

# **Projekt zefektivnění výrobního procesu ve společnosti ZPS – Slévárna, a.s.**

Bc. Soňa Hořáková

---

Diplomová práce  
2012



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: 2011/2012

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Soňa HOŘÁKOVÁ**  
Osobní číslo: **M10849**  
Studijní program: **N 6208 Ekonomika a management**  
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**

Téma práce: **Projekt zefektivnění výrobního procesu ve společnosti ZPS – Slévárna, a. s.**

Zásady pro vypracování:

Úvod

I. Teoretická část

- Shrňte teoretická východiska pro řešení zadané problematiky.

II. Praktická část

- Proveďte analýzu výrobního procesu za účelem zjištění hlavních problémů.
- Zpracujte projekt zvýšení efektivity výrobního procesu.

Závěr

Rozsah diplomové práce: **cca 70 stran**  
Rozsah příloh:  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

KEŘKOVSKÝ, M. Moderní přístupy k řízení výroby. 2. vyd. Praha: C.H. Beck, 2009. 137 s. ISBN 978-80-7400-119-2.  
KOŠTURIÁK, J., FROLÍK, Z. a kolektiv. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006. 237 s. ISBN 80-86851-38-9.  
MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. 311 s. ISBN 80-902235-6-7.  
TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. Řízení výroby. 2. rozš. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2000. 408 s. ISBN 80-7169-955-1.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Dobroslav Němec**  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů  
Datum zadání diplomové práce: **26. března 2012**  
Termín odevzdání diplomové práce: **2. května 2012**

Ve Zlíně dne 26. března 2012

prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková  
*děkanka*



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

## PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- odevzdáním diplomové 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<sup>1</sup>;
- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému,
- na mou diplomovou 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<sup>2</sup>;
- podle § 60<sup>3</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;

---

<sup>1</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

- (1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.
- (2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.
- (3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

<sup>2</sup> 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, § 35 odst. 3:

- (3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

<sup>3</sup> 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, § 60 Školní dílo:

- (1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

- podle § 60<sup>4</sup> odst. 2 a 3 mohou užít své dílo – diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Prohlašuji, že:

- jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a použité informační zdroje jsem citovala;
- odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 30.4.2012

Kotlánová

<sup>4</sup> 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, § 60 Školní dílo:

- (2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.
- (3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jim dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídí k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Předkládaná diplomová práce je zaměřena na projekt zefektivnění výrobního procesu ve společnosti ZPS – Slévárna, a.s. Cílem této práce je zjistit hlavní nedostatky výrobního procesu společnosti a následně zajistit odstranění nejzávažnějšího problému, a tím zvýšit efektivnost procesu výroby. V první části práce jsou popsány jednotlivé okruhy vztahující se k tématu a sloužící ke snadnějšímu pochopení části praktické. V části druhé, praktické, je popsán samotný proces výroby, provedena jeho analýza, díky které je zjištěn hlavní problém tohoto výrobního procesu. Po provedení analýzy následuje část zabývající se projektem, jehož cílem je realizace navrženého opatření.

Klíčová slova: slévárna, výrobní proces, váha, workshop, projekt

## **ABSTRACT**

The submitted thesis deals with a project for increasing efficiency of the production process in ZPS – Slévárna, a.s. (a joint-stock company). The purpose of this thesis is to identify main shortcomings of the production process of the company and subsequently to try to resolve the most significant problem, thus enhancing the efficiency of the production process. The first part of the thesis describes individual ranges of issues related to the subject matter of the thesis, which shall facilitate a better understanding of the practical part of the thesis. The second practical part of the thesis describes the production process itself and provides its analysis, based on which the main problem of the production process has been identified. The analysis is followed by the part of the thesis dealing with the project, whose main purpose is the implementation of the proposed measures.

Keywords: foundry, production process, scale, workshop, project

Touto cestou bych chtěla poděkovat především panu Ing. Dobroslavovi Němcovi za odborné vedení práce, cenné rady, připomínky, návrhy a ochotu vést moji diplomovou práci. Dále bych chtěla poděkovat také panu Ing. Vojtěchovi Knirschovi a ostatním pracovníkům společnosti ZPS – Slévárna, a.s., za ochotu a čas spolupracovat a také za informace, dokumenty a rady, které mi poskytli.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

<b>ÚVOD .....</b>	<b>12</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>13</b>
<b>1 PODSTATA SLÉVÁRENSKÉ TECHNOLOGIE .....</b>	<b>14</b>
1.1 STRUKTURA SLÉVÁREN .....	14
<b>2 SLÉVÁRENSKÉ SLITINY ŽELEZA.....</b>	<b>17</b>
2.1 LITINY .....	17
2.1.1 Šedá litina.....	17
2.1.2 Tavení šedé litiny .....	18
2.1.3 Očkování šedé litiny .....	18
2.1.4 Tvárná litina .....	18
2.1.5 Princip výroby tvárné litiny .....	19
<b>3 VÝROBA A VÝROBNÍ PROCES.....</b>	<b>20</b>
<b>4 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....</b>	<b>22</b>
4.1 DEFINICE PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ.....	22
4.2 KLASICKÉ A MODERNÍ PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	22
4.3 ZÁKLADNÍ CÍLE PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ .....	22
4.3.1 Produktivita .....	22
4.3.2 Plýtvání .....	23
4.4 VYBRANÉ PRVKY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ.....	24
4.4.1 Vizuální management .....	24
4.4.2 Systémy počítačové podpory .....	25
4.4.3 Metoda 5S .....	25
4.4.4 Sedm klasických nástrojů .....	27
<b>5 WORKSHOP.....</b>	<b>29</b>
5.1 OBECNÝ PRŮBĚH TÝMOVÉ SCHŮZKY .....	29
5.1.1 Příprava .....	29
5.1.2 Začátek schůzky týmu .....	30
5.1.3 Vstup do tématu.....	30
5.1.4 Konkretizace.....	30
5.1.5 Přezkoumání.....	30
5.1.6 Další postup.....	30
5.1.7 Plánování dalšího postupu .....	30
<b>6 SWOT ANALÝZA .....</b>	<b>31</b>
6.1 ANALÝZA VNĚJŠÍHO PROSTŘEDNÍ.....	31
6.2 ANALÝZA VNITŘNÍHO PROSTŘEDNÍ .....	31
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST.....</b>	<b>33</b>
<b>7 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI ZPS – SLÉVÁRNA, A.S. ....</b>	<b>34</b>



7.1	ZÁKLADNÍ INFORMACE.....	34
7.2	ORGANIZAČNÍ STRUKTURA.....	36
7.3	POČET ZAMĚSTNANCŮ.....	37
7.4	VÝROBNÍ SORTIMENT.....	37
7.5	DODAVATELÉ A ODBĚRATELÉ SPOLEČNOSTI.....	37
7.5.1	Dodavatelé.....	37
7.5.2	Odběratelé.....	39
7.6	SYSTEM ŘÍZENÍ.....	40
<b>8</b>	<b>POUŽÍVANÉ TECHNOLOGIE.....</b>	<b>41</b>
<b>9</b>	<b>HLAVNÍ SUROVINY POUŽÍVANÉ NA VÝROBU TEKUTÉHO KOVU A POŽADAVKY NA JEJICH JAKOST.....</b>	<b>50</b>
<b>10</b>	<b>MOŽNOST APLIKACE PRVKŮ PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ DO VÝROBNÍHO PROCESU SPOLEČNOSTI.....</b>	<b>57</b>
10.1	POČÍTAČOVÁ SIMULACE.....	57
10.2	VIZUÁLNÍ MANAGEMENT.....	57
10.3	MOŽNOST UPLATNĚNÍ METODY 5S.....	58
10.3.1	Seiri (pořádek na pracovišti).....	58
10.3.2	Seiton (uspořádání).....	58
10.3.3	Seiso (Čistota).....	59
10.3.4	Seiketsu (Standardizace).....	59
10.3.5	Shitsuke (Disciplína).....	59
<b>11</b>	<b>ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VÝROBNÍHO PROCESU.....</b>	<b>60</b>
11.1.1	Silné stránky.....	60
11.1.2	Slabé stránky.....	61
11.1.3	Příležitosti.....	61
11.1.4	Hrozby.....	61
11.2	PŘEHLED HLAVNÍCH ZJIŠTĚNÍ NEDOSTATKŮ V JEDNOTLIVÝCH PROVOZECH.....	62
11.2.1	Modelárna.....	62
11.2.2	Přípravna formovací směsi.....	62
11.2.3	Tavárna.....	63
11.2.4	Příjem surovin.....	63
11.3	ROZHODNUTÍ O KONKRÉTNÍM ZADÁNÍ ŘEŠENÉHO PROJEKTU.....	64
<b>12</b>	<b>PROJEKTOVÁ ČÁST.....</b>	<b>65</b>
12.1	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VÁŽICÍHO SYSTÉMU.....	65
12.1.1	Úvod do dané problematiky související s vážení naložených vozidel surovinou.....	65
12.2	POSTUP PŘI VÁŽENÍ VOZIDLA PŘENOSNOU VÁHOU.....	65
12.3	ČINNOSTI PROVÁDĚNÉ PO SAMOTNÉM VÁŽENÍ VOZIDLA SE SUROVINOU.....	67
12.3.1	Současný způsob dodávání surovin pro tavírnu.....	68
12.4	PLÝTVÁNÍ V PROCESU PŘIJÍMÁNÍ MATERIÁLU.....	69
12.5	ANALÝZA VÁHOVÝCH ROZDÍLŮ VZTAHUJÍCÍ SE K VÁŽENÍ SUROVIN VÁHOU DODAVATELE A VÁHOU VE SLÉVÁRNĚ.....	69
12.5.1	Prokázání odchýlení vah.....	70

12.6	PROBLÉMY VYSKYTUJÍCÍ SE V PRŮBĚHU VÁŽENÍ VOZIDLA.....	72
12.6.1	Výpočet odchylky vybraného pokusu vážení od ostatních pokusů.....	74
12.7	CHARAKTERISTIKA PŘENOSNÝCH VAH PRO VÁŽENÍ SILNIČNÍCH VOZIDEL .....	74
12.7.1	Základní vlastnosti přenosných vah typu PW-10 a jejich použití.....	74
12.7.2	Technické parametry vah.....	75
12.7.3	Způsoby vážení vozidel na vahách typu PW-10.....	75
12.8	ZHODNOCENÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI .....	76
<b>13</b>	<b>WORKSHOP PRO ZJIŠTĚNÍ VHODNÉHO ZPŮSOBU ŘEŠENÍ DANÉHO PROBLÉMU.....</b>	<b>78</b>
13.1	CÍL PROJEKTU .....	78
13.2	PŘÍPRAVA WORKSHOPU .....	78
13.3	ZAHÁJENÍ WORKSHOPU.....	79
13.4	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU .....	79
13.5	IDENTIFIKACE PLÝTVÁNÍ .....	79
13.6	NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ .....	79
13.7	VÝBĚR NÁVRHU ŘEŠENÍ.....	79
13.8	OVĚŘENÍ PROVEDITELNOSTI .....	79
13.9	ZÁVĚR.....	80
<b>14</b>	<b>CHARAKTERISTIKA PROJEKTU .....</b>	<b>81</b>
14.1	NÁZEV PROJEKTU .....	81
14.2	CÍL PROJEKTU .....	81
14.2.1	Hlavní cíl.....	81
14.2.2	Vedlejší cíle.....	81
14.3	RIZIKA PROJEKTU .....	81
14.4	SESTAVENÍ PROJEKTOVÉHO TÝMU.....	82
14.5	MOŽNOSTI PRO ZLEPŠENÍ VÁŽÍČÍHO SYSTÉMU VE SPOLEČNOSTI.....	82
14.6	PRŮBĚH VÝBĚROVÉHO ŘÍZENÍ.....	83
14.6.1	Výběr vhodného dodavatele.....	84
14.6.2	Výběr dodavatele Váhy JAS – s.r.o.....	87
14.7	TECHNICKÉ ÚDAJE MOSTOVÉ VÁHY – PROFI UNIVERSAL .....	87
14.7.1	Technický popis .....	87
14.8	ČASOVÝ HARMONOGRAM IMPLEMENTACE VÁHY .....	88
14.9	PŘÍNOSY A DOBA NÁVRATNOSTI NOVÉHO VÁŽÍČÍHO SYSTÉMU .....	91
14.9.1	Přínosy mostní váhy .....	91
14.9.2	Doba návratnosti.....	91
14.10	POSTUP VÁŽENÍ VOZIDEL NA PLOŠINOVÉ VÁZE .....	92
14.11	LAYOUT DANÉHO PRACOVNÍHO ÚSEKU.....	93
	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>96</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>97</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>100</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>101</b>
	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>103</b>

<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>104</b>
----------------------------	------------

## ÚVOD

Slévárenství jako obor je velice důležitou oblastí pro ostatní průmysl, jako je například strojírenský či automobilový průmysl a řadu jiných průmyslových oborů, které jako jedny z nejdůležitějších polotovarů pro svoji výrobu využívají finální produkty sléváren – odlitky. Jednou ze společností, zabývajících se produkcí odlitků je také společnost ZPS – Slévárna, a.s. se sídlem v Malenovicích ve Zlíně, vyrábějící odlitky především pro obráběcí, textilní, ale i jiné stroje. Slévárna má svou bohatou minulost, spojenou s Tomášem Baťou, jedním z nejvýznamnějších podnikatelů minulého století. Společnost si dodnes udržuje svoji prestiž, a proto má mnoho svých odběratelů a to i mimo území České republiky a také díky tomu se stala jednou z nejznámějších a nejmodernějších sléváren v Evropě.

Slévárna je převážně výrobní organizací a proto především dobrá úroveň výrobního procesu může společnosti ušetřit nejen finanční prostředky vynakládané na materiálové a mzdové náklady, administrativu, údržbu a další činnosti. Právě z tohoto důvodu se zabývám ve své diplomové práci výrobním procesem a jeho zefektivněním. ZPS – Slévárna, a.s. se dlouhodobě snaží o docílení maximální efektivity výrobního procesu a plynulost výroby s co nejnižšími náklady a minimem plýtvání jakéhokoliv druhu, ale i v takto velmi dobře řízené organizaci je možné vždy nalézt nějaké rezervy.

V teoretické části diplomové práce uvádím základní charakteristiku slévárenského oboru a stručně popisují metody průmyslového inženýrství, které jsem v práci použila.

Praktická část práce obsahuje podrobnou analýzu všech činností, které jsou ve výrobním procesu firmy ZPS – Slévárna, a.s. prováděny. Výsledkem této komplexní analýzy je vymezení hlavních nedostatků v této oblasti a doporučení způsobu jejich řešení.

Na provedenou analýzu a z ní vycházející doporučení pak navazuje projektová část práce. Workshop, který byl svolán za účasti kompetentních pracovníků slévárny, rozhodl, že konkrétním zaměřením projektu bude řešení situace v přijímání dodávek materiálu pro tavírnu, kde dochází v současné době k řadě neproduktivních činností a k chaosu způsobovanému malou přehledností pracoviště a především nemožností přesného určení dodávaného množství slévárenských surovin.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 PODSTATA SLÉVÁRENSKÉ TECHNOLOGIE

Slévárství je velice složitý soubor dílčích, mnohdy značně odlišných procesů s vlastním vědním zázemím. Z toho důvodu je potřeba stanovit pole zájmu a udělat určitá zjednodušení. Slévárnou je subjekt dodávající odlitky především pro automobilní, strojírenské a stavební podniky k dalšímu zpracování. Jde tedy vlastně o oblast druhovýroby, na rozdíl od sléváren hutních, které patří do prvovýroby. Strojírenské odlitky jsou polotovarem pro výrobu strojírenskou, stejně jako výkovky, výlisky či svařence. Odlitky hutní bývají nástrojem pro ostatní úseky hutní výroby jako například kokily, struskové pánve, válce atd. Trend využívání odlitků v průmyslu stále trvá, ovšem hmotností podíl odlitků v konečných výrobcích klesá. Odlitky v oblasti polotovarů pro další zpracování nacházejí konkurenci. Jestliže nejsou zcela přesně odlévány, nahrazují se přesně tvářenými výkovky, keramikou, plasty a kovovými prášky. Proto je tedy ve slévárství důležité zavádět inovace. (Chrást, 2006, s. 11)

### 1.1 Struktura sléváren

Slévárnu, jako složitý organismus, je možné dělit na menší celky, tzv. provozní soubory. Nejvíce užívané dělení je z hlediska finálního výrobku nebo služby. Finálním výrobkem je pak hrubý odlitek, tedy polotovar pro obrábění. Každé pracoviště provozu slévárny, (tab.1) má vzhledem k tomuto finálnímu výrobku své jedinečné postavení dané tím, že provádí pro hrubý odlitek určitou službu, nezbytnou, která je ovšem sama o sobě z hlediska finálního výrobku slévárny nedostačující. (Chrást, 2006, s. 13)

*Tavírny a kuplovný* tvoří vratný materiál, zlomková litina, ocelový odpad, surová železa, v podstatě kovová vsázky. Dále jsou vstupem jsou tavidla a palivo. Výstupem tavírny je pak tekutý kov – litina.

*Úpravna formovací směsi* pak zpracovává vratnou směs (z odlitých forem, přepadem při formování) a nové komponenty (ostřívo, pojivo, přísady), a to na formovací či jádrovou směs.

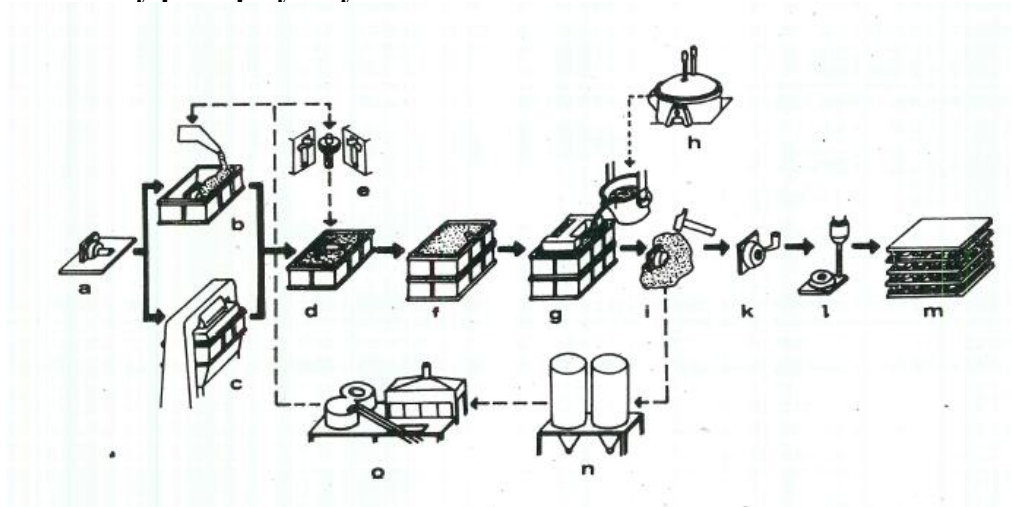
Pro pracoviště *formovna* je nutná formovací směs, modelové zařízení a jádra pro vyhotovení kompletních forem a tekutý kov k odlití. Výstupem formovny jsou kompletní formy, v užším slova smyslu, v širším smyslu pak formy odlité, obsahující surový odlitek. Použitá vratná směs se pak vrací zpět ke zpracování do úpravny.

Dokončení surového odlitku se provádí v *čistírně*. Před samotným očištěním povrchu se oddělí vtoky, které pak jdou jako vratný materiál zpátky do skladu tavniny. Při apretaci dochází k odstranění drobných vad vystupujících z povrchu (zatekliny atd.). Finálním produktem slévárny je hrubý odlitek neboli polotovar pro obrábění strojní součásti. (Chrást, 2006, str. 14)

Tab. 1 Provozní soubory ve slévárně (Chrást, 2006, s. 14)

Provozní soubory	Charakteristika finálního výrobku a služby
Sklady materiálu a surovin	Služba pro ostatní pracoviště, například odměření dávky surovin v daném množství
Tavírna	Tekutý kov odpovídajícího chemického složení
Úpravna směsí	Formovací či jádrová směs ke zhotovení forem jader
Formovna	Forma, odlévání a vyjmutí odlitků z forem
Jaderna	Jádro pro vytvoření dutin v odlitku či jeho části
Čistírna	Dokončovací operace na odlitcích: čištění povrchu, oddělování vtoků a výfuků
	Kontrola, opravy vad či tepelné opracování, povrchová úprava, obrábění, skladování a expedice hrubých odlitků
Modelárna	Nářadí pro výrobu jader či forem

### Všeobecný postup výroby ve slévárně



Obr. 1 Obecný postup výroby odlitku (Horáček, 1990, s. 5)

Ze skladu modelových zařízení je toto dopraveno do formovny, a to buď k ruční výrobě formy (b), nebo k výrobě strojní (c). Zároveň jsou v jaderně vyrobená jádra (a), která se ještě před složením obou částí formy vloží do spodku (d). Po složení (f) probíhá odlití na licím poli (g) a tekutý kov se dopraví prostřednictvím lící pánve z tavrny (h). Po té následuje vytlučení odlitku (i) a to až po jeho ztuhnutí a surový odlitek (h) putuje do čistírny, kde dochází k odstranění vtokové soustavy, nálitků atd. Také jsou zde odstraněny zbytky formovací směsi a obroušeny švy i zatekliny v dělicí rovině. Také se dále provede hrubování, což je první opracování hrubého odlitku (l) a následně je odlitek připraven k expedici (m). Po vytlučení se formovací směs (i) vrací k případné regeneraci a po vložení nových podílů ostřiva (n) putuje do přípravný formovacích směsí (o) a z tohoto místa znovu do formy (b), (c) a jaderny (e). (Horáček, 1990, s. 5)

*Z obrázku 1 uvedeného výše, je možné také zaznamenat, že při výrobě odlitků dochází ke značnému pohybu hmot:*

- 1) *Pohyb jaderníků a modelů (sklad – formovna (jaderna) – sklad)*
- 2) *Pohyb formovacích rámců (sklad rámců – formovna – lící pole – chladnutí – vytlučení – formovna )*
- 3) *Pohyb formovacích směsí (sklad surovin – přípravná – formovna – vytlučení - regenerace – přípravná - formovna)*
- 4) *Pohyb materiálu (sklad surovin – tavrna – lící pole – chladnutí – vytlučení - expedice + část do tavrny (vtokové soustavy, nálitky, zmetky)) (Horáček, 1990, s. 5-6)*



## 2 SLÉVÁRENSKÉ SLITINY ŽELEZA

Základní rozdělení na oceli a litiny vychází z významného obsahu uhlíku ve slitině. Nejčastěji se vyrábí odlitky ze slitin nelegovaných. Pouze tam, kde nelegované (uhlíkové) slitiny neumožňují dosáhnout požadované vlastnosti, které jsou potřebné pro práci v neobvyklých provozních podmínkách, se užívají odlitky slitiny legované. Takové legování u ocelových ale i litinových odlitků přináší zvýšení nákladů výrobních i zvýšení náročnosti technologie výroby, a tudíž musí být vyváжено prokazatelným technickým přínosem. Světová výroba odlitků ze slitin železa je v současné době pokrývána jednoznačně především nelegovanými slitinami. (Plachý, Němec a Bednář, 2002, s. 49)

### 2.1 Litiny

Litiny tvoří nejvýznamnější skupinu slévárenských slitin, k nimž patří slitiny železa s uhlíkem (křemíkem, manganem a dalšími prvky), ve kterých obsah uhlíku převyšuje maximální rozpustnost v austenitu. Uhlík může být vyloučen v litinách v podobě grafitu (šedé litiny) či cementitu (bílá litina). (Plachý, Němec a Bednář, 2002, s. 52)

Členění litin vychází ze strukturního hlediska, na základě něhož se rozlišují litiny s cementitickým eutektikem (bílá litina) a grafitickým eutektikem (tvárná, šedá litina). Ke grafitickým litinám je možné zařadit také temperovanou litinu, u níž grafit vzniká rozkladem cementitu v tuhém stavu. Typem přechodovým je litina tvrzená, obsahující cementitické i grafitické eutektikum. Více informací je dostupných na webové adrese <http://otahalconsult.cz>

#### 2.1.1 Šedá litina

Šedá litina (LLG) je nejvíce užívaným materiálem při konstrukci odlitků. Ovšem je materiálem heterogenním, strukturně velmi složitý a záviselý na podmínkách tuhnutí a chlazení. (Procházka et al., 1982, s. 23)

Tahle litina je mnohokomponentní podeutektická slitina železa, v jejíž základní kovové hmotě jsou obsaženy grafitové částice ve tvaru lupínků. Lupínky grafitu velmi narušují souvislost základní kovové hmoty a působí tak šedé litině její charakteristické vlastnosti. Poměrně nízké náklady a velice dobré technologické vlastnosti zajišťují šedé litině s lupínkovým grafitem trvale první místo v objemu výroby odlitků. (Plachý, Němec a Bednář, 2002, s. 53)

### 2.1.2 Tavení šedé litiny

Litiny se obecně vyrábí přetavením surového železa a odpadových surovin a pravděpodobně také zůstane nejrozšířenějším tavicím zařízením ve slévárnách odlitků z litiny, kuplovna. Kuplovna se řadí mezi základní typ šachtových pecí s vysokým stupněm tepelné účinnosti. Má také mnoho výhod – plynulou dodávku kovu s nepřetržitým provozním cyklem, nízké výrobní náklady, jednoduchost vlastního pochodu, vysoké tavicí výkony, investičně méně náročnou konstrukci. U studenovětrných kuploven dosahuje stupeň využití tepla pouze 30%, což znamená, že pouze 30% z celkově vneseného tepla přechází do litiny a 70% se ztrácí. Horkovětrné kuplovny, které jsou vybavené rekuperátorem na zužitkování spalin, zvyšují využití tepla v litině zhruba na 43%. Horkovětrné kuplovny mohou používat méně jakostní a tedy levnější kovovou vsázku. (Plachý, Němec a Bednář, 2002, s. 57)

Pro tavení s vysokou pevností se využívají většinou kelímkové středofrekvenční a nízkofrekvenční indukční pece. Hlavními výhodami indukčních pecí je možnost použít levnou kovovou vsázku, řídit a kontrolovat velice přesně chod tavení a minimální exhalace. Ovšem zatím je cena elektrické energie asi o 60% dražší než cena koksu. Vlastnosti indukčních pecí, jako jsou vysoké investiční náklady, vysoké náklady na elektrickou energii, malý specifický tavicí výkon, narušení plynulosti dodávek tekutého, omezují použitelnost samotných indukčních pecí k tavení litin. Ekonomicky a i technicky je zdůvodněné tavení litin legovaných a pro určitý charakter výroby litin odlitků kombinace: kuplovna + elektrická indukční kelímková pec (duplex). (Plachý, Němec a Bednář, 2002, s. 58)

### 2.1.3 Očkování šedé litiny

Jedná se o technologickou operaci, při které se zavádí do tekutého kovu malé množství vhodně zvolené substance (očkovadla), a tím se zvýší počet krystalizačních zárodků určité fáze. Díky očkování litiny s lupínkovým grafitem se zvýší počet krystalizačních zárodků grafitu. Více informací je dostupných na webové adrese <http://ime.fme.vutbr.cz>.

