

# **Analýza zmetkovitosti ve společnosti HAMAG, spol. s r.o.**

Radek Mikoška

---

Bakalářská práce  
2017

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta managementu a ekonomiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta managementu a ekonomiky  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů  
akademický rok: 2016/2017

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Radek Mikoška  
Osobní číslo: M13120  
Studijní program: B6209 Systémové inženýrství a informatika  
Studijní obor: Řízení výroby a kvality  
Forma studia: prezenční

Téma práce: Analýza zmetkovitosti ve společnosti HAMAG, spol. s r.o.

Zásady pro vypracování:

### Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

#### I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši teoretických zdrojů ve zkoumané oblasti.

#### II. Praktická část

- Analyzujte zmetkovitost ve společnosti HAMAG, spol. s r.o.
- Formulujte návrhy a doporučení na eliminaci zmetkovitosti ve společnosti HAMAG, spol. s r.o.

### Závěr

Rozsah bakalářské práce: **cca 40 stran**  
Rozsah příloh:  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

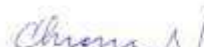
ČASTORÁL, Zdeněk. Management kvality a výkonnosti. 1. vyd. Praha: Univerzita Jana Amose Komenského, 2015, 140 s. ISBN 978-80-7452-101-0.  
KORENKO, Maroš. Manažérstvo kvality procesov. Prvé prepracované vydanie. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2015, 144 s. ISBN 978-80-552-1316-3.  
MEYER, Heiko, Franz FUCHS a Klaus THIEL. Manufacturing execution systems: optimal design, planning, and deployment. 1st ed. New York: McGraw-Hill, 2009, 248 s. ISBN 978-0-07-162383-4.  
ŘEPA, Václav. Podnikové procesy: procesní řízení a modelování. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2007, 281 s. ISBN 978-80-247-2252-8.  
SVOZILOVÁ, Alena. Zlepšování podnikových procesů. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 223 s. ISBN 978-80-247-3938-0.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Eva Juříčková, Ph.D.**  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů  
Datum zadání bakalářské práce: **15. prosince 2016**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. května 2017**

Ve Zlíně dne 15. prosince 2016



doc. Ing. David Tuček, Ph.D.  
*děkan*



prof. Ing. Felicity Chromjaková, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

## PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

### Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s přípoštěním tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přímčteného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### Prohlašuji,

1. že jsem na diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
2. že odevzdaná verze diplomové/bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 14.5.2014

Jméno a příjmení: Radek Mikoláš



podpis diplomanta

## **ABSTRAKT**

Cílem této bakalářské práce je analýza zmetkovitosti ve firmě HAMAG, spol. s r.o., firma má dlouholetou tradici s výrobou odlitků pro český i zahraniční trh. S tím je spojena i snaha o udržení co nejvyšší kvality ve výrobě. Z tohoto důvodu musí brát zřetel na výskyt zmetků ve své výrobě a snahu k zjištění příčiny výskytu zmetků a na jejich následnou eliminaci. Tato práce je rozdělena na teoretickou část a praktickou část. V teoretické části je uveden odborný výklad k dané problematice a poznatky k materiálům používaných ve výrobě. V praktické části bakalářské práce jsou následně uvedeny základní informace o společnosti HAMAG, spol. s r.o., poté je provedena analýza zmetkovitosti a navržené doporučení.

**Klíčová slova:** Zmetkovitost, výrobní proces, materiál, vady, Paretova analýza, Diagram příčin a následků

## **ABSTRACT**

The aim of this bachelor thesis is the analysis of the rejection in the company HAMAG, s.r.o., the company has a long tradition of production of castings for the Czech and foreign markets. This is accompanied by an effort to maintain the highest quality in production. For this reason, they must consider the occurrence of waste in their production and effort, the identification of the cause of the waste and the subsequent elimination. This thesis is divided into theoretical part and practical part. In the theoretical part is presented an expert explanation for the given problems and knowledge about the materials used in the production. In the practical part of the bachelor thesis there are presented basic information about HAMAG, spol. s.r.o., then the analysis of scrap and suggested recommendations are made.

**Keywords:** Scrap rate, production process, material, defects, Paret analysis, Diagram of causes and consequences

## **Poděkování**

Tímto chci poděkovat společnosti HAMAG, spol. s r.o., které jsem mohl psát bakalářskou práci na danou problematiku. Dále bych chtěl poděkovat provoznímu řediteli Ing. Martinu Pánkovi za odborné rady týkající se slévárenského průmyslu, dále technologovi Bohumilu Kovaříkovi a obchodnímu managerovi Ing. Martinu Kubíkovi za pomoc při identifikaci zmetků a zjištění typu vad. V neposlední řadě chci poděkovat zaměstnancům společnosti HAMAG, spol. s r.o. za ochotu a spolupráci při měření zmetkovitosti ve výrobě. Na konec bych chtěl poděkovat mé vedoucí práce Ing. Evě Juříčkové, Ph.D. za zpětnou vazbu a odborné připomínky.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE</b> .....	<b>11</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>12</b>
<b>1 KVALITA</b> .....	<b>13</b>
1.1    DEFINICE KVALITY .....	13
1.2    HISTORIE VÝVOJE MANAGEMENTU KVALITY VE DVACÁTÉM STOLETÍ.....	13
1.3    ŘÍZENÍ KVALITY .....	14
1.3.1    Normy ISO 9000 .....	14
1.3.1.1    ISO 9000:2015 .....	15
1.3.1.2    ISO 9001:2015 .....	15
1.3.1.3    ISO 9004:2009 .....	15
1.3.2    Řízení kvality podle TQM .....	16
1.4    NÁSTROJE ZLEPŠOVÁNÍ KVALITY V PODNIKU .....	16
1.4.1    Vývojové diagramy a procesní mapy .....	16
1.4.2    Vývojový diagram.....	17
1.4.3    Procesní mapy .....	17
1.4.4    Diagram příčin a následků .....	18
1.4.5    Paretova analýza.....	19
1.4.6    Histogramy .....	20
1.4.6.1    Dvouvrcholový diagram .....	20
1.4.6.2    Nesymetrický diagram .....	21
1.4.6.3    Histogram s odlehlými body.....	21
<b>2 VÝROBNÍ PROCES</b> .....	<b>22</b>
2.1    METODY ŘÍZENÍ PROCESU .....	23
2.1.1    Six Sigma .....	23
2.1.2    Štíhlé procesy .....	24
2.1.2.1    Plýtvání ve výrobním procesu .....	25
2.2    ZMETKOVITOST VE VÝROBNÍM PROCESU .....	26
<b>3 MATERIÁL</b> .....	<b>27</b>
3.1    ŠEDÁ LITINA .....	27
3.2    TVARNÁ LITINA .....	27
3.3    SLITINY HLINÍKU .....	28
3.4    SLITINY MĚDI .....	29
3.4.1    Bronz .....	29
3.4.2    Mosaz .....	30
3.5    OCEL .....	31
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>32</b>
<b>4 CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI HAMAG, S. R. O.</b> .....	<b>33</b>

4.1	HISTORIE .....	33
4.2	ZÁKLADNÍ ÚDAJE O SPOLEČNOSTI .....	33
4.3	VÝSLEDEK HOSPODAŘENÍ SPOLEČNOSTI HAMAG, SPOL. S R.O. ....	33
4.4	ORGANIZAČNÍ STRUKTURA SPOLEČNOSTI.....	34
4.5	ZÁKAZNÍCI .....	35
4.6	KONKURENCE .....	35
<b>5</b>	<b>VÝROBA.....</b>	<b>36</b>
5.1	VÝROBNÍ SORTIMENT .....	36
5.2	VÝROBKY.....	36
5.2.1	Výrobky z šedé litiny .....	36
5.2.2	Výrobky z tvárné litiny .....	37
5.2.3	Výrobky vyráběné ze slitin mědi .....	38
5.2.4	Slitiny hliníku.....	39
5.2.5	Ocel .....	40
5.2.5.1	Výrobky z uhlíkové a svařitelné oceli .....	40
5.2.5.2	Výrobky z nízkolegované oceli .....	40
5.2.5.3	Výrobky z žáruvzdorné oceli.....	41
5.2.5.4	Výrobky z korozivzdorné oceli.....	41
5.3	POSTUP VÝROBY .....	41
<b>6</b>	<b>ZMETKOVITOST VE VÝROBNÍM PROCESU.....</b>	<b>43</b>
6.1	VADY VZNIKLÉ VE VÝROBNÍM PROCESU.....	43
6.1.1	Přesazený odlitek .....	43
6.1.2	Uzavřený plyn .....	43
6.1.3	Uplavané jádro .....	43
6.1.4	Uvolnění části formy.....	44
6.1.5	Vada vzniklá během broušení .....	44
6.1.6	Vada vzniklá při řezání .....	44
6.1.7	Vniknutí písku do formy .....	44
6.2	TYPY ÚPRAV VÝROBKŮ VE VÝROBNÍM PROCESU .....	44
6.2.1	Zavaření.....	44
6.2.2	Vybrušování .....	45
6.2.3	Nanesení tmelu.....	45
<b>7</b>	<b>ANALÝZA ZMETKOVITOSTI VE SPOLEČNOSTI.....</b>	<b>46</b>
7.1.1	Analýza zmetků ve firmě HAMAG za sledované období .....	46
7.1.1.1	Sledování za zmetkovitosti za říjen 2016 .....	46
7.1.1.2	Sledování zmetkovitosti za listopad 2016 .....	47
7.1.1.3	Sledování zmetkovitosti za měsíc prosinec 2016 .....	49
7.2	PARETOVA ANALÝZA .....	51
7.3	DIAGRAM PŘÍČIN A NÁSLEDKŮ .....	52
7.3.1.1	Pracovníci .....	53
7.3.1.2	Prostředí ve výrobní hale .....	53
7.3.1.3	Typ odlitku.....	53
7.3.1.4	Materiál.....	53
7.3.1.5	Výrobní proces.....	53
7.3.1.6	Nástroje ve výrobním procesu .....	53
<b>8</b>	<b>FINANČNÍ ZHODNOCENÍ ZMETKOVITOSTI.....</b>	<b>55</b>



<b>9</b>	<b>NÁVRHY ŘEŠENÍ NA SNÍŽENÍ ZMETKOVITOSTI VE SPOLEČNOSTI HAMAG.....</b>	<b>56</b>
9.1.1	Zavedení evidence zmetků ve výrobě .....	56
9.1.1	Zpětná vazba mezi pracovištěm .....	56
9.2	UZAVŘENÝ PLYN V TAVENINĚ.....	56
9.2.1	Důkladné odplynění materiálu .....	56
9.2.2	Zavedení kontroly formovacích směsí .....	57
9.3	UVOLNĚNÍ ČÁSTI FORMY .....	57
9.3.1	Pravidelná údržba rámu.....	57
9.3.2	Použití strojního formování.....	57
9.4	UPLAVANÉ JÁDRO .....	57
9.4.1	Standardizace výrobního procesu .....	57
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>58</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>59</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>61</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>62</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>64</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>65</b>

## ÚVOD

Tato bakalářská práce se věnuje problematice zmetkovitosti ve slévárně HAMAG, spol. s r. o. Zmetkovitost, problém se kterým se potýkají všechny výrobní podniky, a který se snaží firmy minimalizovat na co nejnižší úroveň, ale nikdy se ho nepodaří zcela vyřešit. Výskyt zmetků ve výrobě stojí firmu nejen čas a suroviny potřebné k výrobě náhradního výrobku, ale také finance, které bude muset firma použít k pokrytí výroby. Zároveň je v sázce reputace podniku, pokud není výrobek dodán v termínu. Nemluvě o situaci, kdy se zmetek dostane až k zákazníkovi. Případné reklamace a hrozba ztráty zákazníka jsou jen další důvody, proč by se firma měla zabývat analýzou, vyhodnocením a neustálým snižováním výskytu zmetků. Jak již bylo zmíněno výše HAMAG, spol. s r. o. je slévárna která se zabývá sléváním odlitků ze slitin mědi, hliníku, tvárné litiny, šedé a legované litiny, uhlíkové a svařitelné oceli, nízkolegované oceli, koroziodolné oceli a žáruvzdorné oceli.

V práci jsou uvedeny teoretické poznatky o použitých analýzách. Poté po stručném představením společnosti se práce věnuje popisu způsobu výroby, který firma aplikuje, dále o vlastnostech materiálů, které firma používá. Poté jsou aplikovány analýzy na výsledky výzkumu, který byl prováděn v dané společnosti. Na konci bakalářské práce se pokouším nalézt odpovědi na otázky jako: Které vada na výrobku způsobuje nejvyšší množství zmetků, je výskyt zmetků závislý na zkušenostech pracovníka, který výrobek má nejvyšší výskyt zmetků, jakým způsobem by se dala snížit zmetkovitost ve výrobě? Po zodpovězení těchto otázek navrhu doporučení na snížení zmetkovitosti v podniku, ten by měl sloužit jako základ pro další analýzy ke zlepšování výroby v podniku.

## CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem této práce je analýza současného stavu výskytu zmetků ve výrobě za pomocí metod průmyslového inženýrství a navržení doporučení na zlepšení současného stavu ve společnosti HAMAG, spol. r.o. Následným cílem těchto doporučení bude snížení výskytu zmetků ve výrobě. Pokud si v současnosti chce firma udržet konkurenceschopnost a zajistit si co nejvyšší zisky, musí neustále se snažit o co nejvyšší snižování zmetků. Firma se zabývá výrobou odlitků pro zákazníky v tuzemsku i v zahraničí. Analýza dat je prováděna od října 2016 do prosince 2016.

Nejprve je provedena analýza rozdělení nasbíraných dat během sledovaného období, podle druhu odlitku a podle typu vady na odlitku. Následně bude provedena Paretova analýza pro zjištění vad, které měly nejvyšší význam na vznik zmetků ve výrobě. Poté bude vytvořen diagram příčin a následků (Ishikawa diagram). S pomocí tohoto diagramu budou zjištěny důvody vzniku zmetků ve výrobě. Na základně provedených analýz bude vytvořen seznam doporučení na zlepšení současného stavu.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 KVALITA

Kvalita je pojem, pod kterým si každým může představit něco jiného, a to i u stejného výrobku, může to být například nízká spotřeba paliva u automobilu pro jednoho zákazníka anebo zrychlení toho samého vozu pro jiného zákazníka. Kvalita je tedy pojem, který určuje, zda je zákazník s výrobkem spokojený.

### 1.1 Definice kvality

Definicí kvality (jakosti) je celá řada, lišící se podle názoru jednotlivých autorů zde jsou uvedeny příklady různých definic.

Podle ČSN EN ISO 9000 **Systémy managementu kvality – Základní principy a slovník**. Český normalizační institut, 2006 je kvalita definována jako stupeň splnění požadavků souborem inherentních charakteristik. Požadavek je chápán jako potřeba nebo očekávání, které jsou stanoveny, obecně se předpokládají nebo jsou závazné. Inherentní znamená existující v něčem, zejména jako trvalá charakteristika, vlastnost.

Kvalita je způsobilost pro užívání.

*(Becharz, 2011, str. 9)*

Jakost je minimum ztrát, který výrobek od okamžiku své expedice společností způsobí.

*(Tagushi)*

### 1.2 Historie vývoje managementu kvality ve dvacátém století

Častoral ve své publikaci rozděluje etapy historického vývoje managementu kvality na následující období toto rozdělení se shoduje s Nenadalem (Nenadal, 2002, str. 21)

**1900 – Model řemeslnické výroby.** Požadavky zákazníka plní řemeslník v bezprostředním styku s ním.

**1920 – Model výrobního procesu s technickou kontrolou.** Přibývá speciální funkce technických kontrolorů.

**1940 – Model výrobního procesu s výběrovou kontrolou.** Základem byly statistické metody technické kontroly.

**1960 – Model regulací výrobních procesů, včetně předvýrobních etap.** Označovaných jako CWQC (Company Wide Quality Control)

**1975 – Model s regulací výrobních procesů s koncepcí TQM.** První náznaky totálního managementu kvality.

**1987 – Model dokumentovaných procesů.** Normy ISO 9000 spočívající v rozsáhlé dokumentaci podnikových procesů

**2000 – Model globální kvality. GQM (Global Quality Management),** který byl měl propojovat management kvality s životním prostředím a bezpečností práce.

