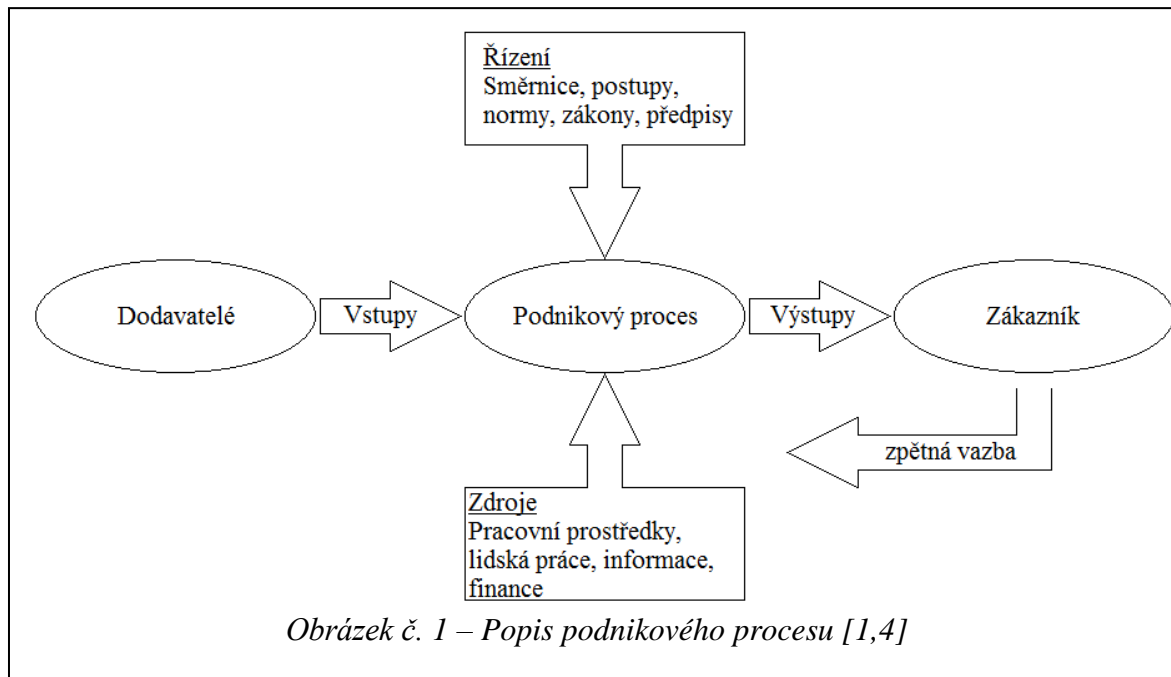
**Majitel procesu** - Osoba odpovídající za průběh a efektivitu procesu s dostatečnou pravomocí. [1]

**Zákazník procesu** - může být osoba, organizace nebo následný proces. Rozlišujeme dva typy zákazníků, interního a externího. Interní zákazník je zákazník v rámci organizace. Externí zákazník může být buď spotřebitel nebo zákazník, který výstup z procesu využije pro realizaci hodnoty pro spotřebitele. Externí zákazník nakupuje výstupy z procesů. [1]

**Zdroje** - rozumí se jimi pracovní prostředky (stroje a zařízení), lidská práce a informace. Užívají se v průběhu procesu postupně a nejsou spotřebovávány jednorázově. [1]

**Regulátory/řízení** - podmínky nutné pro realizaci požadovaného výstupu. Je to soubor norem, zákonů, směrnic a systém pravidel. [1]

Za pomoci těchto atributů jsme schopni graficky zobrazit, jak ukázkový podnikový proces vypadá.



### 1.1.3 Hierarchizace procesů

Podle složitosti vlastního průběhu procesu jej lze rozložit na nižší úrovně. Toto rozložení nám pomůže při pohledu na proces, kdy uvidíme přehledný a jednoznačný pohled. Obecně se rozlišuje pět úrovní, ale záleží na složitosti podnikové reality i úhlu pohledu. Úrovně jsou následující: proces, subproces, činnost, operace a krok. [1]

**Proces** – transformuje vstupy do konečného produktu prostřednictvím aktivit, které produktu přidávají hodnotu. Proces je chápán jako ucelený sled subprocesů, které vedou k realizaci konečného produktu a mohou být vykonávány v rámci několika útvarů. [1]

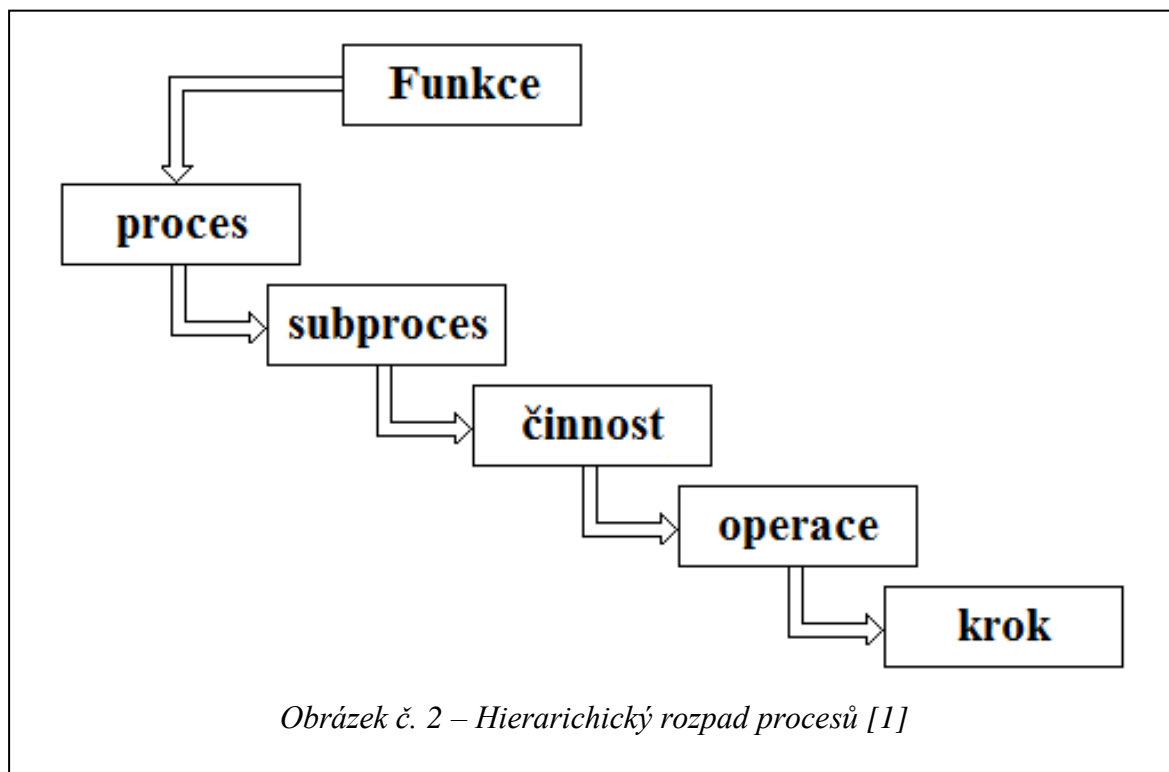
**Subproces** – Sled funkcí vykonávané v rámci jednoho nebo několika útvarů, které mají na výstupu produkt nebo službu. [1]

**Činnost** – skládá se z operací (pracovních úkonů), vykonávané v rámci jednoho útvaru a jako subproces mají na výstupu produkt nebo službu. Při činnosti lze jednoznačně přiřadit spotřebu jednoho primárního zdroje. [1]

**Operace** – je logicky souvislý pracovní úkon skládající se z kroků, které vykonává

odborný pracovník. [1]

**Krok** – jedná se o pracovní úkon, který je logicky a časově souvislý, jehož vykonání zajistí odborný pracovník [1]



### Činnost a funkce

Dvě velice podobná slova avšak význam se poněkud liší. Rozdíl lze uvést na názorném příkladu elektrotechnické firmy. Její funkcí je dodávat elektrotechnické výrobky, tedy pomocí své funkce naplňovat své poslání. Odbornou činností je například kompletace výrobku, popisuje, co je třeba udělat. Naproti tomu jak postupovat hovoří proces, který nám poskytuje dynamický pohled. [1]

Proces může obsahovat několik různých činností. Pokud se vrátíme k příkladu elektrotechnické firmy, procesem může být například vývoj nového výrobku. Ten se skládá z několika subprocesů (např. konstrukce, zásobování, financování a další), které se rozpadají na dílčí činnosti (např. již zmíněna kompletace výrobku).



#### 1.1.4 Klasifikace procesů

Procesy lze podle různých hledisek rozdělit do tří oblastí klasifikace dle funkčnosti, klíčivosti a struktury procesu.

##### **Rozdělení procesů dle funkčnosti procesu**

Dělení dle funkčnosti lze dále rozvést na průmyslové, administrativní a řídicí procesy.

**Průmyslové procesy** – jsou procesy, které mají na vstupu hmotnou věc, například suroviny a materiál (ruda, počítačové komponenty a podobně). Výstup může mít různou podobu. Může to být například surovina, polotovar pro další proces nebo pro výsledný produkt. Konkrétní příklad průmyslového procesu může být oprava, modernizace zařízení. Jejich vstupem je dané zařízení, které má být opraveno nebo nové součástky na opravu či modernizaci zařízení.

**Administrativní procesy** – jsou producenti dat, informací a sestav, které následně využívají ostatní procesy. Příklady produktů, které tyto procesy vytvářejí jsou šeky, daňové doklady, zprávy a datové soubory. Díky významnosti a komplexnosti těchto procesů představují největší prostor pro zvyšování produktivity, efektivnosti a zlepšování procesů samotných. Tímto lze ovlivňovat i ostatní procesy probíhající v organizaci. [1]

**Řídicí procesy** – jsou prostředky, díky kterým mohou jedinci nebo i týmy činit klíčová rozhodnutí. Data obsažena v procesech jsou využívána k realizaci nějakého rozhodnutí. [1]

## Rozdělení procesů dle klíčivosti procesu

Dalším dělením je klíčivosti a hodnototvornosti jednotlivých procesů na klíčové procesy, podpůrné procesy (mezipodnikové, řídicí, kontrolní a procesy řízení kvality) a na vedlejší procesy (dočasné procesy a procesy vyžádané shora) [1]

**Klíčové procesy** – V tomto procesu vzniká klíčová přidaná hodnota, která vede k uspokojení potřeb zákazníka. [1]

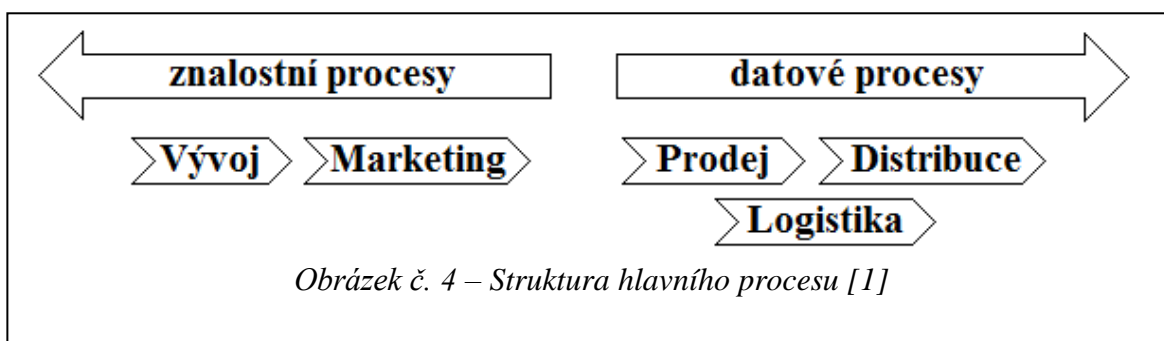
**Podpůrné procesy** – Tyto procesy zajišťují vnitřnímu zákazníkovi podporu v podobě produktu či služby, které nelze zajistit externě bez ohrožení poslání firmy. Jako příklad lze uvést IS/IT, fakturace nebo údržbu. Podpůrné procesy lze dále rozdělit na mezipodnikové, řídicí, kontrolní a procesy řízení kvality, které jsou specifickými případy podpůrných procesů. Podkategorie mezipodnikových procesů zasahují do oblastí mimo firmu jakou jsou logistické řetězce, financování a jiné. Řídicí procesy pak slouží k promítnutí strategie a k jejím změnám a následnému promítnutí do firemního řízení. Kontrolní procesy slouží ke kontrole vstupů, výstupů, mezioperačním kontrolám a dodržování vedlejších zásad kvality. Procesy řízení kvality naopak slouží k zajištění klíčových zásad kvality, může se jednat o interní prověrky, validace, řízení jakosti. [1]

**Vedlejší procesy** – oproti podpůrným procesům zajišťují vnitřnímu zákazníkovi produkty nebo služby, které lze zajistit externě, z důvodu ekonomické výhodnosti se vykonávají uvnitř firmy. Příkladem může být účetnictví, údržba. Jsou zde zahrnuty dvě podkategorie specifických vedlejších procesů a to procesy vyžádané shora a dočasné procesy. Procesy vyžádané shora jsou vyžádány nadřízenou hospodářskou jednotkou nebo státní administrativou, například statistické průzkumy. Dočasné procesy většinou představují realizaci projektu nebo výstavby. Jedná se o proces s časově omezenou platností, který řeší dílčí provozní potřeby. [1]

## Rozdělení procesů dle struktury procesu

**Datové (tvrdé) procesy** – Příklad tvrdých procesů lze nalézt například jako pásovou výrobu či algoritmus programu. Zde je konkrétně dáno pořadí činností, která jsou popsána v seznamu. [1]

**Znalostní (měkké) procesy** – Oproti tvrdým procesům je tvořen seznamem a pořadím činností, které nemusí být dodrženo. Na základě vzniklé situace je možné pořadí měnit. Vývoj výrobku je zde nejvhodnějším příkladem. [1]



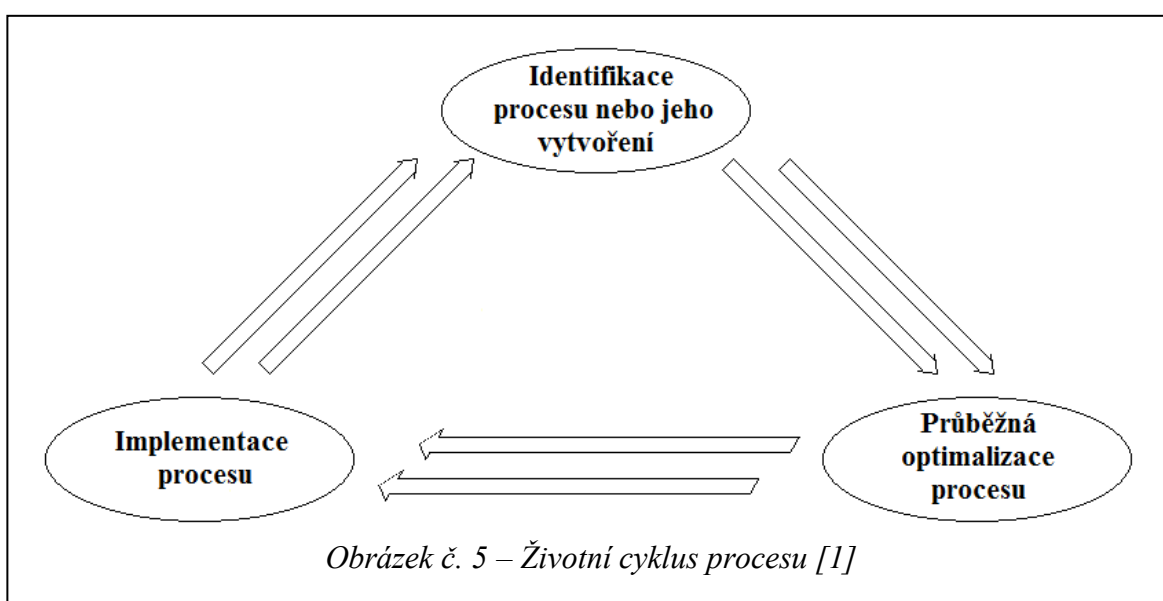
Obrázek č. 4 – Struktura hlavního procesu [1]

## Další rozdělení procesů

Dále lze procesy dělit dle existence, opakovatelnosti procesu a dle strategického hlediska. Podle existence dělíme procesy na trvalé a dočasné. Podle opakovatelnosti na procesy s vysokou nebo nízkou opakovatelností, kde vysoká opakovatelnost znamená minimálně dvakrát za rok. Jako poslední dělení procesů dle strategického hlediska na strategické, taktické a operativní. [1]

### 1.1.5 Životní cyklus procesu

Každý proces je vytvořen za účelem tvorby užítku pro zákazníka nebo majitele. Úkolem majitele je pečovat o proces takovým způsobem, aby byl zákazník neustále uspokojován a nákupem produktů plnil vytyčené cíle podniku. K dosažení těchto cílů je nutná trvalá optimalizace procesu, snaha zvyšovat výkonnost/produktivitu procesu (tedy optimalizovat ho) vede k revizi procesu minimálně jednou za rok. Zde se také hodnotí, je-li proces užitečný nebo ne. V případě, že není užitečný, proces je zrušen a tím ukončen jeho životní cyklus. [1]



S každou změnou ať už strategie nebo okolí podniku změny technologií nebo dalších změn je nutné vytvořit nový proces, aby dokázal uspokojit novou potřebu. Nově vzniklý proces by měl obsahovat co možná nejvíce již existujících funkcí, které by teoreticky měly být optimalizované. Pokud v podniku takové funkce neexistují je potřeba je vytvořit tak, aby podporovali proces na nich závislý. [1]