### 2.1.4 Tvárná litina

Tvárná litina (LKG) je vysoce jakostní šedou litinou, kde je v ocelové kovové hmotě grafit vyloučen ve tvaru zrnitém už v litém stavu. Díky velmi příznivému tvaru grafitu a také čistotě kovové základní hmoty, má nesrovnatelně vyšší parametry mechanických vlastností než litina šedá a v některých případech dokonce převyšuje hodnoty dosažené u uhlíkových ocelí na odlitky. (Procházka, et al., 1982, s. 36)

### 2.1.5 Princip výroby tvárné litiny

Vylučování grafitu v kulovitých útvarech je možné dosáhnout jen přesně stanovenými metalurgickými postupy. Z toho důvodu musí mít slévárna k dispozici kvalifikované a zodpovědné pracovníky, moderní tavírnu a také dobře vybavené laboratoře, které jsou schopné zajistit kontrolu jakosti taveniny a i odlitků. Litina, obsahující prvky základní, doprovodné, legující, prvky škodlivé a plyny, bude pokaždé vylučovat grafit ve formě lupínek, dle růstových podmínek různé velikosti a rozdělení. Pokud se taková litina „očistí“ získá se tak litina, která bude vykazovat grafit vyloučen ve tvaru zrn (kuliček) – litinu tvárnou. Toto čištění (rafinace) litiny probíhá zejména odsířením, přičemž obsah síry musí být výrazně snížen. To se děje především metalurgickými opatřeními, a nebo vhodnou volbou surovin. Také je potřeba snížit obsah plynů až na jednu polovinu původního množství. Nezbytné je také odstranění nekovových vměstků. (Plachý, Němec a Bedář, 2002, s. 76)

### 3 VÝROBA A VÝROBNÍ PROCES

„Výrobu lze definovat jako transformaci výrobních faktorů do ekonomických statků a služeb, které pak procházejí spotřebou.“ (Keřkovský, 2009).

Výrobní proces je uskutečňován „výrobním systémem“, což je transformace výrobních faktorů na zboží/službu. *Výrobní proces je charakterizován:*

- Stanovením výrobku/služby
- Množstvím a varetou výrobků/služeb
- Použitými technologiemi, organizací a upořádáním výroby
- Schopností reagovat na poptávku a stabilitou výroby (Keřkovský, 2009, s. 7)

Výrobu je možné chápat v užším a v širším pojetí a také je důležité si dobře ujasnit, co výrobní proces zahrnuje, co je výrobek nebo služba a kdo je zákazník. (Keřkovský, 2009, s. 8)

Uspořádání a struktura jednotlivých výrob a jejich řízení závisí především na charakteru výrobku, trhu, charakteru poptávky, objemu výroby, použití technologií a dalších faktorech. *Výrobní procesy je možné klasifikovat dle následujících hledisek:* (Keřkovský, 2009, s. 8)

#### 1. Dle míry plynulosti výrobního procesu:

- *plynulá* - výrobní proces se nepřerušuje ani ve dnech pracovního klidu
- *přerušovaná* – proces je přerušován prvky netechnologických procesů jako například doprava, upnutí, vyjmutí atd. (Keřkovský, 2009, s. 9; Tuček a Bobák, 2006, s. 48)

#### 2. Dle množství a počtu druhů výrobků se výroba rozlišuje na:

- *kusová* – velké množství různých druhů výrobků v malých množstvích. Jejich průběh se opakuje buď nepravidelně, nebo se neopakuje vůbec.
- *sériová* – výroba stejného druhu produktu opakovanou v sériích, která se na základě velikosti dá rozlišit na malo, středně a velkosériovou výrobu.
- *hromadná* – velký počet jednoho či málo druhů výrobků s vysokou mírou opakovatelnosti a poměrně dlouhou ustáleností výroby těchto výrobků. (Keřkovský, 2009, s. 9; Tuček a Bobák, 2006, s. 46-47)

### 3. Dle fází výroby

- *předzhotovující fáze* – tato fáze obsahuje přípravu, respektive zpracování surovin pro vlastní výrobní proces
- *zhotovující fáze* – tvoří podstatu celého výrobního procesu, výrobky tady získávají finální podobu.
- *dohotovující fáze* – jedná se o konečnou – vzhledovou a ochrannou úpravu výrobku, balení a komplementaci. (Tuček a Bobák, 2006, s. 48)

### 4. Dle logistické typologie výroby:

- *procesní výroba* – výrobek je vyráběn na jednom zařízení
- *proudová výroba* – výroba jednoho či několika příbuzných výrobků, aniž by se ve výrobní fázi rozpojovaly prostřednictvím mezioperačních zásob.
- *plynulá výroba* – vzniká výrobní linka, řešen je problém vyvažování linek
- *linková výroba* – několik výrobků prochází závodem po pevné trase a vyrábí se na totožných zařízeních.
- *zakázková výroba* – několik různých výrobků prochází po různých trasách mezi výrobními zařízeními uspořádaných do funkčních skupin (Tuček a Bobák, 2006, s. 49-50)

## 4 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

### 4.1 Definice průmyslového inženýrství

*„Současná definice průmyslového inženýrství říká, že je to inderdisciplinární obor, který se zabývá projektováním, zaváděním a zlepšováním integrovaných systému lidí, strojů, materiálů a energií s cílem dosáhnout co nejvyšší produktivity.“* (Mašín a Vytlačil, 2000). Pro tento účel využívá specifické znalosti z fyziky, matematiky, sociálních věd a také managementu, aby je bylo možné společně s inženýrskými metodami dále využít pro specifikaci a hodnocení výsledků, kterých bylo dosaženo těmito systémy. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 81)

Průmyslové inženýrství je možné rozlišit na klasické a moderní.

### 4.2 Klasické a moderní průmyslové inženýrství

*Klasické průmyslové inženýrství vychází především ze studia metod práce a operačního výzkumu.* (Tuček a Bobák, 2006, s. 108)

*Moderní průmyslové inženýrství vychází z praxe světových firem, kde se začaly metody využívat. Je možné se tak setkat v podnicích světové třídy s těmito programy PI:*

- projektování, realizace výrobních buněk,
- simultánní inženýrství,
- Poka-Yoke,
- TPM,
- SMED,
- odměňování na základě výsledků,
- simulace výrobních programů,
- průmyslová moderace a další (Tuček a Bobák, 2006, s. 108 – 109)

### 4.3 Základní cíle průmyslového inženýrství

#### 4.3.1 Produktivita

V podstatě řečeno, produktivita je míra, vyjadřující jak dobře jsou využity zdroje při vytváření produktů. Nejobecnějším vyjádřením produktivity je poměr mezi výstupem z daného procesu a vstupem potřebných zdrojů do procesu. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 27)

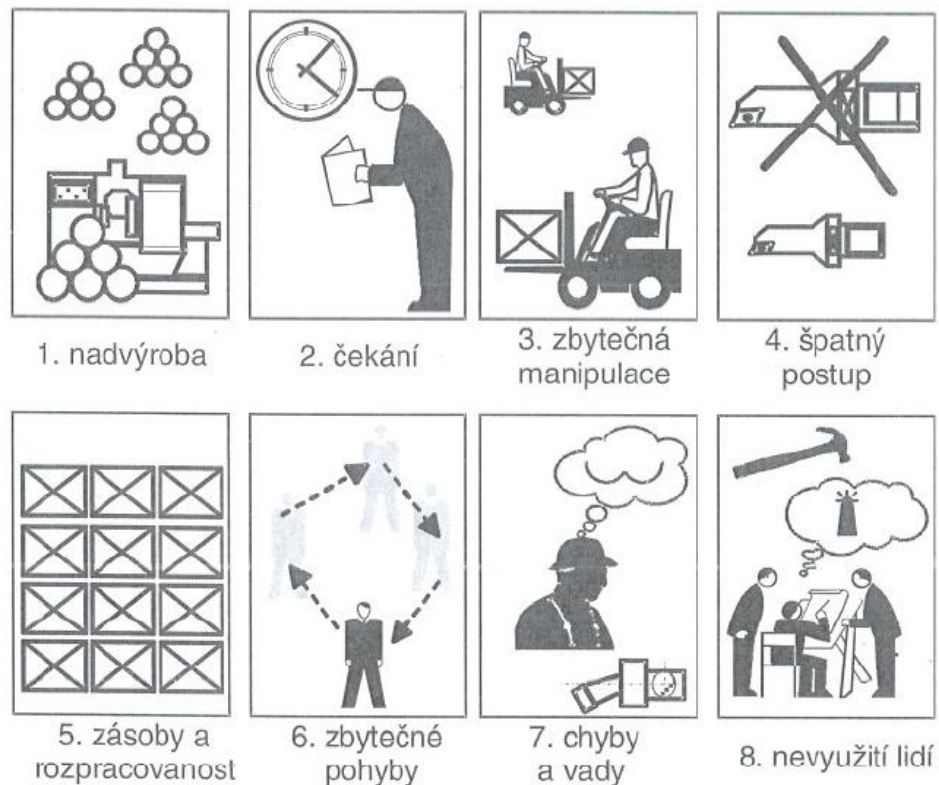
### 4.3.2 Plýtvání

Aktivizace lidského potenciálu je v podstatě základním zdroje pro zvyšování produktivity. Ovšem k tomu je nutné dobře znát nejen stav lidských zdrojů uvnitř podniku, ale současně si osvojit metody, praktiky, postupy, jak daný potenciál využívat a motivovat. Pokud práce není provedena přesně a kvalitně, bude následně odmítnuta a tím utrpí produktivita. Proto je velmi důležité dodržovat rovnováhu mezi kvalitou a rychlostí. Další důležitým faktorem jsou využívané metody a pracovní postupy, organizace práce i pracovní prostředí. Pokud je podnik schopen využívat čas, pracovat s dobrým výkonem a produkty jsou jakostní, ovšem práci nebude vykonávat na základě produktivních pracovních metod, výsledná produktivita bude značně nižší oproti produktivitě, které by ve skutečnosti mohla dosáhnout. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 44)

### 8 druhů plýtvání

- *nadvýroba* - jedná se o jedno z nejhorších druhů plýtvání, jelikož vyžaduje dodatečné náklady, prostor pro skladování a často také dodatečnou práci na znehodnocených výrobcích, které se neprodaly.
- *čekání* – tento druh plýtvání je obvykle jevem zjevným. Jedná se o čekání na materiál, opravu stroje, seřízení stroje a také pozorování stroje pracovníkem
- *zbytečná manipulace* – nejčastější druh plýtvání. Materiál tak putuje ze skladu do meziskladu, odtud na pracoviště, a jako polotovar zpět do meziskladu, aby po té vedla na jiné pracoviště a odtud znovu do meziskladu atd.
- *špatný postup* – nesprávný postup může vyvolat nutnost dodatečné práce. Jedná se například o nevhodnou konstrukci výrobku, navržení špatného materiálu atd.
- *zásoby* – kromě dodatečných nákladů na jejich udržování mají také i zápornou vlastnost, že zakrývají podstatnou část problémů, které se mnohdy řeší právě prostřednictvím polštáře zásob, místo toho, aby byly odstraněny. Jedná se o dlouhé časy výměn nástrojů, vadné výrobky, poruchy strojů atd.
- *zbytečné pohyby* – toto plýtvání vyplývá z nepotřebných pohybů, jako například zbytečná chůze pro polotovar na nevhodně uspořádaném pracovišti.
- *chyby pracovníků* – chyby pracovníků zvyšují náklady díky dodatečným aktivitám jako je například vícenásobný transport nebo manipulace, opakování operace, opakovaná kontrola apod.
- *nevyužití myšlenek* – plýtvání tvůrčím potenciálem pracovníků, jejich schopnostmi znalostmi a talentem. (Mašín a Vytlačil, 1996, s. 45 – 47)

Obr. 2 uveden níže, znázorňuje graficky druhy plýtvání.



Obr. 2 7 + 1 druh plýtvání (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 45)

## 4.4 Vybrané prvky průmyslového inženýrství

### 4.4.1 Vizuální management

I přes neustálé rozvíjení nových způsobů informačních technologií a instalace stále výkonnějších počítačů, dochází také k obnovení starého způsobu komunikace a to k vizuální komunikaci a na jejím základě postavené metodě, která se nazývá vizuální management. Principem vizuálního řízení je fakt, že člověk nejvíce informací vnímá očima (80%). (Vytlačil a Mašín, 1998, s. 367)

Klasické způsoby komunikace, kterými jsou například zprávy, sestavy, terminály, telefony atd. již nepostačují. Vizuální management tak využívá různé prostředky pro rozpoznání stavu procesu, standardu a také odchylky od něj. (Tuček a Bobák, 2006, s. 286) Nutnost efektivnější komunikace vychází z požadavku levnějších, rychlejších a kvalitnějších dodávek zboží odběratelům. Tyto požadavky není možné splnit bez hledání efektivnějších způsobů v komunikaci. (Vytlačil, Mašín a Staněk, 1997, s. 106)



#### 4.4.2 Systémy počítačové podpory

Úlohy plánování výroby, optimalizace, pozorování skutečného průběhu a integrace se souvisejícími subsystemy bývají natolik pracné a složité, že si nelze představit jejich efektivní řešení bez využití počítače. (Keřkovský, 2001, s. 91)

*Uplatnění informační a výpočetní techniky ve výrobních procesech je možné charakterizovat několika směry:*

- Automatizace řízení technologických a výrobních procesů, kde jde především o uplatnění elektroniky při řízení nepřetržitých technologií, ať už v chemii, hutnictví, energetice či ve spotřebním průmyslu nebo v potravinářství a elektrotechnickém průmyslu, se pozornost zaměřuje na automatizované pružné výrobní systémy.
- Automatizace projektových, programovacích a konstrukčních prací. Předmětem řešení je tvorba a specifikace výchozích problémově orientovaných a aplikačních souborů stanovených pro zvýšení efektivnosti inženýrských prací.
- Automatizace funkcí strojů, přístrojů a ostatních zařízení pro výrobu, manipulaci s materiálem, kontrolu, měření a diagnostiku. Jedná se o řešení, využívajících prvků elektroniky pro automatizaci pomocných, výrobních a obslužných zařízení.
- Automatizace řízení organizace. Tato oblast obsahuje rozhodující uplatnění elektroniky v informačních systémech a jejich využívání také pro potřeby operativního řízení výroby. (Tomek a Vávrová, 2000, s. 344)

#### 4.4.3 Metoda 5S

Metoda 5 S znamená základních 5 principů péče o pracoviště a týmové teritorium. Písmeno „S“ pak označuje začáteční písmena japonských slov, popisující tyto principy.

*Cíle metody:*

- změnit postoje pracovníků ke strojům a pracovištím
- vytvořit organizované a disciplinované pracoviště
- připravit pracovníky z pohledu strojů a pracovišť a strojů
- zaujmout a ovlivnit zákazníka
- budovat spolehlivou továrnu

V rámci jednotlivých „S“ jsou zahrnuty činnosti, napomáhající odstranit nedostatky a dosáhnout či alespoň přiblížit cíl na dosah. (Vytačil a Mašín, 1998, s. 350 – 351)

### **Úklid (Seiri)**

Prvním pilířem této metody je třídění, které v podstatě znamená odstranění z pracoviště všechny předměty a věci, které nejsou pro aktuální výrobu zapotřebí. Na pracovišti zůstává tedy jen to, co je skutečně potřebné. Pokud má podnik pochybnosti, měl by předměty vyhazovat. Pokud se správně zavede první pilíř, problémy a trápení se v pracovním toku sníží, komunikace mezi pracovníky se výrazně zlepší a také se zvýší kvalita produktů a produktivita. (Tuček a Bobák, 2006, s. 117; Hirano a Rubin, 2009, s. 37)

### **Pořádek (Seiton)**

Cílem tohoto pilíře je uložit potřebné pomůcky tak, aby je mohl každý použít a bylo zřejmé, kde jsou skladovány. Tenhle krok je důležitý, jelikož odstraňuje četné druhy plýtvání a to jak ve výrobě, tak v administrativních činnostech. (Tuček a Bobák, 2006, s. 117; Hirano a Rubin, 2009, s. 55)

### **Čištění (Seiso)**

Pracoviště musí být udržováno čisté, bez špíny, oleje atd. Jedním z důležitých cílů úklidu je udržovat všechna zařízení takovým způsobem, aby byla pokaždé připravena k použití. *Jestliže není tento pilíř správně zaveden, můžou se vyskytnout tyto problémy:*

- Špatná morálka zaměstnanců
- Bezpečnostní rizika
- Poruchy zařízení
- Zvýšený počet defektů produktu (Tuček a Bobák, 2006, s. 117; Hirano a Rubin, 2009, s. 67).

V momentě, kdy se každodenní úklid a pravidelný velký úklid stanou zvykem, může být do procedur lesku zavedena i systematická kontrola strojů a zařízení. (Hirano a Rubin, 2009, s. 67)

### **Standardizace (Seiketsu)**

Předposledním pilířem této metody je standardizace, která je důsledkem správného zachování pilířů předchozích. Primárním cílem standardizace je zabránit překážkám v prvních třech pilířích a z jejich zavedení učinit zvyk a zajistit, že jsou pilíře udržovány v plně zavedeném stavu. Minimalizuje se hledání a informace jsou na dostupných a také viditelných místech (Tuček a Bobák, 2006, s. 117; Hirano a Rubin, 2009, s. 84)

### Disciplína (Shitsuke)

Disciplína znamená, že přesné dodržování výše uvedených pravidel se postupně stává zvykem. Bez ohledu na to, do jaké míry jsou zavedeny první čtyři pilíře, systém 5S nebude fungovat dlouhodobě bez závazku vůči jeho zachování. (Tuček a Bobák, 2006, s. 117; Hirano a Rubin, 2009, s. 97)

#### 4.4.4 Sedm klasických nástrojů

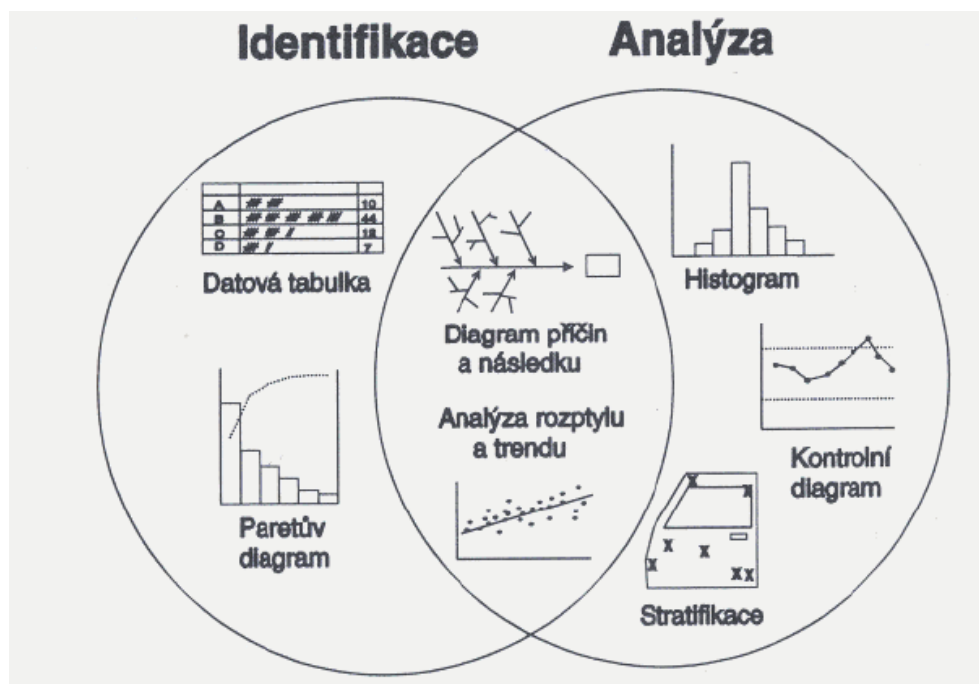
Statistické metody jsou používány již několik let v oblasti obchodu, průmyslu i vědecké disciplíny. Tyto metody hrají v současnosti důležitou roli ve všech stádiích zlepšování procesů a jejich znalost je nezbytně nutná pro každého pracovníka. Posun v přístupu ke zlepšování procesů ovšem znamenal, že statistické nástroje by měly být jednoduché a zároveň efektivní. Na základě této myšlenky bylo vybráno sedm jednoduchých statistických metod, které byly později nazvány sedm klasických nástrojů (Obr. 3). Mezi tyto nástroje patří: (Vytlačil a Mašín, 1998, s. 383)

- *Datová tabulka* – jedná se o systematický nástroj pro sběr a prezentaci zjištěných údajů. Datové tabulky jsou ve většině případů určité formuláře navržené pro specifická data a účely.
- *Stratifikace* – K tomu, aby bylo možné díky získaným údajům získaných v provozních podmínkách dojít ke správným závěrům, je nutné je tzv. stratifikovat na základě určitých údajů, kterými jsou například materiál, polotovar, čas, pracovník, stroj, pracovní postup, prostředí. Stratifikaci je nutné brát v úvahu především při sběru dat, kdy nemůže dojít k promíchání dat s různým původem.
- *Histogram* – tento nástroj je vhodný pro stavové i číselné veličiny a umožňuje také přehled o tom, jak data vypadají v daném okamžiku. Neposkytuje ovšem údaje o tom, jak vypadá variace a trendu v závislosti na čase.
- *Paretova analýza* – tento nástroj poskytuje identifikaci hlavních problémů, jelikož všechny problémy nemohou být řešeny současně. Tento nástroj je prostředkem, díky kterému je možné vyjádřit relativní významnost jednotlivých příčin poruch nebo zdrojů nevyhovující kvality. Z hlediska produktivity a také jakosti totiž platí, že více než 50 % nedostatků je docela často následek jediné příčiny.
- *Analýza rozptylu a trendu dat* – pokud chce podnik analyzovat vzájemnou závislost mezi dvěma proměnnými, využije korelační diagram. Pro sestavení tohoto diagra-

mu je nutné znát údaje párů tzv. závislé i nezávisle proměnných. Nezávislou proměnnou je pak položka, která má nějaký vliv na výslednou kvalitu

- *Kontrolní diagram* – tento nástroj slouží především ke grafickému sledování veličiny, která má být regulována a tím udržet daný proces v požadovaném stavu. Veličina, která je regulovaná, se pravidelně sleduje a její hodnoty se zapisují do diagramu, jehož horizontální osa je tvořena časovou linkou.
- *Diagram příčin a následků (Ishikawův diagram)* – tento nástroj vychází z toho, že každý problém, závada nebo chyba má určitou příčinu. Cílem této analýzy je identifikace těchto příčin, aby bylo možné přijmout určitá nápravná opatření. (Vytlačil a Mašín, 1999, s. 105 – 112)

Tyto nástroje umožňují jak numerickou, tak grafickou prezentaci dat získaných v procesu pro výrobní týmy jsou především posilou jak při kontrole, tak při zlepšování produktů a procesů. (Vytlačil a Mašín, 1998, s. 383)



Obr. 3 Sedm klasických nástrojů (Vytlačil a Mašín, 1999, s. 106)

## 5 WORKSHOP

Týmová práce je efektivní způsob organizace lidské práce, vlastníčí vícedimenzionální charakter, probíhající v trvalém rozvoji pracovních vztahů členů týmu, kteří mají dané pracovní role, nebo si je rozdělují sami a mění dle vlastní volby. (Mašín a Vytlačil, 1996, s. 105)

*Důvody k zavedení týmové práci v podniku:*

- Týmy umožňují osvobodit manažera od řešení operativních problémů
- Týmy přinášejí pracovníkům vyšší uspokojení z práce
- K zásadním faktorům, umožňující týmům významně zvýšit jejich výkon patří: více efektivní manažer, více motivovaní členové týmu, podrobná znalost procesu, jasná pravidla práce atd. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 150 – 151)

Workshop se orientuje na hloubkovou analýzu procesu zvoleného managementu a schází se na něm tým začleněných pracovníků, který tvoří zpravidla 8 - 10 pracovníků. Vhodná délka pro uskutečnění workshopu bývá stanovena na 3 dny.

