

## **PROJEKT EKOLOGIZACE PROVOZU VE SLÉVARENSKÉM PODNIKU**



Vysoká škola: ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta: Strojní

Ústav: Řízení a ekonomiky podniku

Akademický rok: 2014/2015

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení: **Daniela Hemžalová**

Obor: **Technologie, materiály a ekonomika strojírenství**

Název práce v ČJ: **Projekt ekologizace provozu  
ve slévárenském podniku**

Název práce v AJ: **Introduction of Environmental Aspects  
in Foundry Company**

Zásady pro vypracování:

1. Úvod - zdůvodnění zadání
2. Teoretická část – hodnocení systému nakládání s formovacími směsmi
3. Analytická část – analýza stavu nakládání formovacích směsí z hlediska životního prostředí
4. Návrhová část – návrhy a opatření pro ekologický provoz v podniku
5. Závěr- celkové zhodnocení

Seznam doporučené literatury:

- [1] MIKOLÁŠ, Jan. *Recyklace průmyslových odpadů. první. Praha 1: SNTL, 1988. ISBN 62.004.8.*
- [2] JELÍNEK, Petr. *Pojivové soustavy slévárenských formovacích směsí: (chemie slévárenských poživ).* [Ostrava: P. Jelínek], 241 s. ISBN 80-239-2188-6.
- [3] JELÍNEK, P. – BEDNÁŘOVÁ, V. – MIKŠOVSKÝ, F. : *Regenerace a druhotní použití slévárenských písků, INORGA Ostrava, 1990, 66 s.*
- [4] GALANTE, G. – SEDLÁK, J.: *Úspěšný a ekonomicky efektivní systém regenerace chemicky pojených směsí, Slévárenství, 1998, č. 7-8, s.305-309.*

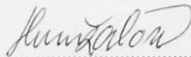
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ladislav Vaniš**  
Konzultant: **Ing. Eugeniusz Szturc**

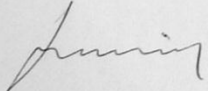
Datum zadání bakalářské práce: **30. 4. 2015**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **19. 6. 2015**

Neodevzdá-li student bakalářskou práci včas, je povinen tuto skutečnost předem písemně zdůvodnit, pokud bude omluva (předaná prostřednictvím studijního oddělení děkanovi) děkanem uznána, určí děkan studentovi náhradní termín konání státní závěrečné zkoušky (zůstávají dva termíny SZZ). Pokud tuto skutečnost student řádně neomluví, nebo omluva nebude děkanem uznána, určí děkan studentovi termín pro opakování státní závěrečné zkoušky. SZZ je možné opakovat pouze jednou (SZŘ čl. 22, odst. 3, 4)

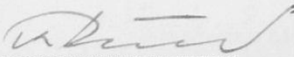
*Bakalant bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.*

Zadání bakalářské práce převzal dne:

  
.....  
bakalant

  
.....  
prof. Ing. František Freiberg, CSc.  
vedoucí ústavu



  
.....  
prof. Ing. Michael Valášek, DrSc.  
děkan

V Praze 14. ledna 2015

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila jsem pouze podklady uvedené v příloženém seznamu.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu §60 zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 19. června 2015

.....

Podpis

## **ABSTRAKT**

Cílem této bakalářské práce je vypracovat návrh na ekologičtější provoz ve slévárenském podniku. V teoretické části jsou zpracovány literární zdroje zabývající se potřebnými informacemi k získání přehledu o dopadu slévárenské produkce na životní prostředí s důrazem na objem produkce formovacích směsí. V praktické části je představena společnost, posouzení jejího současného stavu zájmu o ekologii a sestavení analýzy k nalezení slabých míst v dané oblasti. Závěrem této práce jsou návrhy řešení, jak lépe vést ekologickou činnost v podniku.

Klíčová slova: ekologizace, slévárenství, formovací směs

## **ABSTRACT**

The aim of this bachelor's thesis is the draw up draft project of environmentally friendly operation in the foundry company. The theoretical part deals with the literal sources which describe information needed for an overview of the impact of foundry production on the environment with emphasis on production volume of molding mixture. The practical part contains the company information, judged state of the current state of interest in the environment and made up of analysis to identify weaknesses in this area. In conclusion, the results are proposals of particular solutions how better to conduct environmental activities in the company.

Keywords: environmental aspects, foundry, sand mixture

## **PODĚKOVÁNÍ**

Na úvod děkuji vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Ladislavovi Vanišovi za jeho věnovaný čas, připomínky a cenné rady. Moje poděkování patří rovněž zaměstnancům odboru investic a ekologie analyzované společnosti za poskytnutý materiál při zpracování bakalářské práce. A též bych chtěla poděkovat mé rodině a přátelům za podporu během studia.

## OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>1 ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ</b> .....	<b>11</b>
1.1 VYMEZENÍ POJMŮ .....	12
1.2 EKOLOGICKÉ VLIVY .....	12
1.2.1 Znečišťování atmosféry .....	13
1.2.2 Znečišťování hydrosféry .....	13
<b>2 KVALIFIKACE ODPADŮ</b> .....	<b>15</b>
2.1 NÁKLADY NA ODPADY .....	17
<b>3 STRUKTURA SLÉVÁRENSKÝCH ODPADŮ</b> .....	<b>19</b>
<b>4 FORMOVACÍ SMĚS</b> .....	<b>20</b>
4.1 OSTŘIVO .....	22
4.2 FORMOVACÍ SMĚSI S VODNÍM SKLEM .....	22
4.3 BIOGENNÍ FORMOVACÍ SMĚSI .....	23
4.4 REGENERACE FORMOVACÍ SMĚSI .....	23
4.4.1 Mokrý regenerace ST s vodním sklem .....	25
4.4.2 Pneumatická regenerace ST s vodním sklem .....	25
4.5 EKOLOGICKÉ ZPŮSOBY FORMOVÁNÍ .....	26
4.5.1 Vakuového formování .....	26
4.5.2 Formování pomocí „Zmražené formy“ .....	26
<b>5 EKOTOXIKOLOGIE</b> .....	<b>28</b>
5.1 HODNOCENÍ RIZIKA .....	28
<b>6 HYGIENA PRÁCE PRO EKOLOGICKY BEZPEČNÝ CHOD PODNIKU</b> .....	<b>31</b>
6.1 HODNOCENÍ ZDRAVOTNÍHO RIZIKA .....	31
<b>7 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI</b> .....	<b>34</b>
7.1 HISTORIE .....	34
7.2 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O SPOLEČNOSTI .....	35
7.3 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA .....	37
7.4 POPIS TECHNICKÉHO A TECHNOLOGICKÉHO VYBAVENÍ .....	38
7.4.1 Modelárna .....	38
7.4.2 Příprava písku .....	39
7.4.3 JADERNA .....	40
7.4.4 Formovny .....	40
7.4.5 Tavírna .....	42
7.4.6 Cídírna .....	43
7.4.7 Obrobna .....	43
7.5 ENVIRONMENTÁLNÍ ASPEKTY PODNIKU .....	43
7.5.1 Zelená firma .....	43

7.5.2	Ochrana odpadních vod .....	44
7.5.3	Ochrana ovzduší .....	44
7.5.4	Odpadové hospodářství .....	45
<b>8</b>	<b>ANALÝZA STAVU NAKLADÁNÍ S FOMOVACÍMI SMĚSI Z HLEDISKA EKOLOGIE.....</b>	<b>47</b>
8.1	SPECIFIKACE POUŽÍVANÉ FORMOVACÍ SMĚSI .....	47
8.2	NEBEZPEČNÉ PRVKY OBSAŽENÉ V FS A JEJICH EKOTOXICITA.....	47
8.2.1	Křemenný písek.....	47
8.2.2	Vodní sklo .....	48
8.2.3	Tvrdidla.....	48
8.3	REGENERACE .....	49
8.4	ZPRACOVÁNÍ POUŽITÉ FS .....	49
8.5	ZÁVĚR ANALÝZY - PROBLÉMY, KTERÉ BY SE MĚLY ŘEŠIT .....	50
<b>9</b>	<b>NÁVRHY A OPATŘENÍ PRO EKOLOGICKÝ PROVOZ FIRMY.....</b>	<b>52</b>
<b>10</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>56</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>60</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>61</b>
	<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>	<b>62</b>



## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

REZZO	Registr emisí a zdrojů znečišťování ovzduší
EU	Evropská unie
WFO	World Foundryman Association
ČOV	Čistička odpadních vod
ST	Samotvrdnoucí (formovací směs)
MŽP ČR	Ministerstvo životního prostředí České republiky
ŽP	Životní prostředí
USA	Spojené státy americké
DL <sub>50</sub>	Dávka způsobující úmrtí 50% testovaných jedinců
OOPP	Osobní ochranné pracovní prostředky
OOP	Osobní ochranné prostředky
LLG	Litina s lupínkovým grafitem (šedá litina)
LKG	Litina s kuličkovým grafitem (tvárná litina)
MK	Mísící krychle

## ÚVOD

V současné době se ve slévárenském odvětví klade velký důraz na ekologii, jelikož je stále v povědomí, že se jedná o průmysl spojený s namáhavou fyzickou prací v prostředí škodlivém pro zdraví, se znečišťováním životního prostředí, proto je snaze tuhle domněnku snižovat pomocí nových inovačních technologií.