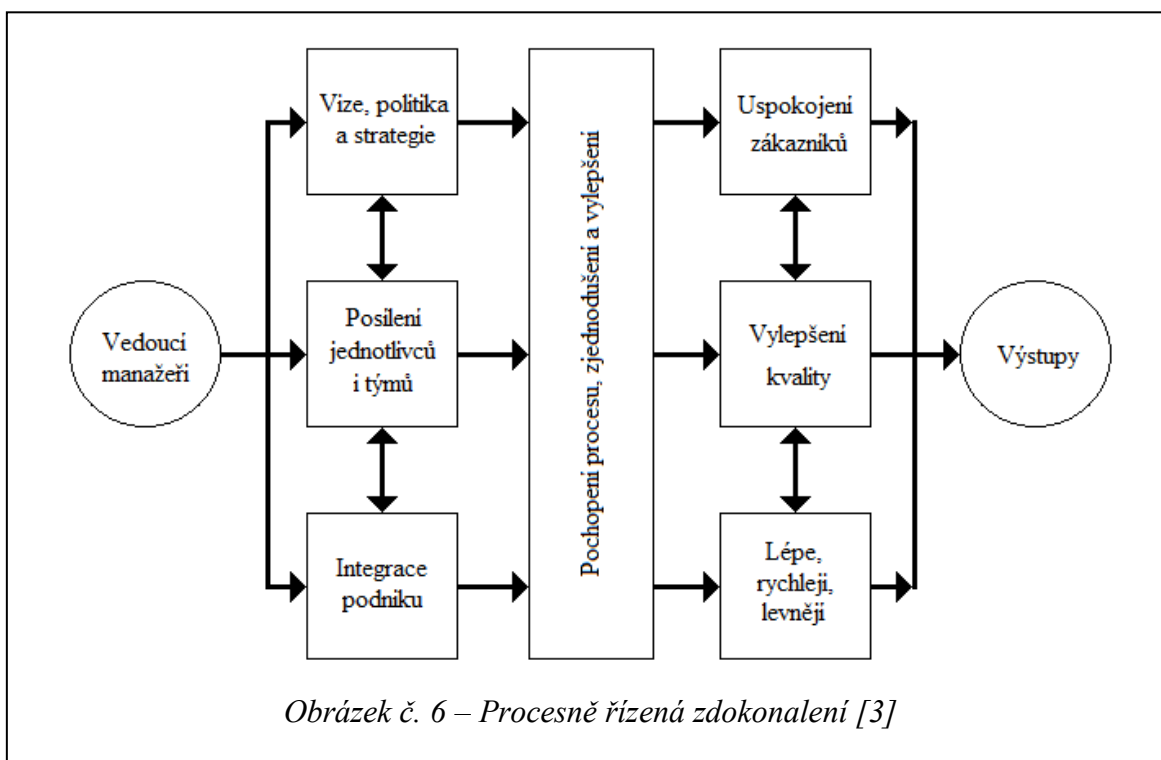
## 1.2 Reengineering procesů

Reengineering je oblast managementu, která dokáže vzbudit bouřlivé pozitivní i negativní reakce především proto, že symbolizuje radikální změny. Není snad jiná oblast managementu, která budí mnoho ohlasů a to jak pozitivních tak negativních. Při úspěšném zavedení je firma schopna zvýšit svoji výkonnost. Naproti tomu ty firmy, které se zaváděním úspěšné nebyly, byly vytlačeny konkurencí z jejich pozic. Máme tak k dispozici

nástroj, kterým je možné zjednodušit procesy, zvýšit produktivitu firmy a nabídnout zaměstnancům příležitost nové pracovní zodpovědnosti. Firma tak má možnost se proměnit a znovu růst. [2,5]

### 1.2.1 Důvody implementace reengineeringu

Hlavní důvodem implementace jsou změny v podnikatelském prostředí, kterým dochází díky vědeckotechnickému pokroku a růstu poznání. Firma se také snaží uspokojovat potřeby zákazníků novými výrobky, které chce vyrábět levněji. Důvody, které motivují firmy k zavádění různých procesních změn je snižování nákladů, zvýšení kvality, zvýšení rychlosti, překonání hrozby konkurence nebo změna organizační struktury. Pro firmu je tak výhodné využít reengineering jako přístup, kterým předcházíme chybám, než abychom chyby opravovali za chodu procesu. Úspěch reengineeringu je závislý na aktivním zapojení všech zaměstnanců firmy a také na implementaci reengineeringu tam, kde je to potřeba. [2,5]



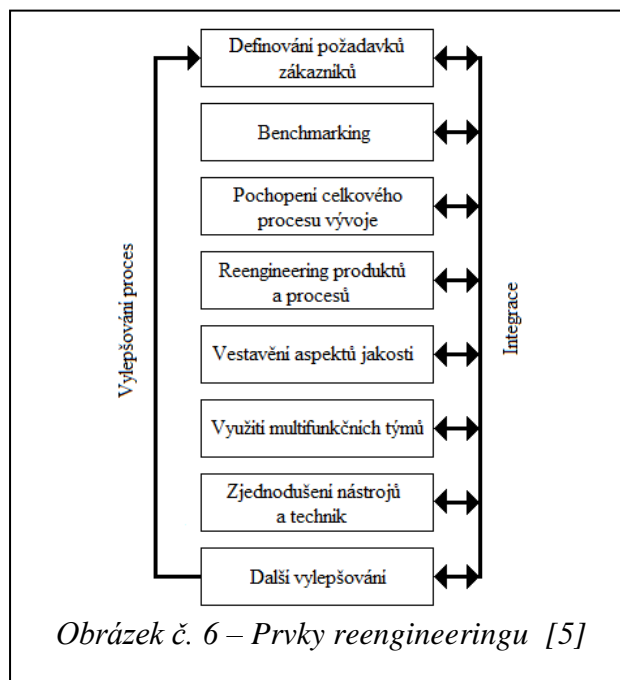
### 1.2.2 Podstata reengineeringu

Poskytuje nový úhel pohledu na proces vývoje výrobku nebo služby od koncepční fáze až po doručení zákazníkovi. Do procesu vývoje se zapojuje mnoho funkčních jednotek např. marketing, příjem objednávek, design, výroba a další. Funkční jednotka předává až výsledek svého úsilí následující funkční jednotce ve firemním procesu. To je značně neefektivní při procesu vývoje výrobku sekvenčním způsobem. Hlavní indikátory pro reengineering jsou neustálé zvyšování hodnoty, zvýšení zisku, snížení počtu vad, urychlení cyklu vývoje a další, které vedou ke zvýšení konkurenceschopnosti firmy. [5]

Prvky, na které se reengineering procesů zaměřuje je spokojenost zákazníka, správné pochopení procesů a přijetí multifunkčních týmů. Spokojenost zákazníka závisí na míře uspokojení jeho potřeb, proto je nutné porozumět požadavkům zákazníka což pro firmu znamená, že je schopna lépe definovat parametry výrobků a služeb. [1,4,5]

Dalším prvkem je pochopení procesů, protože pokud management, vývojáři, výrobní personál a firemní týmy nechápou prvky procesu vývoje od prvotní myšlenky až po podporu koncového zákazníka, úsilí pro zlepšení procesu bude vynaloženo zbytečně. Pro lepší pochopení procesů nám slouží nástroj mapování procesů, který umožňuje formulovat požadovaný stav a zlepšení výkonu. Tento nástroj využívají multifunkční týmy jak pro mapování tak pro uskutečnění změn v procesech, při kterých se multifunkční týmy snaží zapojovat příslušné vlastníky procesu. Multifunkční tým by měl sestávat ze zaměstnanců z různých oddělení firmy pro dosažení vysokého výkonu. [1,4,5]

Podpora procesu neustálého vylepšování firmy od organizační struktury je vyžadována při týmovém přístupu k reengineeringu. Otevřená komunikace, přístup k informacím o vývoji, systém jasných a stručných kanálů směrem k managementu a podpora obecného souhlasu s projektem jsou rysy organizační struktury, která podporuje proces neustálého zlepšování firmy. [1,4,5]



Pro zvýšení zisku firmy je potřebné důkladně prozkoumat daný proces, protože uvnitř každého procesu se nachází další skryté procesy. Ty vyžadují zdroje, ačkoliv nepřidávají na hodnotě produktu ani negenerují výnos. Náklady, které skryté procesy spotřebují, je nutno snížit pomocí jejich eliminace, zjednodušení nebo zefektivnění. Tím dojde ke zvýšení zisku firmy. Procesy mohou být ovlivňovány vstupy, výstupy jiných procesů nebo vnějšími procesy. Pracovníci všech úrovní by si tuto možnost měli uvědomovat. [5]

Aby byl podnik schopen vyrovnat se s rychlými změnami způsobenými složitostí systémů nebo pokrokem v technologiích, je důležité, aby zdokonalování procesů pokračovalo dále a neskončilo u jednoho zdokonalení. Tím lze dosáhnout vysoké flexibility podniku a je snazší se s těmito nástrahami vyrovnat. [5]

### 1.2.3 Nástrahy reengineeringu

Úspěšnost realizace reengineeringu závisí na ochotě vrcholového managementu se učit, chápat a řídit reengineering v podniku. Při úspěšné realizaci jsou výhody značné, ovšem jejich dosažení není snadné. Právě multifunkční týmy, které zkoumají procesy, zavádí změny a používají techniky pro zvyšování kvality, přinesou mnoho zdokonalení a úspor nákladů díky reengineeringu. Některé významné úspory zůstanou nerozpoznány v závislosti na velikosti podniku. Úspory mají původ na základě zdokonalení větších řídicích systémů a provozních možností. Jedná se o větší strategická rozhodnutí podniku, o

kterých rozhoduje vrcholový management. Pro příklad lze uvést eliminaci celé části firmy, redukce málo ziskových výrobních linek, zlepšování vztahů s dodavateli, zaměstnanci nebo odbory. Selhání pokusů o reengineering lze připsat vrcholovému managementu, jeho nepochopení rozsahu změn potřebných pro úspěch nebo se do této činnosti aktivně nezapojili. Z toho plyne, že verbální podpora je od vrcholového managementu nedostačující. Proto, aby se předešlo iniciativám bez jakéhokoliv jasného cíle či dozoru uvnitř firmy nebo mezi jejími divizemi, je potřeba veškeré snahy o reengineering řídit. [1,4,5]

Ovšem co nelze řídit je vývoj doby a s ním i vývoj nových manažerských technik, které se objevují ve vlnách. To však podporuje názor, že reengineering je jen módní chvilková záležitost a jen se zvyšuje zmatení zaměstnanců, kteří pak nevědí jak napomoci podniku v zajištění jeho přežití a udržení svého zaměstnání. Sledování situace v oblasti nových manažerských technik napomáhá podniku. Z nových poznatků se pak skládají ideální techniky a nástroje pro manažery. Základem tak stále zůstává vylepšování podnikových procesů. [1,4,5]

Před započítím každého reengineeringu by měl být vytvořen plán, dle kterého se bude postupovat. Zabráni se tak provádění reengineeringu za nízkého porozumění specialistů a vrcholového managementu. Ten si musí vyhradit potřebný čas, aby manažeři dostatečně porozuměli dopadu změn na podnik. [1,4,5]

### 1.3 Optimalizace procesů

Aby podnikoví zaměstnanci, kteří se starají o proces, mohli provádět jejich optimalizaci, musí mít určité znalosti o procesu samotném. Je potřeba, aby měli k dispozici údaje o jeho výkonnosti, efektivitě a schopnosti změřit změnu (optimalizace). Pod pojmem výkonnost si lze představit schopnost uspokojit zákazníka nebo časy prostojů – časy čekání. Efektivita je jak proces dokáže spotřebovat všechny typy zdrojů. [1]

Prizpůsobováním procesů v závislosti na změnách ať uvnitř podniku nebo v jeho okolí se přispívá k udržení konkurenceschopnosti podniku. [1]

Dále zde bude výběr několika metod zabývajících se optimalizací procesů. Kritérium



pro výběr právě těchto metod je aplikovatelnost na všechny podnikové procesy. Samozřejmě je možné v praxi najít další metody zaměřené na určité procesy, například Total Productive Maintenance (TPM) je zaměřen na výrobní procesy. Metody, které budou dále rozepsané jsou: Kaizen, Total Quality Management (TQM), Business Process Reengineering (BPR) a Theory of Constraints (TOC). [1]

### 1.3.1 Kaizen

Filozofie, která byla prvně realizována v japonských firmách po 2. světové válce. [10] Český překlad tohoto sousloví z japonštiny znamená „změna k lepšímu“. Základním principem Kaizenu je neustálé zlepšování, na které se musí podílet všichni zaměstnanci podniku od dělníků až po vrcholový management a zároveň musí probíhat vždy a všude. [1]

Následující postupy jsou základem pro filozofii Kaizen. Prvním postupem je neustálé zlepšování kvality ve všech oblastech podniku a na všech úrovních. Dalším postupem je snižování nákladů a zároveň zvýšit produktivitu. Posledním postupem je motivace všech pracovníků, aby pracovní týmy přicházely s inovacemi. [1]

Přístup, který propaguje BPR Kaizen odmítá a má určitá vymezení vůči zlepšování procesů inovacemi. Velké změny v podniku totiž znamenají velký odpor a velká rizika, proto se Kaizen ubírá cestou malých zlepšení, které jsou pro podnik přijatelnější a lze je lépe implementovat. Díky těmto malým změnám je snazší zapojit větší množství pracovníků. Ti jsou více zainteresovaní ohledně změn a také více motivováni tyto změny uskutečnit. Pracovníci jsou tak schopni iniciovat změny, ale mohou být hnacím motorem pro jejich realizaci. Aby Kaizen byl schopen tohoto dosáhnout, využívá tyto principy. Hlavní je dělat malé věci, které nás posunou kupředu oproti minulosti. Dále nasadit a udržet vysoký standard a společně s tím pohlížet na ostatní spolupracovníky jako zákazníky. [1]

### 1.3.2 Total Quality Management

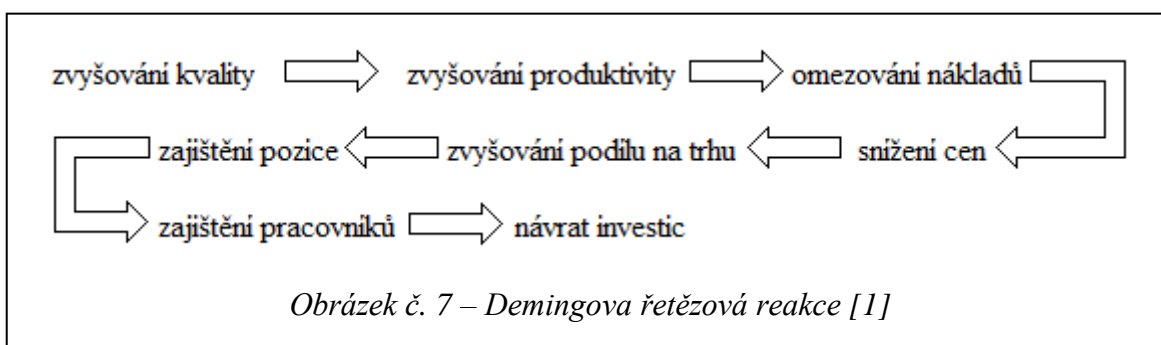
Evropští a američtí producenti začali být vytlačováni sílící japonskou konkurencí a tak v sedmdesátých letech vznikla podniková strategie Total Quality Management, ve zkratce TQM. Otázku managementu kvality se zabývali už v padesátých letech pánové Deming a

Juran. Ti vypracovávali koncepty pro management kvality a díky nim se Japoncům podařilo ohrozit západní trhy. Dalším důvodem bylo přehlížení managementu kvality, kvůli převahze poptávky nad nabídkou. Tato situace panovala v Evropě a Americe zhruba do sedmdesátých let. Výrobci si dále uvědomili, že vynaloží méně nákladů, když budou vyrábět kvalitní výrobky již v počátku. [1]

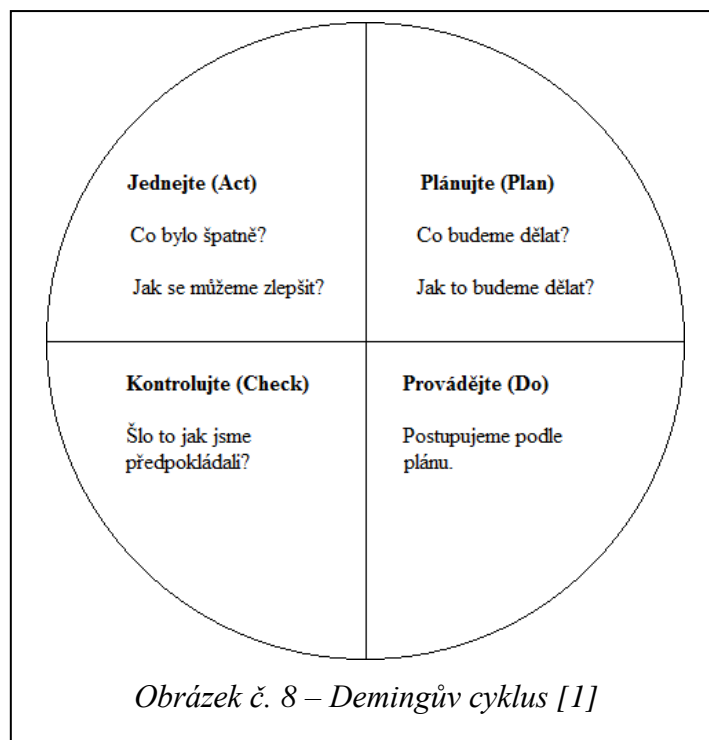
Spokojenost zákazníků je hlavní prioritou podnikové strategie TQM. Klade důraz na kvalitu všech podnikových procesů průmyslových, administrativní nebo řídicích a činností probíhajících v podniku. [1]

V češtině má každé ze tří slov zkratky TQM určitý význam. Total znamená zapojení všech osob do zvyšování kvality. Quality je zaměření se na zákazníky, kteří rozhodují o kvalitě. Management se zabývá řízením všech podnikových procesů, které vedou k uspokojení zákazníka. [1]

Základní prvky podnikové strategie TQM jsou následující. Celý výrobek musí být kvalitní, tudíž i jeho části by měly být kvalitní. Snížení výskytu chyb na všech úrovních podniku závisí na úrovni ovládnutí procesů v podniku. Dodavatelé se musí zapojit při zvyšování kvality. Jednotlivá oddělení a procesy je potřeba rozdělit na odběratele a dodavatele a ti se k sobě musí chovat jako hospodářské subjekty na trhu [1]



Obrázek ukazuje, k čemu vede zvyšování kvality v Demingovo řetězové reakci.