*(Častoral, 2015, str. 45)*

### 1.3 Řízení kvality

Podle Pyzdeka a Kellera můžeme ke kvalitě přistupovat podle Demingova přístupu, norem ISO 9000 a totálního managementu kvality (TQM)

Blecharz navrhuje, že firma může aplikovat řízení kvality následujícími způsoby:

- A) Vytvoření svého vlastního konceptu řízení kvality – tento způsob se většinou používá u větších společností, které mají propracovaný a prověřený systém. Tyto systémy v mnohém korespondují s modelem TQM.
- B) Systém na bázi standardů – existuje celá řada standardů, od norem ISO řady 9000 přes odvětvové normy v automobilovém průmyslu až po normy v potravinářství. Tyto systémy mají tu výhodu, že jsou jasně stanoveny požadavky na systém a ověření plnění požadavků se provádí nezávislou certifikací.
- C) Systém na bázi TQM nebo jiných forem komplexního řízení kvality – vychází buď z japonského, amerického nebo z evropského modelu totálního řízení kvality (EFQM). Jde o komplexnější systémy, než je obvyklý QMS podle standartního rozšíření zejména o důraz na lidi v organizaci, ekonomiku kvality, ale také o důslednější realizaci neustálého zlepšování.
- D) Kombinace různých přístupů – nejspíše nejpoužívanější způsob, kdy firma používá více systémů najednou. Například ze začátku firma zavede výrobu výrobku, dle norem ISO a postupem času buď doprovodně anebo pod tlakem na zlepšování začne používat také metody TQM. *(Blecharz, 2011, str. 23)*

#### 1.3.1 Normy ISO 9000

Normy ISO jsou mezinárodní normy, jelikož Česká republika je členem ISO a přejímá normy do své normalizační soustavy pod zkratkou ČSN. Základní normy pro kvalitu mají číselnou řadu 9000 a obsahuje normy ISO 9000, ISO 9001 a ISO 9004.

### **1.3.1.1 ISO 9000:2015**

Popisuje základní pojmy a principy managementu jakosti, které jsou univerzálně použitelné pro:

- Organizace, které usilují trvalý úspěch prostřednictvím zavedení systému managementu jakosti
- Zákazníky hledající důvěru ve schopnost organizace, aby důsledně poskytovala produkty a služby, které vyhovují jejich požadavkům
- Organizacím, které usilují o důvěru v jejich dodavatelském řetězci, že budou splněny jejich požadavky na produkty a služby
- Organizace a zúčastněné strany usilující o zlepšení komunikace prostřednictvím společného porozumění slovní zásoby používané v managementu kvality
- Organizace provádějící posuzování shody podle požadavků normy ISO 9001
- Poskytovatele odborné přípravy, hodnocení nebo poradenství v oblasti řízení kvality
- Vývojáře souvisejících norem

### **1.3.1.2 ISO 9001:2015**

Specifikuje požadavky na systém jakosti, když organizace:

- musí prokázat svou schopnost trvale poskytovat produkty a služby, které splňují požadavky zákazníka a aplikovatelnými požadavky zákonů a předpisů
- chce zvyšovat spokojenost zákazníka, pomocí efektivní aplikace tohoto systému, včetně procesů pro zlepšení systému a zajištění shody s požadavky zákazníka a platných zákonů a předpisů

### **1.3.1.3 ISO 9004:2009**

ISO 9004: 2009 poskytuje návod pro organizace na podporu dosažení trvalého úspěchu přístupu managementu jakosti. Je použitelná pro všechny organizace, bez ohledu na velikosti, typu a aktivitě.

ISO 9004: 2009 není určena pro certifikaci, regulační nebo smluvní používání.

### 1.3.2 Řízení kvality podle TQM

Pojem TQM (Total Quality Management) se začal používat v 70. letech v Japonsku pro celopodnikové řízení jakosti, postupně se tato metody rozšířila do USA, a protože TQM není nijak svázán s normami a předpisy, například k výše zmíněným normám ISO je v současnosti považována spíše za filozofii managementu. S tímto stanoviskem souhlasí i Pyzdek s Kellerem, kteří ukazují na to, že TQM se může použít jako pomůcka při neustálému zlepšování, filozofie hodnot ve společnosti (firmě) anebo se jedná o poválečného hnutí kvality v USA.

Nicméně Total Quality Management se dá definovat jako technika, která klade důraz na řízení kvality ve všech oblastech organizace.

Podle Nenadala TQM zahrnuje 4 základní principy:

- Orientace na zákazníka
- Neustálé zlepšování
- Účast všech – V TQM se považuje za samozřejmost snaha o uspokojování zákazníka a neustále zlepšování procesů, to zahrnuje účast všech úrovní řízení firmy.
- Sociální ohleduplnost – Pokud firma aplikuje TQM, musí neustále sledovat spokojenost svých zaměstnanců, hrát aktivní roli při regionálním nebo místním rozvoji.

(Nenadal, 2002, str.30)

## 1.4 Nástroje zlepšování kvality v podniku

Při použití jednotlivých způsobů řízení kvality v podniku se používají nástroje, které slouží k získání přehledu o činnosti podniku a jeho procesech. Následně tyto nástroje slouží k analýze a neustálému zlepšování podnikových procesů. Patří k nim vývojové diagramy, procesní mapy, diagram příčin a následků a Paretova analýza, histogramy, bodové korelační a regulační diagramy.

### 1.4.1 Vývojové diagramy a procesní mapy

Využívají se pro grafické znázornění procesů. To umožňuje lépe porozumět všem souvislostem mezi jednotlivými činnostmi v procesu a k nalezení problému.



### 1.4.2 Vývojový diagram

- Názorné zobrazení algoritmů a případně stručné zobrazení systému
- Dovoluje názorně formulovat a postup řešení daného problému
- Vývojové diagram upravuje mezinárodní norma ISO 5807
  - Norma specifikuje formu symbolu použité k dokumentaci a poskytuje návod pro jejich aplikaci
    - Ve vývojových diagramech toku dat
    - Ve vývojových diagramech programů
    - Ve vývojových diagramech systémů
    - V síťových diagramech systémů
    - V diagramech zdrojů systému

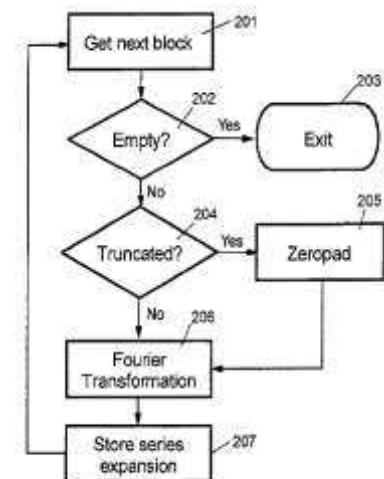


FIG. 2

Obr.1 Vzor vývojového diagramu (IFI CLAIMS Patent Services, ©2017)

### 1.4.3 Procesní mapy

Procesní mapy se používají k přehlednému vyčlenění všech procesů a činností v organizaci, většinou na hlavní procesy, řídicí procesy a podpůrné procesy. Jejich hlavní výhody jsou podle jejich stálosti, vydrží déle než například organizační struktury, ve kterých pracovníci mění své pozice (například z důvodu rekvalifikace), jednoduchost a rychlost průběhu při analýzách (procesní analýza, reengineering, audit).



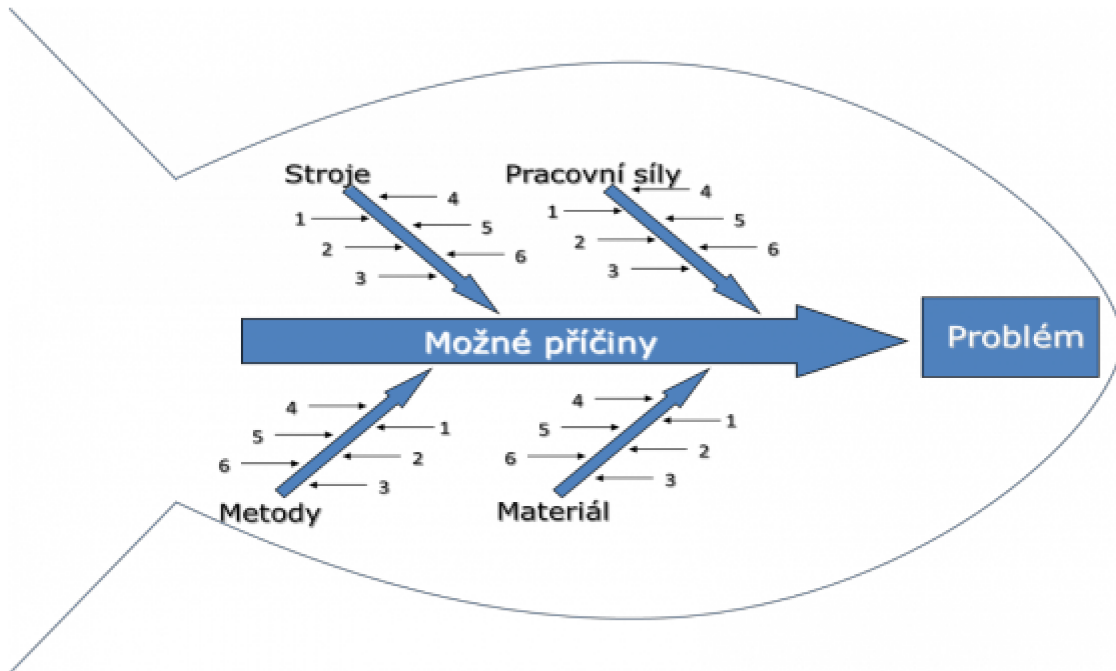
Obr.2 Vzor procesní mapy (KLUG Solutions, s.r.o, ©2017)

#### 1.4.4 Diagram příčin a následků

Dle Blecharze se diagram příčin a následků (tzv. Ishikawa diagram) využívá pro analýzu vztahu příčina-důsledek. Základem je schéma, kdy k následku budeme připisovat hlavní skupiny příčin.

Zde se používají nejčastěji 4 hlavní skupiny tzv. 4M (machine, material, man, methods.) Samozřejmě, skupiny mohou být různorodé v závislosti na situaci, při které se metoda používá. Tyto skupiny příčin jsou poté rozvedeny na další podpříčiny. Jednotlivé položky v diagramu zajišťujeme pomocí otázky „Proč?“. Výsledkem by měl být výskyt tzv. kořenových příčin, které jsou podstatou vzniklého problému a které je třeba odstranit.

(Blecharz, 2011, str.32)

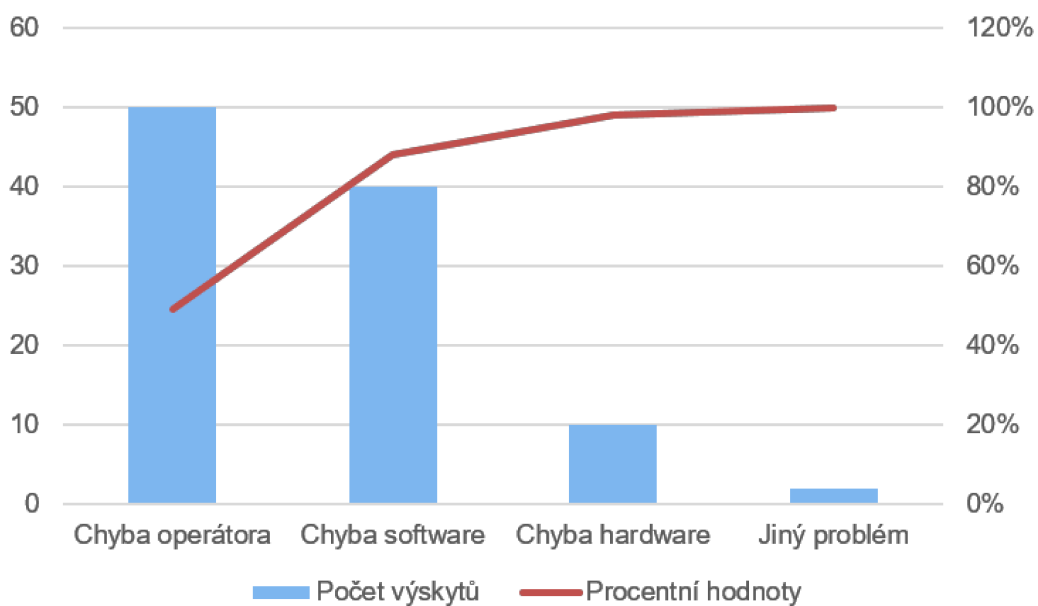


Obr.3 Vzor diagramu příčin a následků (Fosfa a.s., ©2017)

#### 1.4.5 Paretova analýza

Nebo také Paretovo pravidlo bylo vyvinuto ve 20. stol. italským ekonomem Vilfredem Paretem, když studoval rozdělení bohatství mezi lidmi v Itálii. Pravidlo je známé jako 80/20, tzn. že 80 % bohatství je ve vlastnictví pouze 20 % lidí. Ovšem tuto analýzu je možné uplatnit i v oborech, jako je management kvality. Při řešení použijeme Paretoův diagram: Typicky sledujeme počet výskytu jevů (např. Vady, výskyt zmetků během výrobního procesu). Paretoův zákon pak vyjadřuje, že 20 % vad způsobuje 80 % výskytů všech vad. Diagram se sestaví v sestupném pořadí důležitosti, díky čemuž jsou stanoveny prioritní faktory, jejichž eliminací odstraníme 80 % problémů s kvalitou.

(Blecharz, 2011, str. 33)



Obr.4 Vzor Paretova diagramu (Vyuka-excelu.cz s.r.o., ©2017)

#### 1.4.6 Histogramy

Podle Častoral (Častoral, 2015, str. 45) je histogram je sloupcový graf četnosti, který slouží k analýze spojování dat, ty jsou obvykle spojována do intervalů, kdy na svislou osu vyznačíme četnost a na vodorovné se vyznačují intervaly naměřených hodnot. Blecharz dále dodává, že počet intervalů se může lišit průměrně od 8–12 jednotlivých intervalů. Histogram se dále může doplnit o specifikace minimální (LSL) a maximální (USL) povolené odchylky od cílové hodnoty. Tyto odchylky poté pomáhají uživateli stabilitu systému a získat také přehled o tom, zda systém vyhovuje požadavkům zákazníka. Následně podle tvaru histogramu můžeme posoudit stav procesu. Pravidelnost histogramu poté naznačuje, že je proces stabilní. (Blecharz, 2011, str. 34)

Zde jsou uvedeny, některé ojedinělé typy diagramů.

##### 1.4.6.1 Dvourcholový diagram

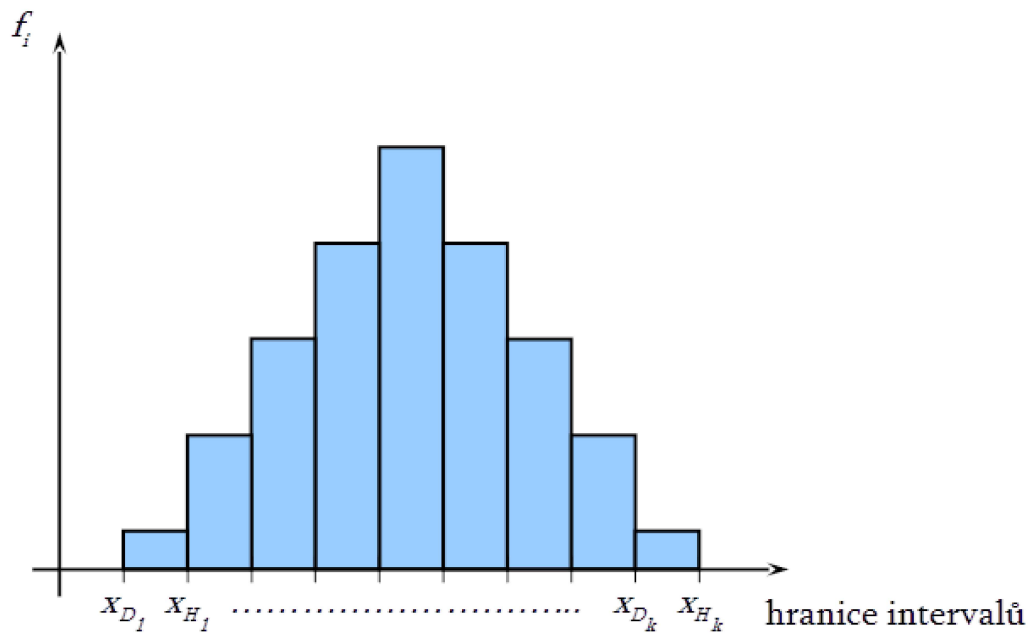
Dvourcholový diagram se objevuje v případě, když to, co zezáčátku považuje pouze za jeden proces se ukáže, jako procesy dva. Jedná se například o použití dat, z ranní a odpolední směny. (Blecharz, 2011, str. 36)

### 1.4.6.2 Nesymetrický diagram

Pokud je histogram nepravidelný lze předpokládat, že na proces působí speciální vlivy (neseřízený stroj, poškozený nebo opotřebovaný stroj apod.) a je nestabilní. (Blecharz, 2011, str. 36)

### 1.4.6.3 Histogram s odlehlými body

Pokud je jeden nebo více sloupců leží mimo hlavní skupinu dat, jedná se nejpravděpodobněji o chybné měření dat (může se jednat i tak triviální chybu jako špatně zapsané výsledky měření do dokumentu odpovědným pracovníkem. (Blecharz, 2011, str. 36-37)



Obr.5 Vzor Histogramu (ikvalita.cz, ©2017)

## 2 VÝROBNÍ PROCES

Proces je podle normy ISO 9000 systém činností, který využívá zdroje pro přeměnu vstupů na výstupy, za vstupy se považují výrobní faktory a výstupem je poté nějaký výrobek nebo služba, s tímto stanoviskem souhlasí i Svozilová, přičemž zároveň dodává, že při je sled činností při, kterém jsou aplikováno intelektuální, manuální působení personálu na postupně vznikající výrobek nebo službu. Definice procesu podle normy ISO a podle Svozilové zní:

*Proces označujeme jako systém činností, který využívá zdroje pro přeměnu vstupů na výstupy, jež mají efekt na zákazníka.*

ISO 9000

*Proces je série logicky souvisejících činností nebo úkolů, jejichž prostřednictvím – jsou-li postupně vykonávány – má být vytvořen předem definovaný soubor výsledku.*

*(Svozilová, 2011, str.14)*

Výrobní procesy probíhají třemi základními etapami: předvýrobní etapa, výrobní etapa a odbytovou etapa. Předvýrobní etapa popisuje přípravu na výrobu výrobku, zahrnuje zajištění technické dokumentace, zajištění a přípravu materiálu, naplánování postupu výroby apod. Ve výrobní etapě dochází k samotné přeměně výrobních materiálů na výrobek a následně odbytová etapa zahrnuje převzetí výrobku z výroby, skladování, balení, expedici atd., každý výrobní proces se skládá z výrobních operací, které se rozdělují podle významu operací ve výrobním procesu: se rozdělují na hlavní výrobní operace tzn. na ty, během kterých dochází k přeměně vlastností výrobku a na vedlejší, kdy se výrobek nemění své vlastnosti. Výrobní procesy se mohou členit z několika hledisek, níže je uvedeno několik případů:

### Typ pracovní síly:

- Pracovní – proces ve kterém hlavní roli vykonává pracovník a stroj vněm slouží jako nástroj nebo pomůcka. Na r procesu na jeho provedení svou energii a volný čas
- Automatický – hlavní roli v něm hraje stroj, člověk slouží jako podpůrná pracovní síla, typickým příkladem automatická linka
- Přírodní – práci v procesu se vykonává díky přirozeným vlivům v přírodě, typickým příkladem je kvašení vína

### Podle opakování výroby

- Přetržitý – výrobky se zpracovávají v jednotlivých odděleních, lze výrobu přerušit
- Nepřetržitý – výroba probíhá plynule, typické pro hutní a chemický průmysl

### Podle ekonomického určení výrobku

- Hlavní činnost podniku – jedná se o výrobu výrobků určené pro odbyt zákazníkům, je to nejvíce početná skupina vyrobených výrobků.
  - Vedlejší výroba – patří do ní výroba náhradních dílů
  - Doplňková výroba – zpracování odpadu vzniklé při výrobě
  - Přidružená výroba – nesouvisí s hlavním výrobním odvětvím podniku, vzniká z důvodu zužitkování nevyužitých výrobních kapacit podniku
- Pomocná výroba – výroba pro vlastní užitek
- Obslužné procesy ve výrobě – jedná se o skladování, doprava výrobků

## 2.1 Metody řízení procesu

### 2.1.1 Six Sigma

Podle Blecharze je Six Sigma úplný a flexibilní systém dosahování, udržování a maximalizace obchodního úspěchu. Historie této metody je spjatá s firmou Motorola, protože tato společnost vymyslela původní koncept této metody. Z důsledku konkurence ztrácela firma rychle své pozice na trzích a neustále přicházela tržní podíl. V roce 1987 byl ovšem navržen nový přístup s cílem dosáhnout dokonalé kvality. Definice Six Sigmy zní:

*Six Sigma je úplný a flexibilní systém dosahování, udržování a maximalizace obchodního úspěchu.* (Blecharz, 2011, str.77)

Pyzdek s Kellerem dodávají, že pokud je metoda ve firmě správně aplikovaná metoda Six Sigma je pro firmu zisková. Dále správně aplikovaný program Six Sigma oslovuje hlavní problémy, se kterými se společnosti setkají v TQM. Podle Kellera je cílem aplikace metody Six Sigma uplatňování rozhodnutí na základě nasbíraných dat ve všech úrovních organizace, zaměřující se na výhody pro zákazníky, zaměstnance, akcionáře a dalších zájmových skupin.

(Keller, 2013, str.52)

Blecharz dále rozčleňuje Six Sigma ze dvou pohledů:

1. Z manažerského pohledu
  - a. Efektivní projektový management, který využívá statistické metody a další nástroje řízení kvality
  - b. Systematická metodika
2. Z pohledu měření
  - a. Statistický koncept měření
  - b. Výkonnost procesu (*Blecharz, 2011, str. 77*)

### 2.1.2 Štíhlé procesy

Podle Blecharze jsou štíhlé (lean) procesy zaměřeny na rychlost, efektivnost a eliminaci ztrát. Aplikací nástrojů Lean lze najít a eliminovat zbytečné kroky ve výrobním procesu a odstranit zbytečné náklady. S aplikací metody lean souvisí tvorba procesních map, které slouží k získání přehledu o výrobním procesu. Definice Lean zní následovně:

*Lean je sdružením principů a metod, jež se zaměřují na identifikaci a eliminaci činností, které nepřinášejí žádnou hodnotu při vytváření výrobků nebo služeb, jenž mají sloužit zákazníkům procesu.*

*(Svozilová, 2011, str.32)*

Svozilová dále dodává principy, ze kterých vychází užívané přístupy Lean

- Určení hodnoty z pohledu zákazníka – hodnota je výrobek nebo služba, která uspokojuje potřebu zákazníka, je mu poskytnuta v čase a v ceně odpovídajících jeho představám
- Identifikace činností, které se podílejí na postupném vytváření hodnoty – proces je složen z kroků, které se odrážejí na tvorbě hodnoty
- Uvedení procesu do pohybu
- Řízení potřebami zákazníka – proces vzniká z důvodu potřeby dodání konkrétního výrobku nebo služby
- Snaha o dosažení dokonalosti – představuje snahu o snížení úsilí, času, nákladu, potřebného prostoru, chyb a závad, při vytváření předmětů nebo poskytování služeb

*(Svozilová, 2011, str.32)*



### 2.1.2.1 *Plýtvání ve výrobním procesu*

Nejčastější případ použití metody Lean je eliminace plýtvání ve výrobě. Jednotlivé druhy plýtvání autoři popisují následovně: čekání, nadvýroba, přepracování, pohyb, přemísťování zpracování, skladování a intelekt.

**Čekání** – Jedná se například o čekání na získání informací před rozhodnutím, čekání polotovaru na vstoupení do další operace, časové odezvy během schvalovacích procedur apod.

**Nadvýroba** – vyšší produkce výrobků, než je firma schopná prodat. Nepoužívané kopie dokumentů atd.

**Přepracování** – použití chybných údajů, informací, překlepy při tvorbě dokumentace. Špatně zpracované dokumenty nebo formuláře. Dále se jedná o nepozornost, zapomenutí části výrobního postupu.

**Pohyb** – zbytečný pohyb mezi stroji ve výrobě, hledání nástrojů a pomůcek k výrobě. Cesta na pracovní jednání, služební cesta (za předpokladu, že lze použít další nástroje komunikace) apod.

**Přemísťování** – zbytečný pohyb výrobků ve výrobě, přemísťování technické dokumentace. Přesun nástrojů z pracovišť, ke kterým jsou přiděleny apod.

**Zpracování** – nejasný popis pracovního postupu, nepotřebné kroky výrobního procesu, nadměrné množství schvalovacích procedur apod.

**Skladování** – nadbytečné informace, nepotřebné údaje v databázích, zbytečné skladování materiálu, skladování hotových výrobků

**Intelekt** – vykonávání práce osobou s vyšší kvalifikací, z důvodu neexistující dokumentace procesu a nástrojů podporující výkon jednoduchých kroků. Příliš komplikované nástroje pro běžnou práci.

*(Svozilová, 2011, str.34)*

## 2.2 Zmetkovitost ve výrobním procesu

V každém výrobním procesu v podniku hrozí vznik zmetku, jedná se o výsledky výroby neodpovídající normě, požadavkům zákazníka nebo estetickým požadavkům na daný výrobek.

Zodpovědnost za vznik zmetků má ve výrobě většinou zaměstnanec, ovšem mohou nastat i případy, kdy zaměstnanec nemůže přímo ovlivnit vzniknutí zmetku (např. Nekvalitní materiál). Proto zaměstnanec odpovídá pouze za zmetky, které vznikli příčinou nekvalitní práce na pracovišti. V takovém případě může zaměstnavatel požadovat náhradu škody po zaměstnanci do výše čtyřapůlnásobku jeho platu, plnou úhradu škody zaměstnavatel má právo požadovat po zaměstnanci, pokud byla způsobena v opilosti nebo při užití návykových látek. Podnik se snaží snižovat šanci vzniku těchto zmetků důkladným školením zaměstnanců a případnou standardizací výrobním postupů.

Zmetky ve výrobě dále vznikají z příčin chyb ve výrobním procesu nebo nesprávného technologického postupu, tyto vady ve výrobním procesu mohou firmy řešit aplikací nástrojů PI, přehodnocením jejich výrobního postupu, investicí do nových technologií a výzkumu atd.

Snižování zmetkovitosti ve výrobním procesu je nikdy nekončící proces, ve kterém se používají jak nástroje řízení kvality, tak i nástroje procesního řízení, které byli popsány dříve.

### 3 MATERIÁL

Společnost HAMAG, spol. s r.o. se zabývá odléváním výrobků především ze slitin hliníku, mědi a z oceli. Níže jsou proto představeny vlastnosti jednotlivých materiálů a normy stanovené k jednotlivým materiálům. Firma může vyrábět i z jiných materiálů, nicméně tyto případy jsou řešeny individuálně se zákazníkem.

#### 3.1 Šedá litina

Šedá litina je materiál s volně vyloučenými grafitovými lupínky v železe. Má velmi vysokou pevnost v tlaku, dobře tlumí vibrace a rázy. Je také dobře obrábitelná. Jedná se o slitinu železa, uhlíku (obsah uhlíku je 2,5 – 3,5%) a dalších prvků jako je síra, mangan, křemík nebo fosfor. Taví se v elektrických pecích nebo kuplovných přetavením šedého surového železa litinového šrotu, poté se tavenina odleje do pískovcových forem, kde tuhne.

Použití šedé litiny se nejčastěji najde v automobilovém průmyslu, stavebním průmyslu, kanalizace a ústřední topení.

#### 3.2 Tvarná litina

Chemické složení tvárné litiny je velmi podobné jako složení šedé litiny s lupinkovým grafitem, jeho primárními prvky jsou uhlík, křemík, mangan, fosfor a síra. Dále obsahuje jeho očkující (modifikační) přísady, ve většině případů se jedná o hořčík. Dále tvárná litina může obsahovat materiály předslitin, pokud jsou použity při její výrobě nebo také jako legující přísady. Jedná se především o nikl, měď, molybden, cín, titan, chrom apod. Další skupina materiálů jsou prvky, které se do výroby dostaly z výchozích surovin při druhování a jsou nežádoucí. Například se jedná o olovo, vizmut, arzen, hliník, bor a zirkon.

Primární prvky ve tvárné litině se vyskytují ve složení 3,65 % uhlíku, 2,4 % křemíku, 0,01 % síry, 0,02 % fosforu a 0,40 % manganu. Přitom vzájemná působnost uhlíku a křemíku je významná a je nutné ji brát v potaz. Procentuální množství uhlíku a křemíku se také liší podle toho jakou tloušťku stěny odlitky mají, u komerčně vyráběných odlitků se obsah uhlíku pohybuje v rozmezí 3 % - 4 %. Obsah křemíku je optimální udržovat v rozsahu 3,5 % - 4 % u tenkostěnných odlitků, kdy se tloušťka stěny pohybuje kolem cca 3,5mm, tak pro tlustostěnné odlitky (nad 40 mm) se obsah křemíku pohybuje pod hranicí 3,5 %.

Během výrobního procesu je nutné počítat s tím, že během tuhnutí je tvorba grafitu doprovázena objemovými změnami a množství uhlíku a křemíku se snižuje, tímto se zvětšuje

smrštění a potřeba doplňovat tekutý kov. Ve tvárných linkách se většinu udržuje obsah křemíku mezi 1,80 % až 2,80 %, je možný i značně vyšší rozptyl podle toho o jaký typ tvárné litiny se jedná.

*(Otahal, str.22–24)*

### 3.3 Slitiny hliníku

Hliník je nejrozšířenější kov v zemské kůře, jedná se o lehký a tvárný kov s dobrou vodivostí elektrického proudu (cca 60 % vodivost mědi). Teplota tání hliníku je nižší než například v případě oceli, pohybuje se v teplotě 660°C, přitom teplota jeho rekrystalizace je výrazně ovlivněn čistotou vzniklé slitiny (za technický hliník se považuje materiál s čistotou 99,3 % - 99,8%). Hustota hliníku je 2698 kg/m<sup>3</sup>. Hliník je ve vzduchu stálý, odolává dobře mořské vodě a je neutrální vůči oxidačním roztokům soli a koncentrované kyselině dusičné, ale částečně se rozpouští v kyselině sírové a neodolá silnějším zásadám, je také nemagnetický a je možné ho recyklovat.

Slitiny hliníku jsou ve slévárenském průmyslu určeny hlavně k výrobě odlitků litím do písku, kovových forem nebo tlakově. Většinou mají obsah legujících prvků ve formě tuhého roztoku a jejich obsah nepřekročí hodnotu vyšší než 10 % z celkového obsahu. Nejznámější z těchto slitin je slitina s mědí a hořčíkem tzv. dural, vyznačuje se mnohem větší tvrdostí a pevností ve srovnání s čistým hliníkem, se zachováním nízkou hmotností a odolností proti atmosférickým vlivům. Mezi další typy patří slitiny hliníku s hořčíkem, křemíkem, manganu nebo lithia. Níže jsou popsány některé příklady slitin hliníku.

- **Slitiny hliníku a hořčíku (Siluminy):** Siluminy jsou dobře odolné proti korozi, nejlepší vlastnosti mají siluminy se složením cca 12 % Si. Ovšem pro výrobky, které mají složitější strukturu se používají jen zřídka.
- **Slitiny hliníku, mědi a hořčíku (Duraly):** Tyto slitiny dosahují po vytvrzení značné pevnosti. Jejich výhodou je přirozené stárnutí, ale jsou málo odolné proti korozi.
- **Slitiny hliníku a manganu:** Tyto slitiny mají výbornou odolnost vůči korozi, zejména v mořské vodě, a tak mají značný význam jako konstrukční materiály ve strojírenství a chemickém průmyslu.

- **Slitiny hliníku, hořčíku a křemíku:** Oproti slitin hořčíku a hliníku jsou dobře tvárné a svařitelné a dají se vytvrdit. Jsou dobře odolné vůči korozi. Tyto slitiny jsou používají zejména v letectví a stavebnictví.
- **Slitiny hliníku, zinku, mědi a hořčíku:** Jedná se o nejpevnější verze slitin hliníku, jsou dobře stálé ve vzduchu a mají dobré mechanické vlastnosti. Jejich hlavní nevýhodou je nízká odolnost vůči korozi pod vyšším napětím. Na rozdíl od duralů mají vyšší vrubovou citlivost a nižší lomovou houževnatost.
- **Slitiny hliníku a lithia:** Jelikož lithium je vysoce reaktivní prvek, který snadno oxiduje ve vzduchu jsou tyto slitiny taveny v ochranné atmosféře argonu nebo ve vakuu. Výhodou těchto slitin je nižší hmotnost a zvýšení modulu pružnosti v tahu, pevnost v tahu je srovnatelná s duraly.

### 3.4 Slitiny mědi

Měď je kov s charakteristickou červenou barvou s bodem tání 1083 °C a hustotou 8,93 g/cm<sup>3</sup>. Dobře se rozpouští kyselině dusičné, kyselině sírové a kyselině selenové. Zároveň dobře vede elektrický proud a teplo. V přírodě se může nacházet jak ryzí, tak i v podobě rud. Mezi nejznámější slitiny mědi patří bronz, mosaz a další.

#### 3.4.1 Bronz

Bronz je jedna z nejdůležitějších materiálů, které kdy člověk objevil. Jedná se o slitinu mědi a cínu, dále se přidává také zinek, olovo, železo, stříbro a mangan. Obsah cínu ve slitině a její další příměsi zároveň ovlivňují barvu bronzu (viz. tabulka). Rozlišit bronz můžeme podle toho o jaký druh materiálu je do slitiny použit.

Rozlišujeme:

1. **Cínová bronz** – obsahuje nejméně 20 % cínu, kdy součet mědi a cínu má být minimálně 99 %. Zpracování cínové bronzu značně závisí na procentuálním množství cínu ve slitině, pokud bronz obsahuje méně než 10 % cínu z celkové hmotnosti slitiny, lze ji opracovávat tvářením. Naopak pokud obsahuje 10 % a více, slitina se opracovává litím.
1. **Tvářená cínová bronz** – obsahují nejčastěji 6-9 % cínu, při výrobě často dochází k oxidaci, což nepříznivě ovlivňuje vlastnosti bronzu. Kyslík se odstraní přísadou několika setin procenta fosforu (bronz fosforový). Čím menší množství fosforu

slitina obsahuje, tím lepší má bronz vlastnosti. Jen za výjimky, kdy je požadována vysoká pevnost a odolnost se obsah fosforu pohybuje kolem 0,3 %.