Cílem této bakalářské práce je analýza veškerých ekologických faktorů ve firmě ZPS - Slévárna, a.s., především se zaměřením na formovací směsi.

Teoretická část osvětluje a shrnuje základní principy, vazby související s ochranou životního prostředí a procesem slévárenské výroby v oblasti formovacích směsí.

V praktické části jsou uvedeny základní úvodní informace o firmě, technologickém zařízení výroby odlitků a environmentálních aspektů podniku. Analýzou procesu přípravy, regenerace a zneškodňování formovací směsi se určí nedostatky společnosti v této oblasti. V návrhové části jsou zpracovány podklady pro lepší ekologický chod společnosti.

# 1 ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Problémy životního prostředí znepokojují veřejnost více než čtvrt století. S prohlubujícím se poznáváním příčin a následků poškozování životního prostředí roste i snaha změnit naše chování. Tento tlak je z velké části zaměřen na průmysl, který je ztotožňován s hlavním zdrojem znečištění. Rovněž jednotlivci mění navyklé způsoby chování a průmysl je tak nucen reagovat na neutuchající požadavky dnešního ekologicky uvědomělého zákazníka. Investice a inovace v průmyslu pohánějí ekonomický růst a uspokojují požadavky zákazníka. Avšak touto činností, ať už kvůli zdrojům, které jsou spotřebovávány, postupům, které jsou používány, nebo výrobkům, které jsou vytvářeny, přispívá průmyslová činnost k destrukci životního prostředí. Politické a s tím spjaté i hospodářské změny v naší společnosti po roce 1989 přinesly našim podnikům nejen větší samostatnost v rozhodovacích procesech, ale i podstatně vyšší nároky na jejich řízení a zejména na zvyšování kvality jejich produktů. Je proto důležité zajišťovat uvědomělé řízení podniku s cílem soustavného zlepšování dopadů (úspory vstupních surovin, snižování množství vypouštěného znečištění apod.) Environmentální chování vede ke zlepšení image společnosti. Celkové přínosy zavedení ekologického chování podniku názorně vyplývají z následujícího schématu (Obrázek 1). [1,2]



Obrázek 1 Pozitivní vlastnosti, které podniku mohou přinést při zlepšení svého environmentálního chování. [2]

## 1.1 Vymezení pojmů

**Životní prostředí** - definice podle MŽP ČR „*Systém složený z přírodních, umělých a sociálních složek materiálního světa, jež jsou nebo mohou být s uvažovaným objektem ve stálé interakci.*“, tzv. je to vše, co vytváří přirozené podmínky existence organismů, včetně člověka, a je předpokladem jejich dalšího vývoje. Složkami je především ovzduší, voda, horniny, půda, organismy. [3]

**Ekologie** = ochrana životního prostředí; biologická věda, která se zabývá vztahem organismů a jejich prostředí a vztahem organismů navzájem. [22]

**Ekologizace** (anj. greening) = snižování negativních vlivů na životní prostředí, vnášení ekologického aspektu do materiální lidské činnosti, domýšlení a chování lidí. Ekologizace také znamená:

- zavádění ekologických přístupů, hledisek, prostředků, zařízení
- zavádění do materiální lidské činnosti, lidského myšlení, chování a jednání
- přeměna dosavadních prostředků, zařízení na ekologické s úmyslem snížit jeho negativní vliv na životní prostředí. [4]

## 1.2 Ekologické vlivy

Jako průmyslová činnost má i slévárenství negativní účinky na životní prostředí. Environmentální aspekty průmyslové činnosti lze z důvodu přehlednosti a souladu s legislativním systémem rozčlenit formou složkového dělení (tzn. rozdělení na jednotlivé složky ŽP - voda, ovzduší, příroda a fenomén vyloženě antropogenní - odpadový). Posuzování jednotlivých složkových problémů komplexně je naprosto nezbytné, protože všechny vyjmenované složky se navzájem ovlivňují (například opatření pro ochranu vod má vliv na odpadové hospodářství i na ovzduší, naopak ochrana ovzduší pomáhá chránit vody atd.) [2]

Hlavní ekologické vlivy, kterými výrobní závod ovlivňuje životní prostředí, se mohou rozdělit do dvou skupin:

- pasivní vlivy vznikají tím, že objekt zaujímá na konkrétním místě určitý prostor, odčerpává místní zdroje a svou přítomností narušuje místní ekosystémy. Toto narušení

zpravidla nebývá závažné, pokud se přímo nejedná o zničení přírodovědecky mimořádně cenné lokality.[5]

- dynamické vlivy souvisejí s provozem výrobního závodu. Jakýkoliv výrobní závod, a tedy i slévárenský, je místem realizace určité lidské činnosti. Výsledkem této činnosti jsou vstupy chtěné zahrnující hlavní a vedlejší produkty a též výstupy nechtěné, představované nepotřebnými produkty, přičemž produktem v širším slova smyslu je zde míněn výsledek jakékoliv lidské činnosti. V daném čase nepotřebný produkt je pak označován jako odpad. [5]

### **1.2.1 Znečišťování atmosféry**

Zdrojem znečišťování ovzduší rozumíme zařízení, které vypouští znečišťující látky do volného ovzduší. Z hlediska ochrany životního prostředí mluvíme o emisích znečišťujících látek, které v první řadě nejsou přirozenou součástí atmosféry (např. halogenové uhlovodíky) nebo se vyskytují v řadově nižších koncentracích (např. saze). Tyto zdroje jsou sledovány v rámci tzv. Registru emisí a zdrojů znečišťování ovzduší (REZZO), který spadá pod Český hydrometeorologický ústav. Pro vykazování emisí jsou stacionární zdroje rozděleny do jednotlivých kategorií: [6]

- REZZO 1 - zvláště velké a velké zdroje znečišťování
- REZZO 2 - střední zdroje znečišťování
- REZZO 3 - malé zdroje znečišťování
- REZZO 4 - mobilní zdroje znečišťování

Nově koncipovaný zákon č.309/91 Sb. „O ochraně ovzduší“ (v úplném znění 211/94 Sb.) vychází z praxe Evropského společenství a je založen na respektování tzv. emisního principu - „Co se vypustí, to se zaplatí“. Rovněž podrobně stanovuje povinnosti jednotlivých provozovatelů zdrojů znečišťování ovzduší a umožňuje uložení citelných sankcí za jejich porušování. [5]

### **1.2.2 Znečišťování hydrosféry**

Vodní hospodářství má dva hlavní úkoly. Prvním z nich je snaha kontrolovat množství využívané vody z důvodu minimalizace odchylek od přirozeného stavu v dané lokalitě a snaha

o maximálně hospodárné využití vody. Druhým úkolem je minimalizování znečištění hydrosféry. I zde jako v případě ochrany ovzduší platí „emisní princip“ - co se vypustí, to se zaplatí. Platí zde mnoho vztahů, které slouží k manipulaci - nakládání s vodou, jejímu skladování, úpravám, odběru nebo vypouštění, měření kvalitativních i kvantitativních ukazatelů. [7]

Základními zákony v této oblasti jsou zákon 138/1973 Sb. O vodách (vodní zákon) a zákon 130/1974 Sb. V úplném znění zákona 458/1992 Sb. O státní správě ve vodním hospodářství.[21]