*Mezi pravidla workshopu patří:*

- Tým se soustřeďuje na obsah
- Moderátor zodpovídá za dodržování času
- Tým zodpovídá za řešení a návrhy opatření
- Moderátor zodpovídá za postup řešení
- Vedoucí dané organizační jednotky je zodpovědný za realizaci návrhů
- Tým musí dosáhnout souhlasu atd. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 197 – 199)

### 5.1 Obecný průběh týmové schůzky

#### 5.1.1 Příprava

U moderátora týmu je nutné, aby si byl jist cílem, kterého by mělo být dosaženo, a také by měl brát v úvahu dobu trvání schůzky. Také by si měl jednotlivé kroky promyslet a písemně zaznamenat. Měl by vyjednat jednací místnost, připravit podklady a pomůcky.

### **5.1.2 Začátek schůzky týmu**

Zúčastněné osoby by měly být ještě jednou seznámeni s cílem a průběhu schůzky. Ve zkratce by měla být shrnuta výchozí situace. Pravidla jsou odsouhlasena již na začátku týmové schůzky nebo oživena později v paměti přítomných.

### **5.1.3 Vstup do tématu**

K dosažení stejného stupně informovanosti všech účastníků, je nutné předem doplnit neúplný stav a umožnit všem veškeré informace. Poté se společně hledají a nalézají různé možnosti. Brainstorming, metaplány a ostatní moderační a kreativní techniky jsou více než vhodné pro tuto část spolupráce. Prostřednictvím doplňujících otázek co?, jak?, mohou být zúčastněné osoby podněcováni k přemýšlení a k názorovému vyjádření.

### **5.1.4 Konkretizace**

Po určité době se u každého člověka rozvíjí kreativní fáze a tak nasbírané nápady stačí jen strukturovat. Struktura závisí na tématu a cíli. Potřebné poznatky, souvislosti či nutné pozadí projektu musí být zpracovány a také musí být obstarány důležité informace.

### **5.1.5 Přezkoumání**

Pokud dojde k dosažení cílů schůzky týmu v nejbližších bodech ponejprv kvalitativně, je nezbytné se věnovat rozhodováním pro jednu nebo onu variantu, nebo pro dále se rozvíjející práce mezi konáním ostatních setkání členů týmu.

### **5.1.6 Další postup**

Je velice důležité, aby zúčastněné osoby schůzky nadále pracovali na projektu a převzali odpovídající úkoly.

### **5.1.7 Plánování dalšího postupu**

Různé aktivity či rozhodování jsou stručně shrnuty v protokole, obsahující jednoznačné přiřazení úkolů v čase. (Vytlačil a Mašín, 1999, s. 63 – 65)

## 6 SWOT ANALÝZA

Podstatou SWOT analýzy je to, že sleduje a analyzuje vnitřní a vnější prostředí společnosti. (Ferrell a Hartline, 2011, s. 120)

Cílem této analýzy je identifikovat především to, do jaké míry jsou současná strategie společnosti a její specifická silná a slabá místa relevantní a schopná se vyrovnat s určitými změnami, nastávající v prostředí. (Jakubíková, 2008, s. 103)

### 6.1 Analýza vnějšího prostředí

SWOT analýza (obr. 4) - analýza slabých a silných stránek, příležitostí a hrozeb, se skládá ze dvou analýz, kterými jsou SW a analýzy OT. Mělo by se začít analýzou OT. Tato analýza vychází z vnějšího prostředí a zabývá se informacemi týkající se trhu, ekonomických podmínek, legislativou atd. (makroprostředí). Ovšem zabývá se také informacemi v rámci mikroprostředí (zákazníci, odběratelé, dodavatelé, konkurence, veřejnost). Po podrobně provedené této analýze následuje analýza SW, týkající se vnitřního prostředí společnosti (cíle, systém, procedury, mezilidské vztahy, organizační struktura aj.). (Ferrell a Hartline, 2011, s. 120; Jakubíková, 2008, s. 103)

<p><b>Silné stránky</b> (<i>strengths</i>)</p> <p>zde se zaznamenávají skutečnosti, které přinášejí výhody jak zákazníkům, tak firmě</p>	<p><b>Slabé stránky</b> (<i>weaknesses</i>)</p> <p>zde se zaznamenávají ty věci, které firma nedělá dobře, nebo ty, ve kterých si ostatní firmy vedou lépe</p>
<p><b>Příležitosti</b> (<i>opportunities</i>)</p> <p>zde se zaznamenávají ty skutečnosti, které mohou zvýšit poptávku nebo mohou lépe uspokojit zákazníky a přinést firmě úspěch</p>	<p><b>Hrozby</b> (<i>threats</i>)</p> <p>zde se zaznamenávají ty skutečnosti, trendy, události, které mohou snížit poptávku nebo zapříčinit nespokojenost zákazníků</p>

Obr. 4 SWOT analýza (Jakubíková, 2008, s. 103)

### 6.2 Analýza vnitřního prostředí

Vnitřní prostředí se zaměřuje na silné a slabé stránky v klíčových záležitostech jako je například finanční výkonnost společnosti, zdroje, lidské zdroje, výrobní kapacity, podíl na trhu atd.). Silné a slabé stránky společnosti se stanovují prostřednictvím vnitropodnikových

analýz a hodnotících systémů. Při vyhodnocení slabých a silných stránek může být jako výchozí základna pro určení daného stavu použita klasifikace hodnotících kritérií buď dle nástrojů marketingového mixu 4P a nebo případně podrobněji dle jejich dílčích znaků. Daným kritériím, vybraným s použitím různých výzkumných technik (diskuze, brainstorming atd.) je přiřazena váha (1-5), a dále jsou pak kritéria vyhodnocována použitím škálování. Většinou se používá škála v rozmezí od -10 do +10. Tímto způsobem společnost získává přehled o slabých a silných stránkách, které včetně hrozeb a příležitostí dále poměruje se svými schopnostmi vyvíjet výrobky, vyrábět je, financovat podnikatelské záměry atd. (Ferrell a Hartline, 2011, s. 120; Jakubíková, 2008, s. 103)

Tato analýza může být velice užitečným způsobem sumarizace několika analýz a jejich kombinování se zásadními výsledky analýza prostředí firmy a jejími schopnostmi. Může být také využívána k identifikaci možností dalšího využití unikátních zdrojů či klíčových kompetencí firmy. Její nevýhodou je ovšem to, že je příliš statická a navíc velice subjektivní. (Jakubíková, 2008, s. 104)



## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 7 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI ZPS – SLÉVÁRNA, A.S.

ZPS-Slávárna, a.s. je jednou z nejmodernějších sléváren v Evropě s 80 - ti letou tradicí, která v současné době vyrábí velmi složité odlitky ze šedé a tvárné litiny pro obráběcí, tvářecí, textilní a jiné stroje. Slévárenská tradice společnosti trvá od roku 1923. Areál společnosti je zobrazen na obrázku č. 5. Více informací je dostupných na webové adrese [www.sl.zps.cz](http://www.sl.zps.cz).



*Obr. 5 Pohled na společnost ZPS – Slávárna, a.s.  
([www.sl.zps.cz](http://www.sl.zps.cz))*

### 7.1 Základní informace

Společnost Slávárna-ZPS, a.s. je vedena u rejstříkového soudu v Brně, v oddílu B, vložce 994

**Název společnosti:** ZPS – Slávárna, a.s.

**Vznik společnosti:** 16. 2. 1993

**Sídlo společnosti:** Zlín, Malenovice, Třída 3. Května 1172, PSČ 763 02, Česká republika

**IČO:** 47908319

**DIČ:** CZ47908319  
**Právní forma:** akciová společnost  
**Statutární orgán:** představenstvo

*Členové představenstva:*

p. Michele William Taiarol – předseda

p. Jan Záborský, MBA

Ing. Eugeniusz Szturc

Mgr. Jan Kurinec

p. Andrea Taiariol

*Členové dozorčích orgánů:*

Ing. Radomír Zbožínek – předseda

Ing. Lenka Vodárková

Ing. Zdeněk Andryšek

**Základní kapitál:** 846 408 000 Kč

**Předmět podnikání:**

- modelářství, slévárenství
- výroba, služby a obchod neuvedené v přílohách 1 a 3 živnostenského zákona. Více informací o společnosti je dostupných na webové adrese [www. justice.cz](http://www.justice.cz)

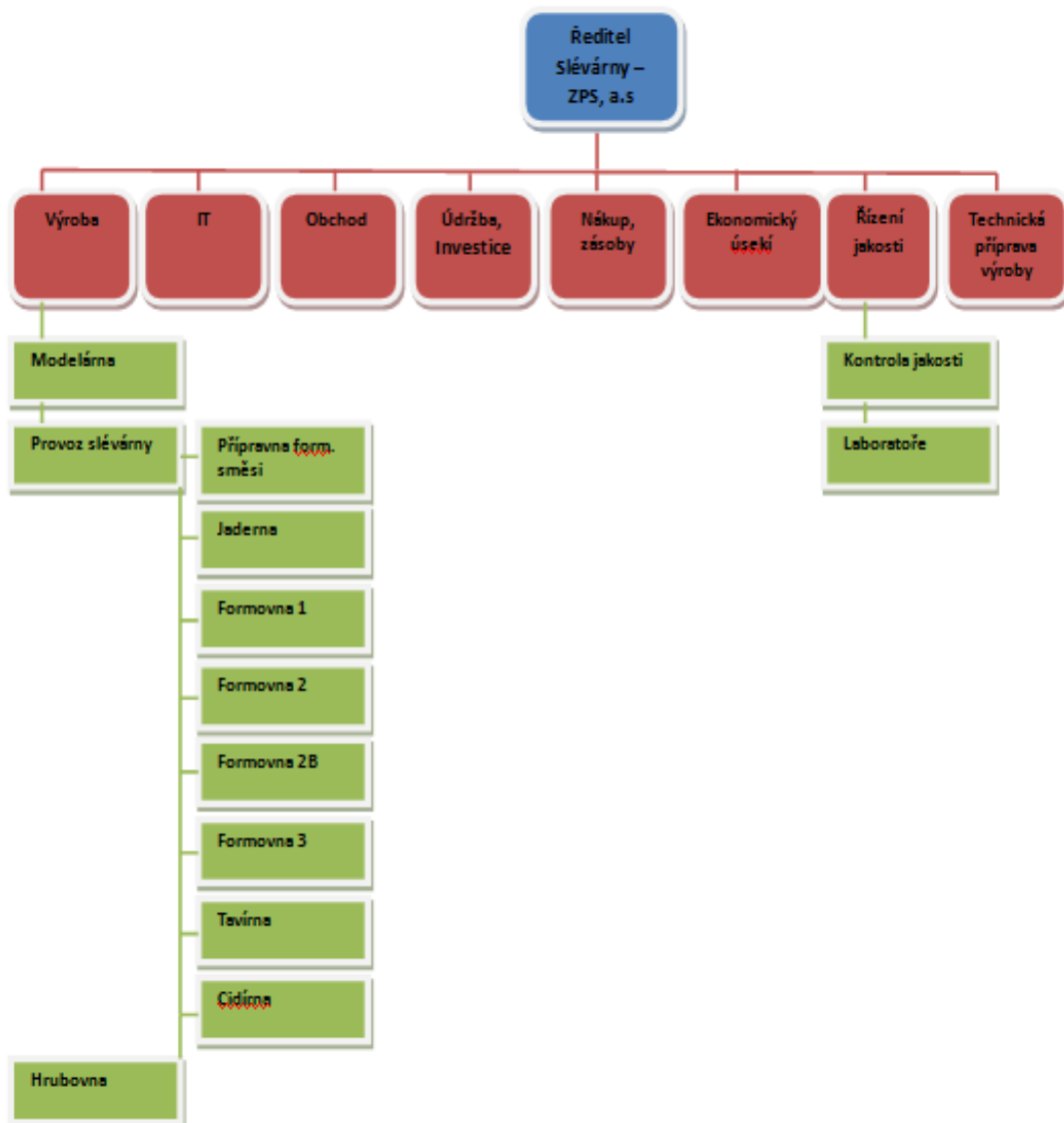
**Nabídka služeb**

*Zajištění komplexních služeb:*

- návrhy technologických postupů
- výroba modelových zařízení
- vlastní výroba odlitků
- opracování odlitků
- doprava odlitků k zákazníkovi

- vystavení protokolů kvality materiálu zákazníkovi. Více informací o společnosti je dostupných na webové adrese [www.sl.zps.cz](http://www.sl.zps.cz)

## 7.2 Organizační struktura



Obr. 6 Organizační struktura společnosti ZPS – Slévárna, a.s. (vlastní zpracování, upraveno dle interní dokumentace)

Organizační struktura (obr. 6) je tvořena vrcholovým vedením společnosti, představujícím ředitelem společnosti a osmi úseky:

*Výroba* – samotná výroba je tvořena modelárnou, hrubovnou a provozem slévárny, ve kterém jsou samostatná pracoviště. Jedná se o přípravnu formovací směsi, jadernu, formovny, tavírnu a úpravnu odlitků.

*Řízení jakosti* – toto oddělení je tvořeno kontrolou jakosti, chemickými a mechanickými laboratořemi, kde se provádí zkoušky dovážených surovin a vzorků tekutého kovu.

Mezi další oddělení této společnosti spadá *oddělení IT, obchod, údržba a investice, nákup, a zásobování, technická příprava výroby a ekonomický úsek.*

### 7.3 Počet zaměstnanců

V následujících tabulkách (tab.2, 3) je uveden počet zaměstnanců za rok 2010 a 2011.

*Tab. 2 Počet zaměstnanců za rok 2010  
(vlastní zpracování, upraveno dle interní dokumentace)*

<i>2010</i>	<b>THP</b>	<b>RD</b>	<b>VD</b>	<b>Celkový počet zaměstnanců</b>
<b>Počet pracovníků</b>	88	116	123	327

*Tab. 3 Počet zaměstnanců za rok 2011  
(vlastní zpracování, upraveno dle interní dokumentace)*

<i>2011</i>	<b>THP</b>	<b>RD</b>	<b>VD</b>	<b>Celkový počet zaměstnanců</b>
<b>Počet pracovníků</b>	90	132	163	385

### 7.4 Výrobní sortiment

Společnost ZPS – Slévárna, a.s. vyrábí odlitky pro:

- obráběcí, textilní a balící stroje
- papírnictví, oděvní průmysl
- energetiku, dopravní techniku
- hutní průmysl (Interní dokumentace společnosti)

### 7.5 Dodavatelé a odběratelé společnosti

#### 7.5.1 Dodavatelé

Dodavatele společnosti je možné rozdělit do tří skupin, a to na dodavatele materiálu, energie a služeb, jak je možné vidět na obr. 7 níže. Z obrázku vyplývá, že největší část je tvořena dodavateli materiálu, mezi kterými mají největší zastoupení společnosti:

PCC MORAVA- CHEM, s.r.o. - surové železo

Viktoria Trade, s.r.o. - vsázkový materiál

Vodni sklo, a.s. - materiál na přípravu formovací směsi

Sand Team, spol. s.r.o. - materiál na přípravu formovací směsi

Metal servis Czech, spol. s. r. o. - vsázkový materiál

Miroslav Prachař – vsázkový materiál

Grapa, s.r.o. – materiál na přípravu formovací směsi

Z – Model, spol. s.r.o. – vsázkový materiál

Metos Chrudim – vsázkový materiál

Tvarbet Moravia – materiál pro přípravu formovací směsi

ASK Chemicals Czech – vsázkový materiál

WB Lacke CZ, s.r.o. – režijní materiál

Chemako, s.r.o. – materiál na přípravu formovací směsi

Lihovar Budeč, s.r.o. – materiál na přípravu formovací směsi

Kerkosand a.s. - ostřívo

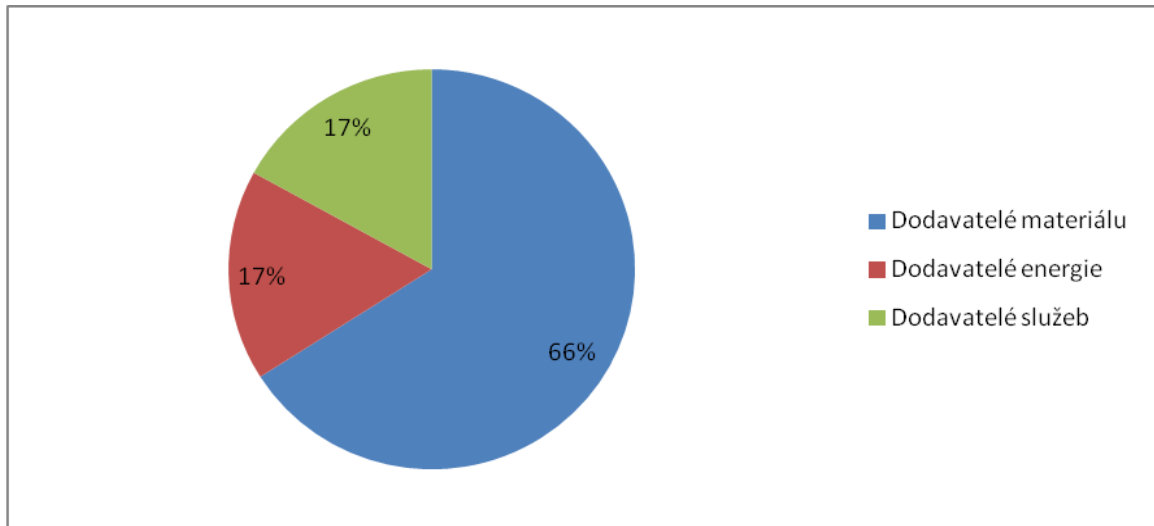
Dodavatelé energie jsou tvořeni 17% procenty, stejně jako dodavatelé služeb. Mezi hlavní dodavatele energie patří:

Lumius, spol.s.r.o.,

Winco spol. s.r.o.,

Teplarna Otrokovice

Mezi největší dodavatele služeb společnosti patří Tajmac – ZPS, a.s., TMM Zlín s.r.o., ZPS - Transport, a.s. (Interní dokumentace společnosti)

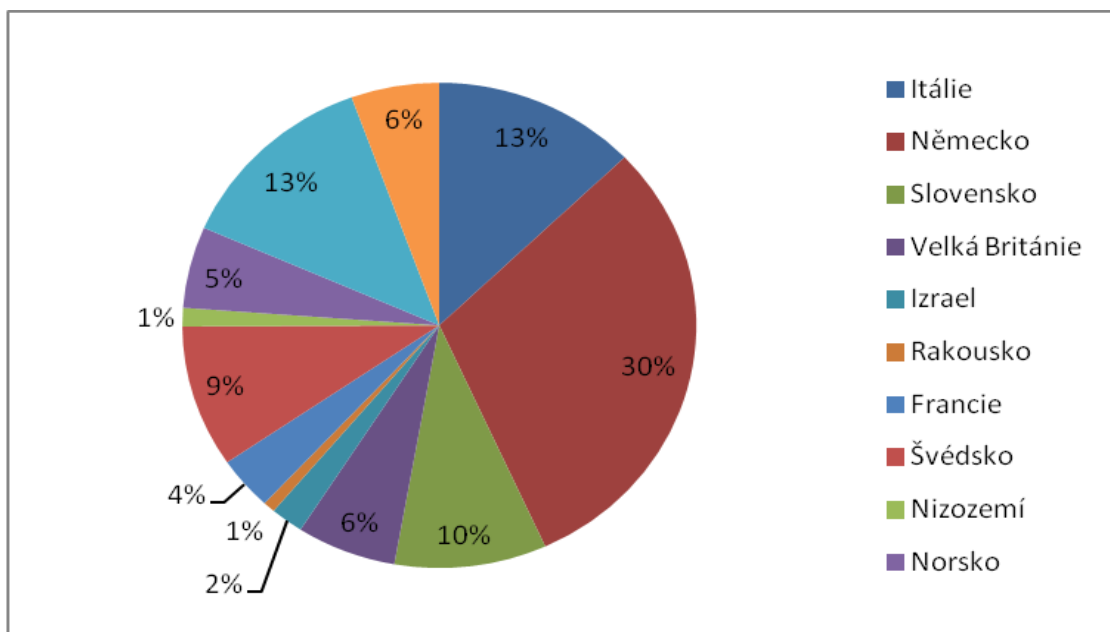


Obr. 7 Přehled dodavatelů

(vlastní zpracování, upraveno dle interní dokumentace)

### 7.5.2 Odběratelé

Společnost má rozličné odběratele. Až z 56% jsou odlitky exportovány do zahraničních zemí. Obrázek 8 uvedený níže znázorňuje zahraniční odběratele. Největším odběratelem je Německo a nejmenším pak Nizozemí. Společnost vyváží své odlitky také do Izraele. Největším tuzemským odběratelem je mateřská společnost Tajmac - ZPS, a.s. (Interní dokumentace společnosti)



Obr. 8 Přehled odběratelů

(vlastní zpracování, upraveno dle interní dokumentace)

## 7.6 Systém řízení

Systém řízení společnosti Slévárna – ZPS, a.s. je založen na poptávkovém a nabídkovém principu. Po zjištění požadavků zákazníka se provede ocenění jak práce, tak potřebného materiálu. Po celou dobu se udržuje komunikace se zákazníkem. U hotových odlitků je potřeba provést jejich atesty, což jsou zkoušky odlitku, které zahrnují chemické a mechanické zkoušky. Poté přechází do objednávky a je proveden zápis termínu nebo-li to, co je objednáno, se vyrábí. Následuje plánování práce, které na sebe technologicky navazuje. Cílem celého systému řízení je zjistit veškeré náklady odlitku (práce, energie, režijní náklady, materiál). Celý proces končí prodejem a následnou fakturací. (Interní dokumentace společnosti)



## 8 POUŽÍVANÉ TECHNOLOGIE

ZPS – Slévárna, a.s. byla postavena a také vybavena pro výrobu odlitků z LLG pro obráběcí stroje, a také pro stroje kožedělného a oděvního průmyslu. Používaná mechanizace formoven umožňuje sériovost od 10 do 1000 ks/rok.