2. **Hliníková bronz** – obsahuje nejčastěji 5 % hliníku, přidáním hliníku se zvyšuje pevnost a 3. tvrdost slitiny. Hliníková bronz je odolná vůči korozi a odolává žáru do 800°C. Zároveň je odolná vůči kyselinám a louhům, a proto je vhodná do agresivního prostředí.
3. **Manganová bronz** – používají se hlavně na materiály měřicí odpory (etanoly, kompenzační měření apod.
4. **Niklová bronz** – stejně jako manganová bronz se niklová bronz používá na měření. Je též materiál na výrobu termoelektrické články.
5. **Olověná bronz** – jsou slitiny mědi s olovem, přitom obsah olova je nejvýše 38 % a dalšími kovy (hlavně cín, někdy i zinek nebo mangan). Olověné bronzy se hlavně používají jako ložiskové kovy. Z olověných bronzů se buď odlévají celé ložiskové pánve nebo se jimi vylévají ocelové pánve. Pánve vylité olověným bronzem se používají pro velmi namáhaná ložiska, kde je měrný tlak větší než 100kp/cm<sup>2</sup>.
6. **Červená bronz** – jsou slitiny mědi, cínu, zinku a olova. Jsou určeny pro případy, kdy není vhodná šedá litina kvůli nízké odolnosti vůči korozi.
7. **Beryliová bronz** – materiál pro výroby nemagnetických korozivzdorných pružin, nejkřídících nástrojů i při výrobě ložisek

### 3.4.2 Mosaz

je slitina mědi a zinku (4-40%), stejně jako bronz barva mosazi se mění podle obsahu přídavky ve slitině (viz. tabulka). Tvrdost, pevnost a chemická odolnost mosazi je menší než u mědi a bronzu. Nicméně k přednostem mosazi patří dobrá obrabitelnost, korozivzdornost a slušná vodivost. K získávání mosazi se používá kolem 25 % procent produkce mědi. Interval tuhnutí mosazi je 880–950°C, teplota lití je 1050°C. Během výroby se mosaz povrchově upraví, aby odpovídala požadovanému vzhledu, nejčastěji se leští, lakuje a kartáčuje. Pokud si mosaz má udržet zlatou barvu, je nutné pravidelně odstraňovat zoxidovanou vrstvu. K tomu se používají běžně dostupné prostředky jako Sidol, Aurex apod.

### 3.5 Ocel

Ocel je slitina železa, uhlíku a legujících prvků s obsahem méně než 2,4 % uhlíku. Jedná se o jeden z nejčastěji používaných materiálů, lze ji pomocí tepelného nebo tepelně-mechanického zpracování upravit tak, aby odpovídala zamýšlenému použití. Ocel se taví přibližně 1539 °C a její hustota je 7850 kg/m<sup>3</sup>. Zpravidla se ocel vyrábí odstraňováním grafického uhlíku ze surového železa. Firma vyrábí následující typy oceli.:

- **Uhlíkové a svařitelné oceli:** Vlastnosti uhlíkové oceli jsou ovlivněny obsahem uhlíku, čím větší je podíl uhlíku v oceli tím více roste tvrdost materiálu, zároveň ale klesá tažnost. Stejně jako nerezová ocel je odolná vůči korozi a díky tomu bývá uhlíková ocel často používána jako materiál v průmyslu (sedlová hrdla, příruby apod.), můžeme se snít ovšem i setkat jako materiál na výrobu čepelí do nožů nebo dalších kuchyňských přístrojů. Obecně se za svařitelnou ocel považuje ocel s obsahem uhlíku do 0,2 %. Pokud ocel obsahuje více než 0,3 uhlíku je ocel nevhodná ke svaření
- **Nízkolegované oceli:** Za nízkolegované oceli se považují ty, u kterých je množství legujících prvků nižší než 5 % z celkové hmoty oceli. Nízkolegované oceli mají velmi podobné vlastnosti než oceli, které legované nejsou na rozdíl od toho, že jsou vhodné pro tepelné zpracování. Touto úpravou je možné ovlivnit mechanické vlastnosti oceli
- **Korozivzdorné oceli:** Korozivzdorná ocel je slitina chromu, niklu a železa, jejíž nejdůležitější vlastností je její odolnost vůči korozi. Většinou se skládá z 10,5 – 30 % chromu, do 2,5 % manganu nebo do 30 % niklu a zároveň z určitého množství dalších prvků.
- **Žárovzdorné oceli:** Tyto oceli si zachovávají své vlastnosti i při vysokých teplotách (750–1200°C), její žárovzdornost způsobuje chrom, a to vytvořením ochranným povlakem oxidů, další prvky, které pozitivně působí na žárovzdornost patří křemík a hliník. Výše teploty, ve které se materiál může používat, záleží na procentuálním poměru chromu ve slitině. Žárovzdorná ocel slouží k výrobě k zařízení určených k práci ve vysokých teplotách, jako jsou například výfukové ventily ve spalovacích motorech.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**



## 4 CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI HAMAG, S. R. O.

### 4.1 Historie

Společnost HAMAG byla oficiálně zapsána v obchodním rejstříku v Brně v roce 1991, nicméně historie prostor slévárny sahají až do třicátých let minulého století, kdy slévárna byla založena Tomášem Baťou za účelem výroby obuvnických a obráběcích. V roce 1948 se firma rozdělila na výrobní podniky SVIT, RUDÝ ŘÍJEN a ZPS, kterých se stala slévárna součástí. Postupně byla slévárna zmodernizována, byli přidány indukční pece, formovací stroje a centrální přípravná formovacích směsí.

Během své více než své 15leté historie se slévárna neustále snaží zlepšovat své výrobní postupy a rozšiřovat svůj sortiment. Firma se zároveň zapojila do Operačního programu Podnikání a Inovace pro podporu regionálního rozvoje, kdy zmodernizovali značnou část svých technických a výrobních zařízení z důvodu zvýšení produktivity a uspokojení požadavků svých zákazníků. Firma plánuje rozšířit své skladové prostory a zázemí pro údržbu strojů a zařízení.

### 4.2 Základní údaje o společnosti

Společnost HAMAG, spol. r.o., je vedena v obchodním rejstříku jako společnost s ručením omezeným pod identifikačním číslem 440 04 478. Při jejím založení v roce 1991 byl počáteční vklad do společnosti 100 000 Kč. Výrobní hala společnosti se nachází v areálu Svitů ve Zlíně a v současnosti firma zaměstnává přes 40 zaměstnanců.

### 4.3 Výsledek hospodaření společnosti HAMAG, spol. s r.o.

Hlavní předmět podnikání je společnosti je prodej odlitků z vlastní výroby, během období 2009–2015 byl nejnižší výsledek hospodaření v roce 2009, nejspíš díky nižším tržeb za vlastní výrobky. Po roce 2009 se začal obrat společnosti stoupat, až dosáhl vrcholu v roce 2011. Předpokládám, že tento vývoj má souvislost se světovou hospodářskou krizí, která začala v roce 2008 a firma se postupně vzpamatovávala spolu s trhem, ovšem během podrobnějších analýz se jedná o pouhou spekulaci.

Během let 2011–2015 se byli výkyvy již méně výrazné na rozdíl od předchozích let. v roce 2012 došlo k poklesu na hranici 4748 tis. Kč, kdy došlo ke snížení zisku za provozní činnost, což se projevilo na výsledku. V roce 2013 dosáhl výsledek hospodaření vrcholu během sledovaného intervalu, poté došlo ke znovu ke snížení. Zda tento trend bude pokračovat a zda

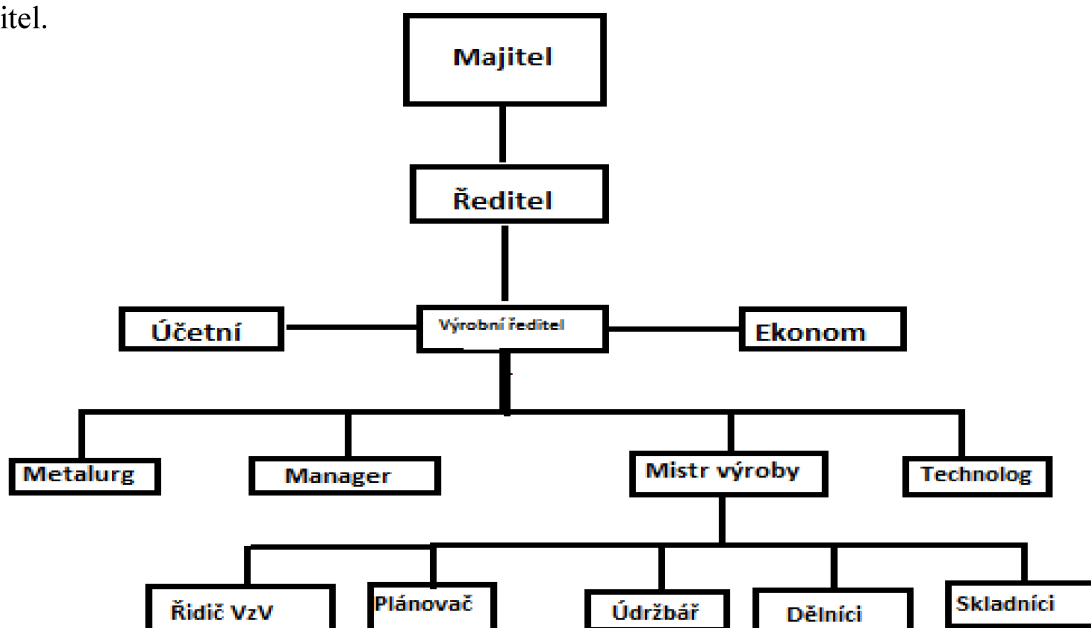
se výsledek hospodaření bude pohybovat v intervalu 5 000 tis. Kč – 8000 tis. Kč ukáží až další roky.



Obr.6 Výsledek hospodaření za rok 2009–2015 (vlastní zpracování – interní zdroje)

#### 4.4 Organizační struktura společnosti

Organizační struktura společnosti HAMAG, s. r. o. je lineární, jedná se o strukturu, která se používá v menších podnicích s nízkým počtem zaměstnanců, nejvyšší funkci ve společnosti zastupuje ředitel společnosti. Činnost ve firmě je rozdělena na jednotlivá oddělení, které vykonává přiřazenou funkci. Firma využívá následující oddělení: obchodní oddělení, technologické oddělení, metalurgii, ekonomické oddělení a výrobní úsek má na starosti výrobní ředitel.



Obr.7 Organizační struktúra společnosti (vlastní zpracování – interní zdroje)

## 4.5 Zákazníci

Odběratelé společnosti jsou většinou výrobní podniky, které od firmy vykupují odlitky k dalšímu zpracování. Mezi významné zákazníky patří společnost Tajmac – ZPS, BBA PUMPS a další.

Tajmac – ZPS: - společnost Tajmac se zabývá výrobou obráběcích center, soustruhů a dlouho točných automatů. Historie firmy sahá až do roku 1903, kdy byla založena první strojnická dílna ve firmě Baťa, během 20. století firma rozšiřovala svůj sortiment a své prostory, v roce 2000 se firmu převzal nový majitel a firma funguje pod současným názvem. Společnost HAMAG, dodává této firmě polotovary součástek na výrobu svého sortimentu.

BBA Pumps – je mezinárodním výrobcem přenosných čerpadel. V ČR se výrobní závody firmy BBA Pumps nacházejí v Běloušíně v Olomouckém kraji. Podnik BBA se více než 60.let zabývá výrobou pohyblivých čerpacích systémů, její závody v ČR zaměstnávají více než 200 zaměstnanců, který zajišťuje výrobu, servis a podporu pro jejich výrobky. Společnost HAMAG, spol. s.r.o. vyrábí pro firmu BBA Pumps hlavně polotovary součástek do čerpadel, ale také součástky pro další výrobky.

VT Hadice plast, - je slovenská firma zabývající se výrobou hydraulických hadic, koncovek, hydraulických válců, spojek, kovoobráběním a dalšími činnostmi dle přání zákazníka.

Bři.Švarcové – jedná se o firmu s více než 17letou tradicí, zabývá se výrobou strojů pro stavební klempíře.

## 4.6 Konkurence

Nejvýznamnější konkurenti pro společnost HAMAG s.r.o. jsou firmy, které jsou schopny vyrábět stejný sortiment výrobků, které společnost vyrábí. Jedná se především odlitky ze šedé slitiny, oceli, hliníku, mědi atd. a nacházejí se ve stejné lokalitě, jako společnost HAMAG (tzn. Zlínský kraj). Do konkurence lze zařadit firmy: Anah Prostějov, ZPS – Slévárna, a.s. Slévárna Vsetín, a další slévárny ve Zlínském kraji. Firma si ovšem udržuje své zákazníky díky spolehlivostí dodržováním termínů dodání, důkladnou kontrolou výrobků před expedicí a jejich přístupem ke komunikaci se zákazníky a propagací jejich výrobků.

## 5 VÝROBA

### 5.1 Výrobní sortiment

Firma nabízí výrobu odlitků z šedé a tvárné litiny, ze slitin mědi (bronz, mosaz), ze slitin hliníku a z různých druhů oceli (uhlíková, svařitelná, nízkolegovaná, korozivzdorná a žáruvzdorná. V jejich nabídce jsou následující produkty a služby:

- Kusová výroba odlitků do hmotnosti 400 kg
- Malosériová produkce do hmotnosti 50 kg
- Úprava dodaných modelů
- Výroba nových modelových zařízení
- Opracování s kooperací se zákazníkem a kompletní servis výrobků
- Atestace odlitků dle TDP
- Výroba kotlů
- Konzultační a poradenská činnost
- Výroba odlitků mimo technického možnosti
- Zajištění dopravy odlitků

### 5.2 Výrobky

Výrobky se ve společnosti HAMAG, spol. s r.o. třídí podle druhu materiálu, ze kterých byli vyrobeny (šedá litina, tvárná litina, bronz, hliník a různé druhy oceli.

#### 5.2.1 Výrobky z šedé litiny

1 Násypka



Obr.8 Násypka 5,50 kg

2 Oběžné kolo



Obr.9 oběžné kolo; 11,00 kg

3 Ventil



Obr.10 Ventil; 13,00 kg

4 Těleso čerpadla



Obr.11 těleso čerpadla; 50,00 kg

5 Těleso čerpadla (2)



Obr.12 Těleso čerpadla; 80,00 kg

6 Těleso čerpadla (3)



Obr.13 Těleso čerpadla; 150,00 kg

### 5.2.2 Výrobky z tvárné litiny

1 Hořák



Obr.14 Hořák; 1,80 kg

2 Lopatka



Obr.15 Lopatka; 8,00 kg

3 Oběžné kolo



16 Oběžné kolo; 7,00 kg

4 Oběžné kolo



Obr.17 oběžné kolo; 20,00 kg

5 Konzola



Obr.18 Konzola; 2,00 kg

### 5.2.3 Výrobky vyráběné ze slitin mědi

1 Mezikus



Obr.19 mezikus; 2,00 kg

2 Ozubené kolo



Obr.20 ozubené kolo; CuSn10; 32,00 kg

3 Ozubené kolo (2)



Obr.21 ozubené kolo; 32,00 kg

4 Raznice



Obr.22 raznice; 0,05 kg

5 těleso čerpadla



Obr.23 těleso čerpadla; 12,00 kg

#### 5.2.4 Slitiny hliníku

1 Výtlačné koleno



Obr.24 výtlačné koleno; 1,20 kg

2 Ventilátor ruka



Obr.25 ventilátor; 1,60 kg

3 Příruba



Obr.26 příruba; 1,00 kg

4 Výtlačné koleno



Obr.27 výtlačné koleno; 1,00 kg

## 5.2.5 Ocel

### 5.2.5.1 Výrobky z uhlíkové a svařitelné oceli

1 Držák



Obr.28 držák; 6,00 kg

2 Konzola



Obr.29 konzola; 10,00 kg

3 Radlička



Obr.30 radlička; 2,00 kg

4 Zabírací páka



Obr.31 zabírací páka; 4,00 kg

### 5.2.5.2 Výrobky z nízkolegované oceli

1 Vedení pera



Obr.32 vedení pera; GS-20Mn5; 16,00 kg

2 Rameno



Obr.33 rameno; GS-20Mn; 25,00 kg



### 5.2.5.3 Výrobky z žáruvzdorné oceli

1 Segment



Obr.34 segment; 20,00 kg

2 Rošt



Obr.35 rošt; 10,00 kg

### 5.2.5.4 Výrobky z korozi-vzdorné oceli

1 Těleso



Obr.36 těleso; 30,00 kg

## 5.3 Postup výroby

1. **Dodání výkresové dokumentace** – firma získá výkresovou dokumentaci odlitku buď od zákazníka anebo si ji sama vytvoří na základě objednávky.
2. **Opustopování výkresu** – technolog popíše výkres, podle výrobního postupu
3. **Výroba modelového zařízení** – po konečných úpravách technického výkresu se vyrobí model pro výrobu určeného odlitku, model odlitku je pomůcka, která slouží k výrobě forem. Má tvar odlitku zvětšený o přírůstek a jedná se o první a nejdůležitější krok ve výrobním procesu ve slévárenství. Modely se vyrábí většinou z plastu, ale mohou se vyrábět i ze dřeva nebo kovu. Modely mohou být dělené nebo nedělené.
4. **Rozměrová kontrola modelového zařízení** – dělník kontroluje míry modelu, aby odpovídaly mírám na technickém výkresu.
5. **Výroba jader** – jádra se vyrábí v jaderníku (trvalé formy pro výrobu jader), jádra jsou součástí formy a slouží k výrobě dutiny odlitku. Dělí se na jádra dělená a nedělená, přitom se častěji používají jádra dělená k snadnějšímu odejmutí z jaderníku.