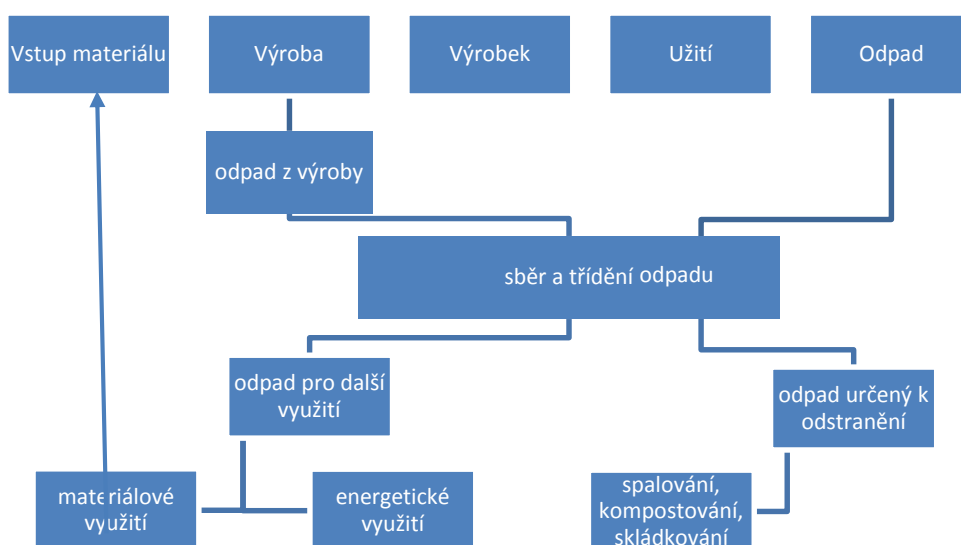
Proces nakládání s vodou můžeme z technického hlediska rozdělit do tří základních skupin:

1. vstup do procesu
2. vlastní proces
3. vypouštění vody

Každá z těchto fází má vlastní atributy, které ji charakterizují a kterým jsou přiřazena omezující kritéria. Pro stanovení rizikovosti technologií instalovaných na konkrétním provozu je nutné provést inventuru (soupis) všech látek, ale i meziproductů, případně dalších chemikálií a jejich množství nacházející se v daném prostoru. Tyto všechny látky představují potenciální kontaminanty vody lišící se od sebe pochopitelně mírou rizika. Dále je nutno posoudit manipulaci s jednotlivými potenciálními kontaminanty podle možností eventuálního úniku do kanalizace. Pravidlem je, že vypouštěná voda by měla být minimálně jednou za čtvrt roku analyzována akreditovanou laboratoří. Po prováděném zhodnocení můžeme stanovit slabá místa vodního hospodářství daného provozu a navrhnout opatření, která by minimalizovala, případně úplně vyloučila, vznik kontaminujících látek do vody. [7]

## 2 KVALIFIKACE ODPADŮ

Dnešní vyspělá industrializovaná společnost se stále ve velkém měřítku potýká s obecným problémem odpadů. Průmyslové odpady jsou produkovány se stále větším množstvím a vedle zásadního problému celkového objemu odpadů narůstá ještě rychleji velmi vážný problém jejich vlivu na životní prostředí. Množství produkováného odpadu lze pozitivně ovlivnit výběrem výrobních technologií, surovin, výrobních zařízení nebo i výrobním postupem. Je nutno provést podrobnou analýzu k posouzení množství vznikajícího odpadu a příčiny jeho vzniku. [8]



Obrázek 2 Vznik a cesty odpadů [8]

Životní prostředí v České republice je velmi negativně ovlivněno veškerou antropogenní činností, která probíhá do té míry, že je životní prostředí poškozené. Jednou z hlavních zdrojů znečištění životního prostředí v České republice je vysoká produkce odpadů a do doby platnosti zákona „O odpadech“ a dalších právních norem zcela nesprávné nebo vůbec žádné systematické hospodaření s nimi. Pokud vzniku odpadů nejde zabránit, musejí být využity nebo odstraněny takovým způsobem, který neohrožuje ani lidské ani životní prostředí. [8] Měli bychom proto rozumně nakládat s odpady tak, abychom je především maximálně využili, v nejhrošším případě uložili k jejich dalšímu využití v budoucnu.

V zákonech o odpadech, novelizovaném v roce 1997, je situováno nakládání s odpady několika normách souvisejících a dalších norem dotýkajících se odpadového hospodářství jen okrajově. Základní pojmy z oblasti odpadového hospodářství jsou uvedeny a vysvětleny v §2 zákona č. 125/1991 Sb., o odpadech a v technické odvětvové normě ČSN 838011 „Názvosloví odpadů“. [8]

**Odpad** je movitá věc, která se pro vlastníka stala nepotřebnou, a vlastník se jí zbavuje s úmyslem ji trvale odložit. Pokud není schopen vlastník nebo producent odpadu tento odpad využít nebo odstranit sám, může se ho zbavit pouze předáním osobě oprávněné ke sběru nebo výkupu odpadů, k jeho dalšímu využití nebo k jeho odstranění. Nezaleží na tom, zdá jedná se o převod úplatný nebo bezúplatný. [22]

**Nakládání s opadem** se rozumí jejich soustřeďování, shromažďování, sběr, výkup, třídění, přeprava a doprava, skladování, úprava, využívání a odstraňování. Přestože některé pojmy zní podobně, nejsou zaměnitelné. [23]

Soustřeďování odpadu rozumíme jeho shromažďování původcem, sběr a výkup, skladování původcem nebo dalšími osobami do doby, než je odpad předán k využití nebo odstranění.“<sup>1</sup>

Shromažďování rozumíme pouze krátkodobé soustřeďování odpadu do shromažďovacích prostředků v místě vzniku odpadu, před dalším nakládáním s nimi. Jako shromažďovací prostředky mohou sloužit zejména speciální nádoby (nejběžnější jsou popelnice), kontejnery, obaly, ale také jímky a nádrže. Shromažďovací prostředky musí splňovat základní technické požadavky, například odlišení barvou nebo popisem od prostředků nepoužívaných pro nakládání s odpady nebo používaných pro jiné druhy odpadů, ochrana odpadu před povětrnostními vlivy, odolnost proti chemickým vlivům odpadům, pro které jsou určeny atd.“<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Zákon o odpadech č. 185/2001 Sb., § 4 odst. 1g

<sup>2</sup> Zákon o odpadech č. 185/2001 Sb., § 4 odst. 1h



## 2.1 Náklady na odpady

Odpady určené k odstranění se na základě výsledků provedeného stanovení ekotoxicity a chemického rozboru sušiny odpadů formovacích směsí (v akreditované laboratoři) se provede zarážení odpadu do příslušné skupiny[8]:

- odpad komunální a ostatní
- nebezpečný
- zvláště nebezpečný (nepřipadá v úvahu, protože takový odpad nelze na žádnou skládku ukládat a s tak nebezpečnými látkami nelze ani ve slévárně pracovat)

Zarážení probíhá v každé slévárně samostatně, takže je možné, že se zařídění případ od případu i při použití formovacích směsí stejného druhu, může lišit. [8]

Při ukládání odpadu na skládky platí slévárna poplatky dle následujících údajů:

- kategorie ostatní odpad - dle ustanovení zákona o odpadech č.185/2001 Sb. se poplatek za uložení na skládku skládá ze dvou částí:
  - základní sazba, která se odvádí obci, na jejímž katastru je skládka umístěna.
  - poplatek za uložení odpadu se hradí provozovateli skládky. Cena je smluvní tudíž velmi individuální. Lze předpokládat, že i způsob zařízení stejných odpadů formovacích směsí bude v různých regionech rozdílný a bude se měnit v čase.
- kategorie nebezpečný odpad - poplatek se skládá ze tří položek:
  - poplatek provozovateli skládky (individuální)
  - poplatek základní
  - poplatek rizikový

Poplatky základní a rizikové dostává stát. Vývoj poplatku je stanovený zákonem. Do budoucna existuje předpoklad, že poplatky za produkci odpadů nebudou stanovovány z množství odpadu vyvezeného na skládku, ale budou stanoveny přímo z nakupovaného množství, stejně jak je tomu již v současnosti u barev. Tímto způsobem by stát zamezil neoprávněným nakládáním s odpady a zároveň získal další zdroje do rozpočtu.