*ZPS – Slévárna, a.s. je rozdělena do čtyř základních organizačních celků:*

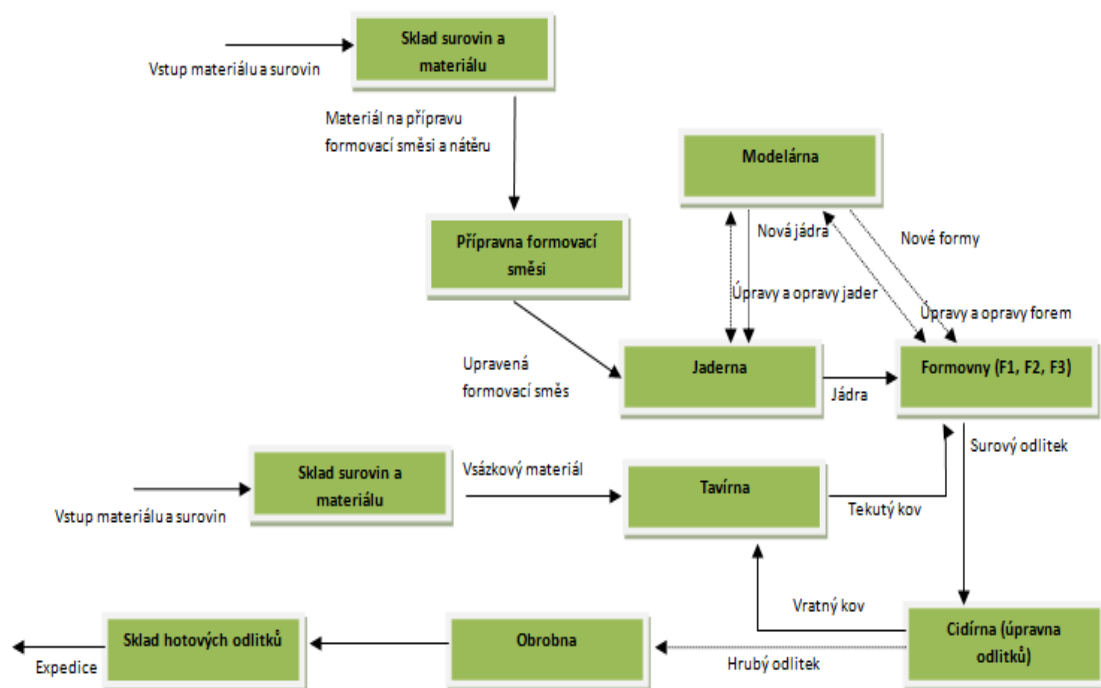
1. Vlastní provoz slévárny – tavírna, přípravná formovacích směsí, formovny, úpravna odlitků
2. Sociálně provozní přístavek – laboratoře, zkušebny, technické úseky, vedení společnosti,
3. Dokončovací provoz slévárny – tepelné zpracování, otryskávání odlitků, lakovna, obrobna, expedice odlitků,
4. Modelárna – pro výrobu, úpravu či opravu modelového zařízení (Interní dokumentace společnosti)

### **Vlastní provoz ZPS – SLÉVÁRNA, a.s.**

*Dvou-etážová budova této společnosti má následující základní členění:*

- a) Přípravná formovací směsi – technologie napříč oběma etážemi včetně zásobníků surovin pro použitou směs a pro přípravu formovacích směsí
- b) Kalové hospodářství a centrální vzduchotechnika – napříč oběma etážemi
- c) První etáž (přízemí) – dopravní cesty, operativní sklad modelů a jaderníků, kontrola odlitků, údržba, ostatní technologické zázemí
- d) Druhá etáž – jaderna, licí pole, vytloukáč rošty, tryskače, úpravna odlitků, formovny F1,F2,F3
- e) Tavírna – technologie procházející napříč oběma etážemi. (Interní dokumentace společnosti)

Na obrázku 9 je znázorněn výrobní proces společnosti ZPS – Slévárna, a.s.



Obr. 9 Výrobní proces Slévárny  
(vlastní zpracování)

Ze skladu do přípravných formovacích směsí je expedován materiál pro přípravu formovacích směsí a nátěrů. Slévárna používá tři druhy formovacích směsí a to: jádrovou samotvrdnoucí (ST) směs, modelovou ST směs a výplňovou směs. Ostřivem je nový písek a regenerát. Pojivem je u všech ST směsí vodní sklo a u výplňové směsi bentonit. Tvrdidlem je esterol. Písek z betonových zásobníků je vysušen ve fluidních suškách a se suchým regenerátem je smíchán v kolových mísičích s pojivem (vodní sklo). Do této upravené směsi je tvrdidlo dávkováno v jednotlivých formovnách v žlabových mísičích. Suchý písek je pro výrobu jader přepravován do jaderny. V jaderně je do žlabových mísičů dodáváno nové ostřivo, vodní sklo a směs esterolů. Jádra jsou opatřena lihografitovým nátěrem. Poté jsou dopraveny jádra do jednotlivých formoven, kde se zhotovují formy. Z modelárny je dopraven model. Také je potřeba formovací směsi. Z formovny se mohou, ale nemusí vracet modely do modelárny, záleží na požadavcích zákazníka, dle kterých se modely mohou dodatečně opravovat či upravovat. Po zhotovení forem se forma rozloží a vyjme se z ní model. Po té se do forem vkládají jádra, formy se složí a jsou připraveny k lití. Suroviny potřebné pro lití jdou ze skladu surovin, které jsou uloženy v jednotlivých boxech. Proces tavení začíná navážením vsázkových surovin. Základní kov se roztaví v bezvyzdívkové

horkovětrné kuplovně. Tekutý kov je zpracováván na konečnou jakost ve dvou indukčních pecích. Poté je tekutý kov přemísťován do licích pánví, které jsou mostovými jeřáby dopraveny do formoven a tam dochází k lití tekutého kovu do připravených forem (obr. 10). Po ztuhnutí a vychladnutí se surový odlitek vyjme z formy a dopravuje se do úpravny odliteků (cídírny), kde dochází k odstranění vtoku a výfuku a provádí se dokončovací úpravy. Vtoky a výfuky – vratný kov se vrací zpět do tavnice, kde dochází k jeho opětovnému roztažení a využití pro výrobu dalších odliteků. Hrubý odlitek, který je výsledkem tohoto procesu může, ale nemusí pokračovat do obrobny, (hrubovny) kde dochází k opracování jeho základních ploch, důležitých pro následné třískové obrábění. Na závěr dochází ke konečným úpravám, barvení, balení. Hotový odlitek je následně expedován ke konečnému zákazníkovi. (Interní dokumentace společnosti)



*Obr. 10 Lití tekutého kovu do forem  
(vlastní zpracování)*

### **Výroba tekutého kovu**

K výrobě tekutého kovu se využívá duplexní proces. Základní kov se nejprve nataví v bezvyzdívkové, horkovětrné kuplovně. Součástí kuplovně je také rekuperátor se spalovací komorou pro spálení CO a pračka kychtových plynů – desintegrátor. Tekutý kov je dále zpracováván na konečnou požadovanou jakost ve dvou indukčních pecích o obsahu pánve

6 t. K výrobě LLG se používá tekutý kov z kuplovný modifikovaný plněným profilem či je vyráběn v indukčních pecích ze studené vsázky. Modifikace se v tomto případě provádí přelévací metodou v pánvi. Pro kontrolu jakosti tekutého kovu se používá spektrální analýza. Pracoviště tavrny (obr. 11) je propojeno s analytickým pracovištěm pneumatickou poštou. Ještě před odléváním se kontroluje sklon litiny k zákalce na klínových zkouškách. Pro kontrolu výrobků je používáno měření tvrdostí HB POLDI kladívkem a EMCO – TESTEM. Také se provádí kontrola ultrazvukem a detekce prasklin a trhlin prostřednictvím kapilárních zkoušek. (Interní dokumentace společnosti)



*Obr. 11 Tavrna  
(vlastní zpracování)*

### **Příprava formovacích směsí**

Slévárna je technologicky koncipována tak, že všechna úprava a zpracování nových surovin i zpracování použité směsi je koncentrované do přípravy formovacích směsí. Příprava formovacích směsí (obr. 12) společně se vzduchotechnikou a kalovým hospodářstvím zabírají jednu třetinu budovy slévárny. Slévárna využívá tři druhy formovacích směsí a to jádrovou samotvrdnoucí (ST) směs, modelová ST směs a výplňová směs. Pojivem u všech ST směsí je pak vodní sklo a u výplňové směsi je pojivem bentonit. Písek je dopravován velkokapacitními nákladními vozidly či vagony se spodní výpustí. Následuje kontrola a poté je přes rošty vysypán do podzemních zásobníků a odtud je pásovou dopravou umístěn do betonových sil, kde je skladován. Sušení probíhá ve fluidních suškách spolu se suchým

regenerátorem, se smíchá v kolových mísičích s pojivem. Do těchto upravených směsí je tvrdidlo dávkováno na jednotlivých formovnách v žlabových mísičích. Suchý písek je pneumaticky přepravován do zásobníků jaderny.

Na přípravu výplňové bentonitové směsi je použita vratná směs, bentonit a voda. Směs je pak míchána v kolových mísičích MKY. Částí přípravný směsi je také mokrá regenerace vratné směsi. (Interní dokumentace společnosti)



*Obr. 12 Přípravna formovací směsi  
(vlastní zpracování)*

### **Jaderna**

Jaderna používá (obr. 13) pět žlabových mísičů. Do těchto mísičů je dodáváno nové ostřívo, směs esterolů a vodní sklo tak, aby došlo k rychlému vytvrzení. Jádra jsou opatřena liho-grafitovým nátěrem. Prostřednictvím mimoúrovňové dopravy jsou dopravena do zakladačů na jednotlivé formovny. (Interní dokumentace společnosti)



*Obr. 13 Jádra a jaderníky  
(vlastní zpracování)*

### **Formovna 1**

Tato formovna je určena pro formování nejmenších odlitků. Velikost formovacího rámu je 1600 x 1250 x 400/400 mm. Hmotnost vyráběných odlitků se pohybuje v rozmezí od 5 do 500 kg. Poloautomatická linka odebírá nosič modelové desky ze zakladače nových modelů podle pokynů z řídicího velínu nebo z cyklu linky (opakování). Vyčištěný rám je bezobslužně uložen na modelovou desku. Model je zasypán pod žlabovým mísičem v dostatečné vrstvě modelovou směsí tvrdidlem a vodním sklem. Forma je tzv. připěchována ručně a následně je do formy metána výplňová bentonitová směs. Na seřezávacím stroji je po odstranění přebytečné výplňové směsi forma otočena a modelová deska je vyjmuta v rozebíracím stroji. Po opravě a natření formy ligohrafitovým nátěrem (obr. 14) nastává přesunutí poloformem na zakládací úsek tratě. Zde jsou prostřednictvím manipulačních zařízení založena jádra. Poloformy se založenými jádry jsou složeny ve skládacím stroji a přesouvají se na jednu ze čtyř licích tratí. Po odlití a vychlazení se formy přesouvají k vytáčetému stroji, kde na vibračním roštu je odlitek zbavován použité směsi. Odlitek zbavený vtokové soustavy a výfuků je pomocí manipulátoru ukládán na závěsná tryskací kola. (Interní dokumentace společnosti)



*Obr. 14 Nátěr forem lihografiovým nátěrem  
(vlastní zpracování)*

### **Formovna 2**

Velikost formovacího rámu se pohybuje maximálně do velikosti 2500 x 2500 x různé výšky a hmotnost odlitků se pohybuje od 250 do 2500 kg. Technologie výroby jsou totožné s formovnou F1, rozdíl je v úrovni mechanizace při rozebírání formy a přesunu na jednotlivé trati. Jeřábem je prováděno usazení rámu na modelovou desku, zakládání jader, umístění hotových forem na licí pole a skládání forem. (Interní dokumentace společnosti)

### **Formovna 3**

Velikost formovacího rámu může být maximálně do 5 000 mm a hmotnost odlitků maximálně do 8 000 kg. Tato formovna pracuje s jednotnou ST směsí, jako pojivo používá vodní sklo a tvrdidlo esterol. Směs je upravena v mísiči s výkonem 40t/h. Veškeré manipulační činnosti se provádí pomocí jeřábu. (Interní dokumentace společnosti)

### **Cidírna**

V cidírně (obr.15) jsou operace rozdělené na dvě základní etapy. V první etapě se uskutečňuje čištění odlitků prostřednictvím dvou tryskačů. Přetryskávání se provádí v komoře s hadicovou tryskou. Také se provádí broušení odlitků a to v šesti brousících kabinách pro broušení velkých odlitků a v deseti kabinách pro broušení odlitků menších. Kabiny mají vlastní osvětlení a jsou odsávané s přívodem čerstvého vzduchu. Součástí tohoto střediska je také pracoviště svařovny. Pro odstraňování pnutí se odlitky žihají v plynové komorové

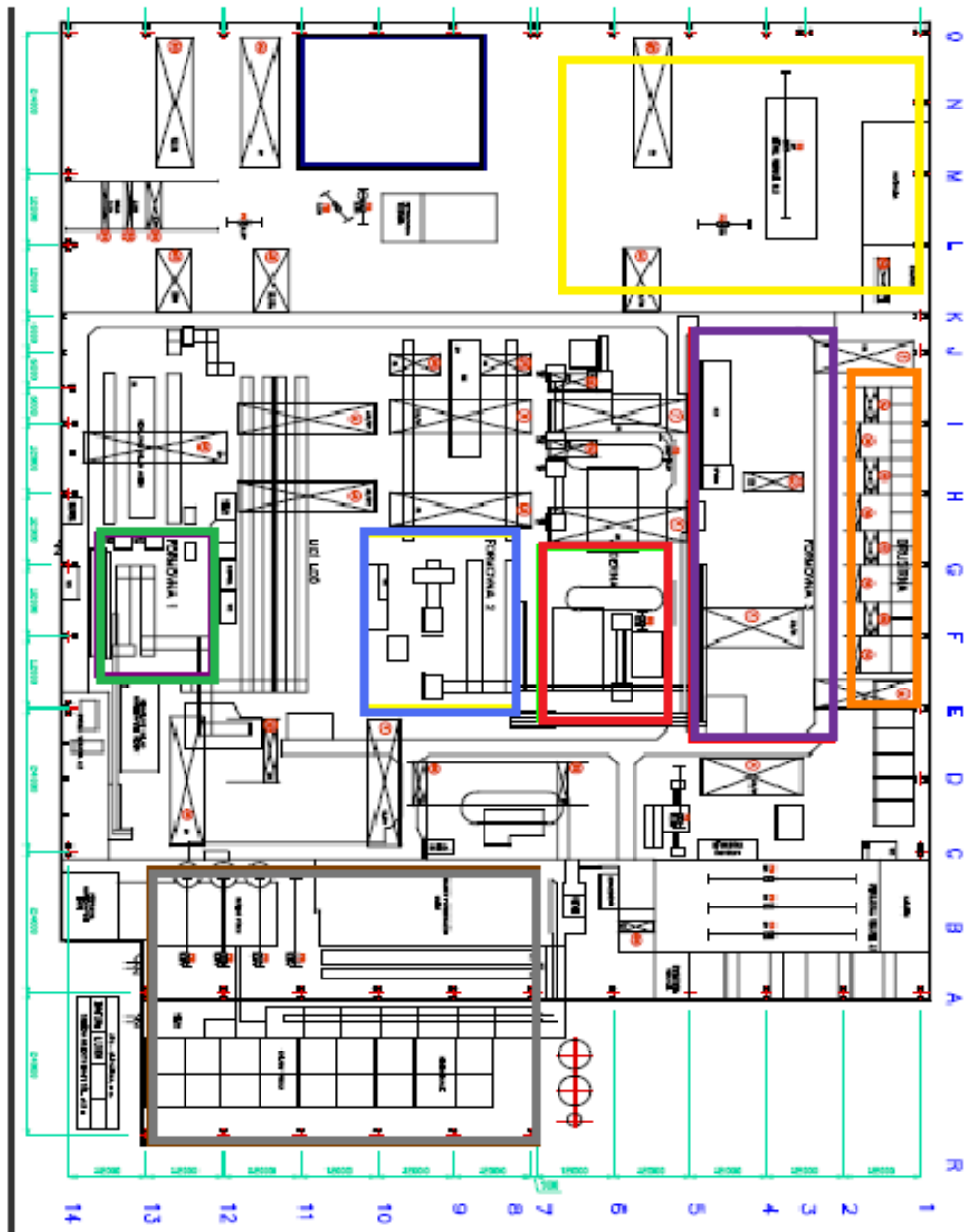
peci. V místech pece jsou minimální rozdíly teplot, a to proto, aby bylo možné dosáhnout maximálního odstranění pnutí. Poté prochází odlitky průchozím tryskačem. Tady jsou pak odlitky zbaveny oxidů a pak jsou natírány dle požadavků zákazníka. (Interní dokumentace společnosti)



*Obr. 15 Úpravna odlitek  
(vlastní zpracování)*









Komplexní schéma slévárny je možné vidět na obrázku 16. Černě zvýrazněná plocha vyznačuje prostor pro tavnou. Zelená barva na schématu označuje formovnu 1, formovna 2 je označena modrou barvou a formovna 3 je na schématu ohraničena fialovou barvou. Výrobní jader je vyznačena červenou barvou. Žlutá barva vyhrazuje prostor pro příjem surovin na sklad. Pracoviště, kde se provádí sušení písku a jeho příprava, je označeno šedou barvou. Výroba modelů na pracovišti modelárna má svoji samostatnou halu, která je umístěna v areálu slévárny. Část cídírny je označena oranžovou barvou.





Obr. 16 Půdorys haly slévárny

(vlastní zpracování, upraveno dle interní dokumentace)

- |   |                           |   |         |
|---|---------------------------|---|---------|
|  | Tavárna                   |  | Cidírna |
|  | Příjem surovin            |   |         |
|  | Formovna 1                |   |         |
|  | Formovna 2                |   |         |
|  | Jaderna                   |   |         |
|  | Formovna 3                |   |         |
|  | Přípravna formovací směsi |   |         |

## 9 HLAVNÍ SUROVINY POUŽÍVANÉ NA VÝROBU TEKUTÉHO KOVU A POŽADAVKY NA JEJICH JAKOST

### Surové slévárenské železo

#### *Všeobecná specifikace*

Jedná se o slitinu železa s uhlíkem a dalšími prvky (Si, Mn, P, S a doprovodnými prvky), vyrobenou ve vysoké peci redukcí železných rud. Slouží pro výrobu všech druhů litin a zvláštních slitin železa na odlitky. Dodává se ve formě tzv. housky (obr. 17).



*Obr. 17 Surové železo ve tvaru housky  
(vlastní zpracování)*

#### *Kontrola pro zjištění úrovně jakosti*

Vedoucí tavírny porovná atest dodávky a to s požadovanými hodnotami. Vizuální kontrola je provedena ihned při převzetí dodávky pověřeným pracovníkem. Povrch housky může mít poprašek od vápna, grafitu či jiné látky, kterou se vymazávají kadruby. Má být prostý strusky a písku. Hmotnost jednotlivých housky nesmí přesáhnout váhu 45 kg. Tloušťka housky v místě vrubu nesmí přesáhnout 50 mm.

*Technické požadavky-* chemické složení surových želez pro slévárnu (tab.4):

*Tab. 4 Chemické složení surového železa  
(vlastní zpracování, upraveno dle interní dokumentace)*

	Pro šedou litinu	Pro tvárnou litinu
Si	1,4 – 2,0 (%)	Max. 1,1
Mn	max. 0,6	max. 0,1
P	max. 0,2	max. 0,06
S	max. 0,06	max. 0,025
Cr	max. 0,2	max. 0,05

### **Metalurgický koks**

#### *Všeobecná specifikace*

Jedná se o tepelně upravené černé uhlí (obr. 18), tzv. koksováním v koksárenských bateriích. Koks je ve slévárně používán o zrnění 90 mm.

#### *Kontrola pro zjištění úrovně jakosti*

Musí být provedena vizuální kontrola ihned při převzetí dodávky. Koks musí být stříbřitý, hutný, na lomu lasturový a nesmí obsahovat kusy, které jsou prokazatelně řídké a černé na lomu. Nesmí obsahovat žádné částice neprokoksovaného uhlí.

*Technické požadavky-* koks musí vyhovovat těmto požadavkům:

maximální obsah vody	4 %
maximální obsah popela	10,5 %
průměrná výhřevnost	29 000 kJ/kg
maximální obsah síry	0,9 %



*Obr. 18 Metalurgický koks  
(vlastní zpracování)*

### **Litinový odpad**

#### *Všeobecné specifikace*

Je to výrobní, spotřebitelský i zpracovatelský odpad ze šedé litiny, který je určený k přetavení na odlitky ze šedé litiny.

#### *Technické požadavky*

Litinový odpad nesmí obsahovat škodlivé látky, výbušniny, uzavřené nádoby či látky jedovaté a předměty, způsobující škodu při manipulaci, ohrozit zdraví či lidský život. Nesmí být také mechanicky znečištěn neželeznými kovy a být prorezivělý (povrchově může), spálený a také musí být prostý kovových povlaků a příměsí (malty apod.). Obsah ocelového odpadu může být do 5 % hmotnosti dodávky. Znečištění nekovovými příměsemi je povoleno maximálně do 2 % hmotnosti dodávky.

#### *Kontrola pro zjištění úrovně jakosti*

Pracovník tavírny musí provést ihned po převzetí dodávky vizuální kontrolou, díky které posoudí, jestli vzhled a kusovitost odpovídá požadavkům objednávky. Upravený kusový odpad nesmí přesáhnout max. rozměr 400 mm a hmotnost 30 kg. Také nesmí být zásilka mechanicky znečištěna a obsahovat neželezné kovy, smaltové předměty a odlitky jakou lopatky, roštnice, články topení.

*Chemické složení:*

C = 2,7 až 3,7 %, Si = 1,5 – 2,5 %, obsah nečistot by neměl přesáhnout 0,2 % Cr, 0,2 % P a 0,15% S. Z dodávek litinového odpadu, který nevyhovuje na základě vizuálního posouzení, odebere pracovník tavní vzorek, který následně předá do chemické laboratoře s požadavkovým listem.

**Ocelový odpad***Všeobecné specifikace*

Ocelový odpad je zpracovatelský, výrobní a spotřebitelský odpad ocelí, který je určen k úpravě chemického složení taveniny pro výrobu šedé litiny.

*Technické požadavky*

Ocelový odpad nesmí obsahovat škodlivé látky, obsahovat výbušniny, uzavřené nádoby či jedovaté látky, předměty snadno vznítitelné, schopné vyvolat požár nebo výbuch a jakékoliv nebezpečné předměty, u nichž je pravděpodobnost způsobit škodu při manipulaci, ohrozit zdraví či lidský život. Ocelový odpad může obsahovat pouze části z ocelí tvářených či litých, ovšem nesmí být znečištěn chemicky neželeznými kovy. Znečištění neškodnými nekovovými látkami jako je hlína, dřevo, hadry, porcelán, cement apod. je přípustná pouze do 1 % hmotnosti dodávky.

*Kontrola pro zjištění úrovně jakosti*

Pracovník tavní z dodávky ocelového odpadu nevyhovujícího na základě vizuálního posouzení, odebere vzorek a okamžitě předá do chemické laboratoře s vyplněným požadavkovým listem. Chemická laboratoř provede analýzu vzorků dodaných do 24 hod., a výsledky předá okamžitě mistrově tavní.

*Chemické složení ocelového odpadu:*

C = do 0,35 %, Si = do 2 %, MN = do 2 %, obsah nečistot by neměl přesáhnout 0,2 % Cr, 0,1 % P, 0,1 % S

**Odpad z hlubokotažného plechu***Všeobecné specifikace*

Jedná se o odštířky plechů z ocelí třídy 11 300 až 11 305. Využívá se k úpravě chemického složení taveniny pro výrobu tvárné litiny.

*Kontrola pro zjištění úrovně jakosti*

Pracovník tavrny při převzetí dodávky zkontroluje kusovitost a čistotu. Nesmí být znečištěný či zrezivělý.

*Technické požadavky*

Tento druh odpadu musí být pouze z uvedených druhů ocelí, zaručující určité chemické složení s obsahem síry i fosforu pod 0,4 %, do 0,09 % C a 0,4 % Mn. Znečištění jiným odpadem není žádoucí. Rozměry jednotlivých kusů nesmí překročit 60 x 40 cm.