Důležitou součástí Demingova cyklu, je měření podnikových procesů, které slouží pro odstranění příčin problémů. Deming uvádí, že výkon pracovníků je omezen systémem, který je mimo jejich kontrolu. TQM se snaží předpovídat chování tohoto systému a co nejvíce snížit výkyvy systému. TQM nemá za cíl přinést nové nástroje nebo metody, ale důkladně a systematicky uplatňovat již vynalezené metody v podnikovém prostředí. Metoda vede spolupracovníky k vlastní odpovědnosti, uspokojování potřeb a očekávání zákazníka. Uplatňovat modely interních a externích dodavatelsko-odběratelských vztahů. Program nulového počtu chyb. Management procesů a zapojení všech zaměstnanců do neustálého zlepšování. Vzdělávání a výcvik pracovníků v nových metodách a jejich praktické využívání. [1]

### 1.3.3 Business Process Reengineering (BPR)

V roce 1990 se objevila první zmínka o Business Proces Reengineeringu. Ve stejné době byl pány Hammerem společně s Davenportem a Shortem pojmenován nový směr, který se ke konci osmdesátých let začal uplatňovat v amerických podnicích. [1]

Předpokladem této metody je, že jedině radikální změna uvnitř podniku je schopna reagovat na změny v okolí podniku. Pro BPR jsou neoddelitelné dvě věci, které jsou navzájem provázané. Jde o lidskou tvořivost a moderní technologie, které jsou

neoddělitelně svázané. Využití nových možností IS/IT a ICT lze využít jako spouštěče a nositele změn. [1]

Dramatické zdokonalení z hlediska kritických měřítek výkonnosti je dosaženo pomocí zásadních přehodnocení a radikálních rekonstrukcí podnikatelských procesů. Kritická měřítká výkonnosti jsou náklad, kvalita, služby a rychlost. [1]

Ve výše uvedené definici jsou obsažena 4 důležitá slova, která blíže objasňují co BPR představuje. Jedná se o dramatické, zásadní, radikální a proces. [1]

**Dramatické** - vyjadřuje, že se nejedná o přírůstkové zlepšení, ale o skokové. Z toho plyne, že sledované parametry se zlepší skokově. [1]

**Zásadní** – vysvětluje předmět zkoumání metody BPR. Jedná se o pravidla a předpoklady, kterými je organizace řízena. Pravidla jsou dána vývojem organizace a jsou v ní implicitně obsaženy. BPR postupuje od toho, proč se to dělá, dále jak je to děláno a v poslední řadě jak se to má dělat. [1]

**Radikální** - hluboká přeměna podniku, kdy se zapomene na všechny zásady a pravidla a vše se začne budovat o samého začátku. [1]

**Proces** – procesně orientovaná organizace má značnou výhodu oproti funkční. Je schopna rychleji a pružněji reagovat na změny. Organizace je zaměřená na zákazníka, jeho potřeby a požadavky. [1]

Dle Hammera a Champyho nemá smysl automatizovat stávající procesy a činnosti kvůli neefektivnosti. Automatizovat by se měly až nové procesy s využitím IS/IT, aby bylo dosaženo požadovaného efektu. Jejich předpoklad, že kontinuálním způsobem by nebylo dosaženo výrazného zlepšení přes fyzické a psychologické bariéry nahrazují tím, že BPR začíná znovu s čistým listem papíru. [1]

BPR se skládá ze dvou částí, z procesní analýzy a projektu změny. V procesní analýze slouží jako podpora pro měření výkonnosti procesů a jejich následnou optimalizaci. Analýza se dále zabývá identifikací procesů a jejich návrhy. Projekt změny je radikální

způsob implementace procesní orientace v podniku. [1]

### 1.3.4 Theory of Constrains (TOC)

Autorem této metody je E. M. Goldratt a její počátky jsou datovány do sedmdesátých let. Český překlad názvu této metody je teorie omezení. Jejím předchůdcem je Optimized Production Technology (OPT), což je metoda pro řízení výroby a zobecněním této metody vznikla TOC. [1]

Na organizaci je nahlíženo z globálního pohledu a jejím základem je systémový přístup. Pro metodu je důležitá funkčnost celku a nezajímá jí funkce jednotlivých částí. Ty jsou podřízeny cíli, který je dán systémem. [1]

Předpokladem tohoto přístupu je, že každý systém je součástí většího systému a jako celek je součtem jeho částí. Systém má určitý cíl, kterého chce dosáhnout a jeho úsilí je omezeno jednou nebo velmi málo proměnnými. [1]

Za předpokladu, že každý systém je součástí většího celku, si lze představit vnitřní a vnější provázanost se svými podsystémy, ale také s nadřazenými částmi systému. Nezbytná podmínka pro dlouhodobou životnost systému je jeho cílové chování. Strategie a způsob jejího naplnění se odvíjí od vytyčeného cíle. Pro lepší funkci celého systému a dosažení vytyčeného cíle je příznivě přizpůsobit jednotlivé části úsilí celku, než nechat jednotlivé části plnit své lokální cíle. To ale neznamená, že tyto lokální cíle napomáhají plnění cíle globálního. Ovšem každý systém je nějakým způsobem omezován určitým počtem restrikcí. Pro jednoznačné určení co je a co není omezení, je potřeba každý systém důkladně analyzovat. [1]

Zde je výčet základních typů podnikových omezení: zdrojová a kapacitní, časová, hodnocení a měření, prodejní, organizační, komunikační, kulturní. [1]

Pro snažší dosažení systému jeho cíle je nutné identifikovat úzká místa. Poměrně snadno identifikovatelná jsou omezení zdrojová, kapacitní a někdy také i časová. Změna výrobního systému se provádí za účelem zamezení bránění jeho úzkých míst v dosahování cíle. Příklady omezení můžeme najít na stroji s nedostatečnou kapacitou, často poruchovým pracovištěm, nedostatkem kvalifikovaného personálu, nedostatkem výrobních

ploch, nedostatku kapitálu, omezenou kapacitou dodavatelů a odběratelů. [1]

Často se stává, že i přes odstranění zdrojových a kapacitních omezení se nimi dále počítá a předpokládá se, že podnik je stále omezen. Literatura tento typ omezení nazývá jako policy constraints (v překladu politická omezení) týkající se kultury, tradic, zvyků, vzdělávacího systému a dalších. [1]

Při nesprávném směru zaměření podnikového úsilí dochází ke vzniku právě výše zmíněných policy constraint. Směr, který nevede k odstranění úzkých míst nebo nevede k dosahování určitých cílů, je tím nesprávným. [1]

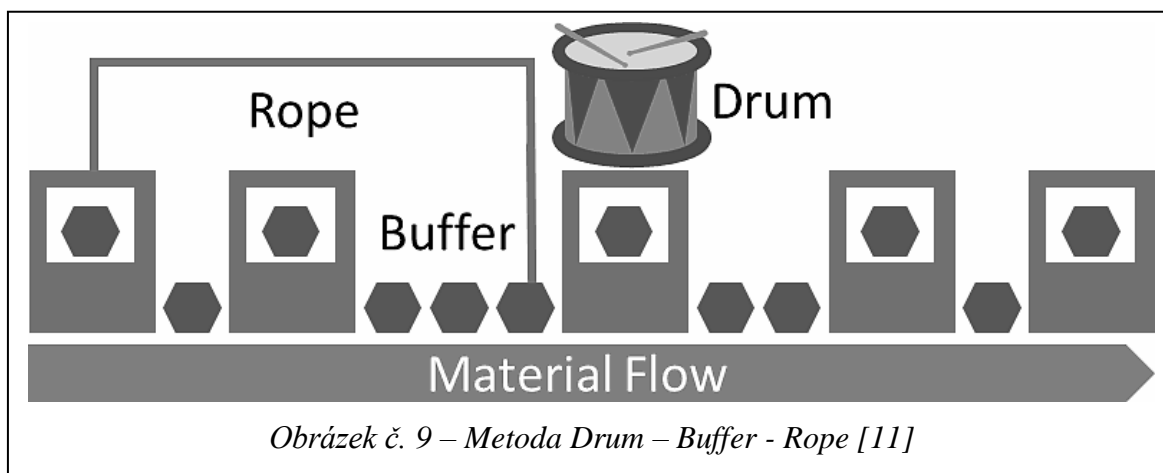
POOGI (Process Of Ongoing Improvement) je dalším označením zlepšování kontinuálním způsobem, což využívá TOC. To nás přivádí k procesu Five Steps Of Focusing (pět kroků zaměření). Části tohoto procesu jsou: identifikace úzkého místa, využití úzkého místa na sto procent, podřízení podniku tomuto úzkému místu a jako poslední vše znovu od začátku. Napomáhá tak metodě TOC k zodpovězení otázek typu co změnit, na co to změnit a jak změnu realizovat. Teorie omezení pod sebou skrývá velké množství metod a nástrojů a společně s nimi i doporučení do mnoha oblastí podnikové reality od výroby přes prodej a distribuci až po strategii podniku.[1]

TOC pod sebou skrývá celkem 5 metod, kde každá je určena pro jistou oblast. Drum – Buffer – Rope a Optimized Production Technology pro oblast řízení výroby. Critical Chain pro řízení projektů. Buffer Management pro řízení výroby a projektů a jako poslední Thinking process pro řízení změn.

### **Drum – Buffer –Rope**

Společně s OPT (Optimized Production Technology) jsou pravděpodobně jedny z prvních metod TOC. Je využívána při řízení výroby a dodavatelských řetězců. Představa této metody spočívá v tom, že úzké místo je považováno za buben, který udává chod celému výrobnímu systému. Zásobník (anglicky Buffer), který vzniká před úzkým místem, zabezpečuje plynulou činnost a vysoké využití. Tímto mezi vstupním a výstupním bodem vzniká zpětná vazba, která se nazývá lano (anglicky Rope). Toto lano určuje počet dílů a tahá je z předchozích pracovišť.[1]

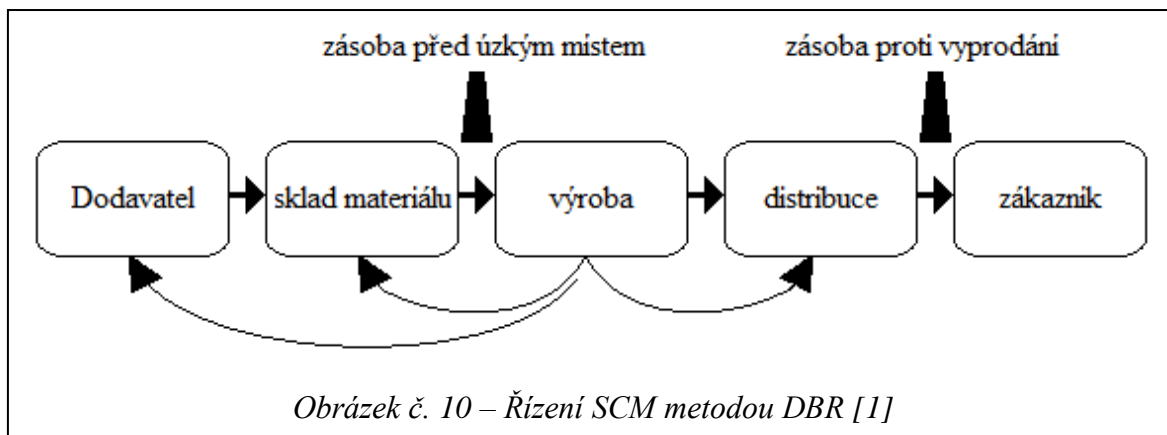
Veškeré úsilí systému je zaměřeno na úzké místo, dle kterého DBR řídí výrobní systém a bere na něj ohled. Materiál je natahován úzkým místem z předešlých operací a vytváří tak tah (anglicky pull), oproti tomu tlak (anglicky push) materiálu nastává za úzkým místem. [1]



Na obrázku je znázorněná metoda Drum – Buffer – Rope. Úzké místo je zde reprezentováno bubnem (anglicky Drum). Před ním se nachází buffer, což je zdroj zásobování, aby v úzkém místě nedošel materiál. Lano (anglicky Rope) představuje provázání se začátkem celého procesu. Doplnění bufferu dojde ve chvíli, kdy Drum dokončí zpracování dílu a pošle ho na další pracoviště. Rope pak obstarává předání informace o doplnění bufferu nebo zahájení zpracování dalšího dílu na začátek procesu. [11]

Tuto metodu lze také použít při řízení dodavatelských řetězců. Zde je často omezením zákazník, a pokud jím není, přinejmenším se stává řídicím elementem. Právě proto musí být mezi distribucí a zákazníkem ochranný zásobník jako pojistka proti vyprodání zásob, aby vždy došlo k uspokojení potřeb zákazníka. [1]

S největší pravděpodobností se úzké místo nachází ve výrobě. V případě, že výroba není omezením, podniky by úzké místo měli vytvořit právě zde. Výroba je ideálním místem právě díky své říditelnosti a předvídatelnosti a proto je nutné mít před výrobou zásobu. [1]



Princip spočívá v předávání informace od distribuce do výroby na základě zpráv o objemu prodeje. Tyto informace jsou impulzem pro spuštění produkce. Dochází tím k tahu od dodavatele materiálu a ze skladu materiálu, aby bylo dodáno množství nutné pro realizaci produkce. Distribuce pak dodává za pomoci tlaku požadované množství k zákazníkovi. Toto je názorný příklad fungování principu tahu a tlaku. [1]

### Optimized Production Technology

V praxi je využívána společně s metodou DBR, protože je s ní velice úzce spjata. Je další metodou využívanou pro řízení výroby. Realizace řízení probíhá na základě devíti základních pravidel. [1]

První z nich je nutnost harmonizovat tok práce a ne kapacit. Druhé pravidlo se zabývá kapacitami úzkých míst v systému, které udávají úroveň využití systému a výrobního výkonu. Třetí říká, že přínos pro maximální využití systému není vždy zaručeno snahou o maximální využití kapacit pracovišť. Čtvrté pravidlo pojednává o ztrátě celého systému, která je tvořena hodinovou ztrátou na úzkém místě (pracovišti). Naproti tomu, páté pravidlo říká, pokud ušetříme hodinu na pracovišti, které není úzkým místem, neušetříme hodinu celému systému. Šestým pravidlem je, že výše zásob a průběžná doba výroby je ovlivněna úzkými místy. Sedmé pravidlo udává, že velikost dopravní a výrobní dávky by neměla být stejná. Osmým pravidlem je ustanovena velikost výrobní dávky jako proměnlivá a ne pevná. Deváté a poslední pravidlo se zabývá řešením rozvrhu výroby. Toto řešení se děje na základě zohlednění všech omezení současně. Průběžné doby výroby nelze stanovit předem, protože jsou výsledkem plánu. [1]



Aplikace metod DBR a OPT napomáhá podnikům velmi rychle reagovat na požadavky zákazníka a také předcházet nadbytečným zásobám a výprodejům zboží se slevou. [1]

### **Critical Chain**

V tomto případě je aplikovatelnost projektového přístupu velice přínosná díky rozdílnosti mezi procesním a projektovým managementem. V obou přístupech lze najít jisté podobnosti například v obou figuruje zákazník, definovaný začátek a konec, jedna zodpovědná osoba a dedikovaná spotřeba zdrojů. [1]

Problémové rysy jsou popsány na projektech pomocí metody Critical Chain. [1]

Prvním z těchto rysů je multitasking. Přeskakování z jedné činnosti na druhou je způsobeno paralelně probíhajícími projekty. Teoreticky by pracovníci měli pracovat na více úkolech najednou, tím se ve výsledku prodlouží doba trvání projektu čtyř až šestinásobně. [1]

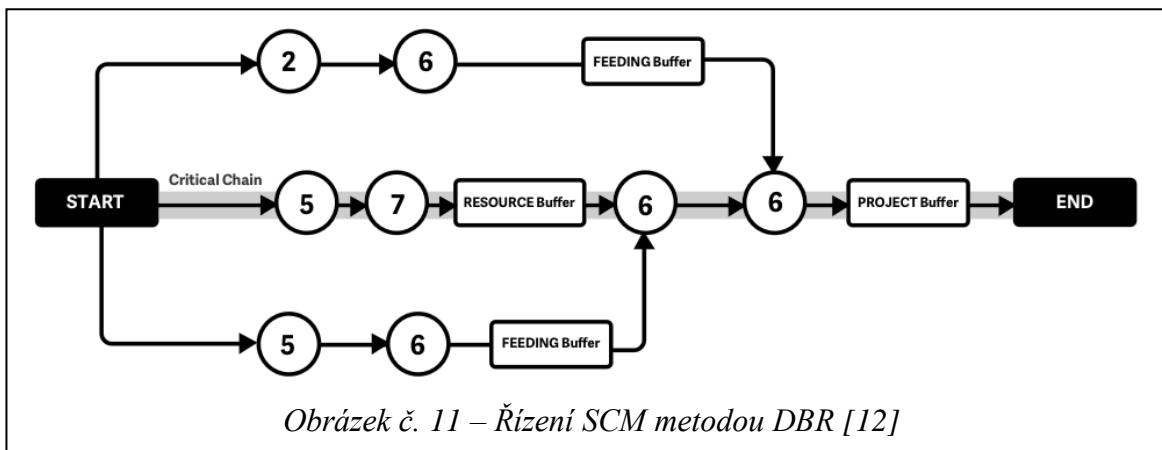
Druhý problémový rys se zabývá celkovou dobou trvání projektu. Tuto dobu ovlivňuje nejen kritická cesta, ale kritický řetěz. Kritická cesta je časově nejdelší posloupnost logicky na sebe navazujících kroků. Kritický řetěz představuje dostupnost jednotlivých zdrojů v daném čase. [1]

Třetím rysem je neefektivní využívání časových rezerv, které se přidávají ke každé činnosti z důvodu výskytu mnoha nahodilostí při řízení projektů. Neefektivní využívání je způsobeno dvěma jevy, Parkinsonovým projektovým zákonem a Studentovým syndromem. Parkinsonův projektový zákon hovoří, že délka přiděleného časového intervalu odpovídá době trvání dané činnosti. Studentův syndrom se zabývá aktivací zdrojů. Ta má tendenci přicházet ve chvíli nejpozdějšího okamžiku a tím dochází ke zvýšení pravděpodobnosti nedodržení časového harmonogramu. [1]

Critical chain přináší opatření na výše zmíněné problémové oblasti. První opatření nese název princip štafetového běžce. Zahájení práce zdrojů nastává v co nejkratším termínu. Ihned po dokončení činnosti předchozího zdroje předávají práci následujícímu.

Buffer management je název druhého opatření a říká, že řízení a sledování celého projektu probíhá na základě zásobníků. Špatné využívání těchto časových rezerv vede k předpokladu, že chránit jednotlivé činnosti není efektivní. Studentův syndrom a Parkinsonův projektový zákon jsou dva jevy, které mají vliv na neefektivní využití časových rezerv u jednotlivých činnostech.[1]

Pod tímto druhým opatřením, buffer managementem (česky správa zásobníků), lze nalézt dva druhy, projektový a přípojný. Projektový zásobník (anglicky Project buffer) slouží k ochraně celého projektu a přípojný zásobník (anglicky Feeding buffer) se používá k ochraně připojených větví projektů. Je zde zavedeno opatření wake – up – call, které obstarává upozornění následujícího zdroje na kritickém řetězu, že činnost předchozího zdroje bude za určitou dobu ukončena.