V oblasti životního prostředí se v budoucnu očekává významné přitvrzení v oblasti výše poplatků hrazených „výrobci“ odpadu ukládaných na odval. Stanoviska odborníků dokumentují, že poplatky za ukládání odpadu se budou zvyšovat v podmínkách České republiky až řádově. Je tedy zřejmé, že v této oblasti je pro české slévárny vážné nebezpečí. **Před slévárnami vyvstává tedy naléhavý úkol urychleně řešit využití slévárenských odpadů a tedy i použitých formovacích směsí jako druhotné suroviny.** [8,22]

Využívat odpadní slévárenské písky lze však pouze v souladu se zákonem č. 22/1997 Sb., O technických požadavcích na výrobky. Pokud jsou splněny požadavky tohoto zákona a surovina získaná z odpadu je předávána spotřebitelům k dalšímu využití, přestává být odpadem a předpisy o nakládání s odpady se na ni dále nevztahují. U takové suroviny však musí být posouzena shoda jejích vlastností s požadavky technických předpisů. [22]

### 3 STRUKTURA SLÉVÁRENSKÝCH ODPADŮ

Vyrábíme stále více a více odpadů - dnes přibližně třikrát více než v roce 1950. Podle údajů Evropské komise vzniká v Evropě více než 1,3 miliardy tun odpadů každý rok, což představuje 3,5 tun odpadů na jednoho Evropana. Pokud budeme naše odpady dále vyvážet na skládku, zaplaví nás. To je důvod, pro který se EU i jednotlivé národní vlády angažují v politice snižování množství odpadů. Evropským cílem je snížit množství konečných odpadů o 50 % v období 2010 až 2050. Na těchto alarmujících číslech se ve velké míře podílejí odpady průmyslových výroben. [9]

Slévárenská výroba je stejně jako v jiných průmyslových odvětvích doprovázena vznikem různých (většinou nežádoucích) vedlejších produktů - ať to jsou emise, znečištěné vody, či tuhý opad, které je nutno nějakým způsobem upravit, recyklovat, zužitkovat či likvidovat. [8]

Podle statistických údajů mezinárodní organizace WFO je při výrobě 1 tuny dobrých odlitků vyprodukována cca 1 tuna odpadních materiálů. Česká republika vyrábí ročně asi 500 000 tun odlitků ročně, jedná se tedy o nezanedbatelná množství odpadních produktů. [9]

Struktura těchto odpadů vypadá následovně:

Použitý formovací materiál	65-90 %
Vyzdívka z pecí	2-10 %
Struska z tavení	1-7 %
Prach a kaly	2-6 %
Ostatní odpady	1-5 %

*Tabulka 1 Struktura slévárenských odpadů [9]*

Z výše uvedené tabulky je patrné, že objemově největší část slévárenských odpadů tvoří použité formovací a jádrové směsi a proto je jejich recyklace či zužitkování základní prioritou. Ne všechny použité směsi jsou nebezpečným odpadem, ale problém tkví v tom, že je jich příliš mnoho. Připravovat formovací směsi vždy z nových surovin a po použití je vyvážet na skládku je zcela neudržitelný stav, který je v současné době omezován i legislativně. Jelikož se zároveň jedná o plýtvání s neobnovitelnými přírodními zdroji. [9]

## 4 FORMOVACÍ SMĚS

Formovací látky v nejširším slova smyslu jsou tvárnivé suroviny a směsi, které se hodí k výrobě forem a jader. Formovací směs je polydispersní třífázová soustava, jejíž vlastnosti závisí na vlastnostech a vzájemném působení všech tří fází – pevné, kapalná a plynné. Částice různých velikostí a tvarů, tvořící pevnou fázi nazývanou ostřívo, určují a tvoří kostru celé soustavy. V mezerách mezi pevnými částicemi je uzavřená fáze kapalná (voda, tuživa aj.) a plynná (vzduch). Technologie výroby formy a odlitku určuje požadavky na vlastnosti formovacích směsí. Průběh pochodů, kterými musí projít během technologického procesu formovací a jádrová směs, si můžeme znázornit schématem (Obrázek č. 3) [10]



Obrázek 3 Sled pochodů jimž musí formovací směs projít [10]

Složitý cyklus, kterým formovací směs prochází, můžeme rozdělit do dvou fází:

1. V první fázi formovací směs vystupuje jako materiál, pomocí něhož se vytváří forma. Zde vyžadujeme na směsích homogenní přípravu, dokonalou formovatelnost (tekutost, plasticitu, vstřelovatelnost aj.), malou osychavost a drobivost, mechanickou pevnost ve spěchovaném stavu, přesnost udržení tvaru po vytažení modelu, dlouhou životnost atd. [12]

2. V druhé fázi formovací směs vystupuje jako nástroj, pomocí něhož se tekutý kov přeměňuje v odlitek. Musí mít dostatečnou prodyšnost, malou plodotvornost, tepelnou a chemickou stálost, mechanickou pevnost v zahřátém stavu, poddajnost při tuhnutí odlitku aj. [12]

Ve slévárnách můžeme pracovat se třemi pískovými systémy, kdy:

- a) modelová směs se připravuje z nového ostřiva a přísad, výplňová směs je tvořena regenerovanou vratnou směsí, [11]
- b) modelová směs se připravuje z regenerované směsi vratné. Nové ostřivo se dodává do pískového systému z části nebo úplně z vytlučené jádrové směsi. V tomto případě se modelová směs připravuje z vratné směsi přidáním pojiva a přísad. Pro výplňovou směs slouží vratná směs, jejíž vlastnosti byly homogenizovány pouze opětným zavlhčením a rozmísením. [11]
- c) jednotná směs, jejíž vlastnosti jsou upravovány dokonalou regenerací a přípravou směsi vratné. Jednotlivé směsi jsou vyžadovány pro sériovou výrobu strojních odlitků s šedé litiny. [11]

Formovací směs se skládá z 2 základních komponentů:

- ostřivo - zrnitý materiál, tvořící hlavní objem směsi - skelet forem a jader. [10]
- pojivo - látka nebo směs látek tvořící pojivovou soustavu, dávající směsi vaznost a plastičnost za syrova, nutnou pro pěchování, pevnost po vytvrzení (vysoušení), za vysokých teplot při lití i po odlití (rozpadavost). [10]

Dále může formovací směs obsahovat:

- vodu - u jílových a anorganických pojiv (cement, vodní sklo) se nepoužívá. Přídavek vody má za následek zpomalení nebo úplně zabrzdění polykondenzačních vytvrzovacích reakcí a podstatné snížení pevnosti. Přidává se jen do umělých pryskyřic. [10]
- přísady - látky, které zlepšují vlastnosti připravované směsi ze základních komponentů. [10]

## 4.1 Ostřivo

Hlavní objemové i hmotnostní zastoupení ve směsi má ostřivo, zrnitý žáruvzdorný materiál s velikostí částic nad 0,02 mm. Tvoří materiálový skelet forem a jader, a proto vedle aktivity povrchu zrn patří k jeho nejdůležitějším vlastnostem hranatost a granulometrie částic. [13]

Podle původu vzniku dělíme ostřiva na:

- přirozená (křemenné písky, olivín, zirkon)
- umělá (šamotový lupek, chrommagnetit, korund)

K nejpoužívanějším ostřivům patří křemenné písky. Jedná se o nejrozšířenější minerál, vyskytující se v přírodě v přiměřeně zrnitém stavu a jeho vlastnosti, i za vysokých teplot, vyhovují běžným slévárenským potřebám. [13]

## 4.2 Formovací směsi s vodním sklem

Vodní sklo patří do kategorie anorganických pojiv, základem je ternární soustava  $\text{SiO}_2 - \text{Na}_2\text{O} - \text{H}_2\text{O}$ , rychlost vytvrzování se zvyšuje snižováním modulu vodního skla. Zavedení formovacích směsí s vodním sklem přinesly revoluční změny do celého slévárenství. Původní proces  $\text{CO}_2$  umožnil výrobu forem i jader bez zdlouhavého sušení. V současné době, s ohledem na hygienické a ekologické problémy, u technologií s umělými pryskyřicemi, lze hovořit o renezanzi této technologie v průmyslově rozvinutých zemích. Podle vytvrzování pojiva můžeme směsi v zásadě rozdělit na vytvrzované z vnějšku a směsi samotvrdnoucí. Ovládané ztužování za určitých úprav vodního skla je možné studeným nebo teplým vzduchem. Tento proces pracuje na principu dehydratace křemičitanu sodného, a proto je dokonale vratný. U tohoto procesu je ale vysoká spotřeba pojiva.