6. **Výroba formy** – základní materiály pro výrobu forem jsou formovací materiály, jako jsou přírodní písky, hlíny, bentonit, tuha, uhelný prach a organické látky. Formovací materiál se rozděluje na pojivo (modelový písek, slévárenský písek apod.) a ostřiva (křemen, magnezit, šamot). Formy mohou být buď trvalé (hromadná výroba) nebo polotrvalé (sériová výroba) a netrvalé (pískovcové formy pro jednorázové použití). Ve firmě HAMAG, spol. s r.o. se uplatňuje ruční i strojová výroba betonových forem, formovací materiál se ve formovacím rámu zhutní a zpevní. Během manipulace s formou ji rám dále chrání, rám formu před poškozením.
7. **Metalurgie, tavení předepsaného materiálu** – tavením nazývá přechodem kovů z pevného skupenství na kapalné, to se děje za pomoci 3 indukčních pecí s kapacitou 300 kg, které jsou určeny pro odlévání šedé a tvárné litiny a 2 indukčních pecí pro tavení oceli o kapacitě 600 kg. Teplota tavení je dána typem materiálu.
8. **Odlití materiálu do formy** – po roztavení materiálu, dělníci pomocí jeřábu přesunou nádobu s taveninou k formám, odlévání poté probíhá za kontroly 2-3 dělníků
9. **Tuhnutí formy** – doba tuhnutí závisí na několika faktorech: typ materiálu, rozměry odlitku, teplota taveniny, teplota okolního prostředí apod.
10. **Chladnutí formy** – doba chladnutí formy podobných faktorech jako je tuhnutí formy patří mezi ně: typ materiálu, velikost a tvar odlitku, teplota apod.
11. **Vytloukání výrobky z formy (apretace odlitku)** – po vychladnutí se forma dopraví na vytloukací rošt, kde se odlitky oddělí od formy, poté se z odlitků odstraní zapečetěná formovací směs nebo případě ocelových výrobků se tepelně zpracují.
12. **Odstranění přetokové soustavy, přetoky, nálitku** – pracovníci odřežou od odlitku všechny součásti, které sloužili při odlévání materiálu do formy
13. **Obroušení výrobku** – po odstranění přetokových soustav se výrobek přesune do brusírny kde brusiči výrobek obrousí do jeho finální podoby.
14. **Vizuální kontrola výrobku** – kontrolují se správné rozměry výrobku, hledají se možné vady a kontroluje se vizuální stránka výrobku
15. **Naskládání do palet a balení** – 2 dělníci poté obroušení výrobky připraví na expedici k zákazníkovi, výrobky se naskládají do palet, zabalí se a připraví na příjezd zákazníka
16. **Expedice** – Firma dováží svým zákazníkům výrobky jen zřídka, protože si odběratelé přijíždějí vyzvednou své zboží do slévárny.

## 6 ZMETKOVITOST VE VÝROBNÍM PROCESU

Během výroby se bere důraz na to, aby výrobky odpovídali vlastnostem požádaných zákazníkem. Firma se řídí podle standardů pro jednotlivé materiály, každý odlitek je před expedicí zkontrolován. Během výrobního procesu jsou výrobky postupně roztríděny na tři skupiny: výrobky bez chyby které se prodají zákaznickovy. Výrobky, které se musí upravit podle níže uvedených postupů a zmetky.

Za zmetky ve společnosti HAMAG, spol. s r.o. se považují ty které nevyhovují technologickým požadavkům a požadavkům zákazníka na daný výrobek. Tyto výrobky se poté vrátí zpět do výroby, kde poslouží jako surovina do tavicích pecí.

### 6.1 Vady vzniklé ve výrobním procesu

Zmetky ve výrobě vznikají z různých příčin, většinou se jedná o vady, které narušují funkčnost nebo vzhled výrobku. Každý vada výrobku je ojedinělá a vzniká v jiné části výrobního procesu, nicméně jednotlivé vady se dají kategorizovat do těchto sedmi druhů:

#### 6.1.1 Přesazený odlitek

K přesazení odlitku může dojít, když při skládání formy dojde k posunutí rámu nebo formy. Přesazení, pokud je mírné (přesnější hodnoty záleží na posouzení technologa a typu výrobku) se dá upravit tím, že brusič zabrousí vzniklý schodek.

#### 6.1.2 Uzavřený plyn

Během lití taveniny, z formy nebo jádra se uvolňuje plyn který způsobí po ztuhnutí abnormalitu na povrchu výrobku. Tato vada se vyznačuje kruhovým tvarem na povrchu, závažnost této vady se liší podle druhu výrobku. Pokud technolog označí vadu za opravitelnou, vzniklou vadu se zavaří.

#### 6.1.3 Uplavané jádro

Když jádro není pevně usazeno ve formě (nemá zámek) hrozí jeho posunutí. Tato vada je neopravitelná a výrobek musí být posouzen jako zmetek.

#### 6.1.4 Uvolnění části formy

Během tvorby formy, přípravě formy k lití se neopatrnou manipulací s formou se její část posune nebo odpadne to může vést k přesazení výrobku, vzniku otvoru na povrchu odlitku apod. Tato vada se může opravit vybroušením nebo svařením.

#### 6.1.5 Vada vzniklá během broušení

Jedná se o chybu, která vznikla díky lidskému faktoru ve výrobě. Během broušení odlitku brusič díky nepozornosti vybrousí nejen náliček, ale i odlitek a tím změní konstrukční rozměry výrobku. Závažnost této vady záleží na hloubce se brusič dostane, pokud technolog rozhodne, že vada je opravitelná za pomoci vaření.

#### 6.1.6 Vada vzniklá při řezání

Během odstraňování přetokové soustavy nebo oddělování výrobků z formy, může zaměstnanec špatně odhadnout pozici ve které bude výrobek řezat, výsledek je že řez je veden přes odlitek. Tato vada bývá neopravitelná a výrobek musí být zařazen jako zmetek.

#### 6.1.7 Vniknutí písku do formy

Během výroby formy se na povrch výrobku dostane písek, tak po odpadnutí písku během apretace vznikne otvor na povrchu výrobku. Tato vada se řeší následovně, technolog posoudí, zda se výrobek dá opravit, pokud ano výrobek se svaří a po vybroušení se připraví na expedici zákazníkovi. Pokud je vada neopravitelná výrobek

### 6.2 Typy úprav výrobků ve výrobním procesu

Jak již bylo zmíněno výše ne vždy je nutné výrobky hned vyřadit po objevení vady, pokud je technolog po posouzení výrobku s technologickým výkresem rozhodne, může být opraven následujícími způsoby:

#### 6.2.1 Zavaření

Zavaření, jako oprava výrobku se používá na většinu opravitelných vad, vzniklé během výrobního procesu. Slouží k zacelení otvorů v odlitku a celkové opravě výrobku do stavu ve kterém se dá prodat. Ke zavaření je nejvhodnější materiál, ze kterého je výrobek vyrobený. Jakmile je vada zacelená přesune se výrobek do brusírny, kde místo sváru zarovná s povrchem odlitku.

### **6.2.2 Vybrušování**

Jedná se o úpravu, která se provádí v brusírně buď před další apretací (konkrétně otryskáním) nebo před balením a expedicí. Touto metodou se dají odstranit přebytečné části odlitku, které se neshodují s technickým výkresem. Může se tímto způsobem upravit přesazený odlitek.

### **6.2.3 Nanesení tmelu**

Výrobky, které potřebují jen estetickou úpravu (odstranění menších povrchových vad), nepotřebují být vybrušovány nebo svářeny. Místo toho se na jejich povrch nanese gel, se kterým se vady zakryjí.

## 7 ANALÝZA ZMETKOVITOSTI VE SPOLEČNOSTI

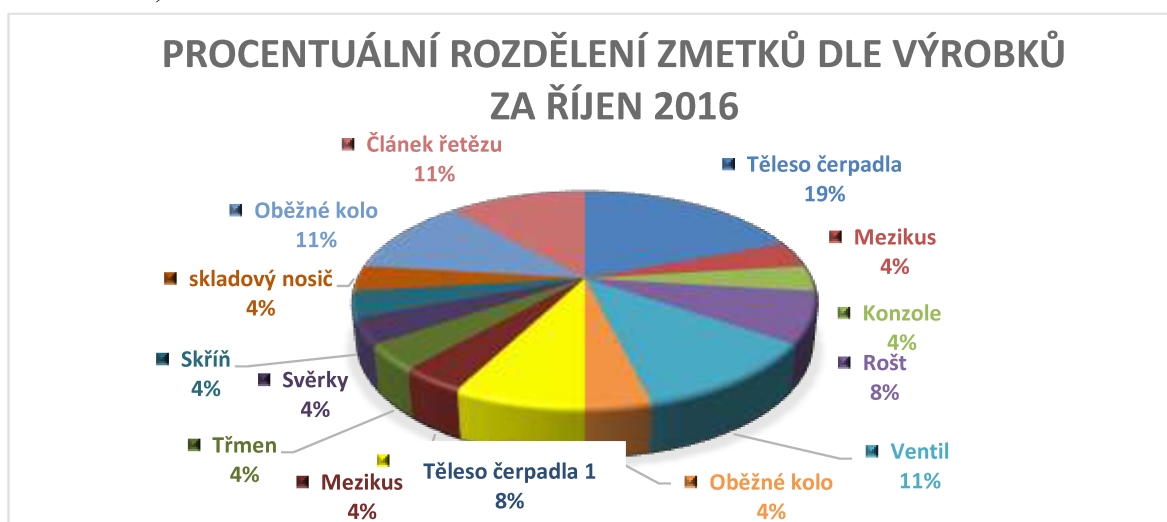
K analýze zmetků bylo stanoveno tří měsíční období od října do prosince 2016. Do analýzy byli zahrnuti výrobky, které jejich vady nebyly akceptovatelné pro zákazníky, vada na výrobky se nedaly odstranit dostupnými metodami (vaření, vybroušení, nanesení laku apod.), vada závažně narušila funkčnost nebo estetickou stránku výrobku. Z důvodu toho, aby sledování a kontrola sledování výrobků probíhalo v prostorách oddělení brusírny, technolog po kontrole výrobku rozhodl, zda je výrobek vadný nebo ne.

### 7.1.1 Analýza zmetků ve firmě HAMAG za sledované období

Během sbírání dat pro analýzu byli nejprve vybrány zmetky a poté byl zaznamenán jejich druh, počet, materiál a typ vady (povrchová vada, vada vzniklá při slévání, řezání apod.), případně výrobky, které nebylo možné identifikovat, byli vyfotografovány a poté dohledány v databázi, kde za pomoci obchodního ředitele nebo technologa byl určen jejich materiál. Následně byly všechny tyto údaje zaznamenány do tabulky, slouží jako zdroj dat pro analýzu.

#### 7.1.1.1 Sledování za zmetkovitosti za říjen 2016

V prvním měsíci byl zavedený systém zaznamenávání zmetků a jaké data budou pro analýzu důležité. Je nutné dodat, že datum v tabulce není datum vzniku zmetku, ale datum zjištění skutečnosti, že daný výrobek je zmetek. Mezi výrobky, u kterých se nejčastěji objevila patří těleso čerpadla pro firmu BBA Pumps ze šedé litiny s povrchovou vadou (většinou nežádoucí otvor).

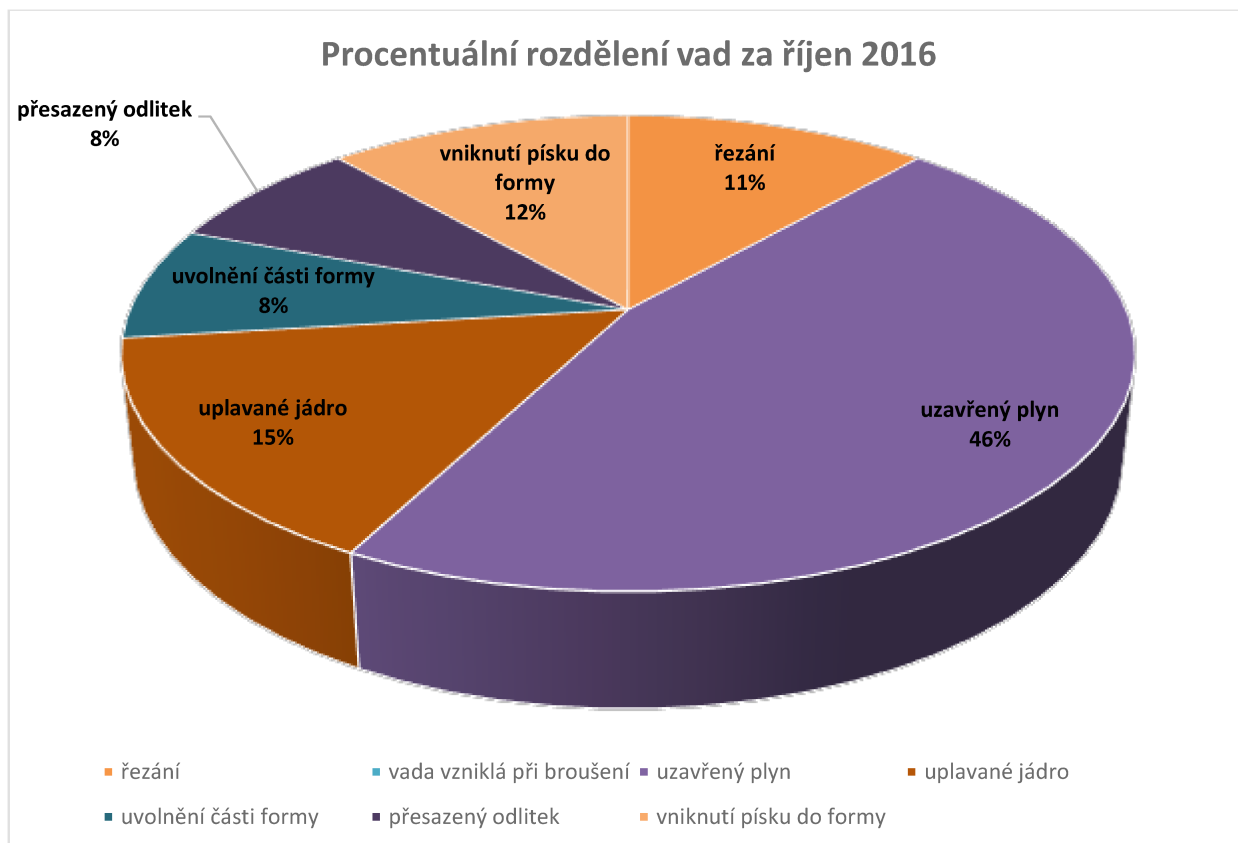


(tabulka viz. příloha)

Obr.37 Graf rozdělení zmetků za říjen

(vlastní zpracování)

Během sledování zmetkovitosti v říjnu byla největší část výrobků poškozena vadami, které byly za pomoci technologa klasifikovány jako vady vzniklé z důvodu uzavřeného plynu v litině, který se dostal při odlití do formy. Druhá nejčastější vada (uplavané jádro) vznikla rovněž během odlévání. Následuje poté poškození formy během řezání a uvolnění části formy během formování.