Výsledný zásobník, podle kterého je celý projekt sledován, se vypočte součtem rezerv všech ochranných činností. Tato suma je následně zkrácena o polovinu a umístěna na konec projektu. Přípojný zásobník se počítá obdobným způsobem. [1]

### **Buffer management**

V této metodě hraje roli řízení procesů na základě dvou druhů zásobníků, časového a kusového. [1]

Časové zásobníky lze aplikovat na dva druhy procesů, hmotné a nehmotné. Časový zásobník u hmotných procesů představuje plánovaný časový úsek, o který materiál dorazí na plánovaný bod ve výrobním procesu. Pro nehmotné procesy je časový zásobník

plánovaný časový úsek, o který je urychlen proces tím, že činnost je splněna dříve než začne následující. Účelem časových zásobníků je chránit procesy před neočekávanými fluktuacemi. [1]

Zásoby hotových výrobků, rozpracovaná výroba nebo nakoupený materiál jsou reprezentanti kusových zásobníků. Používají se v případě nestabilní poptávky zákazníků nebo v případě nespolehlivých dodavatelů. [1]

## 2 Metody modelování procesů

### 2.1 Standardy pro modelování podnikových procesů

#### 2.1.1 BPMN

Pod zkratkou BPMN se skrývá název Business Process Model and Notation. Jedná se o grafickou notaci jazyka BPML, která je srozumitelná člověku a specifikována normou BPMN. [4] Obsahuje symboly, vztahy, vlastnosti pro účely modelování procesů. Poskytuje podniku schopnost porozumění jejich vnitřním podnikovým postupům a pomocí grafického zpracování dává organizaci možnost sdělovat tyto postupy standardním způsobem. Navíc grafická notace usnadní pochopení výkonu spolupráce a obchodních transakcí mezi organizacemi. Tím bude zajištěno, že se firmy budou chápány samostatně společně s účastníky jejich podnikání a umožní organizaci se rychle přizpůsobit novým vnitřním B2B (Business to Business) podmínkám. [7, 8]

Mezi základní symboly této metody patří událost, činnost, brána, sekvenční tok, tok zpráv, asociace, bazén, dráha. [4]

Událost se rozděluje na tři druhy, počáteční, mezikrok a koncovou. Počáteční událost je okamžik, kdy proces začíná. Příkladem této události může být zpráva, pravidlo nebo čas. Mezikrok je podstatná událost v procesu, pro představu to může být časová lhůta nebo očekávaná zpráva v rámci procesu. Jako poslední je koncová událost buďto výsledná zpráva nebo chyba. Tyto dvě možnosti představují konec procesu a je spojena s jeho výsledkem. [4]

#### 2.1.2 WfMC

Workflow Management Coalition byla založena v roce 1993. Jedná se o mezinárodní organizaci vývojářů, konzultantů, analytiků, univerzitních a výzkumných skupin

zapojených do workflow a BPM. WfMC vytváří a má svůj podíl na standardech souvisejících s procesy. Je jedinou organizací, která se zaměřuje pouze na proces. [9]

Obecný model popisující workflow systémů a jejich vztah k všemožným způsobům implementace je definován právě WfMC. Standard pro vzájemnou komunikaci těchto systémů se snaží propojit spolupráci vzájemně nekompatibilních systémů automatizace podnikových procesů. Představa, že implementace mají určité společné charakteristiky je základem pro tento standard. Právě tyto společné charakteristiky umožňují dosáhnout jisté úrovně vzájemné spolupráce prostřednictvím společného standardu. [4,9]

Zde jsou uvedeny některé vybrané přínosy při zavedení technologie workflow. Zlepší se organizace a kvalita práce, z toho plyne i zvýšení efektivity práce. Vznikne evidence pracovních postupů v systému a společně s tím podklady pro změny procesů. Veškeré změny jsou autorizovány a vede se historie průběhu jednotlivých případů. V jakémkoliv okamžiku je možné zjistit stav konkrétního případu. [4]

### 2.1.3 UML

Unified Modeling Language je standard vyvinut společností OMG (Object Management Group). Počátky vývoje směřovaly tento standart převážně na poskytnutí nástrojů pro vývoj programových (aplikačních systémů) a umožnit využití principů objektové orientace. Jeho cílem bylo vytvořit jazyk a tak bylo směřováno především na jeho universalitu. V dnešní době se UML zabývá mnohem obecnějšími úlohami a nikoliv jen vývojem počítačových aplikací. Po několikaletém vývoji tak UML dospělo do fáze, kdy se používá na modelování téměř všeho. [4,10]

Současná podoba je v pojetí OMG rozvržena do čtyř úrovní. Vrstvy si lze označit M0 pro nejnižší vrstvu až po M3 [4]

**Nejnižší vrstva M0** – nazývá se vrstva exemplářů a skládá se z uživatelských objektů implementovaných v cílovém prostředí. Praktickým příkladem může být databáze, workflow nebo zorganizovaný podnikový proces. [4]

**Vrstva M1** – vrstva modelů, která se nachází nad vrstvou exemplářů. Model představuje uživatelské objekty abstraktně a lze si je představit jako konceptuální model

databáze nebo také model podnikového procesu. [4]

**Vrstva M2** – vrstva meta-modelů, kde jsou definovány základní elementy, vztahy mezi nimi a principy vytváření jednotlivých modelů daného druhu. Například meta-model UML. [4]

**Nejvyšší vrstva M3** – vrstva meta-meta-modelu obsahuje součásti jako meta-třídy, meta-operace, meta-atributy a další. Jsou zde vymezeny základní výrazové prvky modelu. [4]

#### 2.1.4 IDEF

Letectvo USA za účelem zlepšení koordinace operací vytvořilo výzkumný program ICAM (Integrated Computer-Aided Manufacturing program) a ten dal za vznik skupině komplexních metod IDEF. Zkratka za sebou skrývá název the Integrated DEFinition a patnáct druhů metod od IDEF0 až po IDEF14. Metody IDEF0, IDEF1, IDEF1X, IDEF2, IDEF3, IDEF4, IDEF5 jsou na úrovni pro praktické použití, zbylé metody IDEF6 až IDEF14 jsou ve vývoji. Každá z těchto metod je určena pro použití pro daný druh modelování. [4]

Ze všech těchto metod stojí za zmínku metoda IDEF3, která se zabývá právě modelací podnikových procesů. Byla vytvořena za účelem popsání systému a dále poskytuje způsoby jak sbírat informace o procesech systému i jak získané znalosti reprezentovat pomocí grafického jazyku definovaného touto metodou. [4]

Dva základní přístupy, strategie zaměřená na procesy a strategie zaměřená na objekty, jsou využívány touto metodou k popisu procesů. [4]

Ve strategii zaměřené na procesy je kladen důraz časových, kausálních a logických vztahů mezi procesy uvnitř scénáře. Základní prvky pro tvorbu procesně orientovaných modelů jsou jednotka chování, vazby, uzly, odkazy a poznámky. [4]

**Jednotka chování (Unit Of Behavior – UOB)** je obecný druh činnosti systému, který si lze představit jako výdej materiálu, vystavení faktury. Není zde myšlen konkrétní případ ale obecný. [4]

**Vazby** provazují jednotlivé jednotky chování a je zde znázorněn postup procesu a vzájemné vztahy mezi jednotkami. [4]

**Uzly** místem, kde dochází k větvení procesů a vyjadřují základní standardní typy větvení nebo slučování procesů. Metoda IDEF3 rozeznává čtyři druhy uzlů, kdy dochází k větvení do více paralelních procesů a naopak se spojuje více paralelních procesů do jednoho procesu. Zbylé dva druhy je větvení procesu do více alternativních pod-procesů nebo se spojuje více alternativních pod-procesů do jednoho procesu. [4]

### 2.1.5 Standardy ISO

Standardů ISO pro modelování podnikových procesů je nespočet. Existují standardy pro rámce, jazyky a moduly. Za zmínku stojí tři standardy, ISO 14258, ISO 15704, ISO 18629. První z nich se zabývá pojmy a pravidly modelování podniku, druhý standard definuje požadavky na podnikové referenční architektury a metodiky a třetí definuje jazyk pro modelování procesů. [4]

#### **ISO 14258 – Pojmy a pravidla modelování podniku**

Za účelem dosažení universálnosti modelování podnikových procesů jsou v tomto standardu definovány základní pojmy a pravidla pro počítačové modely. Standard poskytuje základy ostatním standardům, které na něm mohou být postaveny. Metodiky se dají rozdělit do dvou úrovní, nižší a vyšší. Nižší úroveň se zabývá detaily systému, naproti tomu se vyšší úroveň zabývá úlohou systému v jeho okolí. Pod nižší úrovní si lze představit zobrazení vnitřní struktury a chování systému (podniku) v detailu, kdežto vyšší úroveň znázorňuje chování systému (podniku) v jeho okolí. [4]

#### **ISO 15704 – Požadavky na podnikové referenční architektury a metodiky**

Aby architektury a související metodiky mohly být považovány za plnohodnotné podnikové referenční, musí splňovat obecné požadavky. Ty jsou definovány tímto standardem. Metodikami se rozumí metodiky pro modelování podniku v případě, je-li jeho primární zaměření právě na využití technologie. Podoba referenční architektury, tedy základního rámce podniku, je definována v dané metodice. Tímto je definován základní konceptuální rámec pro pojmy používané metodikami a referenčními architekturami.

Všechny typy projektů při projektování podniku i projektů v průběhu všech životních fází podniku jsou pokryty rozsahem podnikových referenčních struktur a metodik, které splňují tento standard. [4]

## ISO 18629 – Process Specification Language

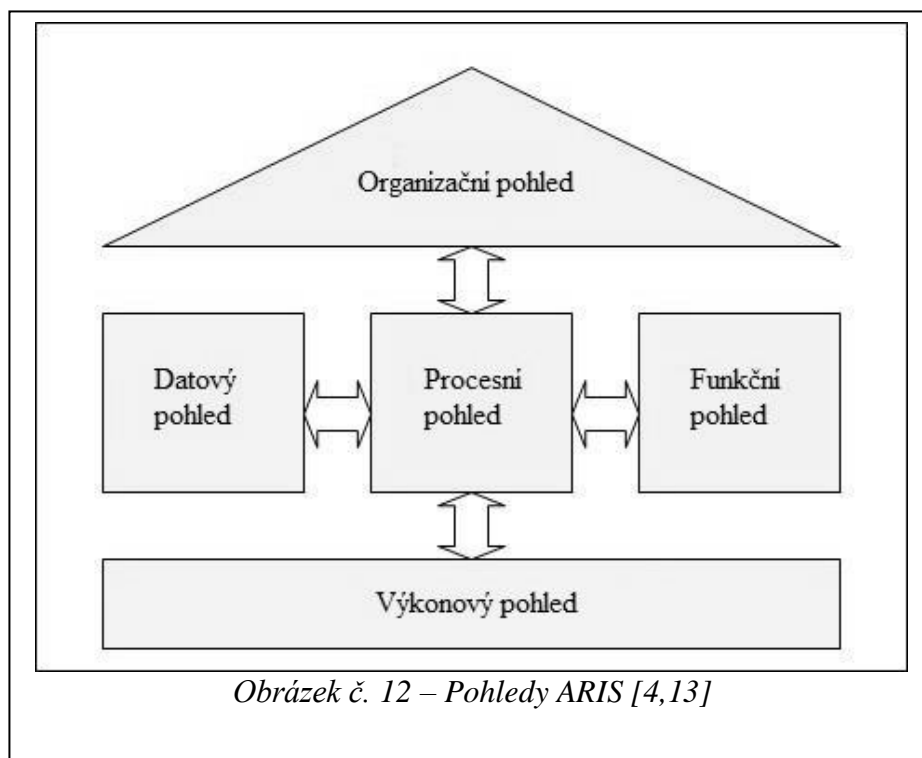
V tomto standardu je definován jazyk pro modelování procesů. Od prvních náznaků přes plánování výrobku až po samotnou výrobu se využívají data procesu. Definice jazyka se omezuje na diskrétní procesy, které jsou automatizovatelné a výrobní procesy zabývající se celým životním cyklem výroby. Cílem nebylo vytvořit jazyk pro jakýkoliv popis procesu ale vytvořit jazyk pro jeho specifikaci. Jazyk je složen ze tří částí, slovníku, ontologie a gramatiky. [4]

## 2.2 Metody a techniky modelování podnikových procesů

### 2.2.1 ARIS

Prof. Dr. Augustem-Wilhelmem Scheerem byl vývojářem této metody, která slouží jako referenční architektura informačního systému. Metodika ARIS poskytuje různé pohledy a nástroje k modelování jednotlivých aspektů existence a fungování podniku. Následnou analýzu a návrh systému lze realizovat modelováním procesů touto metodou.

[4]



Obrázek č. 12 – Pohledy ARIS [4,13]

Základem metodiky je pět základních pohledů organizačního, datového, funkčního procesního a výkonného. Popis pracovníků, organizačních jednotek, jejich složení a vazby mezi nimi jsou popsány v organizačním pohledu. Dle metodiky ARIS, události a stavy, které jsou reprezentovány daty, tvoří datový pohled. Funkční pohled je tvořen funkcemi a jejich popisy, jednotlivými funkcemi, které tvoří logický celek a vztahy mezi funkcemi systému. Procesní pohled je centrálním pohledem, kde jsou zachyceny vztahy mezi jednotlivými pohledy. Toto představuje hlavní odlišnost přístupu ARIS od ostatních přístupů pro modelování podniku. Poslední pohled je relativně nový, nevyskytuje se ve starších verzích této metody a slouží jako hlavní nástroj pro realizaci průběžného zlepšování procesů. [4]

### 2.2.2 Business System Planning

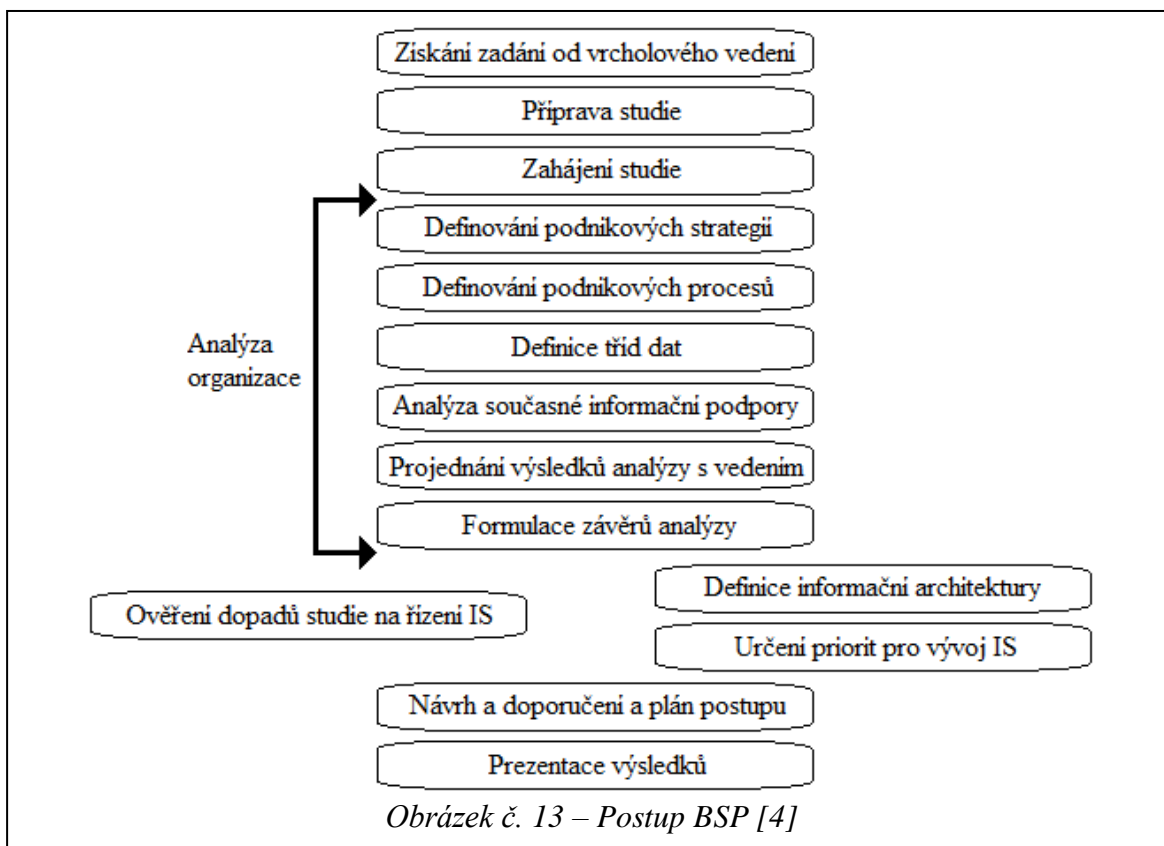
První publikace této metody se objevila v roce 1981 a je od firmy IBM. Slouží k analýze a návrhu informačního systému, který podporuje všechny procesy, které probíhají v organizaci, respektuje organizační strukturu podniku a dokáže uspokojit všechny její krátkodobé i dlouhodobé informační potřeby. [4]

Metoda nalezne uplatnění ve velice široké oblasti, například při transformaci globální podnikové strategie do strategie informační, při různých revizích a auditech, buď kvality informační podpory poskytované informačním systémem podniku nebo vazeb funkčnosti informačního systému, definovaných organizačních a komunikačních struktur a podnikových procesů na strategické cíle podniku. [4]

Na data je zde nahlíženo jako na společný zdroj a měly by se navrhovat a řídit z pohledu organizace. Dojde tím ke zvýšení naděje, že data poslouží účelům organizace. Zde se předpokládá, že plánování informačního systému probíhá od shora dolů a jeho implementace probíhá po částech od spodu směrem nahoru. [4]



Postup této metody je tvořen čtrnácti kroky. Důležitost všech kroků je naprosto stejná, ovšem jádrem postupu je analýza organizace, která zahrnuje v krocích čtyři až sedm. Kroky jedna až tři, osm a poslední dva spadají do oblasti projektového řízení. Desátý až dvanáctý krok určuje plán vývoje informačního systému z vypracované analýzy. [4]



### 2.2.3 ISAC

Zkratka ISAC znamená Information System Work and Analysis of Change, zaměřuje se na vývoj informačního systému, především v jeho počátečních fázích. První verze této metody se objevila roku 1971 ve Švédsku. Metoda je problémově orientovaná a jejím základem je zjišťování příčin problémů, které uživatelé zažívají. Analýza problémů uživatelů je prvním krokem postupu této metody, následuje hledání možných a vhodných řešení na tyto problémy. [4]

Postup metody se skládá z pěti fází. První fáze je analýza požadavků na změny, následuje studie činností, poté informační analýza. Právě tyto fáze se zabývají problémy uživatelů a představují problémovou orientaci metody. Čtvrtou fází je návrh systému a posledním krokem je úprava prostředí. [4]

**Analýza požadavků na změny** – Analýza problémů, analýza současného stavu organizace a potřeb jsou počáteční kroky samotné analýzy, která má za cíl poskytnout návrh změn potřebných k překonání zjištěných problémů. [4]

**Studie činností** – Tato fáze se zabývá modely, které je třeba rozpracovat na detailnější úroveň pro přesnější určení požadavků na změny. Vychází se z návrhu nového systému, který je modelován. [4]

**Informační analýza** – Pokud je v předchozí fázi určen alespoň jeden informační systém jako formalizovatelný, provádí se tato fáze. Pohlíží se zde na procesy jako na černé skříňky a následné nejasnosti při transformaci vstupu na výstupy se provede zkoumání na detailnější úrovni. [4]

**Návrh systému** – Pro splnění daných požadavků se v této fázi navrhuje technologické řešení systému zpracování dat. [4]

**Úprava prostředí** – Skládá se ze tří kroků a jejím cílem je upravit programový systém na konkrétní prostředí. Kroky této fáze jsou studie technického prostředí, úprava počítačových rutin a vytvoření pomocných rutin. [4]