Samotvrdnoucí směsi s vodním sklem jsou vývojově mladší, vytvrzování probíhá na jiném (fyzikálně-chemickém) principu. Podle tepelného zabarvení reakce samovytvrzování rozdělujeme tyto směsi do dvou skupin: [11]

- samotvrdnoucí směsi tuhnoucí za exotermické reakce
- samotvrdnoucí směsi tuhnoucí bez citelné exotermické reakce

Samotvrdnoucí směsi tuhnou za exotermické reakce křemíku ve formě ferosilicia nebo kalciumsalicia s vodným roztokem alkalického silikátu ve formě vodního skla. Reakce mezi křemíkem a vodním sklem probíhá okamžitě, při mísení směsi (a to čím více, tím větší je objem připravované směsi). Jedná se o směsi poměrně závadné vůči ŽP.[11]

Samotvrdnoucí směsi tuhnou bez citelné exotermické reakce, zde je možnost více variant. V současné době se nejvíce ve světě zavádí vytvrzování vodního skla s kapalnými tvrdidly. Jsou to tvrdidla esterového typu (např. monoacetin, diacetin, triacetin, etylenglykolmonoacetát atd). K jejich hlavním přednostem patří, kromě ekologické a hygienické nezávadnosti, trvalá kvalita a regulovatelnost reaktivnosti. [11]

Technologie samotvrdnoucích směsí přináší řadu výhod, jako zvýšení produktivity práce, úsporu energie, zvýšení přesnosti odlitků a další, avšak hlavním problémem zůstává špatná regenerovatelnost ostřiva. Bez zavedení regenerace se musí používat vždy 100% nová ostřiva a použitá směs je určena k recyklaci. [14]

### **4.3 Biogenní formovací směsi**

Díky velkému zájmu slévárenských společností o ekologii a hygienu práce se začaly značně rozvíjet nové způsoby výroby forem a jader. Hlavním představitelem pojiv na bázi proteinů jsou biogenní pojiva. V oblasti slévárenských formovacích směsí reprezentují biogenní pojiva velký průlom, a to především zejména zásluhou minimálnímu negativnímu vlivu na životní prostředí, jsou naprosto netoxické, při práci s ním není nutno používat ochranné pomůcky, ale také mají dobré technologické vlastnosti pro odlévání. Další výhodou těchto pojiv je možnost velice dobré regenerace, které se vůči dobré rozpustnosti odstraňuje mokřím způsobem. Literatura udává, že objem regenerátu je až 70 %. [16]

### **4.4 Regenerace formovací směsi**

Neustálý tlak na zrychlování výroby ve slévárnách k dosažení vyššího zisku vede slévárenské podniky k tomu, že se zvětšuje objem slévárenského odpadu - tím hlavně ostřiva, jenž se při výrobě odlitku spotřebuje nejvíce. Jak už z předchozí kapitoly víme, ostřivo, které dobře spolupracuje s vodním sklem je křemenný písek. Jelikož se jedná o neobnovitelný přírodní

zdroj, je dobré s ním šetřit. Regenerace formovacích směsí představuje technologický proces zpětného získání podstatné části ostřiva z použité směsi pro další přípravu formovacích a jádrových směsí. Výsledným produktem regenerace není ostřivo původní kvality, ale ostřivo kvalitativně pozměněných vlastností, které lze použít při další výrobě forem a jader jako plnohodnotnou náhradu za nový písek. To znamená, že pokud je směs před vstupem do mísiče pouze rozdrčena, hovoří se o recyklaci směsi. Regenerace je čistící proces, při kterém se odstraňuje pouze tolik škodlivých látek, aby regenerát neměl negativní technologický dopad. Účinnost regenerace vyjadřuje procentuální poměr mezi množstvím materiálu vstupujícím do regenerační jednotky a regenerátem na výstupu. [9,10]

Dřívější úvahy předpokládaly tzv. absolutní regeneraci, to znamená získat zpět po upotřebení formovací směsi obě hlavní složky-pojivo a ostřivo. S tímto postupem se setkáváme ojediněle a je poměrně technologicky náročné. [10]

Zde si představíme hlavní důvody regenerace [10]:

- ekonomické - ceny jakostních ostřiv rostou, zvláště po speciálních úpravách (sušení, ostré třídění, monofrakce a skládání na žádanou granulometrii, aktivace). Náklady na 1 t regenerátu v komplexu by měly být ekonomicky výhodnější než na 1 t nového ostřiva.
- dopravní a manipulační - náklady za dopravu ostřiv, tvoří značnou část ceny. Cena za dopravu písku z těžebny u mnohých sléváren je vyšší, než vlastní cena suroviny. Značné náklady jsou rovněž spojeny s odvozem upotřebených písků k haldování. Vedle těchto vlivů působí zde příznivě i větší soběstačnost sléváren se surovinami, zvláště v zimních měsících (nový písek - praný se ještě stále u nás dopravuje v mokré formě) - není potřeba budovat tak objemné skládky pro předzásobení pískem.
- omezení lokalit nových písků - není možno těžit všude, kde jsou třeba i bohatá naleziště kvalitních písků.
- využití křemenných písků pro jiná průmyslová odvětví - sklářství a stavebnictví.
- ochrana životního prostředí - souvisí s třetí odrážkou. Vývoz použitých směsí je omezen a přísně střežen. Směs obsahuje i řadu škodlivin z pojiv a přísad, které se splavují a znečišťují spodní vody, toky řek apod.



- technologické - mechanický regenerát má nižší nasákavost organického pojiva při dosažení stejných mechanických vlastností forem a jader. Dokonce směsi s regenerátem jsou méně náchylné k tvorbě vad z napětí, vznikajícího ve slévárenské formě brzděním tepelné dilatace - zálupy, výronky. To znamená, že regenerací můžeme v určitém směru dokonce zlepšit vlastnosti méně kvalitních písků.

#### **4.4.1 Mokrý regenerace ST s vodním sklem**

Alkalické silikáty (jako je vodní sklo) mají vysokou adhezi k zrnům křemenného ostříva a zbytku pojiva, proto jsou obtížně odstranitelné suchou mechanickou cestou. Na účinnost regenerace a stupně využití regenerátu má vliv především složení formovací směsi (pojivo, tvrdidlo, přísady a volba vhodného regeneračního postupu). Nejvíce účinný způsob regenerace pro směsi s vodním sklem je, že voda rozpouští řadu solí ze směsi a loužením se snižuje koncentrace iontů v regenerátu. Princip spočívá v převedení zbytků pojiv do roztoku a jejich odstranění praním. Celkově tento systém regenerace není moc rozšířený v Evropě. V USA se od něj v současné době zcela opustilo. Hlavní důvodem, proč se nepřechází na mokrou regeneraci, jsou vysoké pořizovací a provozní náklady regeneračního zařízení (musí obsahovat tepelné izolace celého vodního hospodářství proti zamrzání). Problematické je i nákladné čištění a úprava velkého objemu použité vody (odstranění rozpustných látek - především odsolování vody a úprava kalů). Odpadní vody se musí nadále zpracovávat. [9,14]

#### **4.4.2 Pneumatická regenerace ST s vodním sklem**

Dalším možným způsobem, jak regenerovat směsi s vodním sklem je pneumatická regenerace, která spadá do kategorie suché regenerace. Princip pneumatického systému spočívá v odstraňování pojiva ze zrn ostříva v proudu stlačeného ve vzduchu nárazy a otěrem o litinový talíř. Kinetická energie je opatřena proudem stlačeného vzduchu, výsledkem je současné odprašování. Přínosem tohoto systému je, že směr a rychlost písku mohou být regulovány. V důsledku nižší účinnosti komprese vzduchu je spotřeba energie vyšší, než u klasických mechanických postupů. [9,14]

## 4.5 Ekologické způsoby formování

Po smíchání a úpravě surovin (pojiva a ostřiva) k výrobě forem a jader následuje samotný proces formování. Ve značné míře mají vliv nejen na kvalitu forem, ale i odlitku. Značnou nevýhodou formovacích směsí s vodním sklem se stává znečištěné pracovní prostředí, což způsobují hlavně výpary při tavení. Nejen výpary, ale i efektivnější úspora materiálu vede slévárenství k rozvoji co nejvíce ekologického formování (výroba forem III. generace).