**Měděný odpad***Všeobecné specifikace*

Jedná se o odpad z mědi Cu 99,75 – Cu 99,97. Využívá se k legování tvárné litiny.

*Kontrola pro zjištění úrovně jakosti*

Pracovník tavrny musí zkontrolovat při převzetí kusovitost a čistotu dodávky.

*Technické požadavky*

Obsah doprovodných prvků může být maximálně do 0,25 % celkem. Veškeré dráty, plechy apod. musí být zbaveny nátěrů a izolace. Dodávka nesmí být znečištěna ostatními barevnými kovy.

**Ferosicilium***Všeobecné specifikace*

Je to slitina železa s křemíkem a dalšími prvky (Mn, Al, P, S) vyráběná elektrotermicky. Používá se buď kusové pro úpravu chemického složení taveniny či drcené k očkování litiny v pánvi.

*Kontrola pro zjištění úrovně jakosti*

Pracovník tavrny uskuteční vizuální kontrolu celistvosti obalu, čistoty a kusovitosti.

Technické požadavky (tab. 5)

Tab. 5 Technické požadavky Ferosicilia  
(vlastní zpracování, upraveno dle interní dokumentace)

FeSi	Max. %
Si	72 – 78
Mn	0,4
Cr	0,3
Al	1,7
P	0,04
S	0,03
Ti	0,2

### Feromangan

#### *Všeobecné specifikace*

Jedná se o slitinu železa s manganem a C, Si, P, vyráběnou elektromotoricky. Používá se k dosažení požadovaného chemického složení litiny.

#### *Kontrola pro zjištění úrovně jakosti*

Pověřený pracovník musí provést vizuální kontrolu, zda dodávka odpovídá požadované kusovosti, jestli není mechanicky znečištěna či neobsahuje neželezné kovy a nejsou pomíchány různé druhy feromanganu.

#### *Technické požadavky - Chemické složení:*

min. 75 % Mn, 6 – 8 % C,

max. Obsah příměsí – 1,3 % Si, 0,35 % P, 0,03 % S

Hmotnost jednotlivých kusů by měla být v rozmezí 30 – 50 kg, obsah drti, prošlé sítím o velikosti oka 20 x 20 mm a to do 10 % hmotnosti dodávky. Na lomu ani na povrchu nesmí být viditelné nekovové vměstky. Celkové množství nekovových vměstků nesmí přesáhnout 0,5% hmotnosti průměrného vzorku.

**Předslitina FeSiMg***Všeobecné specifikace*

Předslitina FeSiMg je slitina s křemíkem, hořčíkem a ostatními stopovými prvky. Využívá se k modifikaci litiny.

*Kontrola pro zjištění úrovně jakosti*

Pracovník tavnice je povinen ihned z každé dodávky odebrat vzorek a předat jej označený do laboratoře s vyplněným požadavkovým listem.

*Technické požadavky - Chemické složení:*

43 – 51 % Si, 5 – 7 % Mg, 1,5 – 2,5 % Ca, min. 0,4 % Ca. Nesmí obsahovat Cr, Mn, P a S.  
(Interní dokumentace společnosti)



## 10 MOŽNOST APLIKACE PRVKŮ PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ DO VÝROBNÍHO PROCESU SPOLEČNOSTI

### 10.1 Počítačová simulace

Počítačová simulace je v dnešní době moderním trendem. Umožňují zviditelnit výrobu za daných podmínek ještě před samotným zahájením výroby. Počítačová simulace se dá využít na pracovišti modelárna za použití softwarových programů. Jedná se o využívání programů, které na sebe navazují. Výstup z jednoho programu je vstupem pro další, navazující program. Jako příklad lze uvést využití 3D programu např. Pro/Engineer, který umožní stanovit a vidět konstrukci odlitku, jeho parametry, rozměry atd. Další program, který vstupuje do procesu, je například program Magma, který umožňuje vidět proces tavení či tuhnutí. Navazující program na předešlou fázi umožňuje určit výrobní postup, tedy způsob jak daný odlitek co nejefektivněji vyrobit, rozložit atd. Programů tohoto typu je široká škála, ovšem jsou finančně náročné a pro slévárnu je stále výhodnější zpracovávat modely zaběhlým způsobem.

### 10.2 Vizuální management

Vizualizace umožňuje provést pracoviště přehlednějším. Prvků vizualizace ovšem není ve slévárně příliš využíváno. Je to především v důsledku charakteru výroby a také jeho vysoké komplexnosti. Ve společnosti již byly provedeny pokusy o zavedení prvků vizualizace. Ovšem vlivem vysoké prašnosti a působením prvků docházelo k opakovanému znehodnocení vyznačených nápisů či označených míst. Nápisů bývají nevýrazné nebo nečitelné a tak se ztrácí celková přehlednost, jako je to například v případě nápisů na boxech pro suroviny (obr. 19). Na pracovišti, kde se vysypávají suroviny na zem, chybí označení prostoru pro daný vysypaný obsah. Ovšem tato aplikace by s velkou pravděpodobností nebyla ani dodržována, jelikož objemy jednotlivých konkrétních vysypaných surovin na poměrně malé plochy, které jim byly vymezeny, nejde vměstnat. Také pro pracoviště jaderna by měly být vymezeny barevné vyznačené plochy pro jaderníky s jádry. Stejný případ je i v úseku pro úpravu odlitků, kde se odstraňují vtoky a nálitky a kde zatím není žádný označený prostor pro odklad vratné suroviny a hrubých odlitků. Ve skladu s jaderníky je běžnou situací, kdy jsou naskládány na sobě do výšky bez jakéhokoliv ohraničení. Vhodným řešením by byla například šňůra zavěšená na stropě, která by stanovila limit pro skladované jaderníky. Vizualizace je ve slévárně poměrně náročnou záležitostí. Díky vnějším vlivům, jako je kupří-

kladu prašnost či působení grafitu je vizualizace respektována pouze krátkodobě. Po uplynutí nějaké doby dochází ke stále nižší viditelnosti a efekt vizualizace je prakticky nulový.



*Obr. 19 Nevýrazné nápisy na boxech pro suroviny  
(vlastní zpracování)*

### **10.3 Možnost uplatnění metody 5S**

Charakter výroby neumožňuje společnosti mít naprosté čisto na pracovišti, a to především díky vysoké prašnosti při výrobě litiny a jejím chemickým složením, které svými specifickými vlastnostmi mají nepříznivý vliv na okolní čistotu.

#### **10.3.1 Seiri (pořádek na pracovišti)**

Rozdělení věcí ve slévárně na potřebné a nepotřebné věci je ovšem automatickou záležitostí. Na jednotlivých pracovištích se vyskytují pouze využívané pracovní pomůcky, které jsou nutné k vykonání danému pracovnímu úkonu. Například na pracovišti formovna jsou pouze pomůcky, které se využívají na tomto pracovišti. Jedná se o modelovou desku, formovací rámy, lihografitový nátěr, výplňová směs a jádra. Nezbytné a nepotřebné věci se na jednotlivých pracovištích nevyskytují.

#### **10.3.2 Seiton (uspořádání)**

Sami pracovníci si chtějí práci určitým způsobem usnadnit, tzn., že veškeré pomůcky, které potřebují, jsou umístěny takovým způsobem, aby zabránily zbytečným pohybům, pohy-

bům, které je při práci zdržují nebo jsou pro ně více namáhavé. Slévárna samozřejmě dbá i na správné uložení materiálů vzhledem k jejich speciálním vlastnostem. Jedná se o materiály citlivé na chlad, vlhkost atd.

### **10.3.3 Seiso (Čistota)**

V průmyslovém odvětví jako je slévárenství je poměrně náročné udržovat čistotu pracovního prostředí. Znečištění není dáno pouze samotnou prašností, ale je to dáno také chemickými vlastnostmi litiny, které způsobují trvalé znečištění. Tomu tak je například v případě grafitu. Znečištění prostředí dochází nejen při tavení, ale také na ostatních pracovištích, jako například v úpravně odlitků, kde dochází k odstranění vtoků a nálitků nebo při práci s pískem.

Pracovníci mají také pracovní oděv, přizpůsobený danému úseku výroby. Slévači jsou opatřeni speciálním protihořlavým oblekem, brýlemi, rukavicemi a obuví.

Škodliviny vyprodukované během celého výrobního procesu jsou odsávány prostřednictvím odsávačky, která výskyt škodlivin významně eliminuje. Také dochází k pravidelnému zametání písku a díky speciálnímu stroji je neustále udržována čistá podlaha v celé slévárně. Také pracovní prostředky jako jsou například formy, jsou udržovány v čistém stavu. Čistota pracovního prostředí celé slévárny je pravidelně kontrolována.

### **10.3.4 Seiketsu (Standardizace)**

Každý pracovník by měl dodržovat výše uvedené prvky metody 5S. Jsou obeznámeni s pracovním postupem, co, kdy a jak mají provádět. Každý je také zodpovědný za úklid pracoviště po pracovní době.

### **10.3.5 Shitsuke (Disciplína)**

Posledním a neméně důležitým bodem metody 5S je udržení vytvořeného pořádku na pracovišti. Prostřednictvím kontrol vedoucích pracovníků jsou pracovníci průběžně kontrolováni a důraz kladou také na úklid pracovních nástrojů, čistotu strojů i svého okolí. Cílem je zabezpečit, aby pracovníci veškeré pracovní pokyny nebrali na lehkou váhu a pořádek tak byl neustále udržován.

## 11 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VÝROBNÍHO PROCESU

Jako hlavní nástroj pro zjištění aktuální situace společnosti jsem zvolila SWOT analýzu, na základě které jsem přišla kromě silných stránek slévárny, hrozeb či příležitostí, ke stránce slabé, vystihující hlavní problémy výrobního procesu.

SWOT analýza společnosti (tab. 6) vypadá následovně:

Tab. 6 SWOT analýza

(vlastní zpracování)

Silné stránky	Slabé stránky
Dlouholetá tradice výroby odlitků pro obráběcí stroje	Energeticky náročná výroba
Mechanizovaná výroba středně těžkých a tvarově složitých odlitků	Velká spotřeba materiálových nákladů
Technologie umožňující dosahovat velké sériovosti v kategorii středních odlitků	Manuelně náročné pracoviště s možným výskytem nemocí z povolání
Používaná anorganická formovací směs šetrná k životnímu a pracovnímu prostředí	Pomalá obnova a modernizace
Vlastní dokončovací provoz zabezpečující kompletní nátěr a návazné opracování odlitků	Problémy vyskytující se na pracovišti Modelárna, Přípravná formovací směsi, Tavná a Příjem surovin
Velký odběratel odlitků ve společném areálu	
Příležitosti	Hrozby
Dodávky odlitků a polotovarů do nových oborů	Neustálý růst cen energií a vstupních surovin
Aktivní spolupráce s odběrateli při vývoji strojů a konstrukci odlitků s výsledným zkrácením náběhu výroby nových odlitků.	Nedostatek kvalifikovaných pracovníků
Použití nových technologických postupů s cílem zvyšování povrchové a materiálové jakosti odlitků	Rychlý růst nákladů
	Velká konkurence dodavatelů

### 11.1.1 Silné stránky

ZPS – Slévárna, a.s. se chlubí svou dlouhodobou tradicí, díky které je známá po celé Evropě a řadí se tak k jedné z nejmodernějších sléváren Evropy. Vyrábí vysoce spolehlivé od-

litky pro obráběcí stroje, což se projevuje především v počtu odběratelů. Slévárna má zavedenou mechanizovanou výrobu, což patří také k výhodám této slévárny. Slévárna využívá technologii, která umožňuje dosahovat vysoké sériovosti, co se týče výroby odlitků střední velikosti. Slévárna se pyšní také používáním anorganické formovací směsi, která je šetrná nejen k pracovnímu, ale také k životnímu prostředí. Společnost má vlastní dokončovací provoz, který zabezpečuje kompletní nátěr odlitku a také jeho návazné opracování.

### 11.1.2 Slabé stránky

Mezi slabé stránky patří a zřejmě patří také bude určitě energeticky vysoce náročná výroba. Energie se spotřebovává ve vysoké míře a je potřebná k základním činnostem jako je tavení a udržování tekutého kovu, dále potom procesy jako jsou sušení písku, žíhání, ohřev pánví. Spotřeba energie se vyskytuje také ve formovnách, jaderně, cidírně, dále pro vytápění atd. Další slabou stránkou slévárny je vysoká spotřeba materiálových nákladů. Jedná se o kovovou vsázku a materiál na přípravu formovací směsi. Díky vysoké prašnosti, hlučnosti, vystavením chemických škodlivin, ale také chvění či nedostatku denního světla jsou operátoři vystaveni zdravotním rizikům, které jim mohou přinést zdravotní následky. Problémy vyskytující se na jednotlivých pracovištích uvedených v tabulce 6 budou popsány jednotlivě v samostatné podkapitole a to z důvodu jejich důležitosti.

### 11.1.3 Příležitosti

Dodání odlitků a polotovarů do nových oborů jako je energetika, doprava, oděvní, papírenský a hutní průmysl, je určitě pro společnost jednou z příležitostí. Nesporně do této kategorie patří také aktivní spolupráce s odběrateli, pro které se odlitky vyrábí. Díky komunikaci, týkající se především konstrukce odlitků může být výrazně zkrácena doba výroby nových odlitků pro odběratele.

### 11.1.4 Hrozby

Co je již patrné, tak asi největší hrozba v současné době se týká růstem cen a to jak energie, tak vstupních materiálů. Hrozbou může být v budoucnu pokles kvalifikovaných pracovníků a to díky moderní technologii a to především v úseku modelárna, kdy se stává moderním trendem využívání nejrůznějších programů. Díky tomuto faktu tak slévárna může přijít o kreativní, kvalifikované a zručné modeláře.

## 11.2 Přehled hlavních zjištění nedostatků v jednotlivých provozech

### 11.2.1 Modelárna

#### Exaktní stanovení výkonu norem práce

V této etapě výroby odlitků se vyskytuje problém nemožného stanovení přesné spotřeby času na výrobu daného modelu. Modelář je schopen na základě technického výkresu model vytvořit, ovšem není známá doba jeho zpracování, což není výhodné pro podnik. Takle situace může mít dopad na plánování veškeré výroby.

#### **Návrh řešení problému**

Dříve se normovalo na základě zařazení modelu do určitých tříd složitosti a náročnosti dle jednotlivých reprezentantů tzv. ceníku. S postupem doby a modernější technologií současného světa je možným východiskem kompletní digitalizace výrobního procesu konstrukce. Pro tyto účely se používají různé softwarové programy (Pro/Engineer, AutoCad) v jednotlivých etapách výroby modelu a to až po výrobu modelu na numerických strojích z velkoplošných materiálů. Vlivem softwarových programů a digitalizace klesá počet kvalifikovaných pracovníků. Výrobu modelu tak může v podstatě díky této skutečnosti vykonávat průměrný technolog či modelář.

### 11.2.2 Přípravná formovací směsi

#### Řízení spotřeby formovacího materiálu

V přípravně formovací směsi pro výplň formovacích rámců nastává problém stanovení nákladů v souvislosti se sestavením formy a to především ve stanovení poměru nákladů formovacích směsí (jádrová, modelová, výplňová směs). Vzhledem k tomu, že není známa norma spotřeby formovací směsi pro každou jednotlivou formu (vyrobenou pro konkrétní odlitek v konkrétním formovacím rámu).

#### **Návrh řešení problému**

Řešení spočívá v exaktním zvážení všech jader, vtoků a výfuků a ostatních součástí. Také by se měla průběžně měřit na průběžných mísičích a metačích spotřeba formovací směsi a také synchronizovat s konkrétními objemy formovacích směsí, potřebných pro výrobu forem v daném období. Po té by mělo následovat statistické vyhodnocení. Ovšem tohle řešení je v podstatě vysoce technicky i časově náročné a jednalo by se o dlouhodobou záležitost.

### 11.2.3 Tavírna

#### **Optimalizace vsázky na výrobu tekutého kovu**

Problém se v tavírně vyskytuje při vstupu suroviny do indukční pece. Do indukční pece vstupují dané suroviny v daném množství, ovšem problém nastává u suroviny ocelový odpad, kdy není předem známo složení a druh tohoto materiálu. To může mít negativní vliv na výsledný tekutý kov, který může díky tomu získat jiné mechanické složení než by měl mít. Na základě odebraného vzorku tekutého kovu se v chemické laboratoři ověřují parametry tekutého kovu a dle výsledku se tekutý kov poté zpětně upravuje, a to mícháním tohoto kovu další surovinou, která výsledné složení tekutého kovu na požadované složení upraví.

#### **Návrh řešení problému**

V dnešní době se vyskytuje vysoký tlak odběratelů na výslednou jakost a na přesně specifikované vlastnosti materiálu, jako je například tažnost při nízkých teplotách, pružnost atd. Výskyt velkého množství nevhodných prvků v kovovém odpadu je tedy nežádoucí, jelikož tyto prvky mají podstatný vliv na výslednou vlastnost materiálu. Jedinou cestou, jak eliminovat výskyt těchto prvků, je zajistit stále operativnější kontrolu dodávaného materiálu a to prostřednictvím kvalifikovaných metod, díky kterým se dosáhne co nejvíce požadované jakosti. Jednou z těchto metod je termická analýza, která sleduje teplotu tání a tuhnutí. To ovšem vyžaduje drahou měřicí techniku.

### 11.2.4 Příjem surovin

#### **Problémy spojené s vážením vozidel při příjezdu s naloženou surovinou**

Zde nastává řada problémů a to jednak s časovou náročností procesů vážení, které musí být opakováno, tak také s možným poškozením společnosti z důvodu problematického určování hmotnosti dodávaných surovin současnou váhou (používaná váha stanovuje odlišnou hmotnost při odlišném způsobu najetí vážených vozidel). Díky současné váze, která je bez potřebné certifikace, nemá společnost v podstatě nárok na uplatnění reklamace. Jakákoliv reklamace je navíc zcela bezpředmětná vzhledem k odlišným hodnotám, které váha ukazuje při opakovaných najetích naloženého vozidla. Trvale proto dochází k odchýlkám mezi hmotností určenou váhou dodavatele a hmotností naváženou váhou slévárny bez možnosti přesného zjištění skutečné hmotnosti (navážená hodnota se při každém najetí průběžně mění).

### Návrh řešení problému

Tato situace se dá řešit jedině generální opravou současné váhy nebo instalací nové váhy s potřebnou certifikací, která umožní rychlé, přesné a jednoznačné vážení dovážených surovin a tak také společnost získá oprávnění k případné reklamaci.

### 11.3 Rozhodnutí o konkrétním zadání řešeného projektu

Hlavním kritériem pro zadání konkrétního úkolu pro projektové řešení jsou kromě naléhavosti problému také náklady na jeho realizaci ve vztahu k jeho přínosům a přiměřená obtížnost řešení z časového hlediska. Při uplatnění těchto hledisek se řada z výše uvedených problémů jeví jako nereálná pro realizaci řešení v přiměřeném časovém horizontu a řešení dalších problémů vyžaduje řadu odborných expertů. Týká se to především:

- Exaktního stanovení spotřeby času na výrobu modelů,
- Přesného stanovení nákladů na objemy formovacích směsí, potřebných pro aktuální výrobu odlitků,
- Problému zjišťování chemického složení dodávaného kovového šrotu ve vazbě na potřebné chemické složení vyrobené litiny.

Jako nejvhodnějším pro řešení v rámci diplomové práce byl určen proces vážení dodávaných surovin pro tavnici. Tyto suroviny jsou vesměs drahé a dodávají se prakticky denně, proto je proces kontroly jejich množství mimořádně důležitý. Problém týkající se zabezpečení přesného stanovení hmotnosti dovážených surovin je navíc v současné době jediným řešitelným problémem vzhledem k časové náročnosti a finančním možnostem společnosti.



## 12 PROJEKTOVÁ ČÁST

### 12.1 Analýza současného stavu vážicího systému

#### 12.1.1 Úvod do dané problematiky související s vážením naložených vozidel surovinou

Veškerá činnost v této společnosti začíná přivezením surovin do skladu nákupu. Před uložení do skladu je nejprve nutné surovinu zvážit, aby se ověřila hmotnost suroviny deklarovaná dodavatelem. K tomuto účelu slouží přenosné váhy, které kontrolují hmotnost suroviny na naloženém vozidle. Současný způsob vážení se ukazuje jako značně nepřesný, což ve svém důsledku poškozuje slévárnu, jelikož nemůže věrohodně doložit rozpor mezi deklarovanou a skutečnou váhou přivezené suroviny.

### 12.2 Postup při vážení vozidla přenosnou váhou

Nákladní auto přijede s naloženou surovinou a jako první předá vážnému potřebné dokumenty (vážný lístek, ložný lístek a chemické složení materiálu). Poté vážný navede automobil na vážení na „couvačku“ (obr. 20), aby mohlo vozidlo vysypat surovinu na stanovenou plochu v hale.



*Obr. 20 Vjezd naloženého vozidla přes váhu do haly  
(vlastní zpracování)*



*Obr. 21 Vozidlo přejíždějící přes váhu  
(vlastní zpracování)*

Vozidlo musí na váhu najet (obr. 21) s co největší přesností, jelikož váha je citlivá na špatný nájezd a i mírná změna místa najetí vede k odlišnému výsledku vážení. Pokud vážný ověří a potvrdí správnost, řidič vozidla čeká na pokyn vážného, který mezitím zadává údaje o vozidle a materiálu do odpovídajícího softwarového programu. Následně upraví správně a přesně váhy dle nájezdu auta a nechá auto plynule projet ve směru vpřed. Vážný po vážení automobilu zkontroluje váhu naváženou speciálním softwarovým programem na vážení s váhou uvedenou v dokumentech od dodavatele. Zde, ve většině případů nastává problém, protože se dle potřeby po první pokusu vážení opakuje a to až do té doby, dokud se váha neblíží nebo téměř neshoduje s hmotností, uvedenou na vážném lístku od dodavatele. To ovšem znamená vyjetí vozidla z váhy a opětovné najetí. Po opakovaném a zvolené navážené hodnotě vážení na pokyn vážného, vjíždí řidič vozidla do haly a vysypává materiál do skladu (obr. 22) za přítomnosti vážného, který kontroluje, zda je vysypána všechna surovina a zda je v dané kvalitě. Po vysypání suroviny se musí provést také vážení na váze prázdného vozidla a opět zkontrolovat hmotnost prázdného vozidla dle měření váhy společnosti s váhou uvedenou na vážném lístku od dodavatele, což může opět znamenat opětovné vážení, z důvodu nesprávného najetí na váhu. Po vážení prázdného vozidla vážný podepisuje dokumenty dodavatele a předá řidiči vozidla a na závěr vytiskne vážný lístek zváženého naloženého vozidla, prázdného vozidla a tak vypočtené hmotnosti suroviny.



*Obr. 22 Vykládání suroviny do haly  
(vlastní zpracování)*

### **12.3 Činnosti prováděné po samotném vážení vozidla se surovinou**

Po zvážení automobilu se surovinou se surovina vysype do haly na zem a jeřábnice následně sklízí vysypanou surovinu ze země do zásobníku (obr. 24), což jí trvá přibližně 15 min.. Ovšem před samotným odebráním do zásobníku je provedena ještě kontrola (obr. 23), popřípadě rozbor některých surovin. Zde se vyskytuje další problém, kdy může nastat situace, kdy v jednom momentě přijede více vozidel, přivážející surovinu. V případě příjezdu více aut se opět vysype surovina na zem do výrobní haly, a pokud již není prostor na vysypání dalších surovin, řeší se tento problém operativně, čímž vzniká v tomto prostoru značný chaos.