#### 2.2.4 Select Perspective

Je součástí nástroje Select Enterprise a vychází z kombinace metody OMT a OOSE. Metoda klade důraz na standard UML, který je doplněn o modelování business procesů (BPM). Dále se zabývá modelování datových struktur, ovšem standard UML pro toto není příliš vhodný. Základní principy metody se zaměřují na přímé provázání s oborem podnikání, komponentově orientovaným a paralelním vývojem, architektuře založené na službách. Odlišnost od ostatních metod je přímá provázanost s oborem podnikání. Komponentově orientovaný vývoj umožňuje využití již dříve vyvinutých komponent pro jiné, protože nový systém může tyto komponenty využít. Dochází ke snížení nákladů na nový systém. Díky paralelnímu vývoji lze jednotlivé komponenty vyvíjet nezávisle za podílu několika týmů současně. [4, 14]

### 2.2.5 First Step

Metoda je úzce spojena se stejnojmenným modelovacím nástrojem. Oproti předchozí metodě její primární zaměření není na informační systém, ale na využití technologie v procesech. Metoda zkoumá především procesy samotné a klade důraz na jejich technické aspekty. Popis používá postup shora dolů při rozkladu procesů na pod-procesy a činnosti. Vychází se ze základních procesů a ty jsou pak následně rozloženy na činnosti pomocí hierarchického rozpadu. [4]

Diagramy procesního řetězce, hierarchie a plaveckých drah jsou definovány v této metodě. Diagram procesního řetězce slouží k modelování sledu činností a procesu samotného. Organizační struktura je namodelována v diagramu hierarchie. Diagram plaveckých drah pak poskytuje pohled na vlastnické skupiny znázorněné jako dráhy v plaveckém bazénu a každá činnost je umístěna do patřičného pruhu. Propojení jednotlivých činností zobrazuje materiálový tok a přechod vazby mezi dráhami ukazuje předávání zodpovědnosti z jedné do druhé. [4]

Postup této metody spočívá v pěti krocích. První je vytvoření globálního procesu, kde se vytvoří mapa procesu a stanoví se rozsah sledované oblasti a jakým směrem se vydat. Druhým krokem je mapování činností, což slouží k podrobnému popisu procesu jako sledu jednotlivých činností. Třetím je modelování zdrojů a organizační struktury. Určení detailů jednotlivých činností je krok čtvrtý a v něm se definují podrobnosti činností pro následnou simulaci procesů. Posledním a pátým krokem je provedení analýzy a spuštění simulace. [4]

### 2.2.6 DEMO

DEMO je zkratka pro Dynamic Essential Modeling of Organizations a slouží pro modelování a reengineering procesů. Autorem této metody je prof. Jan Dietz. Poskytuje odlišný pohled na modelování, kde je proces chápán jako síť komunikace místo sítě činností. Pro metodu se komunikace stává klíčovým pohledem. Veliký přínos metody je přesun od analýzy chování podniku k analýze způsobu chování podniku.[4]

Metoda patří do skupiny přístupů postavených na perspektivě jazyk/akce. Vychází se, že podnik je složen z lidí nebo subjektů a ti vykonávají produkční (P-akt) a koordinační (C-akt) akty. Poslání organizace je naplňováno produkčními akty, které mohou být

materiální, například výroba či doprava nebo jsou nehmotné v podobě uzavření pojišťovací smlouvy. Koordinační akty jsou vstupy vzájemných vztahů-závazků, kterým se podrobují a zároveň zahajují a koordinují provádění P-aktů. [4]

### 2.2.7 Výhody metod

**ARIS** – Metoda se snaží pokrýt široké, téměř až celé spektrum aspektů procesu. Je zde možné nahlížet na proces z různých vzájemně propojených pohledů. Je dlouhodobě nejvýznamnější metodou v oblasti modelování a řízení podnikových procesů díky propracovanosti metodického základu. [4]

**BSP** – Velice podrobný popis podniku díky definování podnikových strategií a procesů, tříd dat a informační architektury. Nalezené nedostatky je potřeba správně vyložit, analyzovat a odstranit jejich příčiny. Ve výsledku má podnik k dispozici vyladěný systém. Velkým přínosem je rozlišování hmoty a informace což vede k rozdílu mezi tím co se v procesech činí od řízení procesů. [4]

**ISAC** – Základní příčiny problémů jsou odhalovány při současném stavu podniku a jejího informačního systému, protože problémy jsou definovány uživateli. Lze ji využít při modelování činností a toků v organizaci například při business procesu reengineeringu. [4]

**Select Perspective** – Poskytuje diagramy a základní pravidla používání k modelování procesů. Tím vytváří logický základ k propojení podnikových procesů a výsledného systému. [4]

**FirstStep** – Obecná metodika pro zkoumání procesů zaměřena na technické aspekty, kde dochází k rozkladu procesů na pod-procesy a činnosti. Poskytnutí podrobného pohledu na attributech jednotlivých činností.[4]

**DEMO** – Určitá podobnost s myšlenkami metody ISAC v rozlišování produkčních a kooperačních aktů a dalším dělením na hmotné a nehmotné. Snaha metody je zachycení způsobu chování podniku místo pouhého popisu jeho chování. [4]

### 2.2.8 Nevýhody metod

**ARIS** – Metoda nahlíží na událost i stav jako stejný typ meta-objektu, tedy není zde formální rozdíl mezi stavem a událostí. [4]

**BSP** – Vzhledem k její rozsáhlosti je otázka, zda je metoda dostatečně efektivní. [4]

**ISAC** – Vzhledem k době vzniku metody je již překonaná těmi současnými a je nahrazena modernějšími. [4]

**Select Perspective** – Neposkytuje žádné specifické techniky pro modelování procesů. [4]

**FirstStep** – Jejím primárním zaměřením není informační systém. [4]

**DEMO** – Pokud uživatel nemá přímou představu o tom, jak daný proces probíhá, je modelování touto metodou složitější oproti BPMN. [15]

### 3 Případová studie

Tato část práce se bude zabírat případovou studií na linku koncové výroby v podniku Rohde & Schwarz. Ve studii bude představen podnik Rohde & Schwarz, jeho historie a jaké výrobky podnik produkuje. Dále budou blíže přiblíženy druhy výrob a procesy, které zde probíhají.

Cílem této případové studie je poskytnout analýzu procesů probíhajících na lince koncové výroby a doporučit opatření na problémy vyskytující se zde. Problémů je několik a jsou rozděleny do čtyř kategorií, problémy vyskytující se při opravě, které vznikají především kvůli pohybu desky mezi opravárenskými pracovišti. Dalšími kategoriemi jsou: samotná technická složitost přístroje, využívání více měřicích pracovišť jedním pracovníkem a v poslední řadě nesprávné nastavení materiálového toku při výskytu většího počtu chyb. Tyto problémy jsou podrobněji rozpracovány v kapitole číslo čtyři doporučení pro praxi.

Data pro řešení případové studie byla získána ústními pohovory a řešením praktických úkolů přímo ve výrobní lince, z kterých následovalo vymodelování procesů jak v ideálním tak současném stavu. Z těch bylo následně vidět, která místa jsou kritická pro případovou studii a zda je ve skutečnosti proces vykonáván podle ideálního předpokladu.

Další částí bude analýza koncové linky a uvedení do problematiky, popsání současného a ideálního stavu. Společně s tímto budou veškeré procesy namodelovány pomocí programu ARIS Express. Metoda ARIS byla využita především pro svou uživatelskou jednoduchost a možnost využít modely v plné verzi a doplnit je o potřebné atributy a dále je zkoumat.

V části doporučení pro praxi pak budou přiblíženy konkrétní problémy vyskytující se na lince a k nim příslušná opatření, jak jim zamezit.

#### 3.1 Rohde & Schwarz, Inc

Založeno před více než osmdesáti lety. Společnost Rohde & Schwarz je jedním z předních světových výrobců produktů informačních a komunikačních technologií pro

profesionální uživatele. Původně se firma zaměřovala na vývoj radiotechniky a radiofrekvenční aplikace v oblasti testování a měření, radiokomunikací a vysílání. [16]

Společnost neustále rozšiřovala své oblasti činnosti v posledních desetiletích. Digitální transformace technologií, podnikání a společnosti na svět propojený sítí. Komunikační technologie založené na IP musí být integrována prakticky do všech budoucích produktů, aby bylo možné uspět, je vyžadováno velmi vysoké a spolehlivé zabezpečení dat. Rohde & Schwarz přijalo tuto oblast činnosti a stalo se jedním z největších německých výrobců bezpečnostních produktů pro informační technologie. [16]

Společnost seskupila své aktivity do několika obchodních oblastí, aby byla schopna působit na rozdílných trzích a poskytovat výrobky a řešení pro tyto trhy. [16]

Rohde & Schwarz je jedničkou na trhu mobilních a bezdrátových komunikací a nabízí kompletní portfolio nástrojů a systémů testování a měření pro vývoj, výrobu a testování komponent a spotřebních zařízení stejně jako pro vytváření a monitorování mobilních sítí. Ostatní trhy s měřením a testováním zahrnují automobilový průmysl, letecký průmysl a obranu, celý sektor průmyslové elektrotechniky a výzkum a vzdělání. [16]

Ve vysílání a médiích se společnost Rohde & Schwarz zabývá síťovými operátory, výrobci spotřební elektroniky, poskytovateli obsahu a postprodukční studia. Portfolio zahrnuje řešení celého přenosového řetězce pro audiovizuální obsah od kamerového výstupu a pozemního vysílání až po přenos přes satelity a IP sítě. [16]

Jako nezávislá soukromá společnost Rohde & Schwarz vytváří svůj růst ze svých vlastních zdrojů. Vzhledem k tomu, že společnost nemusí přemýšlet nad čtvrtletními výsledky, může plánovat dlouhodobě. Ke dni 30. června 2017 měla Rohde & Schwarz přibližně deset tisíc pět set zaměstnanců, z nichž asi šest tisíc pracovalo v Německu. Za fiskální rok 2016/2017 (od července až do června) bylo dosaženo čistého příjmu ve výši 1,9 miliardy eur. [16]

### **3.1.1 Rohde & Schwarz závod Vimperk s.r.o**

Je součástí světového koncernu Rohde & Schwarz, která má sídlo v německém Mnichově a je zároveň soukromou společností. První výrobní závod mimo Německo je

právě pobočka ve Vimperku. Oblasti, kterými se Rohde & Schwarz zabývá je testovací a měřicí technika, radiokomunikační a radiomonitorovací systémy, televizní a rozhlasová technika pro analogové a v dnešní době již převážně digitální vysílání. Poslední oblastí zájmu je zajištění bezpečnosti informací. [17]

Výrobní portfolio vimperského závodu je tvořeno kompletní výrobou měřicích přístrojů, mobilními radiostanicemi a rovněž tvorbou vinutých dílů pro přístroje Rohde & Schwarz. Součástí závodu je také část, která se zabývá osazováním desek plošných spojů a jejich následným zkoušením. Dále se zde kompletují měřicí přístroje a komponenty pro rozhlasové a televizní vysílače. V podniku je hala vyhrazena přímo pro opracování plechů s vysoce moderními lisami a lasery včetně povrchových úprav. [17]

Výrobní závod ve Vimperku byl založen 26. března 2001 a celková rozloha závodu je čtyřicet dva tisíc metrů čtverečních, z toho je čtyřicet tisíc pět set metrů čtverečních výrobní plochy. Celkový počet zaměstnanců ve vimperském závodě se pohybuje kolem sedmi set. Jak v této pobočce tak i v ostatních je zaveden systém managementu kvality a prostředí. Ty jsou řízeny mezinárodními normami ČSN EN ISO 9001 a 14001. [17]

## **3.2 Výrobní podnikové procesy společnosti Rohde & Schwarz s.r.o**

Níže uvedené procesy jsou vybrány tak, aby bylo vidět pozadí výroby a jejich podíl na výrobě přístroje. Hlavní oddělení podniku jsou kabelová výroba, kovovýroba, osazování DPS a koncová výroba.

### **3.2.1 Kabelová výroba (Kabelfertigung Wickelei)**

Proces kabelové výroby začíná od okamžiku, kdy přijde zakázka na materiálovou logistiku. Ta po provedení daných administrativních úkonů zakázku přijme a poté ji doručí lince, která zakázku vyrobí. Zakázka je fyzicky umístěna do hejunky Operátoři linky si zakázku vyjmou z hejunky a začnou na ní pracovat. Ve výrobní hale je několik linek a každá se zabývá výrobou určitého druhu kabelů. Linka je manuální a je rozdělena do několika částí. V zakázce je uvedeno, jaké kroky mají být provedeny a jsou i zpětně dohledatelné díky potvrzování provedených kroků. V každé části operuje jiný zaměstnanec a ten se stará vždy o provedení části procesu, kterou má na starost. Po splnění jeho části jej potvrdí označením v zakázce. Součástí kabelové výroby je také část předvýroby, která se



stará o přípravu potřebného materiálu pro vypracování zakázky.

Model procesu při výrobě kabelů pro přístroje Rohde & Schwarz je k nalezení v části Příloha. Jedná se o Přílohu 1 – Proces výroby kabelů.

### 3.2.2 Osazování a testování desek plošných spojů (BG – Fertigung)

Počátek tohoto procesu startuje při přivezení materiálu na centrální sklad, ať už se jedná o desky nebo součástky. Z centrálního skladu je materiál přemístěn do úložných prostor. O tom, kam bude materiál umístěn, rozhoduje jeho úroveň citlivosti na vlhkost. Úrovní citlivosti na vlhkost je celkem osm. Počáteční úroveň je jedna a koncová je šest. Pro úrovně 2 a 5 jsou přidány úrovně „2a“ a „5a“. Každá citlivostní úroveň má jasně danou dobu zpracování po vyjmutí z originálního obalu. Úroveň jedna nemá danou přípustnou dobu skladování, ale při skladování delší než třicet šest měsíců je nutné provést zkoušku pájitelnosti. Pro třídu dva až šest (platí i pro třídy „2a“ a „5a“ je přípustná doba skladování dvanáct měsíců ve vysoušecím obalu a třicet šest měsíců pro boxy naplněné dusíkem. [18] Výrobní materiál je na základě citlivosti na vlhkost uložen buď do kardexu, do sušících boxů nebo boxů s ochrannou atmosférou. Oddělení osazování má k dispozici šest kardexů z čehož pět je na součástky pro desky plošných spojů a jeden na samotné desky.

Proces výroby desky plošných spojů začíná při výběru materiálu z kardexů nebo úložných boxů. Následně se desky musí před nanesením pasty vysušit a poté směřují na sítotiskový ostrov. Je to paralelní proces, který běží souběžně s osazováním. Před nanášením pájky na desku je první krok vysušení desky. Následně se dle druhu desky vybere daná pájka a šablona. Vše se umístí do stroje, který vše provede automaticky a poté směřuje na vstupní bod osazovací linky, kde je automatický podavač desek. Celý proces osazování desek plošných spojů je plně automatizován.

Po sítotisku a osazení desky se nechává projet pecí s určitým teplotním profilem a pájka je vytvrzena. Posledním bodem je optická kontrola desky, ta se děje jak softwarově tak i pomocí operátora. Ten kontroluje místa, která mu software označil pro kontrolu. Po této kontrole následuje naskladnění desky na sklad. Dle jejího typu jsou měřeny buď na tomto oddělení, nebo až na lince koncové výroby, která má vlastní oddělení testování desek nebo se desky vůbec neměří a měří se až celý přístroj.

Na oddělení existuje také část oddělení se zaměřením na osazování a rozměrných částí jako chladičů, THT součástek, konektory, zkrátka ty, které nelze osadit strojem. Společně se v tomto oddělení nachází část, která dělá úpravu vývodů. Součástí tohoto oddělení je také stanice na pájení vlnou. Jako poslední je opravárenské pracoviště, které se specializuje na více vývodové součástky například součástky s BGA a QFN patičí.

Model procesu lze nalézt v části příloha pod číslem 2 - Proces osazování a testování desek plošných spojů.

### 3.2.3 Kovovýroba (Metallbearbeitung)

Toto oddělení má trochu odlišný způsob výroby, protože na oddělení kovovýroby není daný standardní proces, kterým se výroba řídí. To, jakým způsobem bude probíhat vytvoření a opracování dílu určuje materiálové číslo v zakázce. Zde je uvedeno, kam všude musí být materiál zavezen, aby na něm byly provedeny potřebné úpravy a bylo dosaženo požadovaného vzhledu.

Prvním krokem v tomto průběhu výroby je přijetí zakázky. Dle zakázky je vybrán materiál, z kterého má být díl vyráběn a vkládá se na automatické vysekávání dílu pomocí CNC stroje Trumatic. Dále jsou díly zbavovány jehel na stroji Fladder, aby byly vyhlazeny hrany dílů. Následuje broušení na brusce, kde je důležité rozlišit, jestli se brousí železo nebo hliník. Na každý materiál jsou určeny kartáče s různou drsností. Jako poslední krok těchto mechanických úprav je ohýbání do požadovaného tvaru.

V hale také existuje část ručního opracování materiálu, kde probíhají úpravy, které stroj nezvládne. Pod tím si lze představit například vrtání, broušení, bodové svařování. Po celou dobu mechanických úprav až po ohýbání je kovový materiál chráněn fólií, která slouží jako ochrana před poškozením. Tato folie se odstraňuje před galvanickou úpravou.

Dalším oddělením, kam díl může putovat je galvanická úprava. I zde není standardní proces. Dle zakázky je určeno, jaké úpravy budou provedeny na dílech. Probíhají zde úkony pískování, odmašťování dílů, omytí, pokovení, vyhlazování povrchu a nanášení ochranné vrstvy proti korozi.

K dosažení požadovaného vzhledu materiálu slouží dvě oddělení, práškové nanášení a

sítotisk. Práškové nanášení si lze představit jako sprejování barvy na zeď. Ovšem je zde veliký rozdíl, protože barva je nanášena v podobě elektrostaticky nabitých částic. Materiál je vodivě připojen a díky tomu na něm částice drží. To je velkou výhodou při špatném nanášení vrstvy, kdy materiál stačí pouze ofoukat vzduchem a vrstva je odebrána. Pokud je nános vrstvy správný, díly se uloží do pece, kde se barva pomocí teploty vytvrdí. Posledním krokem při vytváření finálního vzhledu je sítotisk. Proces sítotisku je velice podobný sítotisku při vytváření desek plošných spojů. Ovšem zde se na šablonu pouze nanese barva a ta se poté stěrkou rozetře. Po odklopení šablony pak vidíme vytisknutý text na dílu. Následuje vypálení potisknutého kusu v peci. Tímto postupem je možné opakovaně nanášet barvy s různým počtem vrstev.

Ukázku průběhu procesu lze nalézt v části příloha pod číslem 3 s názvem proces opracování plechových dílů.