### 4.5.1 Vakuového formování

Celý proces funguje na základě tlakového rozdílu mezi vnějším (atmosférickým) tlakem a vytvořeným pod tlakem (vakuum) uvnitř formy. Forma je z obou stran pokryta tenkou fólií, která je přisávána k povrchu formy. Materiál fólií se při odlévání působením vakua odpaří a jeho částičky pronikají do formy, kde tvoří s použitým nátěrem tenkou vrstvu povlaku společně se zrny písku. Při odlévání a chladnutí odlitku je sestava formovacích rámu propojena instalací podtlaku, odsává se většina vzniklých plynů a spalin, což značně ovlivňuje snížení emisí do okolí. Výhodou tohoto procesu formování je tedy nízká škodlivost na životní prostředí, a jelikož se používá pouze jemný křemenný suchý písek bez pojiva a vody, není potřeba ani použití velmi nákladného regeneračního procesu. Uvedená technologie může nahradit výrobu velkých odlitků do samotuhnoucích směsí. [17]

### 4.5.2 Formování pomocí „Zmražené formy“

Princip zmražené formy spočívá ve zmrazení směsi (skládající se z písku a vody) pomocí kapalného  $N_2$ . Led se stává pojivem forem a jader. Zmrazování je prováděno různými způsoby. Nejméně investičně náročné se jeví profukování jádra (formy) chladicím médiem. Pozitiva této technologie jsou jednoduchá skladba formovací směsi, příprava i pěstování. Nízká vážnost a vysoká tekutost směsi umožňuje pěstovat s minimální spotřebou energie. S rostoucím obsahem vlhkosti, podchlazením a dobou zamrazování roste pevnost forem, která je srovnatelná s pevností ST-směsí s vodním sklem. Vytvrzování probíhá zkapalněnými (ne-výbušnými, nejedovatými) a ekonomicky dostupnými plyny. I v této technologii odpadá regenerace ostřiva. Více než 96 % ostřiva se vrací zpět do uzavřeného oběhu. Celá technologie se blíží téměř k bezodpadovým technologiím budoucnosti. Vysoká kultura práce a

ochrana životního prostředí - klidné lití je doprovázeno pouze vývinem vodních par. Jedinými nedostatky je nutnost dodržování bezpečnosti práce v nepřírodných podmínkách pro slévače při využívání kryogenní techniky a omezená skladovatelnost forem a jader na vzduchu (nutno provádět pěstování ve speciálních chladicích komorách). [18]

## 5 EKOTOXIKOLOGIE

Výroba a zpracování nejrůznějších chemických látek i surovin na celém světě v současné době přesahuje stamiliony tun ročně a neustále se zvyšuje. Roste také spektrum vyráběných látek a vyskytují se mezi nimi i relativně toxické sloučeniny. Samozřejmě je jasné, že takový objem výroby nese s sebou nebezpečí vzniku havárií s únikem chemických škodlivin a podle jedovatosti příslušných látek tyto havárie představují závažné ohrožení zdraví lidí, zvířat a v návaznosti na další přírodu i ekologická rizika. [15]

Slovo toxikologie je odvozeno z řeckého slova „*toxikon*“, což znamená jed na šípy. Toxikologie je nauka o škodlivých účincích látek na živé organismy a ekosystémy, o mechanismech působení škodlivin, prevenci, diagnostice a léčbě otrav. [15]

Ekotoxikologie se zabývá účinky škodlivin na flóru, faunu, ekosystémy a problematikou ohrožení zdraví člověka. Důležité je porozumět chemickým (např. hydrolyza, oxidace atd.), fyzikálním (např. molekulární struktura, rozpustnost, těkavost) a biologickým faktorům ovlivňující koncentrace látky v prostředí. [15]

### 5.1 Hodnocení rizika

Rostoucí složitost a komplexnost problematiky ohrožení ŽP a současně stoupající finanční náročnost nápravných opatření ukazují, že s klasickými prvky strategie ochrany prostředí již nelze vystačit. Pro současný a budoucí rozhodovací proces musí být k dispozici nástroje umožňující rozhodnutí o přijetí cílených, maximálně účinných remediačních postupů při současné minimalizaci finančních nákladů. Při zvažování priorit řešení jednotlivých problémů je význam možnosti porovnání různorodých environmentálních problémů (regionálních i globálních) na společném základu zřejmý. [15]

Jedním z důležitých analytických nástrojů optimalizace rozhodovacího procesu pro nejefektivnější řešení environmentálních problémů je metoda hodnocení rizika (risk assessment).

Hodnocení rizika je postup, který využívá syntézu všech dostupných údajů a nejlepší vědecký úsudek pro určení druhu a stupně bezpečnosti představovaného určitým faktorem, dále určení, v jakém rozsahu byly, jsou nebo v budoucnu mohou být působením tohoto

faktoru vystaveny jednotlivé skupiny populace a konečně charakterizace existujících či potenciálních rizik z uvedených zjištění vyplývajících. [15]

Proces hodnocení rizika se stává ze čtyř kroků:

1. Určení nebezpečnosti
2. Určení vztahu dávka-odpověď
3. Hodnocení expozice
4. Charakteristika rizika

Aby bylo možno toxicitu měřit a srovnávat, byla zavedena speciální stupnice označovaná zkratkou LD (z anglického lethal dose - smrtelná dávka). Nejčastěji je možno setkat se s variantou LD<sub>50</sub> - to je označení dávky, po které uhynulo 50 ze 100 pokusných potkanů, kterým byla látka podána všemi možnými způsoby (především orálně). Toxicita je buď akutní po jednorázové aplikaci, nebo chronická po opakované aplikaci. Při udávání hodnot LD je nutno zároveň s dávkou na kg, koncentrací zkoumané sloučeniny, uvést i způsob aplikace (perorální, perkutánní, inhalační, parenterální (injekční), rektální atd.) dále uvést i druh zvířete - jeho pohlaví, stáří a dobu pozorování zvířete po aplikaci. U chronické toxicity je krom uvedených údajů nutné uvádět i intervaly aplikací a dobu celého pokusu. [25]

Stupnici s příklady, jaké je množství způsobující smrt člověka jsem znázornila v následující tabulce (pozn. Tabulka 1).

DL <sub>50</sub> pro krysy	Charakteristika	Při požití úmrtí člověka asi	Porovnávací látka (DL <sub>50</sub> )
< 5 mg/kg	krajně jedovaté	špetka	TEPP (1,2 mg/kg) Fluorocetan sodný (1,5 mg/kg)
5 až 50 mg/kg	velmi jedovaté	kávová lžička	Kyanid draselný (13 mg/kg) Chlorid rtuťnatý (37 mg/kg)
50 až 100 mg/kg	jedovaté	polévková lžice	Fluorid sodný (200 mg/kg) DDT (400 mg/kg)
0,5 až 5 g/kg	málo jedovaté	šálek	Amylalkohol (1g/kg) Ethylenglykol (6,1 g/kg)
5 až 15 g/kg	prakticky nejedovaté	půllitr	Aceton (9,8 g/kg) Ethylalkohol (14g/kg)
>15 g/kg	prakticky neškodná	litry nebo kila	Glycerin (28g/kg)

Tabulka 2 Rozdělení škodlivin dle jejich jedovatosti[15]

## **6 HYGIENA PRÁCE PRO EKOLOGICKY BEZPEČNÝ CHOD PODNIKU**

Hygienou práce rozumíme kontrolu a plnění zákonných povinností v oblasti ochrany zdraví při práci, což jsou zejména požadavky na pracoviště (osvětlení, dodržování hygienických limitů pro fyzikální faktory, chemické škodliviny a prach v pracovním prostředí, ale i dodržení limitů pro fyzickou zátěž, naplnění ergonomických požadavků pro pracovní místo a pracoviště). V kontextu s tím je hodnoceno působení fyzikálních faktorů, (např. hluku, vibrací, chemických škodlivin atd.) v pracovním prostředí na zdravotní stav pracovníků a posuzována technická, organizační a náhradní opatření provedená zaměstnavatelem ke snížení působení rizikových faktorů pracovního prostředí. [20]

### **6.1 Hodnocení zdravotního rizika**

Hodnocení zdravotního rizika pro zaměstnance, který je při práci vystaven vlivu chemické látky, směsi nebo prachu, zahrnuje následující povinnosti:

- a) pokud je to možné, omezit jejich množství na pracovišti.
- b) omezit počet zaměstnanců, vyskytujících se v okolí nebezpečných látek na co nejnížší míru.
- c) upravit pracovní proces tak, aby bylo možné vyloučit nebo minimalizovat únik těchto látek z pracoviště. Nejlépe zachycovat je u zdroje, zajistit místní odsávání a celkové větrání.
- d) zabezpečit vhodné postupy pro měření ovzduší, zvláště pro včasnou detekci nadměrné expozice v důsledku mimořádné události.
- e) zaměstnavatel musí poskytovat osobní ochranné prostředky a zabezpečit kontrolu funkčnosti pracovního oděvu.
- f) viditelně označit, stanovit a kontrolovat zákaz jídla, pití a kouření na pracovišti, kde je riziko kontaminace látkami.
- g) zajistit pravidelné sledování zdravotního stavu zaměstnance.