*Obr. 23 Načítání chemického složení ocelového odpadu  
(vlastní zpracování)*

### **12.3.1 Současný způsob dodávání surovin pro tavírnu**

Suroviny se objednávají podle aktuálního stavu existujících zásob. Je nutné mít zásobu minimálně na týden, aby výroba nestála či se nepřerušila. Neexistuje zde pojistná ani bezpečnosti zásoba. Na základě evidence se vidí, kolik surovin se již spotřebovalo, přičemž na konci pracovního týdne je uskutečněna kontrola skutečného stavu surovin. Po objednání suroviny u dodavatele trvá zhruba den, kdy vozidla přijedou s naloženou surovinou. Jelikož společnost objednává u několika dodavatelů, velmi často se stává, že v jeden den přijede několik aut najednou nebo naopak nepřijede několik hodin žádné auto, což často způsobuje problémy s odbavením příjezdících vozidel. Může se tedy stát, že v určitou hodinu přijedou např. až čtyři naložená vozidla, která čekají na odvážení a následně na vysypání surovin. Navíc vážný má na starost další povinnosti ve slévárně, takže nemusí být vždy přítomen v době, kdy vozidlo přijede. Pokud nastane tato situace, vážného je třeba zavolat telefonicky. Dodavatel je schopen určit datum příjezdu, ale jelikož spousta dodavatelů přijíždí z jiných zemí, např. z Polska či Itálie, není snadné stanovit přesnou hodinu příjezdu. Díky tomu potom dochází k výše uvedeným případům, kdy v tutéž hodinu přijede několik vozidel. Situaci s odbavováním příjezdících vozidel navíc značně komplikuje výše popsaný problém s opakovaným vážením jejich nákladu na nevyhovující váze.



*Obr. 24 Zásobníky se surovinami  
(vlastní zpracování)*

#### **12.4 Plýtvání v procesu přijímání materiálu**

Z výše uvedeného popisu je zřejmé, že při procesu vážení probíhá několik činností, které nepřidávají hodnotu a tak se výroba stává neefektivní ještě před začátkem celého výrobního procesu. Z uvedeného vyplývá hned několik druhů plýtvání a to:

- *Čekání* – tedy v situaci čekání vážného na příchozí vozidla s naloženou surovinou. Vážný nezná hodinu příjezdu vozidla, zná pouze den a to ne ve všech případech.
- *Zbytečné pohyby* – zde se jedná o plýtvání v podobě manipulace vozidel při jejich vážení. Opakované pokusy vjetí na váhy i vyjetí z váhy, při výběru nejvíce přibližující se hodnoty navážené hmotnosti vozidla dodavatelem, je naprosto zbytečnou činností. Zbytečný pohyb je také v případě špatného najetí na váhu a nutné opětovné najetí na váhu znovu. Zbytečné pohyby se týkají také vážného, který v souvislosti s navigací vozidla provádí samozřejmě zbytečné pohyby.
- *Zbytečná manipulace* – situace, kdy vážný musí upravit váhu na základě vjetí vozidla na váhu.

#### **12.5 Analýza váhových rozdílů vztahujících se k vážení surovin váhou dodavatele a váhou ve slévárně**

Vážení suroviny si provádí dodavatel na své vlastní váze a po příjezdu vozidla do slévárny se provede vážení na váze vlastní společnosti. Z tohoto důvodu vznikají váhové rozdíly.

Ovšem vzhledem k neprůkaznosti vážení (vzhledem k povaze váze, která je pouze kontrolní a ne certifikovaná) na nepřesné váze prakticky nelze případný zjištěný rozdíl v neprospěch dodavatele nijak uplatnit a fakturace surovin tak probíhá dle váhy dodavatele. Jak je uvedeno v tabulce 7 níže např. ve dne 12.1. se dodával koks a na dodacím listu byla uvedena hmotnost suroviny 24,42 tun, ovšem váha slévárny navážila 25,25 tun, což je rozdíl 0,83 tun. Jak je možné vidět, společnost si fakturovala hmotnost na základě váhy dodavatele. Váha společnosti slouží tedy pouze jako kontrolní váha. Váhový rozdíl se pouze zaeviduje.

*Tab. 7 Ukázka rozdílů mezi váhou dodavatele a váhou Slévárny  
(vlastní zpracování, upraveno dle interní dokumentace)*

datum	dod.list	naše váha	fakturace	rozdíl
12.1.	24,42	25,25	24,42	0,83
14.1.	24,48	25,1	24,48	0,62
18.1.	26,00	27,25	26,00	1,25
28.4.	24,14	23,45	23,14	-0,69

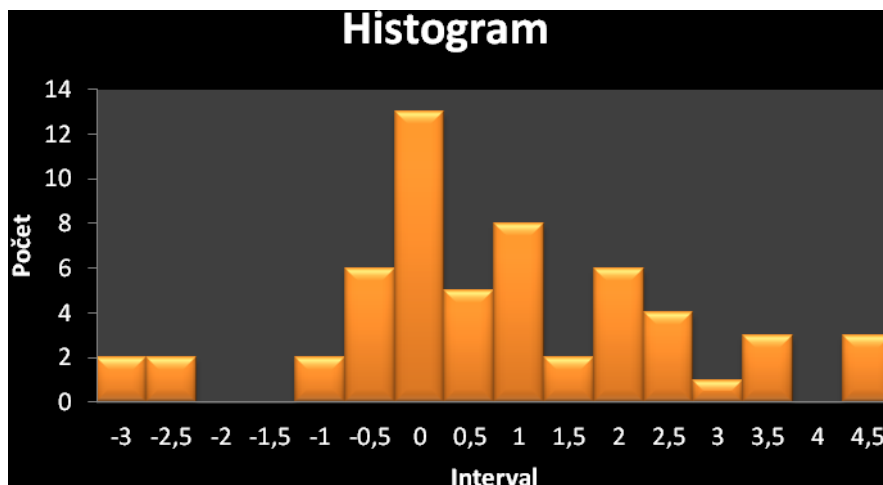
### 12.5.1 Prokázání odchýlení vah

Na základě těchto faktů, jsem vypočítala procentuální odchylku, o kolik se odchyluje váha slévárny od váhy dodavatele, jelikož maximální odchylka by se měla pohybovat do 3 %, ovšem i to je poměrně vysoké číslo. Ideální procento odchýlení by nemělo přesáhnout 1 %. Díky těmto výpočtům jsem zjistila, že v některých případech odchylka významně přesahuje danou maximální odchylku (3%) Dále jsem stanovila intervaly, ve kterých se odchylky pohybují (obr. 25)

datum	dod.list	naše váha	fakturace	rozdíl	% odchylka	interval odchylky
12.1.	24,42	25,25	24,42	0,83	<b>3,4</b>	<b>3</b>
14.1.	24,48	25,1	24,48	0,62	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>
18.1.	26,00	27,25	26,00	1,25	<b>4,8</b>	<b>4,5</b>
25.1.	24,96	24,70	24,96	-0,26	<b>-1</b>	<b>-1</b>

*Obr. 25 Výpočet odchylek váhy  
(vlastní zpracování, upraveno dle interní dokumentace)*

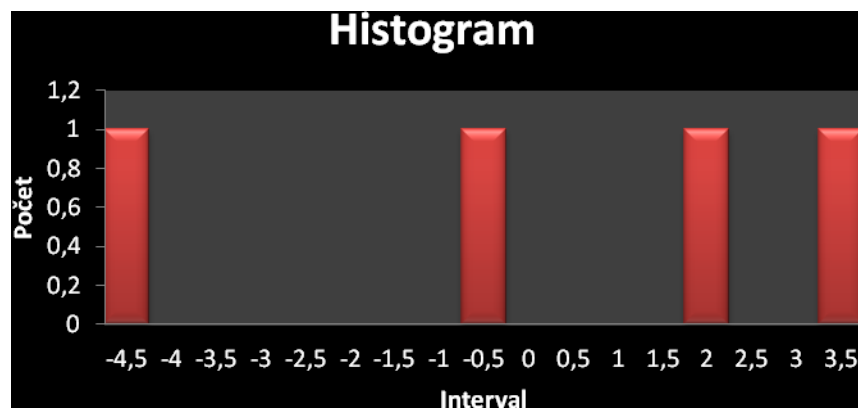
Na základě těchto výpočtů jsem vytvořila histogramy pro surovinu metalurgický koks a dále pro surovinu vápenec v daném roce, kde jsem zjistila počet výskytů odchylky v určitém intervalu.



*Obr. 26 Histogram metalurgického koku  
(vlastní zpracování)*

Z uvedeného histogramu (obr. 26) vyčnívá výskyt odchylky v počtu 13 výskytů v intervalu 0 a to pouze z důvodu zaokrouhlování. Ovšem i tak se jedná o vysokou nepřesnost, jelikož si vážný v podstatě hmotnost vozidla, ať už naloženého či prázdného „vybírám“ tak, aby se hodnota co nejvíce přiblížila číslu uvedenému na vážném lístku. Ani jeden případ neodpovídal situaci, kdy by se hodnota naměřená dodavatelem shodovala s hodnotou, naměřenou ve slévárně. Nad interval 3 se vyskytly 3 položky, v intervalu 3,5 a 3 položky v intervalu 4,5, což je docela vysoký počet a takové případy by se neměly tolerovat. Vzhledem k téměř nemožné reklamaci, společnosti v rámci vážení pomocí této váhy nezbyvá nic jiného, než navážený rozdíl pouze zaevidovat.

Pro vápenec vypadá histogram následovně:



Obr. 27 Histogram vápenec  
(vlastní zpracování)

Na obr. 27 je možné vidět výskyt odchylek nad jedno procento, a to v intervalu odchylky 2 a 3,5. Také společnost zaznamenala hodnotu -4,5, což vypovídá o převážení na straně dodavatele, stejně jako u intervalu odchylky -0,5. Ať už se jedná o převážení na straně slévárny, nebo na straně dodavatele suroviny, navážené hodnoty nemají sami o sobě žádnou vypovídací schopnost. Typ váhy ve společnosti slouží pouze jako váha kontrolní a jakýkoliv rozdíl se pouze zaeviduje a vyfakturována je částka vždy na základě hmotnosti suroviny uvedené v dokumentu, který přiveze řidič spolu s ostatními dokumenty.

## 12.6 Problémy vyskytující se v průběhu vážení vozidla

Pracoviště vážení je vybaveno počítačem se softwarovým programem, který zaznamenává navážené hodnoty. Problém nastává v případě, kdy se navážená hodnota významně liší od navážené hodnoty dodavatele. V případě této situace je nutné vozidlo se surovinou navážit znovu, což znamená pro vozidlo vyjetí z váhy a opětovné najetí na váhu. Pokud se druhá navážená hodnota opět liší výrazným číslem, vážení se opět opakuje stejným způsobem. Z toho vyplývá, že vážení tímto způsobem zabere mnoho času při nepovedeném vážení jak pro řidiče vozidla, tak pro vážného, který celý proces koordinuje. Program, který zaznamenává vážené hodnoty, vypadá následovně:



Datum	Reg. značka	Materiál	Tára	Brutto	Netto	Základní	Řidič	Zakázka	Vážený listek č.	Faktura č.	Směr	Nápravy/Vážený	Jedn. cena
26.9.2011 9:55	5C1904F	koks 101		40 050		poč.MORAVA.DHE					P	5 Admistrátor	
26.9.2011 9:57	5C1904F	koks 101		39 150		poč.MORAVA.DHE					P	5 Admistrátor	
26.9.2011 9:58	5C1904F	koks 101		39 100		poč.MORAVA.DHE					P	5 Admistrátor	
26.9.2011 10:29	5C1904F		15 450								P	4 Admistrátor	
26.9.2011 10:29	5C1904F	koks 101	15 450	40 050	24 600	poč.MORAVA.DHE			3471		P	5 Admistrátor	0,00
26.9.2011 10:29	5C1904F	koks 101	15 450	39 150	23 700	poč.MORAVA.DHE					P	5 Admistrátor	0,00
26.9.2011 10:29	5C1904F	koks 101	15 450	39 100	23 650	poč.MORAVA.DHE					P	5 Admistrátor	0,00
26.9.2011 10:42	7825229	kod odpadu 120101-flak		47 900		TAINAC.ZPS.a.s.					P	5 Admistrátor	
26.9.2011 10:43	7825229	kod odpadu 120101-flak		48 050		TAINAC.ZPS.a.s.					P	5 Admistrátor	
26.9.2011 10:45	7825229	kod odpadu 120101-flak		45 900		TAINAC.ZPS.a.s.					P	5 Admistrátor	
26.9.2011 11:00	7825229		16 000								P	5 Admistrátor	
26.9.2011 11:01	7825229	kod odpadu 120101-flak	16 000	47 900	31 900	TAINAC.ZPS.a.s.			3472		P	5 Admistrátor	0,00
26.9.2011 11:01	7825229	kod odpadu 120101-flak	16 000	48 050	32 050	TAINAC.ZPS.a.s.					P	5 Admistrátor	0,00
26.9.2011 11:01	7825229	kod odpadu 120101-flak	16 000	45 900	29 900	TAINAC.ZPS.a.s.					P	5 Admistrátor	0,00
26.9.2011 12:13	SVKORA	kod odpadu 120101-flak		8 500		TAINAC.ZPS.a.s.					P	2 Admistrátor	
26.9.2011 12:27	SVKORA	kod odpadu 120101-flak	6 800	8 500	1 700	TAINAC.ZPS.a.s.			3473		P	2 Admistrátor	0,00
27.9.2011 2:12	7860468	Bally104		43 450		Viktoria Trade sro.					P	5 Admistrátor	
27.9.2011 7:18	7860468	Bally104		43 100		Viktoria Trade sro.					P	5 Admistrátor	
27.9.2011 7:20	7860468	Bally104		43 450		Viktoria Trade sro.					P	5 Admistrátor	
27.9.2011 7:32	7860468		18 400								P	5 Admistrátor	
27.9.2011 7:32	7860468	Bally104	18 400	43 450	25 050	Viktoria Trade sro.			3475		P	5 Admistrátor	0,00
27.9.2011 7:32	7860468	Bally104	18 400	43 100	24 700	Viktoria Trade sro.			3474		P	5 Admistrátor	0,00
27.9.2011 7:32	7860468	Bally104	18 400	43 450	25 050	Viktoria Trade sro.			3476		P	5 Admistrátor	0,00
27.9.2011 9:41	2292184	lit.kupol 107		47 600		Viktoria Trade sro.					P	6 Admistrátor	
27.9.2011 9:43	2292184	lit.kupol 107		45 400		Viktoria Trade sro.					P	6 Admistrátor	
27.9.2011 9:46	2292184	lit.kupol 107		45 900		Viktoria Trade sro.					P	6 Admistrátor	
27.9.2011 9:57	2292184		24 300								P	5 Admistrátor	
27.9.2011 9:59	2292184	lit.kupol 107	24 300	47 600	23 300	Viktoria Trade sro.			3477		P	6 Admistrátor	0,00
27.9.2011 9:59	2292184	lit.kupol 107	24 300	45 400	21 100	Viktoria Trade sro.					P	6 Admistrátor	0,00
27.9.2011 9:59	2292184	lit.kupol 107	24 300	45 900	21 600	Viktoria Trade sro.					P	6 Admistrátor	0,00

Obr. 28 Softwarový program

(vlastní zpracování, upraveno dle interní dokumentace)

Hodnota Tára vyjadřuje hmotnost prázdného vozidla bez suroviny, tedy po vysypání suroviny do skladu, hodnota Brutto je hmotnost vozidla s naloženou surovinou a Netto je tedy hodnota pro hmotnost samotné suroviny. Problém s vážením je možné vidět z prvního případu uvedeného z obr. 28 výše, ze dne 26. 9. 2011 u suroviny koks. Vážný navážil hodnotu 40 050 kg (Brutto), dle vážného lístku zjistil, že se hodnota výrazně liší a tak se vážení opakovalo, navážil hodnotu 39 150 kg, ovšem to se mu zdálo stále příliš odlišné a tak se vážení opakovalo podruhé. To navážil hodnotu 39 100 kg. Ale nakonec zjistil, že tahle váha také nevyhovuje hodnotě na vážném lístku dodavatele, a že nejvíce této hodnotě přibližuje stejně hmotnost navážená na první pokus, tedy 40 050 kg. Poté řidič vozidla vjel do haly, kde vysypal koks do skladu a následně se nechal zvážít s prázdným vozidlem (Tára). V tomto případě se navážila hodnota 15 450 kg. Každá hodnota Brutto se automaticky spáruje v programu s hodnotou Tára. Program následně odečte od hodnoty Brutto hodnotu Tára, tedy od naloženého vozidla surovinou odečte vozidlo prázdné a tímto způsobem se zjistí hodnota Netto, tedy hmotnost vlastní suroviny.

### 12.6.1 Výpočet odchylky vybraného pokusu vážení od ostatních pokusů

Na základě těchto údajů jsem vypočítala rozdíly ze všech hodnot, u hodnot Tára, Brutto a Netto a následně spočítala procentuální odchylku pro Táru a Brutto, tedy odchylky nepodařených pokusů vážení od konečného správného (vybraného) pokusu. Nakonec jsem stanovila procentuální odchylku pro surovinu (Netto), tedy o kolik se v procentech odchýlí nepodařené pokusy vážení od výsledně zvolené navážené hodnoty suroviny.

Surovina	Tára	Brutto	Netto	rozdíl Tára	rozdíl Brutto	rozdíl Netto	% odchylka Tára	% odchylka Brutto	% odchylka Netto
Kovový odpad		36650							
	<del>45150</del>	<del>36650</del>	21500						
	15050	36650	21600	-100		100	-0,664451827		0,462962963
Surové železo		40450							
		40350							
	14400								
	<del>44400</del>	40450	26050						
	14400	40350	25950		-100	-100	-0,247831475		-0,385356455
Balíky		22250							
		24000							
	14150								
	<del>44450</del>	22250	8400						
	14150	24000	9850		1750	1750	7,291666667		17,76649746
Surové železo		17100							
		17650							
	8450								
	<del>8450</del>	17100	8650		-550	-550	-3,216374269		-6,358381503
	8450	17650	9200						
Koks		37400							
		37800							
		36650							
	14350								
	<del>44350</del>	37400	22750						
	14350	37800	23450		700	700	1,851851852		2,985074627
	<del>44350</del>	36650	22300		1150	1150	3,042328042		4,904051173

Obr. 29 Výpočet odchylek (vlastní zpracování, upraveno dle interní dokumentace)

Na základě obr. 29 uvedeného výše, je možné vidět v hodnotě Netto hodnoty, které přesahují odchylku 3%. Z obrázku lze vyčíst hodnoty jako 17,7%, -6,36% atd. Tyhle případy nejsou ojedinělé, ale opakují se ve více případech. Takle čísla jen potvrzují vysokou nepřesnost ve vážení a zviditelňují vysoké procento odchylek pokusu vybraného vážným od ostatních, nezvolených pokusů vážení.

## 12.7 Charakteristika přenosných vah pro vážení silničních vozidel

### 12.7.1 Základní vlastnosti přenosných vah typu PW-10 a jejich použití

Tento druh přenosné kolové a nápravové váhy jsou určeny pro silniční kontroly zatížení náprav a kol nákladních vozidel. Váživost těchto vah není limitována délkou vážené auto-

mobilové soupravy ani její celkovou hmotností, jen hmotnost jednotlivých náprav musí být nižší než 20 tun.

Základní sestava přenosných vah typu PW-10 se dodává s uživatelským programem Mobilní váha pro PC pod OS Windows XP, prostřednictvím kterého je u váženého vozidla proveden kompletní rozbor zatížení dle § 14 a § 15 vyhlášky Ministerstva dopravy 341/2002 Sb.

### 12.7.2 Technické parametry vah

- Horní mez váživosti je 10 000 kg na jedno kolo, což je tedy 20 000 kg na nápravu v režimu vážení po nápravách i v režimu vážení za jízdy. Ověřovaný rozsah váživosti je 200 – 10 000 kg na kolo a 500 – 20 000 kg na nápravu
- Váhy jsou zařazeny do III. třídy přesnosti při ověřování dle ČSN EN 45501 a jsou typově ověřeny u ČMI vydaným ES Certifikátem pod č. TCM 128/04-4103
- Rozpětí provozních teplot plošinek je -20 až +60 stupňů Celsia, ověřovaný rozsah je -10 až +40 stupňů Celsia
- Rozměry vážící plošinky tohoto typu jsou 760 \* 580 \* 20 mm
- Vyhodnocovací systém vah je tvořena jednotkou interface napojená na PC a CD se softwarem zajišťující vážení vozidel a zpracování výsledků vážení
- Veškeré části těchto vah jsou přenosné, napájené z vlastních akumulátorů. Plošinky vydrží zhruba 30 provozních hodin na jedno nabití akumulátoru jednotky interface. Notebook, jehož vlastní baterie nemá dostatečnou výdrž, je spolu s tiskárnou většinou napájen z autobaterie vozidla přes dodávaný měnič napětí.

### 12.7.3 Způsoby vážení vozidel na vahách typu PW-10

*Na tomto druhu vah jsou možné tři způsoby vážení vozidel:*

*a) Vážení všech kol vozidla najednou* na několika párech vážících plošinek. Vozidlo najede na soupravu vážících plošinek, které byly před tím položeny před každé kolo vozidla. Vozidlo na nich zastaví a je zváženo - veškerá zatížení kol jsou tedy zjištěna naráz. Tenhle způsob vážení je ovšem poměrně pracný a vzhledem k potřebnému počtu plošinek i velice drahý. V ČR se proto téměř nepoužívá.

*b) Vážení vozidla naráz – za jízdy* přes dvojici plošinek. Vozidlo je váženo v jednom vážícím cyklu. U vozidla jsou během jediného přejezdu přes dvojici vážících plošinek ověřeny všechny hmotnostní parametry. Tato metoda je velice rychlá a dle výsledků testů Českého

metrologického institutu i přesnější než vážení postupné na jedné dvojici plošinek. Doporučuje se jako nejvhodnější způsob vážení vozidel na kolových vahách v ČR.

*c) Vážení vozidla postupně po jednotlivých nápravách na jedné dvojici vážících plošinek – vážení po částech.* Tato metoda je velmi pracná a nejméně přesná – do tohoto způsobu vážení totiž nejvíce zasahují vnější vlivy. Využívá se především u starších a technicky zastaralých typů mobilních vah, které ani jiný způsob vážení neumožňují. Tato metoda vážení se nedoporučuje také z důvodu velké časové náročnosti a problematickou přesnost vážení, kterou může lehce ovlivnit jak obsluha vah, tak i řidič vozidla. (Interní dokumentace společnosti)

## 12.8 Zhodnocení analytické části

V této části diplomové práce jsem se snažila vystihnout komplexní systém vážení vstupního materiálu, který je naprosto nezbytný pro výrobu odlitků. Kromě popisu postupu vážení a způsobu zásobování či uvedením technických parametrů používané váhy bylo cílem této části poukázat na silné nedostatky této části pracoviště, zatěžující společnost.

Vlivem náročnosti technologie vážení se váhový systém stává nepřesným, dá se říci až nespolehlivým ukazatelem vážení surovin. Z důvodu typu váhy, tedy váhy bez certifikace, slévárna přichází o možnost využít reklamaci v případě sporů, týkajících se hmotnosti surovin. Váha slouží tedy pouze jako přibližné kontrolní měřítko.

Kromě těchto faktů se také vyskytuje problém vysoké přítomnosti výskytu lidské chyby při vážení. Dosavadní způsob vážení je závislý na řízení celého vážícího procesu, za který je zodpovědný náležitý pracovník (vážný), v jehož kompetenci je také obsluha příslušného softwarového programu a organizace při vážení. Díky této skutečnosti se vážení stává dosti nepřesné a také časově náročné a také je zde vysoká pravděpodobnost lidské chyby.

Prostřednictvím analýz bylo mou snahou kvantifikovat zjištěnou vysokou nepřesnost vážení, která má negativní dopady na společnost. Právě díky těmto propočtům se tak jen ověřila doposud pouze vyřčená hypotéza o nesprávnosti vážení a myšlenka tuto situaci řešit se tak stala více než jen neustále odkládaným problémem, který má stále dostatek času na vyřešení.

Jak jsem se již zmínila, díky zpracování dat a vyhotovení souhrnného dokumentu o vysoké odchylnosti vážení, která jen potvrdila vážnost situace, jsme se rozhodli v rámci týmu

uskutečnit Workshop a následně projekt, prostřednictvím kterého by bylo vybráno vhodné řešení, jak odstranit problém týkající se vážení vozidel.

## 13 WORKSHOP PRO ZJIŠTĚNÍ VHODNÉHO ZPŮSOBU ŘEŠENÍ DANÉHO PROBLÉMU

### 13.1 Cíl projektu

S cílem najít co nejrychleji nejvhodnější řešení byl uskutečněn v měsíci září, v 38. týdnu Workshop, který byl uskutečněn na základě zjištěných problémů, popsanych v předchozích částích. Účastníci workshopu zhodnotily možnosti řešení jednotlivých problémů daných pracovních úseků. Jednoznačně se rozhodlo o řešení problému, týkajícího se procesu přijímání surovin, jelikož v současné době se tento problém jeví jako nejméně finančně náročný a v rámci časových možností nejvíce reálný a technicky příliš nenáročný. Workshop se tedy zabýval návrhem řešení pro příjem surovin pro tavnou.