### 3.2.4 Koncová výroba (Endfertigung)

Koncová výroba je již posledním krokem při výrobě přístroje jako takového. Proces koncové výroby je spuštěn příchodem výrobní zakázky do heijunky. Ta je rozdělena na jednotlivé dny a typy přístrojů. Na lince koncové výroby se schází veškeré vyrobené díly potřebné pro vyrobení daného přístroje. To je naznačeno blokem dodavatelé, pod kterým si lze představit kovovýrobu pro dodávání plechových dílů, kabelovou výrobu a osazování a výrobu desek plošných spojů, kteří dodávají své výrobky na sklad. Před naskladněním se desky musí otestovat a změřit na oddělení předvýroby koncové výroby pro ověření její funkčnosti.

Následuje krok montáže. Ten obsahuje předmontáž, kde se manuálně montují konektory do plechových dílů. Stanoviště předměření dodává vyhotovené díly k další montáži. Samotná montáž přístroje je jako stavebnice a probíhá podle návodky, kterou má operátor k dispozici. Společně s pojízdným stolkem a náradím prochází linkou až do posledního kroku návodky. Jednotlivé kroky návodky je potřeba vždy potvrdit, aby se mohlo přejít na další krok. Linka má vlastní malý sklad, kde je připraven potřebný materiál a při procházení návodky se z něj postupně odebírají díly. Výsledkem montáže je sestavený přístroj, který je připraven k měření.

Měření přístroje obsahuje několik kroků. Zde je přístroj oživen a postupně měřen.

Dále je testována správná funkčnost přístroje při různých testech. Po úspěšném měření je přístroj připraven k výstupní kontrole. Podrobnější popis tohoto subprocesu měření bude rozebrán v části práce s názvem analýza linky koncové výroby.

Výstupní kontrola se stará o finální úpravy a kontrolu celého přístroje. Jelikož přístroj prochází několika stanovišti a je jím často manipulováno, madla, která jsou na něm přimontovaná, se musí vyměnit za nová. Dále se testuje funkčnost přístroje a kontrolují se jeho parametry. Pokud je výstupní kontrola úspěšná je potvrzena zeleným protokolem a přístroj se přesouvá na odbavení. Přístroj je zde patřičně zabalen balíčky prostředky a je uložen na výstupní bod. Odtud je odvážen na sklad a expedován zákazníkovi.

Model procesu se vztahuje jen na výrobní proces na lince koncové výroby. Ten se nachází pod přílohou číslo 4 - Proces výroby přístroje na lince koncové výroby – obecný model

### **3.3 Analýza linky koncové výroby**

Analýza se bude zabývat problematikou specifické linky koncové výroby ve výrobním závodě Rohde & Schwarz, s.r.o. Analýza se bude zabývat představou o ideálním průběhu procesu a současném průběhu procesu a stavem linky. Po analytické části budou navržena opatření pro daná rizika. Ty je možné dohledat v části číslo 4, doporučení pro praxi.

#### **3.3.1 Uvedení do problematiky linky**

V podniku není jen jedna linka koncové výroby ale několik a každá z nich se zabývá výrobou jiného výrobku. Linka, na kterou je vypracována analýza, se zabývá výrobou určitého typu velice složitého přístroje. Tato linka byla vybrána pro svoji komplexnost a komplikovaný přístup k řešení odchylek od standardních procesů. Jedná se především o určitý typ desek plošných spojů, které se montují do přístroje.

#### **3.3.2 Ideální stav linky**

Linka jako taková se zabývá výrobou špičkového přístroje z oblasti měřicí techniky. Proces linky probíhá stejně jako ve výše zmíněné části koncová výroba (viz příloha číslo 4). Tento proces zde bude podrobněji popsán ve smyslu možnosti výskytu chyby na přístroji nebo jeho části. Bude zde zobrazeno, na kterých místech procesu může být

objevena chyba na desce. Více v příloze číslo 5 - Proces výroby přístroje na lince koncové výroby

Jak je ve výše zmíněném obrázku zobrazeno, chyba se může vyskytnout teoreticky v několika částech procesu. V první řadě může být chyba objevena již na předvýrobě koncové výroby, kde se desky měří a testují. Model tohoto procesu je zobrazen v příloze s číslem 6 - Proces fungování předvýroby linky koncové výroby.

Chyba se může objevit po části montáž jejíž průběh je uveden v kapitole koncová výroba a shoduje se s ním. Další oblast, kde může být chyba objevena, je při měření přístroje. Samotný subproces bude vysvětlen zde. Prvním krokem je oživení přístroje tím, že se do přístroje nahraje firmware. Provede se kontrola odezvy tlačítek a test mechanických částí, zda je vše správně upevněno. Po úspěšném nahrání firmware se spustí automatické nastavení. Do určité míry je možné tento postup přirovnat k instalaci operačního systému na počítači, kde po prvním spuštění probíhá automatické nastavení.

Následujícím krokem je kalibrace přístroje před měřením, kde se upraví patřičné parametry tak, aby přístroj fungoval správně. Tato kalibrace se provádí kvůli zajištění vzájemné funkčnosti desek mezi sebou. Přístroj je následně odložen do regálu, kde opět probíhá automatické nastavení za pokojové teploty. Po dokončení automatických nastavení se přístroj přenáší do komory, kde cirkuluje teplota mezi pěti a čtyřiceti čtyřmi stupni což jsou krajní teploty, za kterých lze přístroj provozovat. Při umístění přístroje do komory se opět spustí automatické nastavení a přístroj se zde nechá. Přístroj se vyjme z komory až po dokončení cyklu, odloží se do regálu a čeká se na pokles teploty přístroje na pokojovou teplotu a znovu se spouští automatické nastavení. Poté se přístroj připojuje na měřící stanoviště, kde probíhá finální kontrola a měření. V průběhu je možné přístroj načíst a zobrazit veškeré parametry a informace o něm.

Teoreticky poslední oblastí, kde je možné objevit chybu, je při výstupní kontrole. Ta zde probíhá totožně jako v případě koncové výroby (viz příloha číslo 4). Procentuálně vyjádřenou chybovost je možné rozložit, mezi tyto tři části, montáž, měření a výstupní kontrolu. Deset procent chyb je objeveno jak při montáži, tak při výstupní kontrole. Zbylých osmdesát procent je objeveno právě při měření přístroje. Toto rozložení je pouze orientační a má za úkol naznačit místo s největším výskytem chyb.

Při podrobnějším pohledu na subproces měření (viz příloha číslo 7) je patrné, proč právě zde je nalezeno osmdesát procent chyb. Chyba může být nalezena v každém kroku procesu měření a při každém nálezů je potřeba analyzovat o jakou chybu se jedná. Zkušenosti operátora jsou klíčovým faktorem právě při řešení a odstraňování chyb. Jejich praxe dokáže usnadnit práci, protože již ví, která chyba je způsobená čím a jsou schopni přibližně určit jakou součástku na desce vyměnit. Tímto se dostáváme k vystavování chybového hlášení a opravárenským zakázkám.

### **3.3.3 Chybové hlášení**

Je to obecné hlášení, které se vystavuje vždy při nálezů neshody na produktu. Skládá se ze dvou částí, kde hlavní část se zabývá přístrojem a provázaná část upřesňuje, kterou komponentu je potřeba opravit. Toto hlášení se pohybuje s vadnou deskou až do doby, dokud není opravena. Pokud je možné chybu opravit ihned na místě, bez potřeby vystavit opravárenskou zakázku, chybové hlášení se uzavírá po opravení nebo společně s uzavřením opravárenské zakázky

### **3.3.4 Opravárenská zakázka**

Před vystavením opravárenské zakázky je důležité zjistit, jestli jde o nakupovaný díl nebo vyráběný. Pokud je díl vyráběný, následuje rozhodnutí o jeho opravitelnosti. (viz. příloha číslo 5). Pokud je díl neopravitelný, následuje jeho sešrotování. Pokud je opravitelný, vystaví se opravárenská zakázka. Obsahuje několik kroků, od zkoušení, přepracování a opravy, funkční kontroly až po závěrečnou kontrolu v testovacím přístroji). Jednotlivé kroky se provádějí jak ve vimperském závodě, tak v pobočkách Memmingen a Teisnach. Každé pracoviště je patřičně označeno v opravárenské zakázce. Tím je zajištěno doručení desky k opravě na místo, kde bude daný krok vykonán. Avšak pokud je operátor schopen opravit desku na místě, zakázka není vystavena.

Opravárenská zakázka jak pro závod ve Vimperku, tak se zapojením německých poboček, se liší jen v pár bodech.

Zakázka je spuštěna vždy, když operátor není schopen desku opravit na místě a musí ji předat na pracoviště, které je schopno závadu odstranit. Deska plošného spoje putuje již s chybovým hlášením vystavené operátorem.

Na materiálové dispozici se provede přeskladnění desky plošného spoje a vystavení opravárenské zakázky samotné. Při komunikaci s německými pobočkami se před materiálovou dispozicí nachází krok přeskladnění na jiný druh skladu. Po provedení těchto administrativních úkonů dochází na samotné kroky opravárenské zakázky.

Pokud se při průběhu opravárenské zakázky nevyskytne chyba, opravárenská zakázka je ukončena, deska plošného spoje je opravena a dále naskladněna na sklad. Je ale možné, že se při průběhu opravárenské zakázky vyskytne chyba, současná zakázka se musí ukončit a je nutné spustit zakázku novou.

Opět nastávají dvě možnosti, buď je deska touto zakázkou opravena a naskladňuje se nebo se opět vyskytne chyba, zakázka je ukončena, ale s tím rozdílem, že se na ní nespouští nová a přivolává se na pomoc troubleshooter. Buď je schopen závadu odstranit sám a naskladní se nebo je na pomoc přivolán produktový inženýr, který je poslední šancí na opravu desky. Je to osoba s nejvíce zkušenostmi a specializuje se na mimořádné chyby, které nastanou na desce a dále jí zkoumá. Pokud je schopen desku opravit je naskladněna a v případě, že se desku nepodaří opravit, odesílá ji na sešrotování.

Zpětné vazby za troubleshooterem a produktovým inženýrem naznačují, že i odtud může být deska poslána zpět na materiálovou dispozici. Při komunikaci s německými pobočkami se opravárenská zakázka vystavuje až v pobočkách, kam je deska zaslána a ukončení této zakázky probíhá ve vimperském závodě.

Výše jsou nastíněny ideální případy, jak by měla probíhat oprava a proces samotný. Ovšem ve skutečnosti do tohoto procesu může zasáhnout mnoho elementů, které snadno dokážou narušit průběh procesu výroby přístroje.

Modely procesů ať už se jedná o opravárenskou zakázku probíhající v závodě Vimperk nebo se spoluúčástí německých poboček lze nalézt pod přílohami s čísly 8 a 9.

### **3.3.5 Současný stav linky**

V současné době jsou na lince zavedeny výše zmíněné procesy. Průběh některých procesů je mírně odlišný od ideálního stavu. Především se jedná o proces opravy a všechny nestandardní situace, které mohou nastat. Veškeré procesy na lince jsou narušeny právě při

výskytu chyb a jejich následné analýze a opravě desky plošného spoje. Dále se jedná o úkony probíhající při opravě a je potřeba s deskou různě manipulovat a přemisťovat mezi pracovišti a sklady. Právě při těchto úkonech lze snadno dojít ke ztrátě, zapomenutí a dalším problémům vedoucím k výskytu nesprávných množství desek na lince. Následující část „doporučení pro praxi“ se bude zabývat problémy vyskytujícími se při výrobě a návrhu opatření.

V reálné situaci ovšem nastává naprosto jiný průběh než je stanoven (viz příloha číslo 10 a 11). Průběh opravy startuje vystavením chybového hlášení stejně jako v předchozím případě. Hlášení dále putuje na materiálovou dispozici, kde je vystavena opravárenská zakázka na desku. Bloky předvýroba a závěrečná kontrola jsou kroky z opravárenské zakázky. Následuje rozhodování, pokud je deska opravena a je tedy v pořádku, ukončí se zakázka a následuje její naskladnění.

Pokud deska není v pořádku a vznikne na ní opět další chyba, buď se vyskytne stejná nebo jiná. Ať je chyba stejná nebo jiná, opět následuje celý cyklus znovu, kdy materiálová disponentka vystaví opravárenskou zakázku a vykonávají se její kroky. Zde nastává odlišnost s ideálním případem. Kvůli časové náročnosti testů se deska netestuje v přípravku tomu určeném, ale testuje se vložením do nového přístroje, kdy se chyba vyvrátí nebo potvrdí. Pokud přístroj s původně chybnou deskou funguje, ukončí se opravárenská zakázka. Přístroj dále pokračuje na další stanoviště na testování, pokud na konci linky vyjde jako v pořádku, tak je odeslán k zákazníkovi.

Pokud se ale vyskytne stejná chyba, opravárenská zakázka se ukončí a deska je předávána na zkoumání troubleshooterovi, pokud on není schopen závadu odstranit, přistupuje produktový inženýr. Pokud jeden z nich dokáže závadu odstranit, deska je naskladněna a převedena na patřičný sklad. Naproti tomu, pokud ani jeden z nich nedokáže závadu odstranit, následuje šrotace desky.



## 4 Doporučení pro praxi

### 4.1 Problémy vyskytující se při opravách

#### **Rozpracování více zakázek**

Linka koncové výroby je dimenzována na výrobu až pěti přístrojů za den a je možné mít rozpracováno více zakázek zároveň. Pokud je ale na přístroji nalezena chyba, je nutné chybu analyzovat a zjistit čím by mohla být způsobena. Většinou je na zkušenostech operátora, který vyzkouší možnou nápravu a přístroj je dále testován, dokud se nevrátí na pracoviště, kde byla chyba objevena, aby se potvrdila nebo vyvrátila. Náprava spočívá ve výměně desky plošného spoje, která je operátorem identifikována jako vadná. Právě zde dochází k problému, protože se s přístrojem pohybují dvě desky. V systému jsou obě dvě vedeny na skladu jako plně funkční materiál k dispozici pro výrobu. Jedna z desek je nová, plně funkční a předtím nebyla instalována v přístroji a druhá je potenciálně vadná. Při větším počtu chyb je ze skladu odebráno větší množství než je plánováno.

#### **Vadná deska, která nelze opravit**

Jedná se o případ, kdy je na přístroji objevena chyba. Po analyzování závady se přístroj opraví výměnou desky a dále pokračuje testování dokud se nevrátí na místo na výrobní lince, kde vznikla chyba. Tím se potvrdila, že konkrétní deska způsobovala chybu na přístroji a je vadná. Následně se odesílá na opravárenské pracoviště, kde ji přeměří, otestují a případně opraví. Ovšem opravárenské pracoviště odesílá desku s tím, že na ní žádnou vadu neobjevili. Z opravárenského pracoviště se deska vrací zpět na výrobní linku a je možné ji opět použít v přístroji. Ovšem po montáži do jiného přístroje nastává stejná chyba. Tím se komunikace výrobní linky a opravárenského pracoviště dostává do nekonečné smyčky, kde výrobní linka tvrdí, že deska nelze použít v přístroji a opravárenské pracoviště nedokáže nalézt vadu.

#### **Zásah produktových inženýrů**

Produktoví inženýři jsou ve firmě považováni za nejzkušenější osoby v oblasti řešení problémů a výskytu chyb na desce plošného spoje nebo přístroje jako celku. Jejich pomoc

je vyžadována ve chvíli, kdy operátor měřicího stanoviště ani troubleshooter není schopen závadu odstranit. Ovšem jejich přístup k chybným deskám není nějakým způsobem kontrolován. V jejich volném čase mohou přijít na linku, vzít si z ní desku a zkoumat příčinu závady na desce ať už na měřicích stanovištích linky nebo ve vlastní kanceláři. S tím souvisí fyzický pohyb desky, kdy v systému je deska vedena pod skladem linky, ale přitom na lince není. Přináší to velký problém pro systémový přehled linky a následnou výrobu desek, která je vázána na systém. Názorný příklad, při pohledu do skladovacího systému je vidět, že na lince se nachází pět desek, z toho čtyři jsou vadné. Vadné desky se fyzicky nenachází na lince, ale provádí se na nich testy a měření. Systémově jsou desky vedeny jako materiál na lince ovšem v realitě tam není. Tím nastává problém s dohledáním fyzické pozice desky a u koho se nachází.

### **Pohyb desky v prostorech závodu Vimperk a mimo něj**

Pokud se zpětně podíváme co se děje při výskytu chyby na desce (viz. opravárenská zakázka) je potřeba jí dopravit na příslušné místo, kde je možné provést měření, test nebo kontrolu. Určité procento chyb vzniká při zasílání desky plošného spoje na opravu mimo závod ve Vimperku na pobočky Memmingen nebo Teisnach. Nastává zde situace, kdy deska plošného spoje je systémově vedena na skladu v jiné pobočce, ale ve skutečnosti se fyzicky nachází již ve Vimperku. Tímto je způsobena neshoda systému s realitou.

### **Složitost závady desky, která vyžaduje více času na analýzu**

Při výskytu vady na desce plošného spoje je vystaveno chybové hlášení a následně startuje opravárenská zakázka. Čas, po který je opravárenské zakázka spuštěna, je průběžně optimalizován na základě časové náročnosti na opravu. Ovšem při výskytu nových nebo unikátních chyb nastává problém, že standartní čas pro opravu je mnohem kratší, než je potřeba pro odhalení vady. V průběhu opravárenské zakázky je potřeba v tomto případě povolat troubleshootera nebo produktového inženýra, aby desku mohli analyzovat a odstranit její závadu.

**Opatření:** Společným jádrem těchto problémů je sledování pozice desky ať už se jedná o pohyb v prostorách závodu nebo mimo něj. Při výskytu vadné nebo potenciálně vadné desky plošných spojů je potřeba doručit ji na pracoviště, které je schopné provést

řádnou opravu v omezeném čase. Ten je ale omezen dobou trvání opravárenské zakázky a při výskytu nové nebo složitější závady je třeba více času pro analýzu než umožňuje opravárenská zakázka. V těchto případech by se deska odstavila z výroby přesunem na fiktivní sklad, který by obsahoval vadné, potenciálně vadné nebo desky s novou či složitější závadou. Odstavení desek z výroby by zpřehlednilo počty desek, které je možné použít pro výrobu, tudíž jsou v pořádku. Vadné by byly označeny v systému a tím jasně dáno, že s nimi nelze počítat při výrobě.

Ať už se jedná o opravu na jiném pracovišti nebo zásah produktových inženýrů, je důležité dodržet soulad systémové a reálné pozice desky. Zde je potřeba zahrnout opravy na deskách v pobočkách Memmingen a Teisnach, protože zde jsou další opravárenské pracoviště. Řešení problému převodu mezi sklady a přesunem desky mezi pracovišti lze vidět ve využití RFID čipů. Operátor či jakýkoliv zaměstnanec nemusí řešit ruční systémové přeskladení, protože tato operace by se provedla automaticky po průchodu desky danou bránou. Brána by pomocí přečtení RFID čipu načetla o jakou desku se jedná a do systému by se zaznamenalo, na kterém pracovišti se nachází a čas příchodu.