Jestliže se na pracovištích vyskytují rizikové faktory, je zaměstnavatel povinen pravidelně, a dále bez zbytečného odkladu vždy, pokud dojde ke změně podmínek práce, měřením zjišťovat a kontrolovat jejich hodnoty a zabezpečit, aby byly vyloučeny nebo alespoň omezeny

na nejmenší dosažitelnou míru. Nelze-li výskyt biologických činitelů a překročení nejvyšších přípustných hodnot rizikových faktorů vyloučit, je zaměstnavatel povinen omezovat jejich působení technickými, technologickými a jinými opatřeními, kterými jsou zejména úprava pracovních podmínek, doba výkonu práce a používání vhodných osobních ochranných pracovních prostředků. [20]

Zaměstnavatel je podle právních předpisů povinen provést hodnocení faktorů pracovního prostředí a zařadit podle výsledků hodnocení práci do kategorií. Návrh na zařazení prací do 3. a 4. kategorie spolu s návrhem opatření na ochranu zdraví při práci předkládá zaměstnavatel ve stanovených lhůtách k posouzení orgánu ochrany veřejného zdraví, který vydá rozhodnutí o zařazení práce do těchto kategorií a stanoví minimální lhůty a náplň lékařských preventivních prohlídek, případně minimální rozsah a termíny sledování faktorů pracovních podmínek a způsob sledování zátěže organismu rizikovými faktory pracovních podmínek.[19]

V systému bezpečnosti podniku mají nezastupitelné postavení osobní ochranné pracovní prostředky, neboť se významnou mírou podílejí na ochraně zdraví pracovníků v podniku.

Za osobní ochranný prostředek se podle zákona č.21/2003 Sb. (Zákon o technických požadavcích na osobní ochranné pomůcky) považuje každé zařízení nebo prostředek určený k nošení nebo držení jednotlivcem pro ochranu před jedním nebo více zdravotními a bezpečnostními riziky. Podle závažnosti rizik, proti nimž je prostředek určen a také podle toho, zda uživatel může sám rozpoznat a zhodnotit poskytovanou úroveň ochrany, se OOPP dělí do tří skupin:

- kategorie I – OOP jednoduché konstrukce, určené pro ochranu uživatele proti:
  - mechanické působení, jehož účinky jsou povrchové (zahradnické rukavice).
  - slabě agresivním čisticím prostředkům, jejichž účinek lze snad vyloučit (ochranné rukavice proti zředěným roztokům čisticích prostředků).
  - klimatickým vlivům, které však nejsou mimořádné ani extrémní (pokrývka hlavy, sezonní oděv, obuv atd.)
  - slabým nárazům a vibracím, které nepostihují životně důležité části těla a jejichž účinky nemohou způsobit nevratná poškození (lehké ochranné přilby)



- kategorie III – OOP složité konstrukce, učené pro ochranu uživatele proti:
  - filtrační dýchací prostředky pro ochranu proti aerosolům v pevné nebo kapalné formě nebo proti dráždivým, nebezpečným, toxickým nebo radioaktivním plynům.
  - prostředky pro ochranu dýchacích orgánů zajišťující plnou izolaci vůči okolnímu ovzduší.

OOP, které nespádají do výše uvedených kategorií, jsou zařazeny do kategorie II. Výrobce má povinnost zařadit výrobek do příslušné kategorie. Nesmí však být v rozporu s výše uvedenými pravidly. [19]

## 7 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Společnost ZPS-SLÉVÁRNA, a.s. se zabývá výrobou velmi složitých odlitků z litiny s lupínkovým grafitem a litiny s kuličkovým grafitem pro obráběcí, tvářecí, textilní, papírenské a jiné stroje. Trvalá pozornost technickému vývoji v oboru je základem vysoké kvality výrobků. Odlitky z LLG se vyrábějí o hmotnosti v rozmezí 30 až 800 kg, odlitky z LKG se pohybují v rozmezí 30 až 3 000kg.



*Obrázek 4: Výrobní budova společnosti ZPS-SLÉVÁRNA, a.s.*

### 7.1 Historie

Tradice zlínské slévárny se datuje od roku 1923, kdy byla založena za účelem výroby odlitků pro obuvnické stroje pro koncern Baťa. Původně se zde vyráběly náhradní díly pro dovážené stroje, postupem času se zde začaly vyrábět a konstruovat samostatně vlastní stroje.

S rozvojem strojíren společnosti Baťa bylo zapotřebí rozvíjet i slévárenskou výrobu. Na počátku 30. let se slévárna přestěhovala ze svého původního místa do větších prostor a v roce 1937 byla ukončena stavba nové slévárny. V tomto, na svou dobu velmi moderním zařízení, byly vytvářeny odlitky ze šedé litiny, oceli a neželezných kovů. Zároveň s rostoucí velikostí prostor sléváren a slévárenské výroby se zvětšovala i výrobní kapacita modeláren, která

zajišťovala vysokou operativnost výroby, na kterou byl vždy kladen velký důraz. Byly budovány laboratoře sloužící pro kontrolu výroby a také pro potřeby vývoje.

Slévárna, jak je dneska známá (Obrázek 4), byla projektována od roku 1976 a je v provozu již od roku 1982. Používají se formovací a jádrové směsi s vodním sklem, které patří ve světě mezi neobvyklé. Mnoho technologií nebylo v době projekční přípravy ověřeno a byly použity v rozporu s platnými zásadami pro projektování. Jejich použití znamenalo spojení se značným rizikem pro pracovníky, kteří tyto technologie prosadili.

Výroba tekutého kovu probíhá roztavením základního kovu v bezvyzdívkové horkovětrné kuplovně a následnou úpravou ve dvou elektrických nízkofrekvenčních indukčních pecích. Modifikace LKG se provádí obdobně pomocí plněného profilu, respektive polévací metodou. V současné době je pojem polotovar posunut do polohy minimálně hrubovaného odlitku. V častějších případech je jím však již odlitek opracovaný do konečné podoby, připravený na montáž. Tomu také odpovídá modernizace vlastní obrobny, která probíhá pomocí nahrazování konvenčních strojů numericky řízenými stroji.

## 7.2 Základní údaje o společnosti

**Firma:** ZPS - Slévárna, a.s.

**Právní forma:** akciová společnost

**Datum vzniku společnosti:** 16. 2. 1993

**Adresa společnosti:** Třída 3. května 1172, Zlín - Malenovice 763 02, Česká republika

**Základní kapitál:** 846 408 000 Kč

**Předmět podnikání:**

- modelářství, slévárenství
- výroba, služby a obchod neuvedené v přílohách 1 a 3 živnostenského zákona.

**Nabídka služeb:***Zajištění komplexních služeb:*

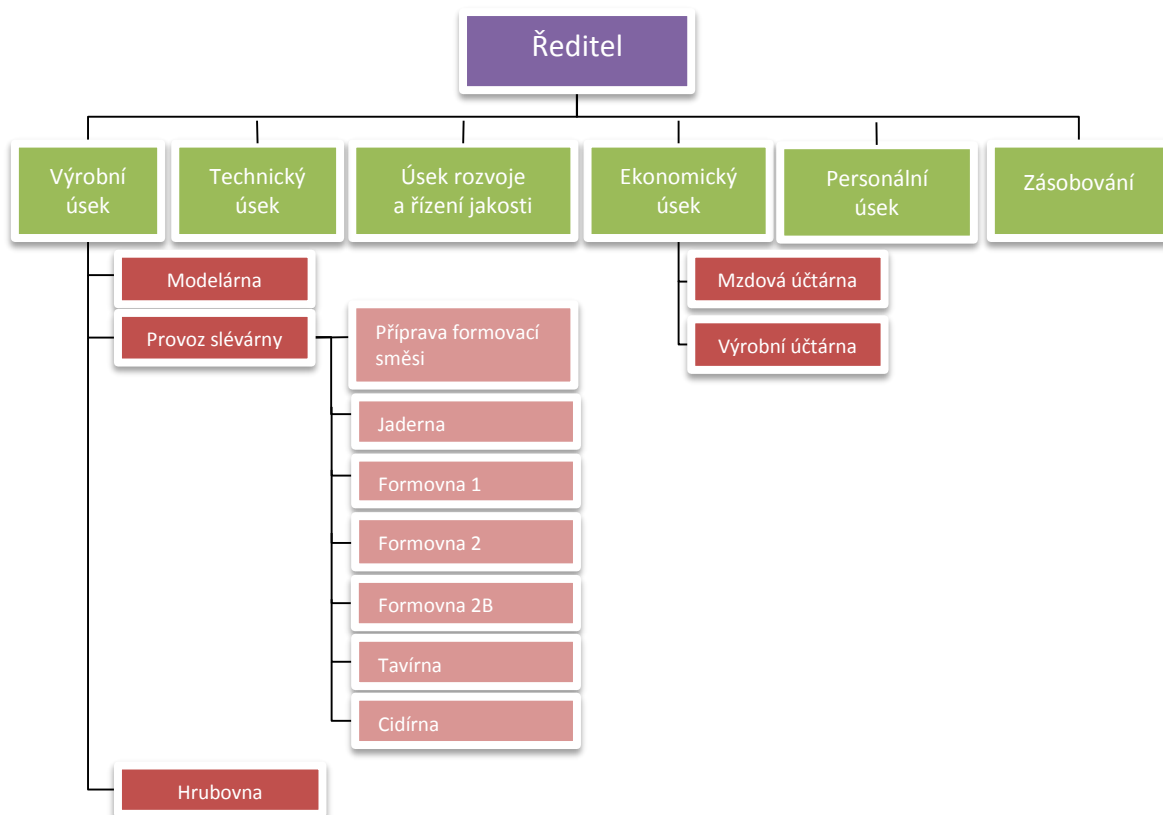
- návrhy technologických postupů
- výroba modelových zařízení
- vlastní výroba odlitků
- opracování odlitků
- doprava odlitků k zákazníkovi
- vystavení protokolů kvality materiálu zákazníkovi.