### 13.2 Příprava workshopu

První krok workshopu se týkal především formálních záležitostí a to zejména ujasnění cíle projektu, stanovení počtu zúčastněných osob workshopu a délka workshopu. Také byl nutný sběr všech podkladů k danému problému, nutných k následující analýze současného stavu. Jednalo se o výkaz cash flow, dokumenty přijaté od dodavatele (vážný lístek), roční evidenci, vypracované analýzy. V rámci této fáze bylo také nutné rozeslat pozvánky zúčastněným osobám a určit místnost konání workshopu.

Po uskutečnění workshopu bude následovat vypracování samotného projektu.

Cílem tohoto workshopu bylo tedy nalézt cestu k vyřešení problému nepřesnosti vážení surovin a zvolit jednu z navrhovaných možností a toto dále vypracovat v rámci projektu na téma **Projekt zefektivnění výrobního procesu**. Délka workshopu byla stanovena na 5 dní. Náplní těchto dní jsou jednotlivé kroky workshopu. Workshopu se zúčastní celkem 5 osob (obr. 30), mezi nimi byli:

- Ing. Vojtěch Knirsch (moderátor) – vedoucí oddělení Controllingu ve společnosti
- Ing. Petr Vraštiak – vedoucí údržby a investic ve společnosti
- Bc. Soňa Hořáková – diplomantka
- Petr Klimša – pracovník zodpovědný za příjem surovin na sklad (vážný)
- Ing. Petr Hynčica – vedoucí zásobování ve společnosti

### **13.3 Zahájení workshopu**

Cílem této fáze bylo zdůraznit závažnost problému a vědět k jakému účelu se workshop vlastně konal. Moderátor, kterým byl Ing. Vojtěch Knirsch, provedl uvítání ostatních účastníků, stanovil pravidla celého workshopu a určil časový plán včetně přestávek a jednotlivých etap.

### **13.4 Analýza současného stavu**

Analýza současného stavu vycházela především z poznatků uvedených v kapitole 12. Podkladem byly také mnou vypracované analýzy včetně histogramů. Byly identifikovány veškeré negativní aspekty, narušující nepříznivě celý proces při přijímání surovin na sklad. V rámci této fáze byly také stanoveny požadavky na daný projekt.

### **13.5 Identifikace plýtvání**

V této fázi byly identifikovány veškeré druhy plýtvání, které jsou uvedeny taktéž v kapitole 12. Jedná se o plýtvání v podobě čekání, zbytečného pohybu, zbytečné manipulace.

### **13.6 Návrhy na zlepšení**

V tomto kroku workshopu byly shromažďovány návrhy na zlepšení řešeného problému. Díky komplexnosti problému byly zveřejněny tři možná řešení, která jsou uvedena v projektové části, v kapitole 14 (koupě vagonové váhy, oprava váhy současné, koupě nového vážícího systému). Návrhy řešení probíhaly tzv. formou Brainstormingu a poté moderovanou diskuzí a prověřily se veškeré možnosti řešení pro jednotlivé návrhy. Byly řešeny otázky typu, co nás budou stát jednotlivé varianty? Jsou jednotlivé varianty proveditelné? Co nám může přinést výběr dané varianty řešení? Zamezí se danou variantou výše uvedených prvků plýtvání?

### **13.7 Výběr návrhu řešení**

Odsouhlasením všech zúčastněných uchazečů se vybral jeden způsob řešení ze tří navržených (koupě nového vážícího systému).

### **13.8 Ověření proveditelnosti**

Ověření proveditelnosti probíhalo na základě zhodnocení finanční situace podniku a zjištění zda podnik může tuhle variantu uskutečnit. Dále se zvažovaly prostorové možnosti a

případná změna layoutu daného pracoviště, spojený s vybraným způsobem řešení. Také jen zběžně a letmo probíhal potenciální výběr dodavatele a probírala se jejich cenová nabídka a finanční možnosti slévárny a případná doba návratnosti. Dále se projednávala časová náročnost a doba potřebná ke zrealizování návrhu. Také byly rozděleny úkoly jednotlivým pracovníkům. Bylo stanoveno, jaké činnosti budou provádět v rámci časového plánu. Také byl stanoven tým projektu.

### 13.9 Závěr

Po pěti dnech byl workshop ukončen moderátorem. V dané době byl již jasný následující postup všem zúčastněným zaměstnancům a následovalo vypracování projektu a následná realizace vybrané varianty.

Po ukončení workshopu začal projektový tým pracovat na projektu a to v září v 39. týdnu, který začal oslovováním potenciálních dodavatelů nové váhy.



*Obr. 30 Účastníci workshopu  
(vlastní zpracování)*



## 14 CHARAKTERISTIKA PROJEKTU

### 14.1 Název projektu

Projekt zefektivnění výrobního procesu ve společnosti ZPS – Slévárna, a.s.

### 14.2 Cíl projektu

#### 14.2.1 Hlavní cíl

Hlavním cílem projektu je *zvýšit efektivnost výrobního procesu* prostřednictvím zlepšením vážicího systému při vážení hmotnosti vstupního materiálu do skladu a *zamezit* tak současnému plýtvání z hlediska jak času, tak finančních prostředků.

#### 14.2.2 Vedlejší cíle

- *Nárok na reklamaci přivezených surovin* – jedním z cílů je také získat nárok na reklamaci přivezených surovin, kterou dosud slévárna nemohla využívat.
- *Zajištění rychlejšího chodu vážení vozidel se surovinami* – a to vzhledem k dosavadnímu zdlouhavému procesu při samotném vážení a problémy s tím spojenými.
- *Plynulost vážení vozidel* – souvisí s bodem uvedeným výše. Důležitostí je také, aby proces vážení probíhal plynule v situaci příjezdu více naložených vozidel se surovinou.
- *Přesnost vážení* – přesnost vážení je pochopitelně důležitým cílem nezbytným ke správnému zjištění hmotnosti suroviny a případné prokázání reklamace.
- *Zamezení lidské chyby při vážení* – snahou je také eliminovat lidskou chybu při vážení automobilů, která se doposud se současným systémem vážení stále vyskytuje

### 14.3 Rizika projektu

- *Neochota spolupráce odpovědného pracovníka vážicího systému* – na základě nových potenciálních postupů při vážení, pracovník v pozici vážného, nemusí ochotně spolupracovat a učit se novým věcem při změně vážení.
- *Zvýšení nákladů* – jedním z možných rizik je také zvýšení nákladů a to buď nákladů mzdových (při nájmu nové pracovní síly potřebné při procesu vážení) či náklady vzniklé v důsledku investice peněžních prostředků do nového vážicího zařízení ne-

bo náklady vzniklé v důsledku různých oprav či renovací, koupi různých doplňků atd.

- *Zdlouhavý proces výběru vhodného řešení současného problému* – proces výběru nejlepšího řešení může trvat nějakou dobu a stejně tak i realizace řešení.
- *Zásahy do uspořádání pracoviště* – v rámci realizace návrhu mohou vzniknout problémy týkající uspořádání pracoviště a to při jakémkoliv výběru řešení.

#### 14.4 Sestavení projektového týmu

*Bc. Soňa Hořáková* – studentka pátého ročníku Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, Průmyslové inženýrství

*Ing. Vojtěch Knirsch* – vedoucí Controllingu ve společnosti ZPS – Slévárna, a.s.

*Ing. Petr Vraštiak* – vedoucí údržby a investic ve společnosti ZPS – Slévárna, a.s.

#### 14.5 Možnosti pro zlepšení vážicího systému ve společnosti

1. **Renovace současné váhy** – renovace současné přenosné váhy jako takové není možné, jelikož váha špatná není, ale dochází ke špatnému vážení, jelikož je váha náchylná na technologii vážení a tudíž citlivá na chyby při vážení. Takle situace by se dala řešit jedině organizační změnou, jako například přítomnost dalšího pracovníka, který spolu s druhým pracovníkem zodpovídal za správnost vážení. Další možností by mohlo být například zabudování kamerového systému pro kontrolu při samotném vážení. Ovšem problém při jakémkoliv řešení zde zůstává z hlediska přítomnosti lidské chyby, která by se dala sice eliminovat, ale vždy zde zůstane potenciál pro tenhle druh chyby. Navíc v případě přítomnosti další pracovní síly vzniknou společnosti další náklady, které ovšem nebudou kompenzovány odstraněním problému spojeného s nepřesností vážení.
2. **Koupě velké váhy** – vagonová, automobilová váha – v tomto případě se jedná o váhu velkou, která slouží pro vážení nejen naložených nákladních automobilů, ale také pro vážení vlaků. Jedná se o váhu rozměrově velkou, jejíž základy jsou vykopány hluboko pod zemí, což již napovídá o vysoké investici pro zajištění tohoto druhu váhy, ale také vysoké náklady na údržby váhy. Navíc společnost ve vysoké míře nevyužívá vlaky pro přepravu, takže takle váha by byla pro společnost spíše břemenem než investicí pro vyřešení problému.

3. **Koupě nové váhy** – poslední možností je koupě nové váhy, ovšem ne váhy mobilní jako to bylo doposud, ale váhy mostové, která by měla vyřešit problémy vyskytující se u váhy mobilní a vymizí zde zcela problém lidské chyby.

Z toho důvodu se již na workshopu rozhodlo o koupi váhy mostové.

#### **14.6 Průběh výběrového řízení**

Výběrové řízení spočívá ve výběru vhodného dodavatele nové váhy pro vážení surovin. Celý proces začíná oslovením dodavatelů a zasláním požadavků parametrů váhy a stanoví se termín, nebo-li lhůta na zpracování nabídek. Po evidenci všech příchozích nabídek probíhá jejich samotné vyhodnocení, které je ve formě tabulek a obsahující důležité parametry, které jsou důležité pro posuzování vlastností jednotlivých vah, nabízející dodavateli. Porovnávají se především technické parametry, jako je spolehlivost vážení, rozměry, přesnost a ekonomické parametry, kterými jsou cena, garance, dostupnost či servis. Poptávkové požadavky pro výběr váhy vypadal následovně:

<b>1. Kontaktní údaje:</b>		
Firma:	ZPS - Slévárna, a.s.	
Adresa:	Tř. 3. květn 1172	Tel.: 577533937
Pracovník:	Ing. Petr Vraštiak	Fax: 577533937
Funkce:	ved. Údržby a investic	
Email:	<a href="mailto:vraštiakp@sl.zps.cz">vraštiakp@sl.zps.cz</a>	
<b>2. Model váhy:</b>		
	PROFI	PROFI - SPECIAL <b>Jiná váha</b>
<b>3. Provedení:</b>		
	Zapuštěná	<b>Nájezdová</b>
<b>4. Požadované funkce váhy:</b>		
	<b>Pouze vážení</b>	Plnění/Spínání
	Jiné požadavky	
<b>5. Druh váhy:</b>		
	<b>Obchodní váha</b>	Technologická váha
<b>6. Požadovaná maximální váživost v "t":</b>		
	30	
<b>7. Požadované výstupy</b>		
	<b>PC + software</b>	<b>pomocný displej venkovní</b>
	vážní systém HERKULES	<b>světelná signalizace</b>
	<b>tiskárna</b>	dopravní značení
	pomocný displej vnitřní	jiné požadavky
<b>8. Provedení indikátrou:</b>		
	Plast	<b>Nerez</b>
<b>9. Návštěva technika</b>		
	<b>ANO</b>	NE

Obr. 31 Poptávkové požadavky pro váhu  
(vlastní zpracování, upraveno dle interní dokumentace)

#### 14.6.1 Výběr vhodného dodavatele

ZPS – Slévárna, a.s. si z výběrového řízení zvolila čtyři dodavatele, nejvíce vyhovující poskytnout požadavky uvedené výše na obr. 31. Mezi těmito vybranými kandidáty byly Váhy-Jas, s.r.o. Svitavy, Petr Hepnar, Tenzováhy s.r.o. a Lesyco a.s.

##### Váhy-Jas s.r.o.

Společnost Váhy-Jas s.r.o. byla založena v roce 1990 ze specialistů, kteří měli dlouholeté zkušenosti při opravách a výrobě vah. Společnost se zabývá řešením problémů průmyslového vážení. Vyrábí váhy (obr. 32) od 4 m do 18 m, s váživostí do 60 t. Zajišťují záruční a pozáruční servis, výrobu, opravy, prodej a také cejchování všech druhů elektronických a

mechanických vah průmyslových, obchodních, mostních a jeřábových. Společnost je držitelem Certifikátu č. 0119-SJ-C001-10 o schválení systému jakosti výroby výrobce vah. Více informací o společnosti je dostupných na webové adrese [www.vahyjas.cz](http://www.vahyjas.cz)



*Obr. 32 Ukázka mostové váhy  
([www.vahyjas.cz](http://www.vahyjas.cz))*

### **Petr Hepnar**

Společnost byla založena a následně registrována u Českého Metrologického Institutu v roce 1991. Svým klientům nabízí kvalitu a spolehlivost, poskytuje poradenství v oboru, poradenství pro vhodný výběr a nákup vážícího zařízení, s ohledem na požadavky hmotnostního rozsahu, přesností a ostatních parametrů rozhodujících o užití i ceně zařízení. Společnost (obr. 33) také nabízí komfort a pohodlí, odbornou způsobilost, dlouholetou tradici, širokou nabídku, individuální přístup, komplexní řešení, záruční a pozáruční servis. Více informací je dostupných na webové adrese [www.hepnar.cz](http://www.hepnar.cz)

**Váhy a vážící systémy - Petr Hepnar**  
Vyspělá technická řešení v oboru měření hmotnosti

*Obr. 33 Váhy a vážící systémy – Petr Hepnar  
([www.hepnar.cz](http://www.hepnar.cz))*

**Tenzováhy, s.r.o.**

*Obr. 34 Logo společnosti*

*Tenzováhy, s.r.o.*

*([www.tenzovahy.cz](http://www.tenzovahy.cz))*

Společnost byla založena v roce 1991 (obr. 34). Původní orientace na nasazení vah VM – 1 a VM - 2 ke kontrole zatížení nákladních vozidel při jejich vjezdech na dálnice a při vstupech do ČR a na hraničních přechodech zůstala zachována. Společnost poskytuje tyto typy vah:

- Silniční váhy pro vážení za jízdy – typ VM – 1.1
- Silniční váhy pro vážení za jízdy – typ VM – 1.2
- Mobilní váhy pro vážení za klidu nebo jízdy – typ PW
- Přemístitelné váhy pro vážení vozidel typ VMP-2
- Mostové silniční váhy pro zjištění celkové hmotnosti vozidla
- Váhy pro nakladače, vysokozdvizné vozíky

Více informací o společnosti je dostupných na webové adrese [www.tenzovahy.cz](http://www.tenzovahy.cz)

**Lesyco, a.s.**

Lesyco, a.s. je českou firmou působící na trhu od roku 1982 (obr. 35). Zabývá se projekcí, navrhováním, výrobou, vývojem, instalací a servisem vážních, dávkovacích a řídicích systémů. Společnost se stala uznávaným předním subjektem v tomto oboru v České republice a má mnoho instalací vážních systémů i v zahraničí. Při realizaci dodávek nabízí společnost extrémně krátké lhůty pro instalaci dodávaných zařízení. Více informací o společnosti je dostupných na webové adrese [www.lesyco.com](http://www.lesyco.com).



*Obr. 35 Logo společnosti Lesyco, a.s.*

*(www.lesyco.com)*

#### **14.6.2 Výběr dodavatele Váhy JAS – s.r.o.**

Společnost se rozhodla uzavřít smlouvu a koupit váhu od společnosti Váhy Jas – s.r.o. I když poptávkovým parametrům odpovídalo více společností, slévárna se rozhodla právě pro tuhle společnost a to především díky vysoké spolehlivosti firmy. Tahle organizaci poskytla slévárně seznam všech svých zákazníků včetně kontaktů a slévárna tak mohla kontaktovat zákazníky a ověřit si jednak celkovou kvalitu vah a jednat spolupráci se společností, dodávající váhy. Ne každá společnost je ochotna toto poskytnout. Kromě toho tato firma vyvinula vysoký zájem o spolupráci se slévárnou především rychlou komunikací a snahou pomoci slévárně ve výběru váhy.

#### **14.7 Technické údaje mostové váhy – Profi Universal**

1. Mostová váha je vážicí systém stabilního provedení, jehož nosné části jsou vestavěny na betonové základové patky,
2. Váha je používána jak v průmyslových tak i zemědělských podnicích k zjišťování hmotnosti vozidel.
3. Slouží k vážení silničních vozidel všeho druhu, ovšem nesmí překročit hranici váživosti a rozvor a rozchod jejich kol nepřevyšovat rozměr mostu.
4. Váha je složena z ocelobetonových modelů, osazené tenzometrickými snímači.
5. Digitální indikátor francouzské výroby zpracovává výstupní digitální signál a umožňuje odečítat hodnotu vážených vozidel. Jednotka komunikuje s počítačem.
6. Hlavní součásti váhy jsou: most, snímače síly, digitální indikátor.

##### **14.7.1 Technický popis**

1. Základové patky jsou vyhotoveny na základě výkresové dokumentace. Základ váhy slouží k uložení dílců, které leží pod vážním mostem, jakou jsou snímače s uložením, a k ohraničení sousední vrstvy země. Vzduchová mezera 50 – 80 mm mezi

základem a mostem umožňuje potřebnou vůli mostu. Vypracování základu je záležitostí objednavatele. Betonový objekt pod váhou musí mít rozměry podle projektu vlastní části s tolerancí +/- 3mm.

2. Ocelobetonovou konstrukci mostu tvoří příčné a podélné nosníky s betonovou výplní, a celý most spočívá díky 4 – 8 držáků na snímačích síly. Na vnějších příčnicích jsou upevněny nárazníky, které spolu s nastavitelnými nárazníky, jsou zakotveny na základových pilířích zachycují podélné a příčné nárazy a chrání tenzometry před poškozením.
3. Snímače síly jsou uloženy svými podpěrnými body v držácích, které jsou připevněny chemickými kotevními šrouby k základovým patkám. Druhá strana snímačů je uložena v držácích, které jsou připevněny k podélníku mostu.
4. Tenzometrické snímače síly jsou svedeny na svorkovnici sdrůžovací krabice, umístěné ve středu mostu a napájeny z digitálního indikátoru.
5. Výrobní štítek s informacemi o měřidle je připevněn čtyřmi nýty na středu mostu vedle sdrůžovací krabice. (Interní dokumentace společnosti)

## 14.8 Časový harmonogram implementace váhy

V tab. 8, uvedené níže je rozepsán časový plán implementace nové váhy zvolené společnosti. Na základě workshopu se rozhodlo v 38. týdnu roku 2011 (září) o realizaci koupi nové váhy. V 39. týdnu začalo oslovení potenciálních dodavatelů a během celého měsíce říjen a také během listopadu probíhalo upřesnění technických požadavků a výběrové řízení. Nejvíce vyhovujícím společností se odesílaly poptávkové požadavky. Společnost si na základě nejvíce vyhovujícím požadavkům zvolila čtyři kandidáty. Během jednoho týdne slévárna kontaktovala zákazníky společnosti Jas, s.r.o. a v prosinci slévárna uzavřela s touto společností smlouvu. Ihned po uzavření smlouvy začala stavební část zakázky, která spočívala z vybudování betonového základu pod konstrukcí váhy. Tato výstavba trvala dva týdny. Poté musela následovat nutná technologická pauza na ztuhnutí betonu po dobu tří týdnů. Po dostatečném ztuhnutí betonu proběhla montáž ocelové konstrukce váhy, která trvala jeden týden. Poté následovaly dokončovací úpravy, jako je například instalace semaforu, digitálního indikátoru atd. V posledním týdnu v lednu byla kompletace váhy hotova a předána do užívání na základě předávacího protokolu. Dříve používanou váhu nebylo třeba



odinstalovat, jelikož se jako po každé pracovní době pouze ručně odnesla do budovy vážného.

Tab. 8 Časový harmonogram implementace váhy  
(vlastní zpracování, dle interní dokumentace)

	2011/2012																					
	Září				Říjen					Listopad				Prosinec				Leden				
	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5
Rozhodnutí o koupi nové váhy																						
Oslovení dodavatelů																						
Výběrové řízení																						
Oslovování zákazníků spol.																						
Uzavření smlouvy																						
Stavební část zakázky																						
Technologická přestávka na ztuhnutí betonu																						
Montáž ocelové konstrukce váhy																						
Dokončovací úpravy																						
Předání protokolu																						

## 14.9 Přínosy a doba návratnosti nového vážícího systému

### 14.9.1 Přínosy mostní váhy

1. *Certifikace váhy* - velkou předností váhy mostové je to, že se jedná o váhu obchodní, tedy certifikovanou, na kterou se vztahují reklamace na rozdíl od váhy mobilní, při které slévárna prakticky neměla nárok na reklamaci.
2. *Přesnost váhy* – v tomto případě se jedná, už o dá se říci, vysokou přesnost – 1%. Jen pro srovnání, u váhy přenosné se jednalo o 3%.
3. *Jednoduchost* – jednoduchý provoz a obsluha a to jak z hlediska manipulace, tak z hlediska časové náročnosti.
4. *Rychlost* – schopnost vážit více aut v případě příjezdu několika nákladních automobilů. Vozidlo může jednoduše projet a pokračovat po zeleném znamení svítícím na semaforu do haly a tam vysypat přivezenou surovinu. Tím pádem se netvoří fronty a vozidla nemusí čekat.
5. *Archivace* – díky kamerovému systému dochází k evidenci a archivaci přiváženého materiálu.
6. *Nerezový indikátor* – což je výhoda na rozdíl od indikátoru plastového, který není vhodný při vážení ve venkovním prostředí.

### 14.9.2 Doba návratnosti

Doba, za kterou se slévárně vrátí vynaložené investiční náklady, jsem zjistila prostřednictvím vzorce doby návratnosti. Cena mostové váhy byla ve výši 662 294 Kč. Doba návratnosti se dá v tomto případě vypočítat jako úspora, kterou přinese váha nová, vzhledem ke ztrátám, způsobených chybějícím materiálem na skladě. Doba návratnosti jsem stanovila pro surovinu ocelový odpad, jelikož je to nejpoužívanější surovina. Tento fakt je možné opět vidět na níže uvedeném obrázku (obr. 36). Hmotnost suroviny ocelový odpad na váze dodavatele byla navážena například dne 6. 4. 2011 ve výši 33,06 tun, ovšem hodnota navážená na váze slévárny navážila 34,2 tun. Z toho vyplývá, že 1,14 tun na skladě surovin chybí, z čehož plyne ztráta. Tudíž se doba návratnosti vypočítá jako úspora, v případě přesného vážení mostovou váhou.

datum	dod.list	naše váha	fakturace	rozdíl
7.1.	36,96	37,35	36,96	0,39
12.1.	25,58	26,3	25,58	0,72
6.4.	33,06	34,2	33,06	1,14

Obr. 36 Váhové rozdíly

(vlastní zpracování, dle interní dokumentace)

Údaje pro výpočet doby návratnosti jsou tedy následující:

**Vstupní investice:** 662 294 Kč

**Ocelový odpad za rok 2011:**

- 8 394 tun
- 70 619 319 Kč

**Roční úspora:** 0,5 %

Tahle výše roční úspory byla zvolena na základě výpočtu odchylek u ocelového odpadu. Jedná se o průměrnou hodnotu všech odchylek.

**Úspora ocelového odpadu za rok 2011:**

- 42 tun
- 353 097 Kč

*Doba návratnosti = Vstupní investice / roční úspora*

Doba návratnosti = 662 294 / 353 097

**Doba návratnosti = 1, 8 roku**

(Ve výpočtu návratnosti bylo počítáno s minimální odhadovanou úsporou nákladů)

#### 14.10 Postup vážení vozidel na plošinové váze

Proces vážení probíhá opět předáním potřebných dokumentů. Vážný poté posílá řidiče na vážení. Po přijetí na váhu vypne motor, stojí na váze a čeká na přepnutí červeného světla (obr. 37), umístěného na stanovišti vážného, na světlo zelené. Při rozsvícení zeleného světla, které je také znamením, že vážení bylo provedeno, může vyjet do haly a surovinu vysypat do skladu.