Obr.38 Graf rozdělení příčin zmetkovitosti za říjen 2016 (vlastní zpracování)

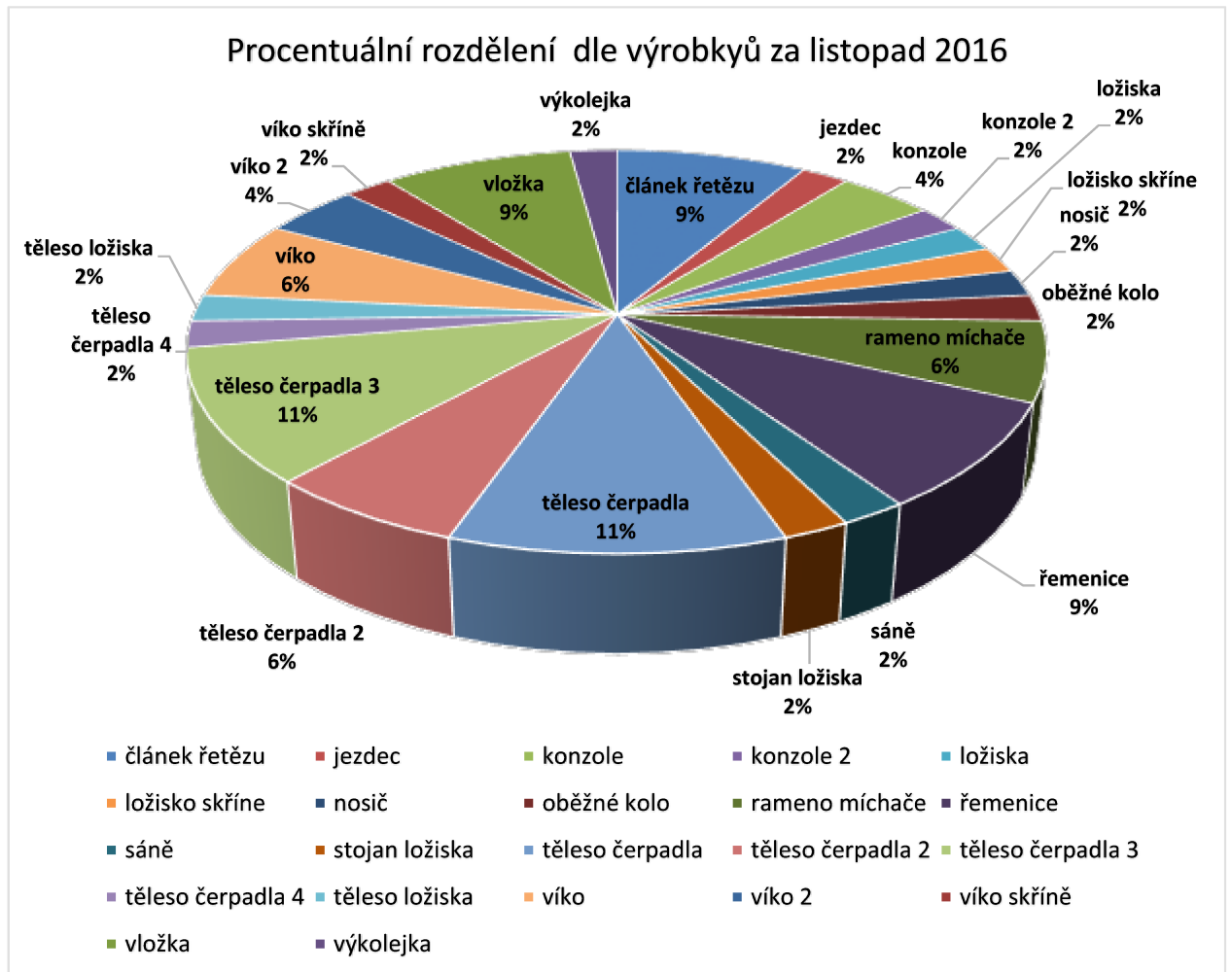
(tabulka viz. příloha)

### 7.1.1.2 Sledování zmetkovitosti za listopad 2016

Za měsíc listopad bylo zaznamenáno celkově 56 zmetků, mezi nejčastěji se vyskytujícími výrobky, které byli zmetky byli různé typy těles čerpadel vyráběny z bronzu, šedé a tvárné litiny, tj. 30 % z celé sumy zmetků za daná měsíc. Zároveň mezi výrobky s nejvyšší zmetkovitostí patří těleso čerpadla ze šedé litiny, stejně jako minulý měsíc.

Tělesa čerpadel mohou být nejčastěji se vyskytující zmetky z několika důvodů, může jednat o to že za měsíc říjen a listopad se jedná o nejčastěji vyráběný odlitek a z důvodu nejvyšší

četnosti se zmetek ve výrobní várce vyskytuje ve vyšším počtu nebo se může jednat vyšší náchylnost na chybu zaměstnance při výrobě tohoto výrobku.



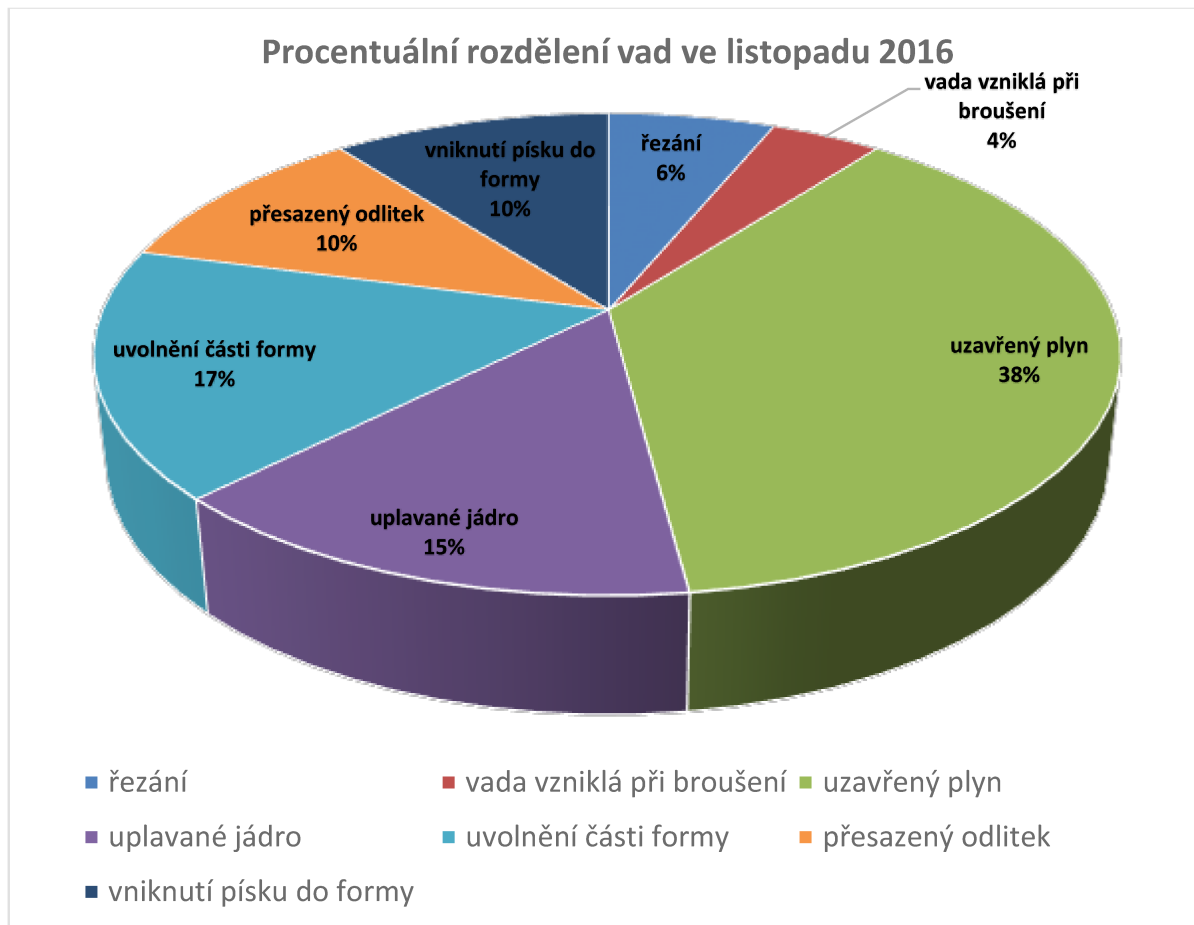
Obr.39 Graf rozdělení zmetků za listopad 2016 (vlastní zpracování)

(tabulka viz. příloha)

V listopadu mezi nejčastější příčiny vzniku zmetků patřily ty vady, které vznikají během lití a během oddělení výrobků od formy. Celkově tyto vady tvořily až 70 % všech zmetků za listopad.

Tento výsledek je podobný tomu za měsíc říjen, kdy nejčastěji vyskytující vada vznikala rovněž během lití taveniny do formy.

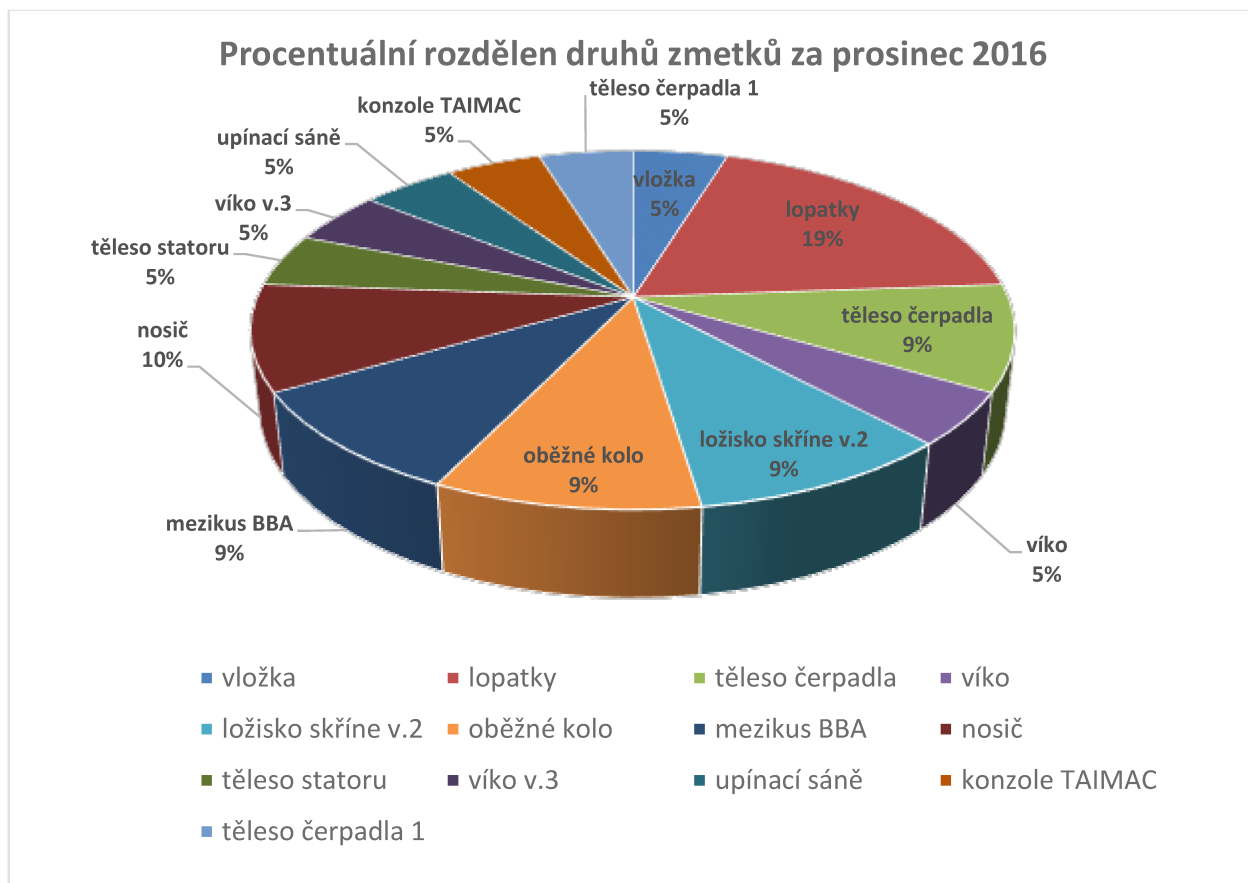




Obr.40 Graf příčin zmetků za listopad 2016 (vlastní zpracování)

### 7.1.1.3 Sledování zmetkovitosti za měsíc prosinec 2016

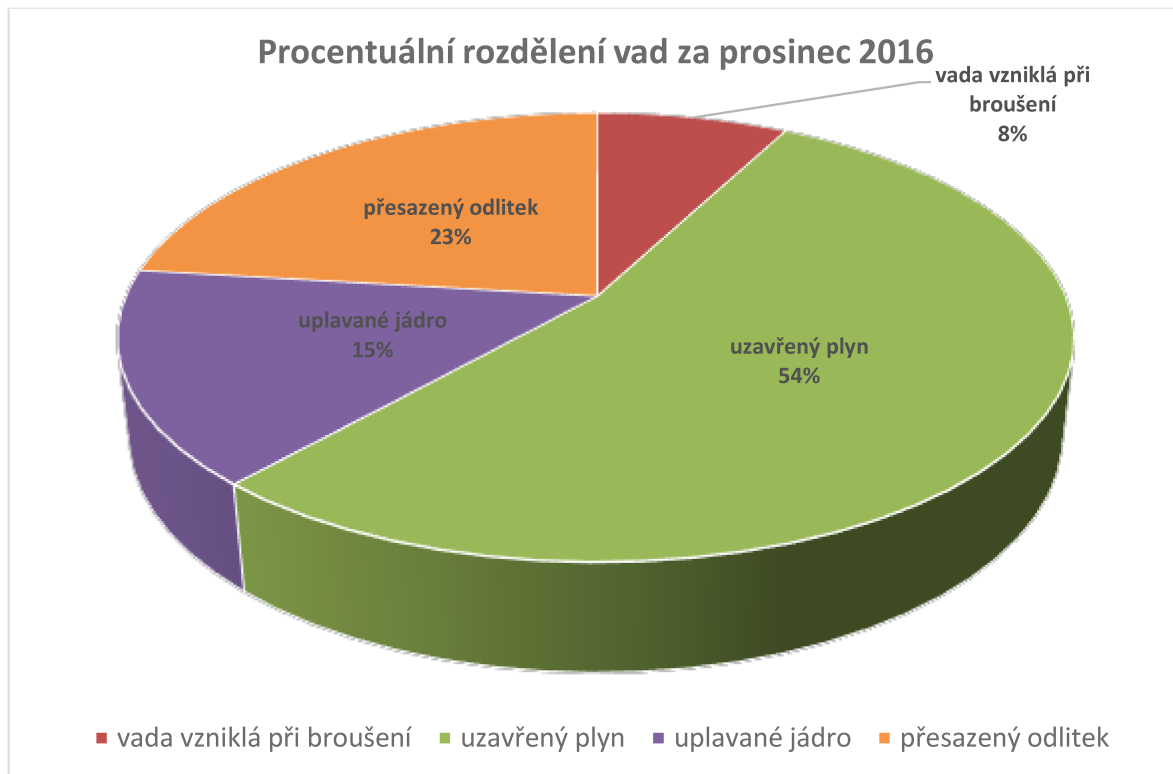
Prosinec 2016 se lišil dvou předchozích měsíců byl kalendářně nejkratší vzhledem k celozávodní dovolené a nejvyšší výskyt zmetků nebyl zaznamenán u žádného z druhu těles čerpadel, ale u lopatek (s nejvyšší pravděpodobností se jednalo o jednu výrobní dávku). Nicméně počet zmetků, které se objevily ve výrobním procesu byl celkem 25 kusů.



Obr.41 Graf rozdělení zmetků ve výrobě za prosinec 2016 (vlastní zpracování)

V prosinci byla polovina všech zmetků, poškozena způsobem, který značil uzavřený plyn v litině. Dále se jednalo o přesazený odlitek, jak již bylo více zmíněno tato vada vzniká během formování odlitku, kdy pracovník posune část formy v rámu.

Tento výsledek pozorování je shodný s pozorováními za předešlé měsíce, lze z toho vyvodit, že nejvíce riziková část výrobního procesu na výskyt vady na výrobku, je tavení suroviny, lití taveniny do formy a následné tunutí odlitku.

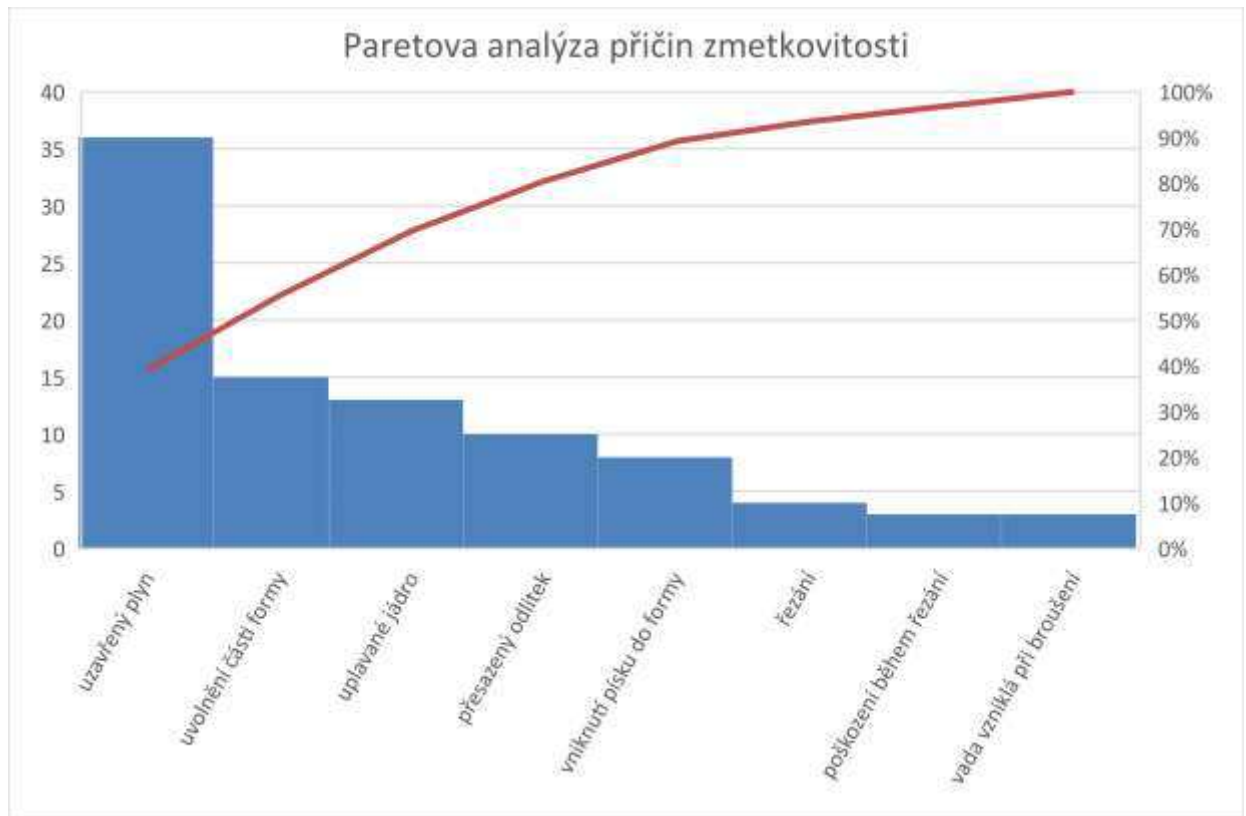


Obr.42 Graf rozdělení příčin zmetků za prosinec 2016 (vlastní zpracování)

## 7.2 Paretova analýza

Paretova analýza byla použita z důvodu z důvodu, že díky můžeme hlavní příčiny vzniku zmetků ve výrobě a následně se můžeme soustředit na odstranění zjištěných příčin.