Při praktické realizaci je nutné zavést pracoviště, které by do RFID čipů nahrávalo informace o desce a provedlo spárování. Čtecí brány musí být montovány na vstupních a výstupních bodech pracovišť, aby bylo jasně zaznamenáno, kdy deska vstoupila a opustila dané pracoviště.

**Výhody opatření:** Velká výhoda tohoto řešení spočívá v usnadnění práce a manipulace s deskou při opravách a minimalizaci chyb způsobených označením špatného skladu nebo množství v systému. Dále by se automatizací převodu odstranila nutnost kontaktovat materiálovou disponentku, která tento krok provádí, čímž dojde ke snížení časových prodlev převodů a případných zapomínání. Odpovědnost by byla přenesena přímo na pracovníka a při jejím dalším pohybu desky by za ni nesl zodpovědnost ten, kdo s deskou dále manipuloval. Při využití RFID čipů je tak možné sledovat pohyb desky online a mít značně lepší přehled o její pozici než v starém systému.

**Nevýhody opatření:** Největší nevýhodou budou pořizovací náklady v rámci celého závodu. Přejít na tento systém nelze uskutečnit naráz ale v časových etapách, kdy se postupně přejde z předchozího systému na automatické čtení a sledování pomocí RFID

čipů. Jedna z nevýhod je požadavek na dodržení vzdálenosti, aby deska nebyla detekována při těsných průchodech kolem jiných bran. Další otázník je teplotní odolnost čipů při průchodu teplotními výkyvy (viz. test přístroje v krajních teplotách).

## 4.2 Technická složitost přístroje

Jak již bylo zmíněno v kapitole 3.4, linka koncové výroby se zabývá výrobou velice složitého přístroje. Je náročný především na parametry desek, které jsou již při jejím vývoji často na hranici možností. Přístroj se skládá z několika druhů desek plošných spojů a tak vzájemným působením mezi sebou dochází k výskytu chyb. Například jedna deska má některý parametr v krajních mezních a umístěním do přístroje její hraniční parametry způsobí chybu na přístroji

**Opatření:** Při výskytu poruchových desek je nutná komunikace s vývojem. Ty mohou provádět úpravy na deskách jako například justování součástí nebo jejich výměna. Tím lze dosáhnout změn některých parametrů Zavedení statistického sledování doladění hodnot umožní vývoji záznam změn parametrů a úprav. Tím lze zasáhnout do výroby a vyměnit součástku již zde a ovlivnit tak vycházející parametr.

**Výhody opatření:** Zavedení sledování umožní podrobnější přehled, které úpravy ovlivnili jaký parametr. Tím lze zasáhnout do výroby desek a odstranit vznikající problém již zde.

**Nevýhody opatření:** Technická složitost přístroje není dána jen jedním kusem desky, ale účastí několik kusů dohromady. Zaručení správného fungování více desek najednou může vyžadovat více než úpravu parametrů jen jedné desky

## 4.3 Využívání více měřicích pracovišť' jedním pracovníkem

Každý operátor obsluhuje vlastní měřicí pracoviště. Pro usnadnění jejich práce jsou měřicí pracoviště soustředěny blíže k sobě. Například pokud z důvodu nemoci operátor není přítomen na svém pracovišti, jiný operátor využívá jeho pracoviště pro změření většího počtu desek a vyřešení více závad. Zde je velký potenciál pro vznik chyb, protože operátor není schopen sledovat parametry vycházející na jednotlivých pracovištích nezávisle na sobě. Měření probíhá v rámci automatického programu, který pouze musí

nastavit. Tím dochází k nevěnování dostatečné pozornosti měřeným parametrům a upozorněním na ty, které se blíží k hranici. Při využívání takového postupu je nutné, aby operátor zkontroloval protokol o měření a jeho samotný průběh. Pokud by operátor objevil parametr, který by se blížil hranici, měl by na to patřičně upozornit. Dojde tak k upřesnění, že parametry desky jsou na hranici a tak se usnadní práce při nalezení jakékoliv chyby.

**Opatření:** Zamezení výskytu těchto chyb by spočívalo v automatizaci pracoviště a procesu měření. V aplikaci pro měření desek by bylo možné zavést ochranné hranice, které by upozornily na parametry vycházející ke krajní mezi tolerance. Deska by poté byla odložena na místo společně s ostatními, u kterých vychází parametry blízko k mezím tolerance. Dalším způsobem jak eliminovat vznik chyb je plně automatizovat pracoviště pomocí robotické ruky, která by desky připojovala na předem připravená měřicí pracoviště. Společně s připojením desky by se spustil proces měření, kdy po jeho dokončení by robotická ruka odebrala desku z měřicího pracoviště a odložila na patřičné místo.

**Výhody opatření:** Při plné automatizaci procesu se vyřadí faktor lidské chyby a dojde ke značnému zrychlení samotného procesu měření desek díky obsluze více pracovišť najednou. Při měření bude zavedeno opatření upozorňující na hraniční parametry desek. Po přeměření desek dojde k jejich rozdělení na základě vycházejících parametrů.

**Nevýhody opatření:** Vysoké pořizovací náklady související s nákupem potřebného vybavení a strojů. Zavedení této automatizované výroby zabere nějaký čas a musí se přejít z původního systému přes přechodovou fázi až na finální.

#### **4.4 Nesprávné nastavení materiálového toku při výskytu většího počtu chyb**

Výroba je určitým způsobem nastavena a optimalizována na základě předchozích dat. Ty jsou poskytovány na základě chybovosti přístroje a desek, s kterou by výroba měla počítat. Jedná se tady o výskyt výrobních špiček s větším výskytem chyb na desce a s tím je spojena právě větší spotřeba materiálu při opravách desek. Trend doby je vyrábět JIT (Just In Time) to znamená přesně na požadavek zákazníka, který si objedná potřebné množství materiálu (například výrobní linka si objedná další kusy desek na svůj sklad). Zde se ovšem dostávají do kolize dvě roviny. Jedna rovina je mít vyrobeno na sklad,

ovšem z finančního hlediska to není výhodné, protože cena opravy skladovaného materiálu by byla vysoká. Druhá rovina zvažuje, zda je nedostatek materiálu pro výrobu a tím pádem i nedostatek desek finančně výhodnější než předchozí případ. Výroba je nastavena na určité procento chybovosti desek a tak při zvýšení tohoto procenta vzniká problém s nedostatkem materiálu na opravu.

**Opatření:** Data, která jsou poskytována pro optimalizaci, by měla obsahovat i informaci o tom, který díl byl vadný. Z toho lze zavést sledování poruchovosti daných součástek. Na základě poruchovosti bude zaveden pomyslný alarm pro výrobu, že je potřeba navýšit spotřebu materiálu. Umožnilo by se tak manipulovat s nastavenými hodnotami pro výrobu, která jsou tvořena na základě předchozích dat.

**Výhody opatření:** Právě možnost pohybovat nastavenými mantinely výroby bude možné pružněji reagovat na nedostatek materiálu při výrobě. Díky sledování poruchovosti součástek na desce lze získat lepší a podrobnější přehled o vzniku chyb a možnosti eliminace.

**Nevýhody opatření:** Nutnost korigovat rozsahy nastavení výrobních dávek materiálu

## 5 Závěr

Cílem této práce bylo vypracovat analýzu a poskytnout opatření na problémy vyskytující se při výrobě špičkového měřicího přístroje na konkrétní lince koncové výroby v podniku Rohde & Schwarz.

Začátek diplomové práce se zabývá obecně procesní analýzou, kde jsou rozebrány její základní pojmy společně s reengineeringem a optimalizací procesů. Další část práce se zabývá standardy a metodami pro modelování podnikových procesů.

Případová studie je praktická část práce, ve které je vypracováno představení podniku a podrobná analýza linky koncové výroby. Ta je vypracována ve spolupráci se zaměstnanci podniku Rohde & Schwarz. Data pro analýzu a vypracování případové studie byla získána ústními pohovory a řešením praktických úkolů přímo ve výrobní lince. Z těchto dat byly vymodelovány výrobní procesy, současný a ideální stav procesů na lince a další procesy týkající se výroby přístroje. Vytvořené modely zobrazují kritická místa v procesu. Nejdůležitější z nich jsou výrobní proces přístroje (viz příloha 5), kde je zobrazen jeho průběh při výskytu chyby, dále proces výroby ve skutečnosti (viz příloha 10) a výskyt chyby v testovací komoře (viz příloha 11), kdy dochází k odlišnostem oproti ideálnímu stavu. K modelování těchto procesů posloužil program ARIS Express a byl použit kvůli intuitivnímu uživatelskému rozhraní.

Výsledek analýzy ukázal, že převážná část vyskytujících se problémů je právě při měření přístroje. Zde bylo zjištěno, jaká komponenta přístroje je vadná. Nejproblémovější částí přístroje jsou desky plošných spojů, z kterých je složen. Podrobnější analýza linky koncové výroby ukázala, že největší procento problémů je spojeno s přesouváním desek plošných spojů mezi opravárenskými pracovišti. Další zjištěné problémy vyskytující se na lince jsou rozebrány v části doporučení pro praxi.

Výsledkem analýzy je poslední část práce, která poskytuje opatření na vyskytující se problémy na lince. Problémy zde byly podrobněji popsány společně s uvedením výhod a nevýhod doporučených opatření.

## Seznam literatury a informačních zdrojů

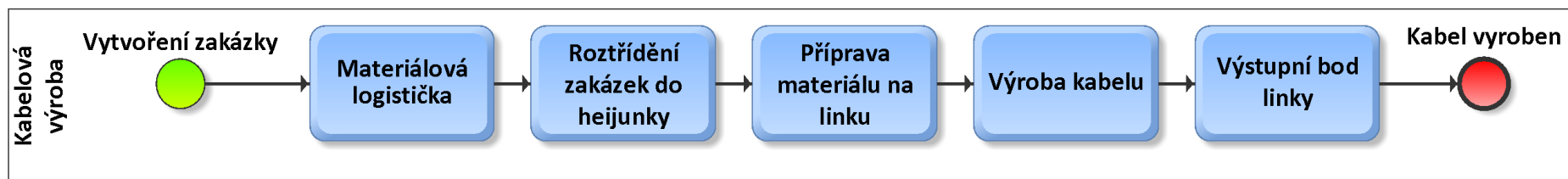
- [1] J. BASL – M. TŮMA – V. GLASL. *Modelování a optimalizace podnikových procesů*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2002. 140s. ISBN 80-7082-936-2
- [2] ING. FILIP ŠMÍDA, PH.D. *Zavádění a rozvoj procesního řízení ve firmě*. Grada Publishing, a.s. 2007. ISBN 978-80-247-1679-4
- [3] BC. JIŘÍ JAHODA. *Analýza a optimalizace podnikových procesů ve firmě vodní sklo a.s.* Brno 2012. Diplomová práce. Mendelova Univerzita v Brně. Provozně ekonomická fakulta. Vedoucí práce doc. Ing. Ivana Rábová, Ph.D.
- [4] PROF. ING. VÁCLAV ŘEPA, CSC. *Podnikové procesy – Procesní řízení a modelování*. 2. vyd. Praha. Grada Publishing, a.s. 2007. ISBN 978-80-247-2252-8
- [5] DOC. ING. JOSEF FIALA, CSC. - ING JAN MINISTR, PHD. *Průvodce analýzou a modelování procesů*. VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2003. 110 s. ISBN 80-7043-509-7.
- [6] Masaaki. Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku. Vyd 1. Brno: Computer Press, 2004. ISBN 80-251-0461-3
- [7] MANCARELLA, Sam. Business Process Modelling Notation – A tutorial [online]. 2011, s. 1–37. Dostupné z: <http://www.omg.org/news/meetings/workshops/HC-Australia/Mancarella.pdf>
- [8] Business Process Model and Notation [online]. Dostupné z: [www.bpmn.org/](http://www.bpmn.org/)
- [9] Workflow Management Coalition. Home - Workflow Management Coalition [online]. Dostupné z: <http://www.wfmc.org>
- [10] VONDRÁK, Ivo. Metody byznys modelování [online]. 2004. Dostupné z: [http://vondrak.cs.vsb.cz/download/Metody\\_byznys\\_modelovani.pdf](http://vondrak.cs.vsb.cz/download/Metody_byznys_modelovani.pdf)
- [11] DBR: Kritický pohled na Goldrattovu metodu Drum-Buffer-Rope - Průmyslové Inženýrství. Úvodní strana - Průmyslové Inženýrství[online]. Dostupné z: <http://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/dr-b-kriticky-pohled-na-goldrattovu-metodu-drum-buffer-rope/>
- [12] Critical Chain Project Management | ActiveCollab Blog. Project Management Tool | ActiveCollab [online]. Dostupné z: <https://activecollab.com/blog/project-management/critical-chain-project-management-ccpm>
- [13] Charakteristika procesů a ARISu [online]. Dostupné z: [http://home.zcu.cz/~mjanuska/html/zakladni\\_pohledy.html](http://home.zcu.cz/~mjanuska/html/zakladni_pohledy.html)
- [14] Select Perspective - ManagementMania.com. [online]. Copyright © 2011. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/select-perspective>



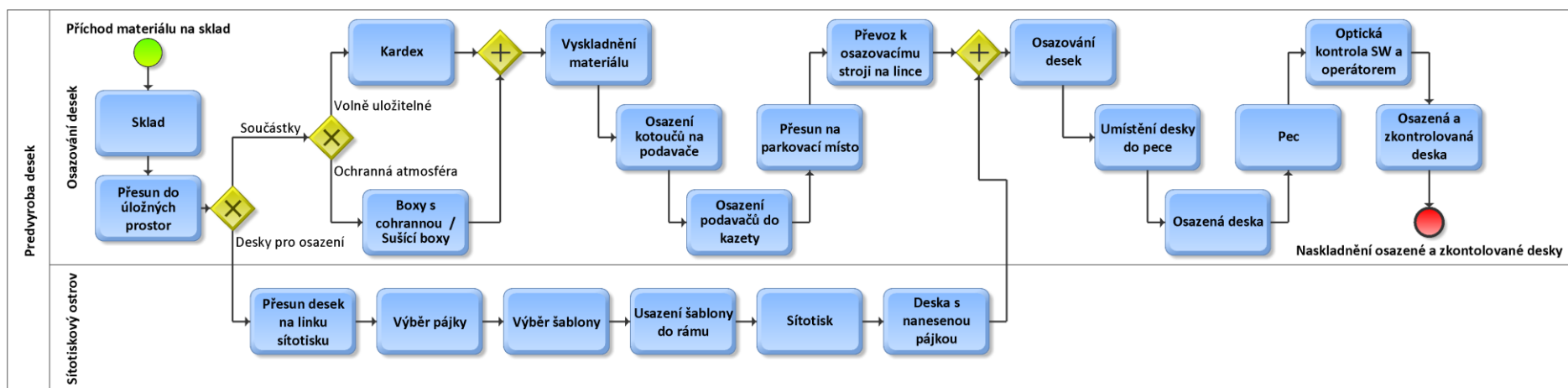
- [15] RADOVAN, Michal, Porovnání způsobů modelování podnikových procesů pomocí BPMN a DEMO z pohledu běžných uživatelů, Praha, 2015. Diplomová práce (ing). České vysoké učení technické v Praze, Fakulta informačních technologií, katedra softwarového inženýrství. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/62947/F8-DP-2015-Radvan-Michal-thesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [16] Company Profile | Rohde & Schwarz. [online]. Copyright © 2018 ROHDE Dostupné z: [https://www.rohde-schwarz.com/us/about/company-profile/company-profile\\_229412.html](https://www.rohde-schwarz.com/us/about/company-profile/company-profile_229412.html)
- [17] O nás - Rohde & Schwarz. [online]. Copyright © 2018 ROHDE. Dostupné z: [https://vimperk.rohde-schwarz.com/cs/o-nas/o-nas\\_90007.html](https://vimperk.rohde-schwarz.com/cs/o-nas/o-nas_90007.html)
- [18] IPC/JEDEC J-STD-020C Moisture/Reflow Sensitivity Classification for Non-hermetic Solid State Surface Mount Devices [online]. Dostupné z: [http://www.elgertagroup.com/files/tinymce/files/Standart\\_IPC\\_JEDEC%20J-STD-020C.pdf](http://www.elgertagroup.com/files/tinymce/files/Standart_IPC_JEDEC%20J-STD-020C.pdf)

## Přílohy

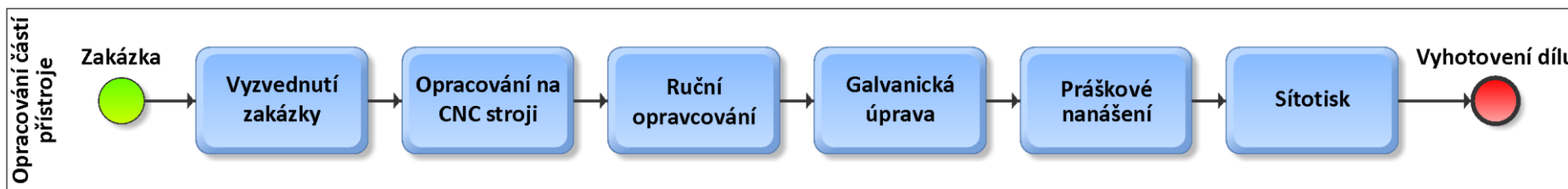
Příloha 1 – Proces výroby kabelů



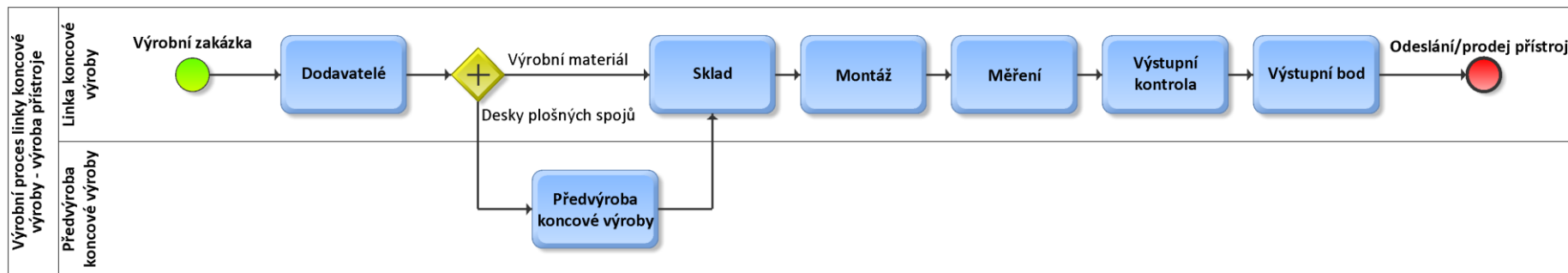
Příloha 2 – Proces osazování a testování desek plošných spojů