*Obr. 37 Světelné upozornění pro řidiče vozidel  
(vlastní zpracování)*

Ve skladu probíhá opět kontrola suroviny vážným a následně posílá vozidlo opět na zvažení. Vozidlo opět čeká na spuštění zeleného světla a poté vyráží ke stanovišti vážného, kde mu předá zvažené hodnoty vozidla pro dodavatele.

Nové vážení využívá tedy kamery, kdy vážný vidí prostřednictvím této kamery na počítači vozidlo na váze. Kamera také slouží jako podklad k archivaci vážení. Po zvažení vozidla se navážená hmotnost zobrazí na displeji a poté se automaticky převede do programu. Dále je váha vybavena osvětlením, jako signál opuštění prostoru vážení pro řidiče vozidla, který určuje vážný ve svém stanovišti zmáčknutím příslušným tlačítkem.

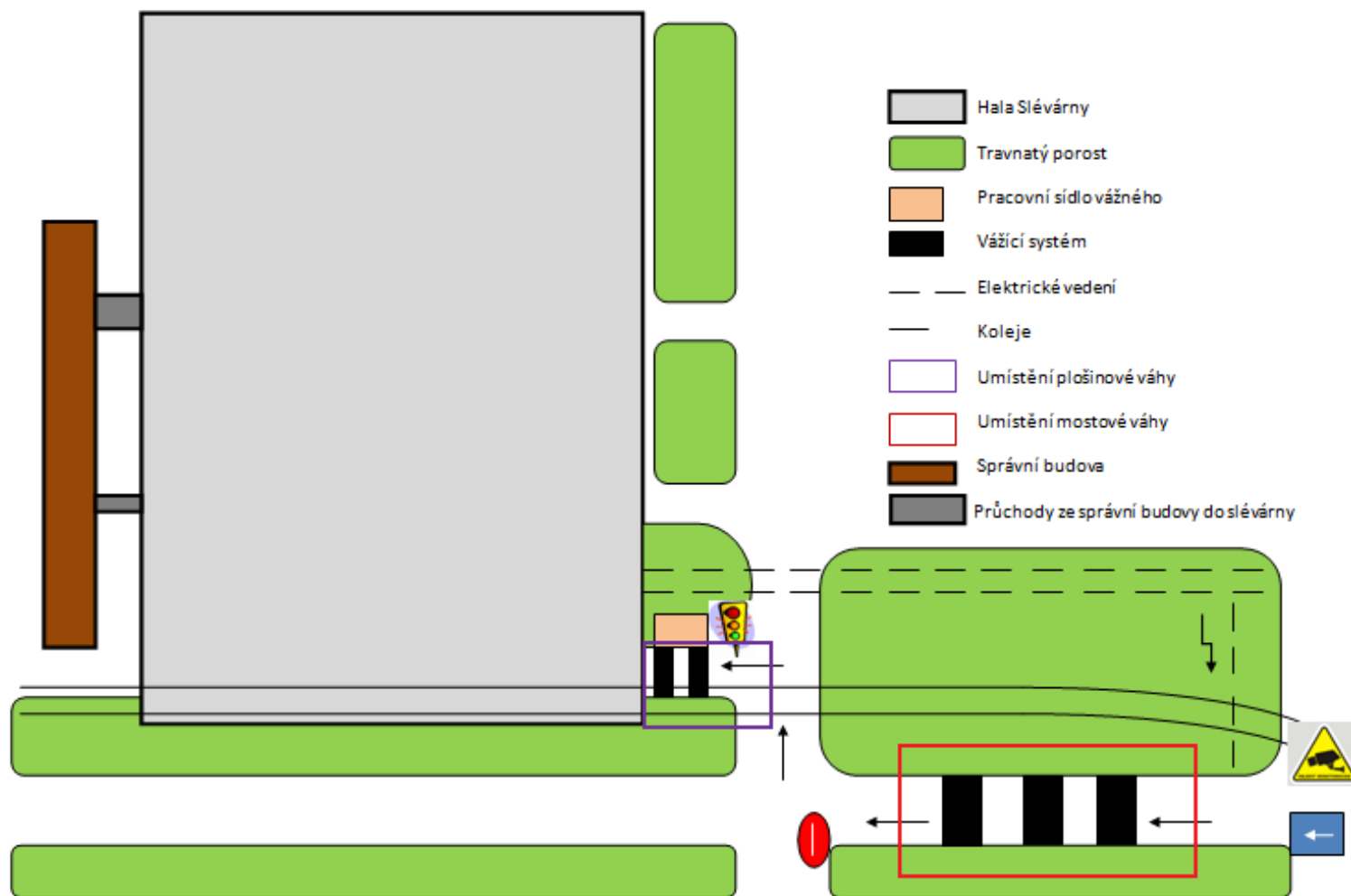
### **14.11 Layout daného pracovního úseku**

S implementací nové váhy souvisí také její nové umístění (obr. 38). Mostová váha byla implementována na místo jiné, než kde byla umístěna váha přenosná. Vybrané místo pro umístění nové váhy bylo zvoleno především na základě velikosti mostové váhy, která se díky svým rozměrům nevmístila na místo váhy přenosné. V úmyslu pro umístění váhy byly dvě varianty. Tou první variantou bylo umístění vedle haly slévárny, ovšem z důvodu za-

budování kolejí byla tahle varianta vyloučena. Druhou variantou, realizovanou bylo umístění váhy několik metrů od slévárny. Jinou možností společnosti ke zvolení umístění váhy v podstatě neměla.

Nové uspořádání přineslo zcela přehlednou plochu k vážení. Díky efektivnímu systému vážení se tak zabránilo plýtvání v podobě zbytečných pohybů a zbytečné manipulace. Díky přesnému vážení nedochází k opakovaným nájezdům vozidel na váhu a odpadají také zbytečné pohyby vážného. Díky této váze se zcela vytratili zbytečné manipulace v podobě úpravy váhy při vážení. V případě příjezdu více vozidel v danou chvíli se zvyšuje také plynulost procesu a nedochází k čekání vozidel. Také se v blízkém okolí váhy vyskytuje určitý prostor pro čekající vozidla na zvážení. To také zvyšuje plynulost celého procesu vážení.

Díky nové váze se tak zvyšuje pružnost, zkrácení doby vážení a tak zvýšení celkové produktivity, omezila se zbytečná manipulace a celý proces vyžaduje pouze minimum řídicích činností ze strany vážného.



Obr. 38 Layout váhy přenosné a mostové  
(vlastní zpracování)

## ZÁVĚR

Ve své diplomové práci jsem se zaměřila na způsob zefektivnění výrobního procesu ve společnosti ZPS – Slévárna, a.s. Jelikož je výrobní proces ve slévárně poměrně rozsáhlý a složitý nebylo jednoduché zjistit rezervy pro zvýšení efektivity v průběhu celé výroby odlitek.

Po detailním seznámení s celým výrobním procesem začínajícím přípravou formovacích hmot, modelového zařízení, formovacích rámců a pokračujícím zhotovením forem přípravou vsázky do pecí, tavením, úpravou složení litiny před odléváním, vlastním odléváním, úpravou odlitek a recyklací formovacích písků a kovového odpadu jsem analyzovala možnosti uplatnění metod průmyslového inženýrství ve všech těchto jednotlivých úsecích výroby.

Doporučení, která by mohla zvýšit efektivnost jednotlivých činností prováděných na těchto jednotlivých pracovištích, vycházející z těchto analýz pak byly posouzeny na workshopu za účasti kompetentních odborníků slévárny. Na tomto jednání bylo rozhodnuto o zaměření projektu na racionalizaci procesu přijímání surovin pro tavírnu. Na tomto pracovišti se vyskytuje řada neproduktivních činností, plýtvání časem a vzniká zde i riziko finančních ztrát pro firmu. Všechny tyto problémy, jak se ukázalo, souvisely s nevyhovujícím zařízením pro určování hmotnosti dodávaných surovin, jehož nepřesnost a nevěrohodnost navážených údajů byla analýzou nade vši pochybnost potvrzena.

Bylo konstatováno, že současně využívaná nevyhovující přenosná váha musí být co nejdříve nahrazena novým zařízením. Jako nejvhodnější ze tří navrhovaných řešení byla shledána varianta zakoupení váhy mostové, která minimalizuje všechny hlavní problémy vznikající při vážení surovin do té doby využívanou váhou přenosnou. Na workshop poté navazovalo vypracování projektu týmem, který již byl obeznámen se všemi nutnými informacemi a mohl tak navrhnout nejvhodnější váhu, vyřešit její umístění a následně provést i realizaci řešení. Nová váha byla zakoupena, implementována a v současné době je již i plně využívána. Na základě výpočtu doby návratnosti, němž bylo uvažováno pouze s minimálními odhadovanými hodnotami ročních úspor bylo konstatováno, že vstupní investice se slévárně vrátí maximálně za necelé dva roky.



## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

### Monografie

- [1] FERRELL, O.C. a Michael D. HARTLINE, 2011. *Marketing Strategy*. Fifth Edition. Mason, OH, USA: Cengage Learning. ISBN 978-0-538-46738-4.
- [2] HORÁČEK, Milan, 1990. *Slévárenská technologie I*. 2. vydání. Brno: Vysoké učení technické v Brně. ISBN 80-214-0217-2.
- [3] HIRANO, Hiroyuki a Melanie RUBIN, 2009. *5S pro operátory: 5 pilířů vizuálního pracoviště*. 1. vydání. Brno: SC&C Partner. ISBN 978-80-904099-1-0.
- [4] CHRÁST, Jaroslav, 2006. *Slévárenská zařízení*. 1. vydání. Brno: Akademické nakladatelství cerm, s. r. o. ISBN 80-7204-456-7.
- [5] JAKUBÍKOVÁ, Dagmar, 2008. *Strategický marketing: strategie a trendy*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, a. s. ISBN 978-80-247-2690-8.
- [6] KEŘKOVSKÝ, Miloslav, 2001. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 1. vydání. Praha: C. H. Beck. ISBN 80-7179-471-6.
- [7] KEŘKOVSKÝ, Miloslav, 2009. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2. vydání. Praha: C.H.Beck. ISBN 978-80-7400-119-2.
- [8] KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK A KOLEKTIV, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. 1. vydání. Praha: Alfa Publishing, s. r. o.. ISBN 80-86851-38-9.
- [9] MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 1995. *Cesty k vyšší produktivitě: Strategie založené na průmyslovém inženýrství*. 1. vydání. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-0-8.
- [10] MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-6-7.
- [11] PLACHÝ, Jan, Milan NĚMEC a Bohumír BEDNÁŘ, 2002. *Teorie slévání*. 4. vydání. Praha: ČVUT. ISBN 80-01-02471-7.
- [12] PROCHÁZKA et al., 1982. *Technologie slévání, tváření a svařování*. Praha: Ediční středisko ČVUT. ISBN 3143034589.

- [13] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2000. *Řízení výroby*. 2., rozšířené a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, spol. s.r.o.. ISBN 80-7169-955-1.
- [14] TUČEK, David a Roman BOBÁK, 2006. *Výrobní systémy*. 2., upravené. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 80-7318-381-1.
- [15] VYTLAČIL, Milan a Ivan MAŠÍN, 1999. *Dynamické zlepšování procesů: Programy a metody pro eliminaci plýtvání*. 1. vydání. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-3-2.
- [16] VYTLAČIL, Milan, Ivan MAŠÍN a Miroslav STANĚK, 1997. *Podnik světové třídy: Geneze produktivity a kvality*. 1. vydání. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-1-6.
- [17] VYTLAČIL, Milan a Ivan MAŠÍN, 1998. *Týmová společnost: Podnik v globálním prostředí*. 1. vydání. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-2-4.

### Ostatní zdroje

- [18] *Studijní opora*. Litina s lupínkovým grafitem [online]. [cit. 2012-04-24]. Dostupné z : <http://ime.fme.vutbr.cz/files/Studijni%20opory/savgl/index.php?chapter=10>
- [19] OTÁHAL, Vlastislav. Jakostní litiny: litina s lupínkovým grafitem. In: otahalconsult: *Technicko-ekonomické poradenství* [online]. Brno, [cit. 2012-04-24]. Dostupné z : [http://otahalconsult.cz/wp-content/pdf/Jakostni\\_litiny\\_vytah.pdf](http://otahalconsult.cz/wp-content/pdf/Jakostni_litiny_vytah.pdf)
- [20] *Justice.cz: oficiální server českého soudnictví*. Obchodní rejstřík a Sběrka listin [online]. © 2012 [cit. 2012-04-23] Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-vy-pis?subjektId=isor%3a177586&typ=actual&klic=I6ILFPW7XG16gJYGCz7E%2fw%3d%3d>
- [21] *Váhy – Jas: Tradiční český výrobce* [online]. © 2012 [cit. 2012-04-27]. Dostupné z: <http://www.vahyjas.cz/>
- [22] *Váhy a vážící systémy – Petr Hepnar: Vyspělá technická řešení v oboru měření hmotnosti*. O nás [online]. © 1991 - 2012 [cit. 2012-04-27]. Dostupné z: <http://www.hepnar.cz/o-nas/>

- [23] *Výrobce vah a dávkovacích zařízení*. Profil společnosti [online]. [cit. 2012-04-26]. Dostupné z: <http://www.lesyco.com/>
- [24] *Tenzováhy – Automatické vážení za jízdy /weighing in motion*. Z historie a současnosti firmy [online]. [cit. 2012-04-27]. Dostupné z: <http://www.tenzovahy.cz/o-firme-tenzo-vahy>
- [25] *ZPS-Slévárna, a.s.* [online]. © 2006 [cit. 2012-04-23]. Dostupné z: <http://www.sl.zps.cz/>
- [26] *ZPS-Slévárna, a.s.* [online]. © 2006 [cit. 2012-04-24]. Obrázek ve formátu JPEG. Dostupné z: <http://www.sl.zps.cz/firma.htm>
- [27] Interní dokumentace společnosti ZPS – Slévárna, a.s.
- [28] Vlastní zpracování

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

LLG Litina s lupínkovým grafitem

LKG Litina s kuličkovým grafitem

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obr. 1</i> Obecný postup výroby odlitku (Horáček, 1990, s. 5) .....	15
<i>Obr. 2</i> 7 + 1 druh plýtvání (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 45) .....	24
<i>Obr. 3</i> Sedm klasických nástrojů (Vytlačil a Mašín, 1999, s. 106) .....	28
<i>Obr. 4</i> SWOT analýza (Jakubíková, 2008, s. 103) .....	31
<i>Obr. 5</i> Pohled na společnost ZPS – Slévárna, a.s. (www.sl.zps.cz) .....	34
<i>Obr. 6</i> Organizační struktura společnosti ZPS – Slévárna, a.s. (vlastní zpracování, upraveno dle interní dokumentace) .....	36
<i>Obr. 7</i> Přehled dodavatelů (vlastní zpracování, upraveno dle interní dokumentace) .....	39
<i>Obr. 8</i> Přehled odběratelů (vlastní zpracování, upraveno dle interní dokumentace) .....	39
<i>Obr. 9</i> Výrobní proces Slévárny (vlastní zpracování) .....	42
<i>Obr. 10</i> Lití tekutého kovu do forem (vlastní zpracování) .....	43
<i>Obr. 11</i> Tavírna (vlastní zpracování) .....	44
<i>Obr. 12</i> Přípravná formovací směs (vlastní zpracování) .....	45
<i>Obr. 13</i> Jádra a jaderníky (vlastní zpracování) .....	46
<i>Obr. 14</i> Nátěr forem lihografitovým nátěrem (vlastní zpracování) .....	47
<i>Obr. 15</i> Úpravna odlitků (vlastní zpracování) .....	48
<i>Obr. 16</i> Půdorys haly slévárny (vlastní zpracování, upraveno dle interní dokumentace) .....	49
<i>Obr. 17</i> Surové železo ve tvaru housky (vlastní zpracování) .....	50
<i>Obr. 18</i> Metalurgický koks (vlastní zpracování) .....	52
<i>Obr. 19</i> Nevýrazné nápisy na boxech pro suroviny (vlastní zpracování) .....	58
<i>Obr. 20</i> Vjezd naloženého vozidla přes váhu do haly (vlastní zpracování) .....	65
<i>Obr. 21</i> Vozidlo přejíždějící přes váhu (vlastní zpracování) .....	66
<i>Obr. 22</i> Vykládání suroviny do haly (vlastní zpracování) .....	67
<i>Obr. 23</i> Načítání chemického složení ocelového odpadu (vlastní zpracování) .....	68
<i>Obr. 24</i> Zásobníky se surovinami (vlastní zpracování) .....	69
<i>Obr. 25</i> Výpočet odchylek váhy (vlastní zpracování, upraveno dle interní dokumentace) .....	70
<i>Obr. 26</i> Histogram metalurgického koksu (vlastní zpracování) .....	71
<i>Obr. 27</i> Histogram vápence (vlastní zpracování) .....	72
<i>Obr. 28</i> Softwarový program (vlastní zpracování, upraveno dle interní dokumentace) .....	73

---

<i>Obr. 29 Výpočet odchylek (vlastní zpracování, upraveno dle interní dokumentace)</i> .....	74
<i>Obr. 30 Účastníci workshopu (vlastní zpracování)</i> .....	80
<i>Obr. 31 Poptávkové požadavky pro váhu (vlastní zpracování, upraveno dle interní dokumentace)</i> .....	84
<i>Obr. 32 Ukázka mostové váhy (www.vahyjas.cz)</i> .....	85
<i>Obr. 33 Váhy a vážicí systémy – Petr Hepnar (www.hepnar.cz)</i> .....	85
<i>Obr. 34 Logo společnosti Tenzováhy, s.r.o. (www.tenzovahy.cz)</i> .....	86
<i>Obr. 35 Logo společnosti Lesyco, a.s. (www.lesyco.com)</i> .....	87
<i>Obr. 36 Váhové rozdíly (vlastní zpracování, dle interní dokumentace)</i> .....	92
<i>Obr. 37 Světelné upozornění pro řidiče vozidel (vlastní zpracování)</i> .....	93
<i>Obr. 38 Layout váhy přenosné a mostové (vlastní zpracování)</i> .....	95

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tab. 1 Provozní soubory ve slévárně (Chrást, 2006, s. 14).....</i>	15
<i>Tab. 2 Počet zaměstnanců za rok 2010 (vlastní zpracování, upraveno dle interní dokumentace).....</i>	37
<i>Tab. 3 Počet zaměstnanců za rok 2011 (vlastní zpracování, upraveno dle interní dokumentace).....</i>	37
<i>Tab. 4 Chemické složení surového železa (vlastní zpracování, upraveno dle interní dokumentace).....</i>	51
<i>Tab. 5 Technické požadavky Ferosicilia (vlastní zpracování, upraveno dle interní dokumentace).....</i>	55
<i>Tab. 6 SWOT analýza (vlastní zpracování).....</i>	60
<i>Tab. 7 Ukázka rozdílů mezi váhou dodavatele a váhou Slévárny (vlastní zpracování, upraveno dle interní dokumentace).....</i>	70
<i>Tab. 8 Časový harmonogram implementace váhy (vlastní zpracování, dle interní dokumentace).....</i>	90

## SEZNAM PŘÍLOH

PI Váhové rozdíly za rok 2011 (Koks)



## **PŘÍLOHA P I: VÁHOVÉ ROZDÍLY ZA ROK 2011 (KOKS)**

Přehled váhových rozdílů za r. 2011							
12100101 KOKS ( t )							
datum	dod.list	naše váha	fakturace	rozdíl	odchylka vypočet dle %	% odchylka = zaokrouhlení	interval odchylky
12.1.	24,42	25,25	24,42	0,83	3,398853399	3,4	3
14.1.	24,48	25,1	24,48	0,62	2,532679739	2,5	2,5
18.1.	26,00	27,25	26,00	1,25	4,807692308	4,8	4,5
25.1.	24,96	24,70	24,96	-0,26	-1,041666667	-1	-1
27.1.	27,04	27,25	27,04	0,21	0,776627219	0,8	0,5
4.2.	23,84	24,35	23,84	0,51	2,139261745	2,1	2
7.2.	20,76	20,75	20,76	-0,01	-0,048169557	0	0
4.2.	24,42	0	24,42	0			
14.2.	25,14	25,80	25,14	0,66	2,625298329	2,6	2,5
10.2.	23,36	24,50	23,36	1,14	4,880136986	4,9	4,5
18.2.	23,98	24,9	23,98	0,92	3,836530442	3,8	3,5
21.2.	26,52	27,05	26,52	0,53	1,998491704	2	2
28.2.	24,90	25,10	24,90	0,2	0,803212851	0,8	0,5
25.2.	26,38	25,77	26,38	-0,61	-2,312357847	-2,3	-2,5
28.2.	24,60	0	24,60	0			
7.3.	23,40	24,85	23,40	1,45	6,196581197	6,2	6
7.3.	19,48	20,00	19,48	0,52	2,669404517	2,7	2,5
14.3.	26,24	27,50	26,24	1,26	4,801829268	4,8	4,5
21.3.	24,00	24,05	24,00	0,05	0,208333333	0,2	0
24.3.	26,50	27,10	26,50	0,60	2,264150943	2,3	2
28.3.	23,60	24,15	23,60	0,55	2,330508475	2,3	2
30.3.	0,00	25,21	25,21	0			
13.4.	25,40	25,50	25,40	0,10	0,393700787	0,4	0
14.4.	26,06	26,03	26,06	-0,03	-0,115118956	-0,1	-0,5

21.4.	24,50	24,45	24,50	-0,05	-0,204081633	-0,2	-0,5
28.4.	24,14	23,45	23,14	-0,69	-2,858326429	-2,9	-3
28.4.	26,24	26,30	26,24	0,06	0,228658537	0,2	0
6.5.	25,42	25,70	25,42	0,28	1,101494886	1,1	1
11.5.	23,72	24,00	23,72	0,28	1,180438449	1,2	1
11.5.	24,56	24,95	24,56	0,39	1,587947883	1,6	1,5
17.5.	23,80	23,75	23,80	-0,05	-0,210084034	-0,2	-0,5
25.5.	24,38	24,60	24,60	0,22	0,902378999	0,9	0,5
2.6.	25,90	25,30	25,90	-0,6	-2,316602317	-2,3	-2,5
10.6.	25,86	25,95	25,86	0,09	0,348027842	0,3	0
16.6.	25,86	25,90	25,86	0,04	0,154679041	0,2	0
21.6.	26,20	26,35	26,20	0,15	0,572519084	0,6	0
22.6.	26,06	26,30	26,06	0,24	0,92095165	0,9	0,5
29.6.	24,44	24,70	24,44	0,26	1,063829787	1,1	1
30.6.	23,36	23,60	23,36	0,24	1,02739726	1	1
12.7.	24,90	25,02	24,90	0,12	0,481927711	0,5	0,5
22.7.	25,34	25,85	25,34	0,51	2,012628256	2	2
25.7.	25,70	26,15	26,15	0,45	1,750972763	1,8	1,5
17.8.	26,28	26,30	26,28	0,02	0,076103501	0,1	0
18.8.	25,88	25,20	25,88	0,68	2,627511592	2,6	2,5
23.8.	25,52	25,85	25,52	0,33	1,293103448	1,3	1
29.8.	26,36	26,45	26,36	0,09	0,341426404	0,3	0
1.9.	23,40	23,55	23,40	0,15	0,641025641	0,6	0,5
5.9.	25,96	26,30	25,96	0,34	1,309707242	1,3	1
7.9.	26,28	26,35	26,28	0,07	0,266362253	0,3	0
13.9.	24,12	24,40	24,12	0,28	1,160862355	1,2	1
15.9.	23,02	23,05	23,02	0,03	0,13032146	0,1	0
23.9.	25,30	25,25	25,30	-0,05	-0,197628458	-0,2	-0,5
26.9.	24,50	24,60	24,50	0,01	0,040816327	0	0
3.10.	25,84	26,50	25,84	-0,66	-2,554179567	-2,6	-3
5.10.	22,74	22,70	22,74	-0,04	-0,175901495	-0,2	-0,5
11.10.	25,00	25,55	25,00	0,55	2,2	2,2	2
21.10.	23,44	24,30	23,44	0,86	3,66894198	3,7	3,5

21.10.	25,22	26,10	25,22	0,88	3,489294211	3,5	3,5
26.10.	26,08	26,40	26,08	0,32	1,226993865	1,2	1
8.11.	26,00	25,90	26,00	-0,10	-0,384615385	-0,4	-0,5
9.11.	21,30	21,15	21,30	-0,15	-0,704225352	-0,7	-1
10.11.	24,02	24,10	24,02	0,08	0,333055787	0,3	0