První Paretova analýza je použita na příčiny vzniku zmetků ve výrobě, nejvyšší četnost vzniku zmetků za celé sledované období má plyn v tavenině, během tuhnutí tento plyn utvoří na povrchu odlitku abnormality (díry na povrchu odlitku), pokud se odlitek dal upravit vařením nebyl zařazen do analýzy, protože po vybroušení tento odlitek je možné prodat zákazníkovi. Tato příčina byla má značně vyšší četnost než všechny ostatní vady výrobků, tj. počet výrobků, které byli postiženy touto vady je větší než součet druhé a třetí nejčastější vady. Následující vady již nemají tak výrazný rozdíl četnosti. Další nejčastější vady za říjen-prosinec, bylo uvolnění části formy při výrobě odlitku a uplavané jádro. Tyto vady celkem tvořily 80 % všech vad na výrobcích. Jak již bylo výše zmíněno uzavřený plyn a uplavané jádro patří vznikají během lití taveniny do formy, uvolnění části formy vznikají během její výroby.



43 Paretův diagram příčin zmetkovitosti (vlastní zpracování)

### 7.3 Diagram příčin a následků

Diagram příčin a následků (tzv. Ishikawa diagram) je stejně jako Paretova analýza nástroj průmyslového inženýrství. Slouží k podrobnému popisu příčin dat a hledání způsobu k jejich odstranění.

Díky Paretově analýze bylo zjištěno, že 80 % celkového množství zmetků vzniká z důvodu třech druhů vad: uzavřený plyn v tavenině, uvolnění části formy a uplavenému jádru během lití taveniny do formy.

Následně vytvořený Ishikawa diagramy se zabývá nalezením důvodů vzniku zmetků, které vznikají z důvodu uzavřeného plynu v tavenině. Diagram je vytvořený z faktorů, které mají vliv na výrobní proces a kvalitu výrobku: pracovníci, materiál, typ odlitku, výrobní proces, prostředí, nástroje ve výrobním procesu.

### **7.3.1.1 Pracovníci**

I když zaměstnanci nemohou přímo ovlivnit obsah plynů v tavenině je důležité, aby během odlévání byl dodržen přesný pracovní postup. Je to nejen z důvodu, aby se snížilo riziko výskytu zmetků kvůli tomuto konkrétnímu důvodu, ale kvůli bezpečnosti zaměstnanců na pracovišti. Během lití taveniny se zaměstnanci pohybují blízko roztavených kovů a hrozí potencionální nebezpečí ohrožení života, pokud zaměstnanci nedbají bezpečnostních opatření. Samozřejmě toto riziko se snižuje s tím, čím více má zaměstnanec zkušeností. Zaměstnanci musí dbát, aby nádoba s taveninou byla ve správné vzdálenosti k formě. Zaměstnanec musí zároveň dávat pozor na množství taveniny lité do formy, aby nedošlo k jejímu přelití.

### **7.3.1.2 Prostředí ve výrobní hale**

Prostředí na ve výrobní hale na vznik plynů ve výrobě, má jen nepřímý vliv. Horko může mít vliv na soustředění zaměstnance na práci, což může mít ve výsledku za následek vznik dané vady. Nicméně tato skutečnost má jen minimální vliv.

### **7.3.1.3 Typ odlitku**

Složitost odlitku přímo ovlivňuje šanci na chybu zaměstnance během výroby a tím i vznik zmetku, z pravidla čím více složitý je tvar výrobku, tím víc je odlitek náchylnější na vadu.

### **7.3.1.4 Materiál**

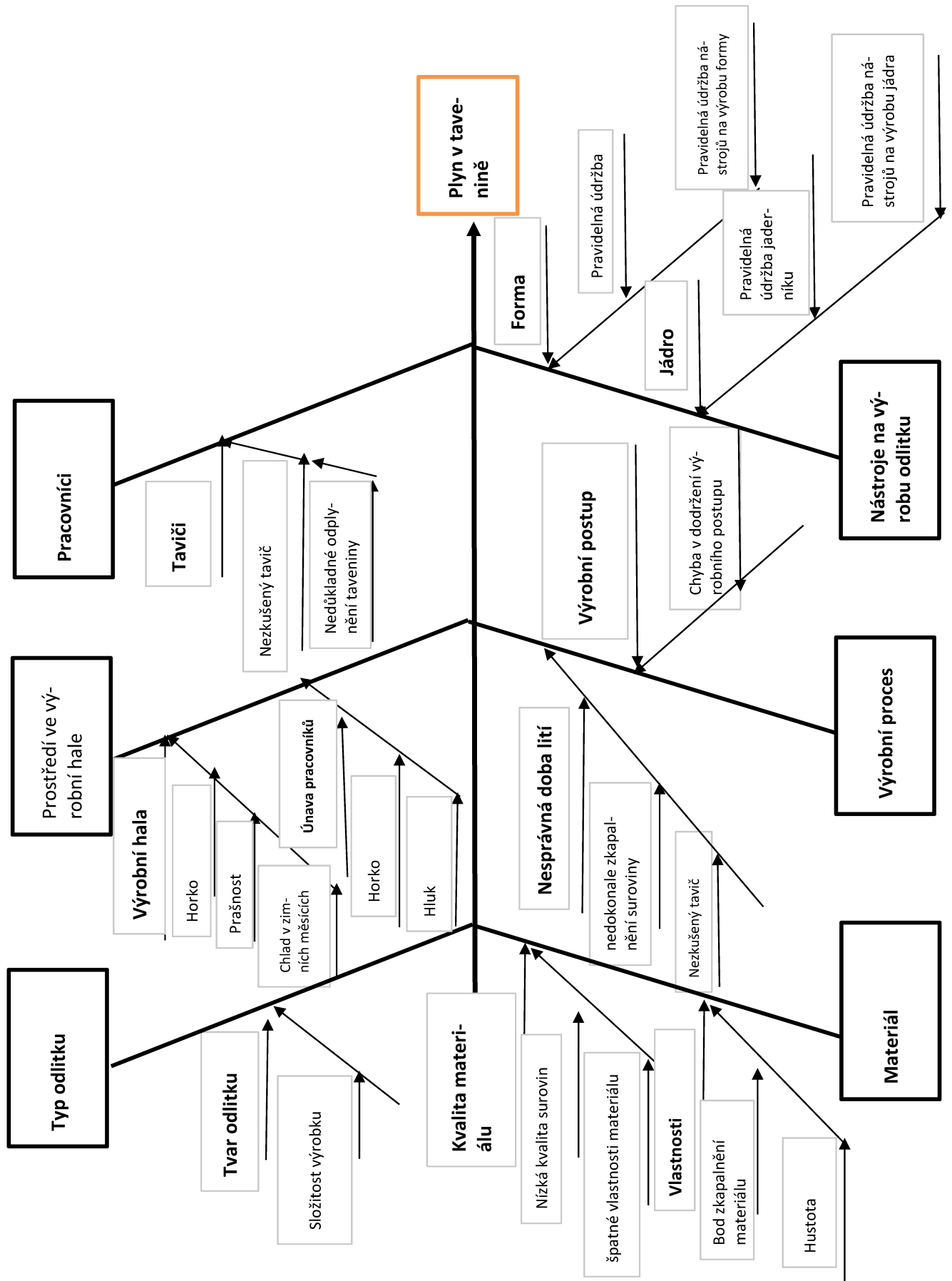
Každý materiál má jiné fyzikální vlastnosti, které mění způsob nebo podmínky výroby. To platí zejména na bod tání výrobku a bodu krystalizace taveniny do pevného stavu. Konzistence taveniny rovněž může mít vliv na to, jestli se do taveniny dostane plyn.

### **7.3.1.5 Výrobní proces**

Během lití taveniny do formy je důležité, aby byl správně dodržen pracovní postup jednotlivých odlitků.

### **7.3.1.6 Nástroje ve výrobním procesu**

Kvalita nástrojů, jejich udržování a schopnost pracovníku s nimi pracovat má vliv na vznik zmetků. Každý nástroj musí odpovídat předepsaným standardům, musí podstoupit pravidelnou údržbu a musí být správně používány.



44 Diagram příčin a následků obsahu plynu v tavenině (vlastní zpracování)

## 8 FINANČNÍ ZHODNOCENÍ ZMETKOVITOSTI

Na základě konzultace s vedením společnosti bylo rozhodnuto, že způsob zhodnocení škod vzniků ve výrobě bude oceněno podle ceny za kilogram materiálu. Náklady se zároveň liší podle toho, zda forma byla vyráběna ručně nebo na stroji. Náklady za jednotlivé materiály jsou uvedeny zde:

Tabulka 1 Finanční vyhodnocení materiálu (vlastní zpracování)

Druh materiálu	Náklady za kg materiálu podle typu výroby	
	Ruční výroba	Strojní výroba
<b>Šedá litina</b>	50	40
<b>Tvárná litina</b>	65	52
<b>Bronz</b>	250	200
<b>Žáruvzdorná ocel</b>	280	250
<b>Uhlíková ocel</b>	70	57
<b>Nízkolegovaná ocel</b>	70	57

Za sledované období bylo identifikováno celkem 39 kusů zmetků z šedé litiny, celková škoda z těchto zmetků byla poté vyčíslena na 55 420,- Kč. Celkový počet zmetků z tvárné litiny byl 38 kusů, náklady za zmetky z tvárné litiny byli poté vyčísleny na 24 739,- Kč. Náklady za výrobky z bronzu byli vyčísleny na 16 100,- Kč, hodnota je nižší hlavně z důvodu menšího zastoupení zmetků z bronzu, tj. celkem 7 ks. Ocelové výrobky jsou roztríděny podle toho, z jakého typu oceli jsou vyrobeny. Žáruvzdorná ocel je zastoupená pouze 2 kusy výrobků stejného druhu (rošt) s celkovou hodnotou 5000,- Kč. Další kategorií jsou výrobky z nízkolegované oceli, ty byli zastoupeny v počtu pouze jednoho ks s hmotností 4 kg tzn. jeho hodnota byla vyčíslena na 280,- Kč (bylo použita ruční výroba formy). Poslední skupina výrobků, vyráběná z uhlíkové oceli je zastoupena pouze 1 ks o hmotnosti 15 kg a jeho forma jeho forma je vyráběna za pomoci strojů tzn., že jeho hodnota je 855,- Kč. Celkové vyhodnocení nákladů za zmetky vzniklé za období říjen 2016–prosinec 2016 je 102 394,- Kč.

## 9 NÁVRHY ŘEŠENÍ NA SNÍŽENÍ ZMETKOVITOSTI VE SPOLEČNOSTI HAMAG

Analýzou zmetkovitosti ve společnosti HAMAG, spol. s r.o., že nejčastěji příčiny výskytu vady ve výrobě jsou uzavřený plyn v tavenině během tavení, poškození formy během její výroby a následné manipulaci a uplavané jádro v tavenině během lití.

### 9.1.1 Zavedení evidence zmetků ve výrobě

Firma v současnosti nemá zavedené sledování výskytu zmetků ve výrobě, proto nemůže konstruktivně hledat příčiny jejich vzniku ani navrhnout protipatření. Proto by bylo vhodné zavést evidenci zmetků ve výrobě, toto opatření pomůže firmě dále identifikovat příčiny zmetkovitosti a následně pracovat na jejich odstranění.

### 9.1.1 Zpětná vazba mezi pracovištěm

V současnosti, pokud na odlitku vznikne vada, kvůli které se z něj stane zmetek, je zaregistrován a vyřazen z výrobního procesu až při posledních stadiích výroby, tzn. většinou při vizuální kontrole výrobku a vybrušování, zřídka také při odstraňování přetokových soustav. Z tohoto důvodu, zpětná vazba k vznikne až po tom, co zmetek dokončí celý výrobní proces, to znamená, že je těžší identifikovat kde přesně vada vznikla a kdo je za ní zodpovědný, vady se často opakují a vzniká tak více zmetků.

Při zavedení předběžné vizuální kontroly odlitků, poté co se přesunou mezi pracovištěm ve výrobě se zvýší pravděpodobnost, že zmetek bude identifikován hned po jeho vzniku, snáze je zjištěná příčina jeho vzniku a sjednání nápravy.

## 9.2 Uzavřený plyn v tavenině

### 9.2.1 Důkladné odplynění materiálu

Bylo zjištěno, že příliš velké množství plynu v tavenině může způsobit vznik ‘bublin‘ v litině. K tomu se dají použít deoxidační činidla jako je hliník, křemík, mangan apod. které na sebe navážou kyslík nebo použít vzácných zemin, které se sloučí s kyslíkem a vytvoří oxidy. Případně se plyn z taveniny dá odstranit pomocí vakua.



### **9.2.2 Zavedení kontroly formovacích směsí**

Kvalita formovacích směsí ovlivňuje chování formy při její tvorbě i během odlévání taveniny do formy. Proto by společnost měla důraz na technologické i mechanické zkoušky k určení její kvality. Důležitá je zejména kontrola vlhkosti a prodyšnosti a tvrdosti formy, které zejména určují její odolnost při odlévání a s její manipulací během výroby.

## **9.3 Uvolnění části formy**

### **9.3.1 Pravidelná údržba rámu**

Častým používáním rámu se na jejich povrchu utvoří nánosy ztuhlé taveniny, co může způsobit nerovnoměrnost písku ve formě. Je nutné tyto nánosy pravidelně odstraňovat, každý rám musí být zároveň očištěný před dalším použitím.

### **9.3.2 Použití strojního formování**

Z dlouhodobého hlediska může firma investovat do zmechanizování (hlavně pěchování formovacího materiálu a vyjímání výrobků z formy). To by znamenalo možné zvýšení produkce, snížení výskytu zmetků a kvalitnější výrobky. Ovšem za cenu nákladů nutných k realizace této investice. Návratnost modelového zařízení pro strojní formování je cca mezi 30–50 kusy odlitků.

## **9.4 Uplavané jádro**

### **9.4.1 Standardizace výrobního procesu**

Sjednocení postupu výrobních operací a procesů zpravidla sníží zmetkovitost ve výrobě, zvýší produkci, zjednodušuje výrobu apod. Zavedení norem ISO 9000 povede k zefektivnění výroby a ke snížení zmetkovitosti.

## ZÁVĚR

Cílem této práce bylo analyzování zmetkovitosti ve společnosti HAMAG, spol. s r.o. za využití metod průmyslového inženýrství. Výsledek analýzy skutečného stavu došlo k zjištění nedostatků ve výrobě. Na závěr na základě byla navržena doporučení, na snížení zmetkovitosti.

Nejdříve byli analyzovány zmetky podle druhu výrobku a podle příčiny vzniku zmetků, tyto analýzy byly provedeny s pomocí výsledků měření za říjen 2016 až prosinec 2016. Na základě těchto analýz byli zjištěni druhy výrobků nejvíce náchylné na vznik zmetku a nejčastější příčina vzniku zmetků ve výrobě. Poté byla provedena Paretova analýza s jejichž pomocí byli identifikovány vady, které mají nejvyšší vliv na zmetkovitost ve výrobě společnosti HAMAG, spol. s r.o. Během této analýzy bylo zjištěno, že nejčastější příčina vzniku zmetků ve výrobě je uzavřená plyn v tavenině, který se do formy dostane během lití taveniny do formy, druhá nejčastější příčina byla uvolnění části formy během její výroby a při manipulaci s rámem během výroby. Další nejvíce se vyskytující vada byla klasifikována, jako uplavané jádro během lití taveniny do formy. Následně byl vytvořen diagram příčin a následků, který vysvětluje důvody vzniku nejčastější vady ve výrobě. V něm byli zahrnuti faktory, které mají vliv na dané výrobní operace, při kterých může daná vada vzniknout.