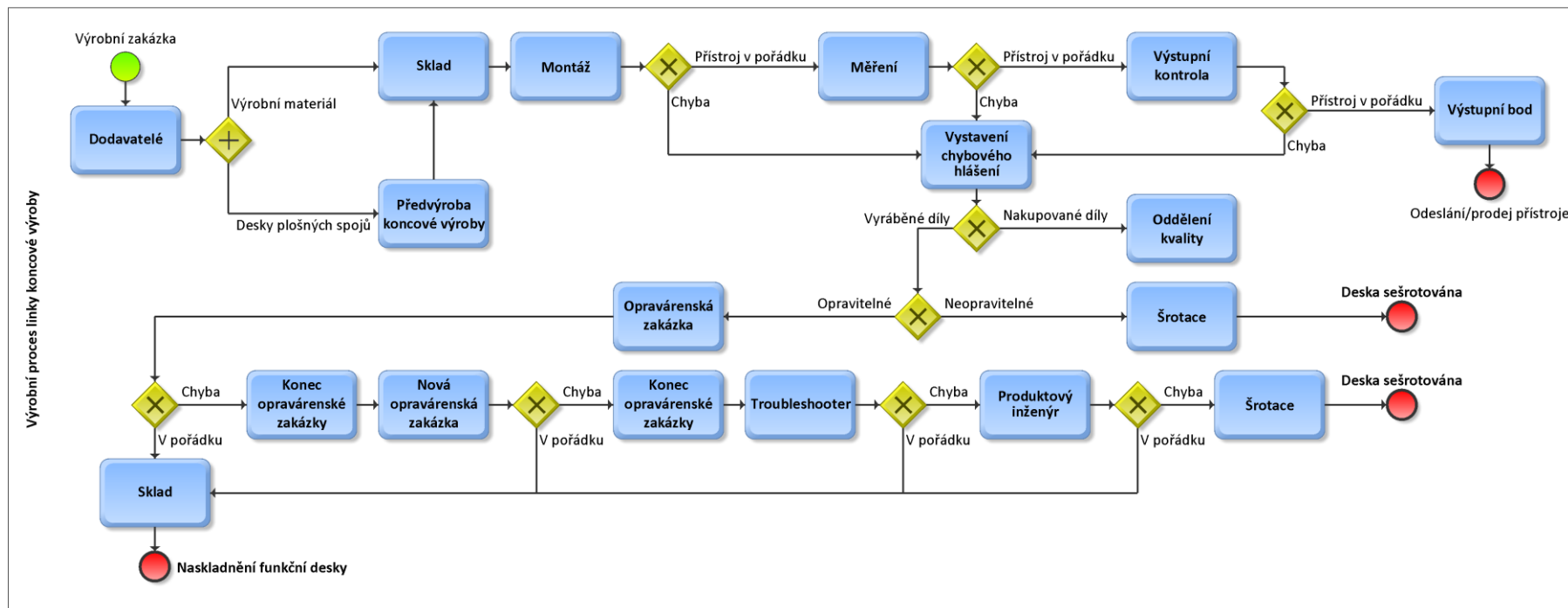
Příloha 3 – Proces opracování plechových dílů



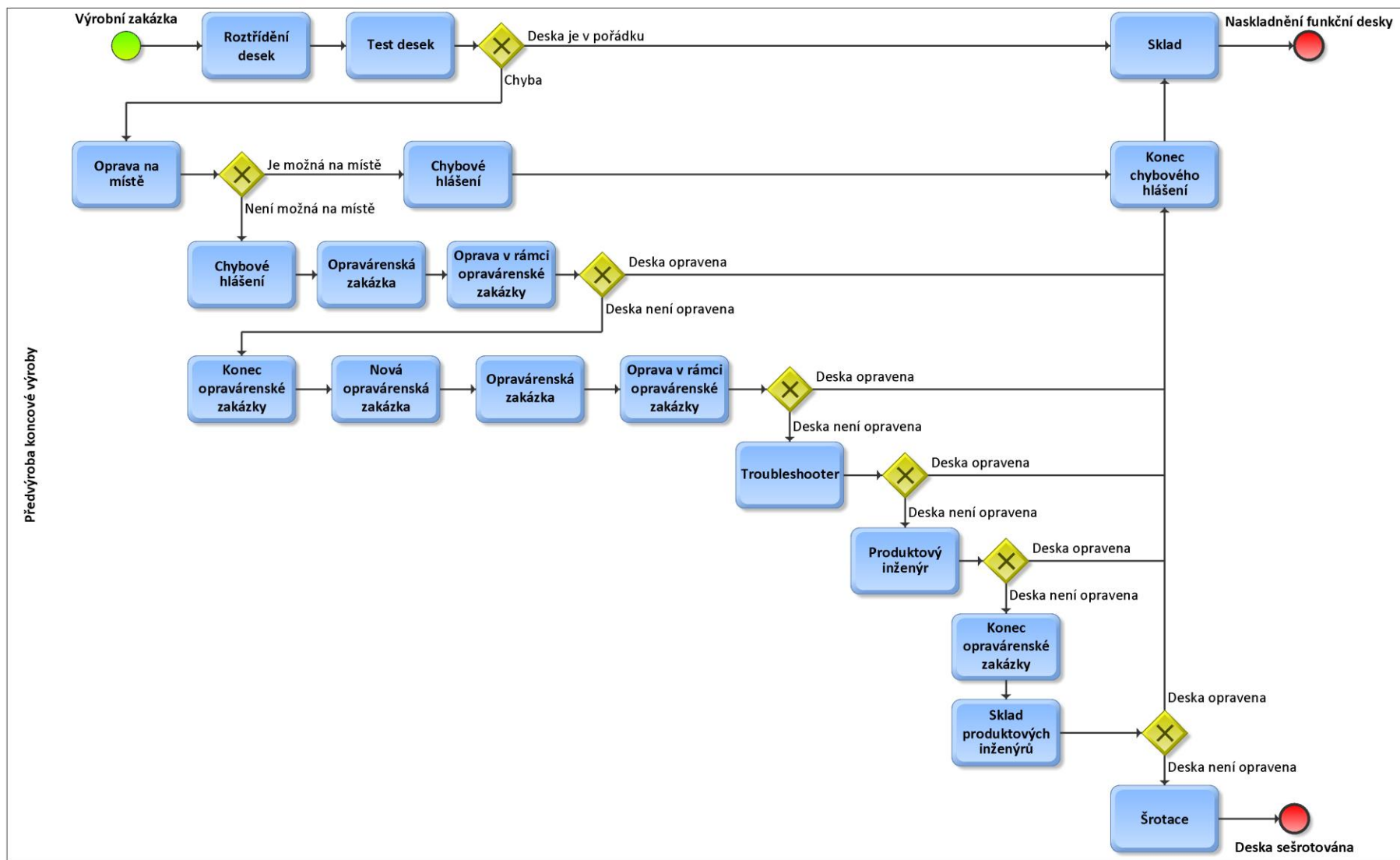
Příloha 4 – Proces výroby přístroje na lince koncové výrobě – obecný model



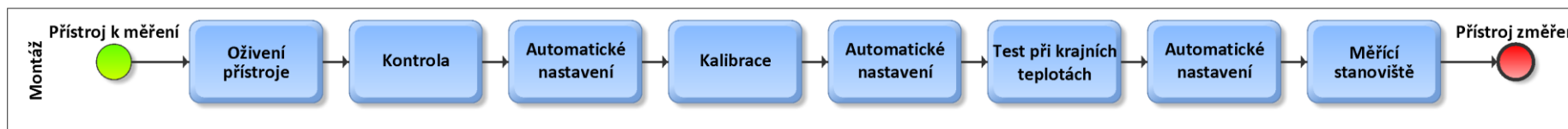
Příloha 5 – Proces výroby přístroje na lince koncové výroby



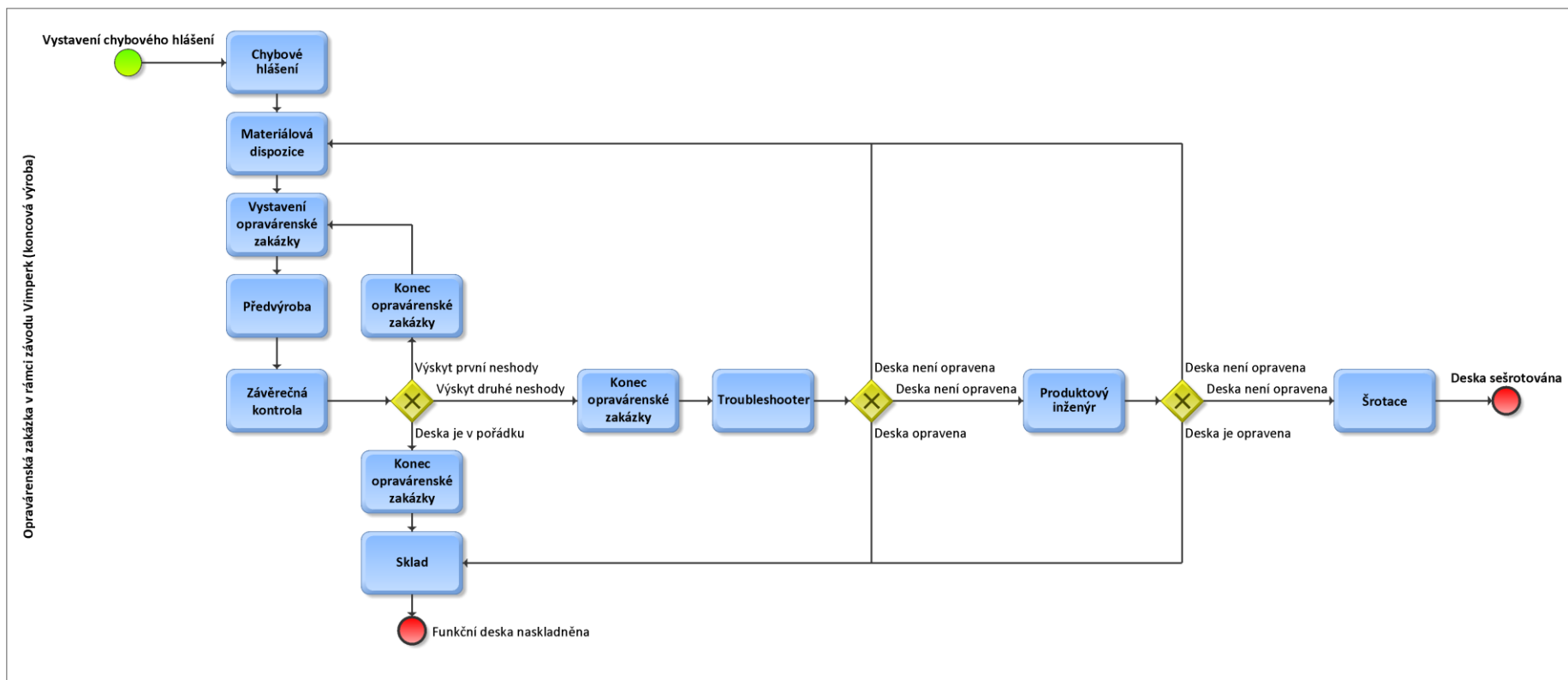
Příloha 6 – Proces fungování předvýroby linky koncové výroby



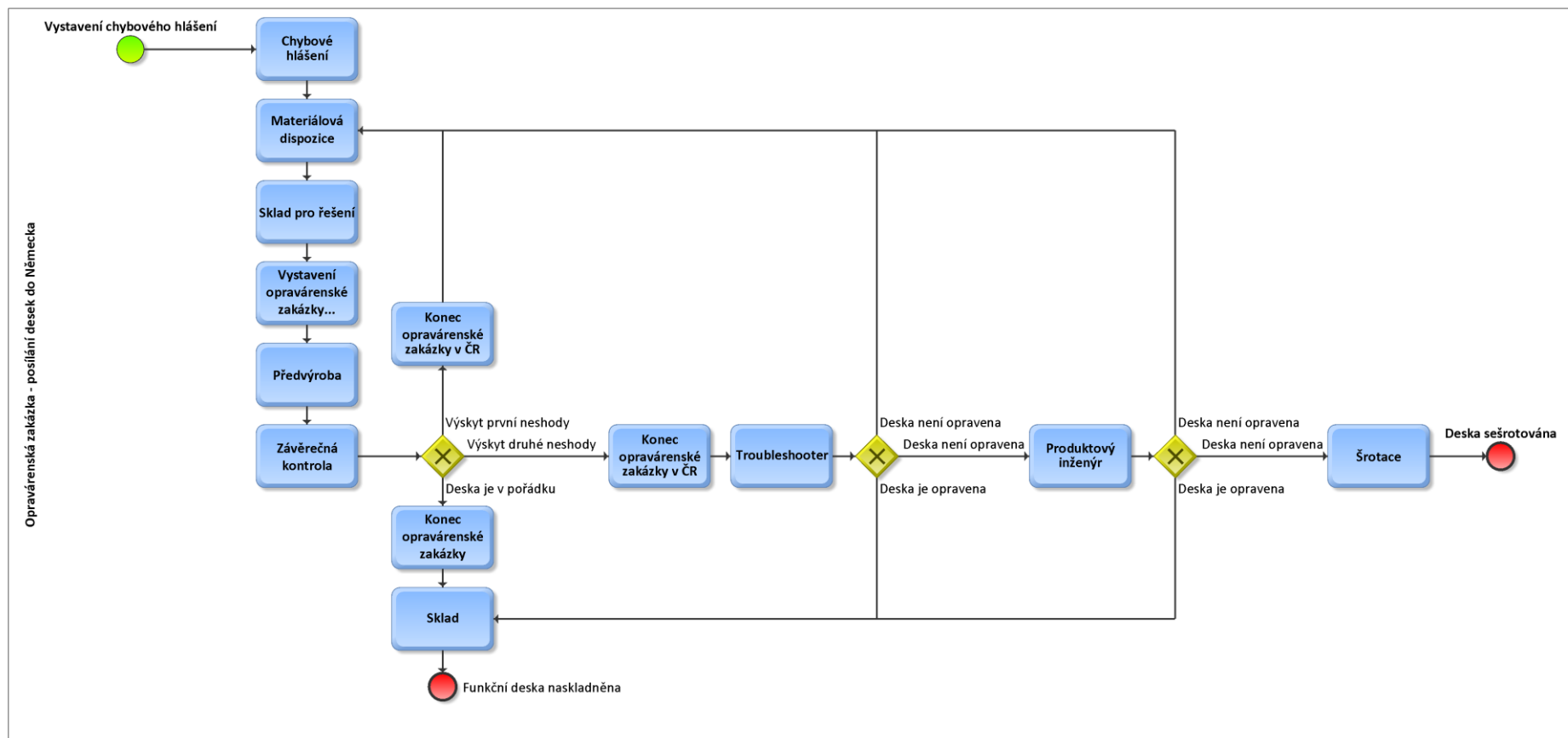
Příloha 7 – Proces měření na lince koncové výroby



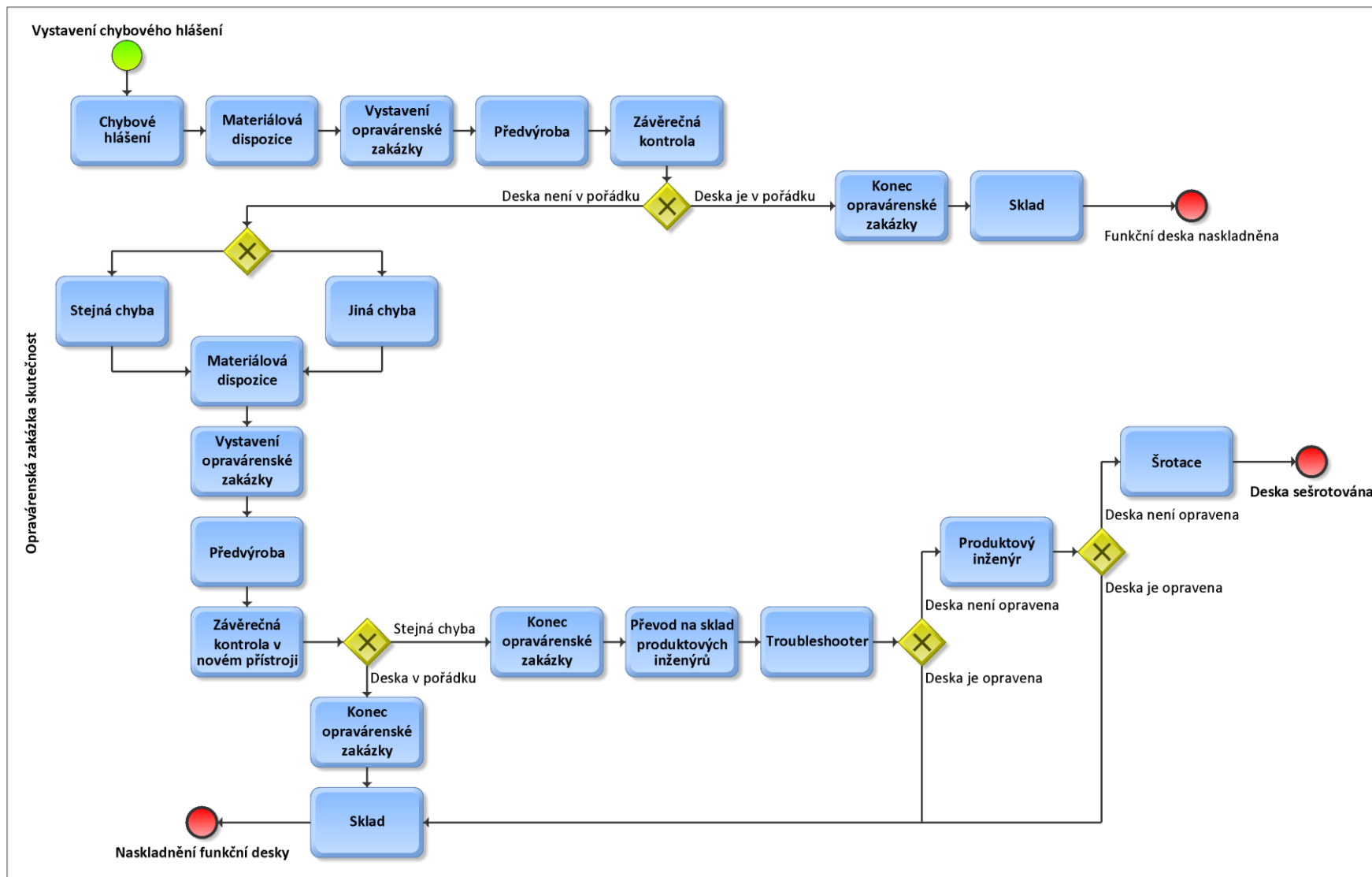
Příloha 8 – Proces opravárenské zakázky Vimperk



Příloha 9 – Proces opravárenské zakázky se zapojením německých poboček



Příloha 10 – Proces průběhu opravy ve skutečnosti



Příloha 11 – Proces průběhu opravy ve skutečnosti při výskytu chyby v testovací komoře