Poté proběhlo finanční vyhodnocení zmetků, v něm byl brán v potaz náklady materiálu za kg, dále zda byla forma výrobku vyráběna ručně nebo strojně. Nejvyšší hodnotu nákladů měli zmetky z šedé litiny (55 420,- Kč) hlavně díky nejvyššímu množství zmetků z tohoto druhu materiálu, druhou nejvyšší hodnotu zmetků měli výrobky z tvárné litiny (24 739,- Kč), poté následovali výrobky z bronzu (16 100,- Kč), žáruvzdorná oceli (5000,- Kč), a korozivzdorné oceli (855,- Kč) nejnižší hodnotu měli zmetky z nízkolegované oceli (280,- Kč). Celkem byli zmetky za říjen 2016–prosinec 2016 vyhodnoceny na hodnotu 102 394,- Kč.

Na závěr bakalářské práce byli navrženi doporučení, který mají pomoci firmě snížit výskyt zmetků ve výrobě. Mezi nejvýznamnější doporučení patří zavedení evidence výskytu zmetků ve výrobě, která má sloužit jako podklad pro postupné snižování zmetkovitosti. Dále se jedná o zavedení standardizace výrobního procesu.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] BLECHARZ, Pavel. Základy moderního řízení kvality. Praha: Ekopress, 2011. ISBN 978-80-86929-75-0.
- [2] Bronz. *Metalcentrum.cz* [online]. 2017 [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: <http://www.metalcentrum.cz/bronz/>
- [3] ČASTORÁL, Zdeněk. Management kvality a výkonnosti. Praha: Univerzita Jana Amose Komenského, 2015. ISBN 978-80-7452-101-0.
- [4] Diagram příčin a následků. *Web.fosfa.cz* [online]. Hraniční 268/120, Poštorná, 691 41 Břeclav: Fosfa, 2017 [cit. 2017-05-12]. Dostupné z: <http://web.fosfa.cz/cs/vzdelavani/fosfa-univerzita/slovník-fou/r/rybi-kost>
- [5] FIALA, Alois. Management jakosti s podporou norem ISO 9000:2000. Praha: Dashöfer, 2006. ISBN 80-86229-19-x. ISSN 1801-7738.
- [6] Galerie slévárny HAMAG, spol. s r.o. *Hamag.cz* [online]. Zlín: HAMAG, spol. s r.o., 2013 [cit. 2017-05-09]. Dostupné z: <http://www.hamag.cz/galerie.html>
- [7] Histogram. *Ikvalita.cz* [online]. 2017 [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=24>
- [8] Histogram. *Obchodní akademie Příbram* [online]. Obchodní akademie a Vyšší odborné učiliště Příbram, 2017 [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: [www.oapb.cz/projekt\\_vyuka\\_orez/projekt2009/statistika/zaklady/Histogram.pps/statistika/zaklady/Histogram.pps](http://www.oapb.cz/projekt_vyuka_orez/projekt2009/statistika/zaklady/Histogram.pps/statistika/zaklady/Histogram.pps)
- [9] ISO 9001:2001 v malých a středních organizacích. Praha: Národní informační středisko pro podporu jakosti, 2005. Průvodce řízením jakosti. ISBN 80-7283-178-x.
- [10] ISO.ORG. ISO 9000:2015 [online]. 2017 [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: <https://www.iso.org/standard/45481.html>
- [11] ISO.ORG. ISO 9004:2015 [online]. 2017 [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: <https://www.iso.org/standard/41014.html>
- [12] Mapa procesu. *Managementmania.com* [online]. 2017 [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/mapa-procesu>
- [13] Materiály. *Hamag.cz* [online]. 2017 [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: <http://www.hamag.cz/materialy.html>

- [14] Nástroje projektového managementu. Slideplayer.cz [online]. 2017 [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: <http://slideplayer.cz/slide/3115642/>
- [15] NENADÁL, Jaroslav. Moderní systémy řízení jakosti: quality management. 2. dopl. vyd. Praha: Management Press, 2002. ISBN 80-7261-071-6.
- [16] OTÁHAL, Vlastislav. *Tvárná litina, Litina s kuličkovým grafitem*. 2 rozšř. vyd. Brno: Technicko-ekonomické poradenství, s. 70.
- [17] Paretuv diagram. *Vyuka-excelu.cz* [online]. Praha: Vyuka-excelu, 2017 [cit. 2017-05-13]. Dostupné z: <http://vyuka-excelu.cz/navody/grafy-v-excelu/paretuv-diagram/>
- [18] Procesní model. *The Process* [online]. 2017 [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: <http://www.klugsolutions.cz/znalostni-baze/procesni-mapy-a-procesni-model.htm>
- [19] Příprava výrobního procesu. *Ekonomie-účetnictví.cz* [online]. 2017 [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: <http://ekonomie-ucetnictvi.cz/vyrobní-proces-priprava-vyrobního-procesu-ekonomie>
- [20] PYZDEK, Thomas. a Paul. KELLER. The handbook for quality management: a complete guide to operational excellence. Second Edition. ISBN 978-0-07-179924-9.
- [21] ŘEPA, Václav. Podnikové procesy: procesní řízení a modelování. 2., aktualiz. a rozšř. vyd. Praha: Grada, 2007. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-2252-8.
- [22] SVOZILOVÁ, Alena. Zlepšování podnikových procesů. Praha: Grada, 2011. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.
- [23] Školení kvalita. *Skolenikvalita.cz* [online]. 2017 [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: [http://www.skolenikvalita.cz/spc/spc\\_indetai](http://www.skolenikvalita.cz/spc/spc_indetai)
- [24] Vývojové diagramy. *Ikvalita.cz* [online]. 2017 [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: <http://ikvalita.cz/download/kap2.pdf>
- [25] Vývojový diagram. *Google.com* [online]. 2017 [cit. 2017-05-08]. Dostupné z: [www.google.de/patents/US20010005823](http://www.google.de/patents/US20010005823)
- [26] ZAJÍC, Jiří a Jiří VESELÝ. Komentář k vydání ČSN EN ISO 9001:2001: systémy managementu kvality: jak zavést systém managementu kvality: příručka pro zavádění ČSN EN

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

Apod.	a podobně
Atd.	a tak dále
CWQC	Company Wide Quality Control
EFQM	European Foundation for Quality Management
g/cm <sup>3</sup>	gram na centimetr krychlový
GQM	Global Quality Management
kg	kilogram
Kg/m <sup>3</sup>	kilogram na metr krychlový
Ks	kus
LSL	minimální povolená odchylka u histogramu
mm	milimetr
Např.	například
QMS	Quality Management System
spol. s r. o.	společnost s ručeným omezeným
TDP	technicko – dodací předpisy
tis. Kč	tisíce korun českých
TQM	Total Quality Management
USL	maximální povolená odchylka u histogramu
tzv.	tak zvaný

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr.1 Vzor vývojového diagramu (IFI CLAIMS Patent Services, ©2017).....	17
Obr.2 Vzor procesní mapy (KLUG Solutions, s.r.o, ©2017) .....	18
Obr.3 Vzor diagramu příčin a následků (Fosfa a.s., ©2017) .....	19
Obr.4 Vzor Paretova diagramu (Vyuka-excelu.cz s.r.o., ©2017).....	20
Obr.5 Vzor Histogramu (ikvalita.cz, ©2017) .....	21
Obr.6 Výsledek hospodaření za rok 2009–2015(vlastní zpracování – interní zdroje).....	34
Obr.7 Organizační struktúra společnosti (vlastní zpracování – interní zdroje).....	34
Obr.8 Násypka 5,50 kg (HAMAG, spol. s.r.o., ©2017).....	36
Obr.9 oběžné kolo; 11,00 kg(HAMAG, spol. s.r.o., ©2017).....	36
Obr.10 Ventil; 13,00 kg(HAMAG, spol. s.r.o., ©2017) .....	37
Obr.11 těleso čerpadla; 50,00 kg(HAMAG, spol. s.r.o., ©2017) .....	37
Obr.12 Těleso čerpadla; 80,00 kg (HAMAG, spol. s.r.o., ©2017) .....	37
Obr.13 Těleso čerpadla; 150,00 kg(HAMAG, spol. s.r.o., ©2017).....	37
Obr.14 Hořák; 1,80 kg (HAMAG, spol. s.r.o., ©2017).....	37
Obr.15 Lopatka; 8,00 kg (HAMAG, spol. s.r.o., ©2017).....	37
Obr.16 Oběžné kolo; 7,00 kg ...(HAMAG, spol. s.r.o., ©2017).....	38
Obr.17 oběžné kolo; 20,00 kg(HAMAG, spol. s.r.o., ©2017) .....	38
Obr.18 Konzola; 2,00 kg(HAMAG, spol. s.r.o., ©2017).....	38
Obr.19 mezikus; 2,00 kg(HAMAG, spol. s.r.o., ©2017).....	38
Obr.20 ozubené kolo; CuSn10; 32,00 kg(HAMAG, spol. s.r.o., ©2017).....	38
Obr.21 ozubené kolo; 32,00 kg(HAMAG, spol. s.r.o., ©2017).....	39
Obr.22 raznice; 0,05 kg(HAMAG, spol. s.r.o., ©2017).....	39
Obr.23 těleso čerpadla; 12,00 kg(HAMAG, spol. s.r.o., ©2017) .....	39
Obr.24 výtlačné koleno; 1,20 kg(HAMAG, spol. s.r.o., ©2017).....	39
Obr.25 ventilátor; 1,60 kg(HAMAG, spol. s.r.o., ©2017).....	39
Obr.26 příruba; 1,00 kg (HAMAG, spol. s.r.o., ©2017) .....	39
Obr.27 výtlačné koleno; 1,00 kg(HAMAG, spol. s.r.o., ©2017).....	39
Obr.28 držák; 6,00 kg (HAMAG, spol. s.r.o., ©2017) .....	40
Obr.29 konzola; 10,00 kg (HAMAG, spol. s.r.o., ©2017) .....	40
Obr.30 radlička; 2,00 kg(HAMAG, spol. s.r.o., ©2017) .....	40
Obr.31 zabírací páka; 4,00 kg(HAMAG, spol. s.r.o., ©2017).....	40
Obr.32 vedení pera; GS-20Mn5; 16,00 kg(HAMAG, spol. s.r.o., ©2017).....	40
Obr.33 rameno; GS-20Mn; 25,00 kg(HAMAG, spol. s.r.o., ©2017) .....	40
Obr.34 segment; 20,00 kg(HAMAG, spol. s.r.o., ©2017).....	41

Obr.35 rošt; 10,00 kg(HAMAG, spol. s.r.o., ©2017).....	41
Obr.36 těleso; 30,00 kg(HAMAG, spol. s.r.o., ©2017).....	41
Obr.37 Graf rozdělení zmetků za říjen 2016 (vlastní zpracování).....	46
Obr.38 Graf rozdělení příčin zmetkovitosti za říjen 2016 (vlastní zpracování).....	47
Obr.39 Graf rozdělení zmetků za listopad 2016 (vlastní zpracování).....	48
Obr.40 Graf příčin zmetků za listopad 2016 (vlastní zpracování).....	49
Obr.41 Graf rozdělení zmetků ve výrobě za prosinec 2016 (vlastní zpracování).....	50
Obr.42 Graf rozdělení příčin zmetků za prosinec 2016 (vlastní zpracování).....	51
43 Paretův diagram příčin zmetkovitosti (vlastní zpracování).....	52
44 Diagram příčin a následků obsahu plynu v tavenině (vlastní zpracování).....	54

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 Finanční vyhodnocení materiálu (vlastní zpracování).....	55
Tabulka 2 - Zmetkovitost za říjen 2016 (vlastní zpracování).....	66
Tabulka 3 – Zmetkovitost za listopad 2016 (vlastní zpracování).....	67
Tabulka 4 – Zmetkovitost za prosinec 2016 (vlastní zpracování).....	69



## SEZNAM PŘÍLOH

1. Příloha P 2: Tabulka zmetkovitosti za říjen 2016
2. Příloha P 2: Tabulka zmetkovitosti za listopad 2016
3. Příloha P 2: Tabulka zmetkovitosti za prosinec 2016

## PŘÍLOHA P 1: TABULKA ZMETKOVITOSTI ZA ŘÍJEN 2016

Tabulka 2 - Zmetkovitost za říjen 2016 (vlastní zpracování)

Datum	Výrobek	Počet kusů	Materiál	Vada
7.10.	Těleso čerpadla	1	šedá litina	uplavané jádro
7.10.	Mezikus	1	slitina mědi	uplavané jádro
7.10.	Konzole	1	šedá litina	uzavřený plyn
7.10.	Rošt	2	Žáruvzdorná ocel	poškození během řezání
11.10.	Ventil	3	šedá litina	uzavřený plyn
7.10.	Oběžné kolo	1	šedá litina	uplavané jádro
21. 10.	Těleso čerpadla	4	šedá litina	uzavřený plyn
7.20.	Těleso čerpadla 1	2	Šedá litina	přesazený odlitek
7.10.	Mezikus	1	Slitina mědi	poškození během řezání
7.10.	Třmen	1	šedá litina	uvolnění části formy
7.10.	Svěrky	1	šedá litina	uzavřený plyn
7.10.	Skříň	1	Tvárná litina	uvolnění části formy
25.10.	skladový nosič	1	šedá litina	uplavané jádro
26. 10.	Oběžné kolo	3	Tvárná litina	vniknutí písku do formy
26. 10.	Článek řetězu	3	šedá litina	uzavřený plyn

## PŘÍLOHA P 2 : TABULKY ZMETKOVITOSTI ZA LISTOPAD 2016

Tabulka 3 – Zmetkovitost za listopad 2016 (vlastní zpracování)

Datum	Výrobek	Počet kusů	Materiál	Vada
<b>1.11.</b>	Těleso čerpadla	1	šedá litina	uzavřený plyn
	článek řetězu	1	tvárná litina	přesazený odlitek
	článek řetězu	3	tvárná litina	uzavřený plyn
	jezdec	1	šedá litina	řezání
<b>2.11.</b>	konzole	1	tvárná litina	uplavané jádro
	konzole	1	šedá litina	vniknutí písku do formy
	konzole 2	1	šedá litina	řezání
<b>8.11.</b>	ložiska	1	slitina mědi	uplavané jádro
	ložisko skříně	1	Tvárná litina	uvolnění části formy
	nosič	1	Šedá litina	uzavřený plyn
<b>9.11.</b>	oběžné kolo	1	Tvárná litina	uplavané jádro
	rameno do míchače	3	Korozivzdorná ocel	přesazený odlitek
<b>11.11.</b>	řemenice	2	Šedá litina	uzavřený plyn
	řemenice	2	Bronz	uzavřený plyn
	sáně	1	Nízkolegovaná ocel	uzavřený plyn
	stojan ložiska	1	Uhlíková ocel	vada vzniklá při broušení
<b>15.11.</b>	těleso čerpadla	1	šedá litina	řezání
	těleso čerpadla	1	šedá litina	uzavřený plyn
<b>16.11.</b>	těleso čerpadla	2	šedá litina	uplavané jádro
	Těleso čerpadla 2	2	Šedá litina	uzavřený plyn
	těleso čerpadla 2	1	Šedá litina	uzavřený plyn
<b>22.11.</b>	těleso čerpadla 3	5	Bronz	uvolnění části formy

<b>22.11.</b>	těleso čerpadla 4	1	Bronz	uzavřený plyn
	těleso ložiska 2	1	Tvárná litina	vada vzniklá při broušení
	víko	2	šedá litina	vniknutí písku do formy
	víko	1	Šedá litina	přesazený odlitek
	víko 2	1	tvárná litina	uvolnění části formy
<b>25.11.</b>	víko 2	1	tvárná litina	uzavřený plyn
	víko skříně	1	Šedá litina	uzavřený plyn
<b>29.11.</b>	vložka	2	Tvárná litina	uplavané jádro
	vložka	2	Tvárná litina	vniknutí písku do formy
	výkolejka	1	Šedá litina	uvolnění části formy

## PŘÍLOHA P 3 : TABULKA ZMETKOVITOSTI ZA PROSINEC 2016

Tabulka 4 – Zmetkovitost za prosinec 2016 (vlastní zpracování)

Datum	Výrobek	Počet kusů	Materiál	Vada
2.12.	vložka	1	Šedá litina	uzavřený plyn
6.12.	lopatky	4	Tvárná litina	uvolnění části plynu
8.12.	těleso čerpadla	2	šedá litina	přesazený odlitek
	víko	1	Šedá litina	řezání
	ložisko skříně v2	1	Tvárná litina	uzavřený plyn
	oběžné kolo	1	Šedá litina	uplavané jádro
9.12.	mezikus	2	Bronz	uzavřený plyn
13.12.	nosič	2	Šedá litina	uzavřený plyn
	těleso statoru	1	Šedá litina	přesazený odlitek
	víko v.3	1	Korozivzdorná ocel	uplavané jádro
15.12.	upínací sáně	1	Uhlíková ocel	uvolnění části plynu
	konzole	1	Tvárná litina	vada vzniklá při broušení
	těleso čerpadla	1	Šedá litina	uzavřený plyn