**Statutární orgán:** představenstvo

- *Členové představenstva:*
- p. Michele William Taiarol – předseda (majitel)
- p. Jan Záborský, MBA
- Ing. Eugeniusz Szturc – ředitel ZPS - Slévárna, a.s.
- Mgr. Jan Kurinec
- p. Andrea Taiariol

Celkový počet zaměstnanců společnosti ZPS - Slévárna, a.s. je 390 pracovníků na hlavní pracovní poměr.

### 7.3 Organizační struktura



Obrázek 5: Organizační struktura společnosti ZPS - Slévárna, a.s.

Organizační struktura (Obrázek 5) je daná vrcholovým vedením společnosti – ředitel, kterým je v dnešní době Ing. Eugeniusz Szturc pod jeho velení spadá 6 oddělení.

- Výrobní úsek - samotná výroba je tvořena třemi odděleními a to modelárnou, hrubovnou a provozem slévárny, ve kterém jsou samostatná pracoviště. Jedná se o přípravu formovací směsi, jadernu, formovny, tavírnu a úpravnu odlitků.
- Technický úsek- toto oddělení je rozděleno na dvě části:
  - údržba - která má na starosti údržbu strojního zařízení a investice.
  - technologové - zpracovávají technologické postupy výroby odlitku. Navrhují investice do výrobního zařízení.
- úsek rozvoje a řízení jakosti toto oddělení je tvořeno kontrolou jakosti, chemickými a mechanickými laboratořemi, kde se provádí zkoušky dovážených surovin a vzorků tekutého kovu.

- ekonomicky usek zajišťující veškeré peněžní toky společnosti
- personální usek, který řeší vše spojené se zaměstnanci
- zásobování - zajišťuje nákup veškerých surovin

Společnost ZPS – Slévárna, a.s. nemá obchodní oddělení. Obchodní činnost za firmu provádí její dceřiná společnost Tajmac - ZPS, a.s.

## **7.4 Popis technického a technologického vybavení**

Proces výroby odlitků ve slévárně je uskutečňován v rámci výrobních linek, které jsou poloautomatizovány. Provoz slévárny je situován v budově se dvěma poschodí, které rozdělují výrobu na dvě tematické části. V prvním poschodí je sklad modelů a jaderníků, středisko údržby a kontroly. Klíčové procesy slévárny se z bezpečnostních důvodů nachází ve druhém poschodí -jaderna, formovny s licím polem atd. V určitých částech jsou poschodí propojeny dle potřeby výrobního systému a materiálových toků pro zajištění výroby. Oběma poschodí prochází pracoviště přípravy směsí, včetně zásobníků materiálu, dále kalové hospodářství (s centrální vzduchotechnikou pro udržení čistého ovzduší) a třetím pracovištěm obou poschodí je tavárna.

### **7.4.1 Modelárna**

Celý proces k výrobě odlitků začíná právě v modelárně (Obrázek 6). Na ploše 2100 m<sup>2</sup> včetně skladů pracuje přibližně 40 zaměstnanců, kteří vyrábějí část nových modelových zařízení pro potřeby slévárny, ale i na zakázku s využitím CNC obráběcích strojů. Samozřejmě provádí také úpravy dodaných modelů. Maximální rozměry vyráběných modelů jsou 5000 x 2500 x 1500 mm, u rotačních modelů je maximální průměr 2400 mm. V současné době potřeba nových modelů daleko přesáhla výrobní možnosti modelárny, proto není kladen důraz na výrobu nových modelů. Důraz je kladen především na operativnost úprav, které jsou nutné zajišťovat na místě.



Obrázek 6: Pracoviště výroby modelů

#### 7.4.2 Příprava písku

Nový písek (ostřivo), je do slévárny obvykle dopravován pomocí velkokapacitních nákladních vozů, případně vlakových vagonů. Po kontrole přes rošty je vysypán do podzemních zásobníků. Z těchto zásobníků je pásovou dopravou přemístěn do betonových sil, ve kterých je skladován. Z těchto sil je písek pásovou dopravou dopravován do fluidních sušiček o výkonu max. 10 t/hod., kde dochází k jeho sušení. Vlastní příprava formovacích směsí se provádí třemi mísiči typu MK výrobce Škoda Ostrov. Jako pojivo pro samotvrdnoucí směs se ve slévárně využívá vodní sklo, v případě výplňové směsi se však využívá křemičitý písek. Tvrdidlo je dodáváno do směsi písku až přímo při plnění forem. Dávkování vodního skla a tvrdidla ve formě ferosilicia je v poměru 2,8% pojiva a 0,32% tvrdidla. Pracovní prostředí vykazuje kromě vysoké prašnosti také riziko styku s chemickými látkami, které mohou mít na lidský organismus neblahé účinky. Proto je v tomto pracovišti přísně zakázáno požívání potravin a nápojů. A je nařízeno nošení OOPP.

Ve slévárně jsou využívány tři druhy formovacích směsí:

- jádrová samo-tvrdnoucí směs z nového písku.
- modelová samo-tvrdnoucí směs ze 45 % nového písku a 55 % regenerátu.

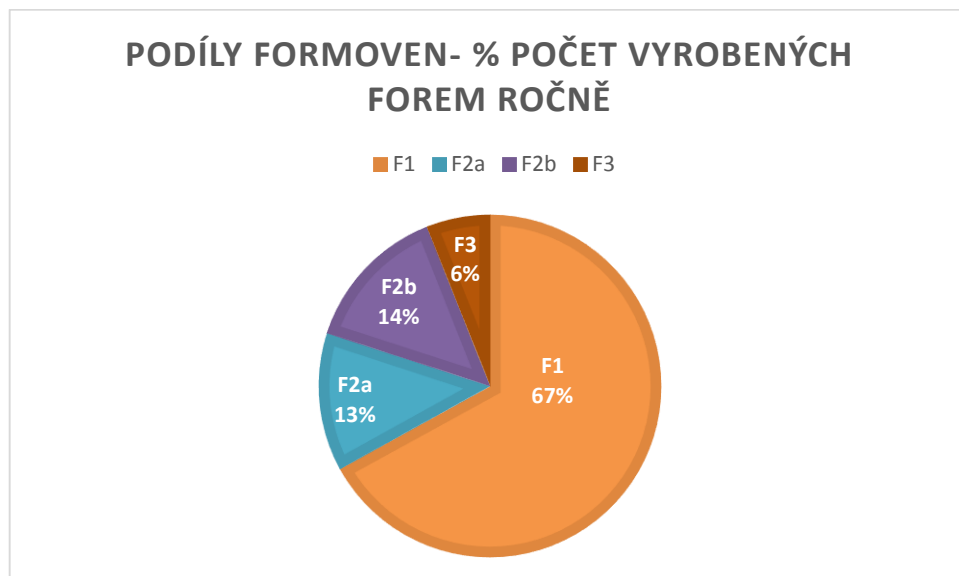
- výplňová směs neboli směs vratná, je připravována již z použitých směsí.

### 7.4.3 Jaderna

Jaderna slévárny je vybavena třemi žlabovými mísiči. Do mísičů je dodávána ve správném poměru směs suchého písku, vodního skla a tvrdidla. Jádra se po vytvrzení v jaderníku rozeberou a aplikuje se na ně lihografitový nátěr, který je možné aplikovat lázní nebo poléváním, což se řídí dle technologického postupu. Nátěr se nechá na jádrech vyhořet a takto připravená jádra jsou následně zařazena do palet a přepravována mimoúrovňovou dopravou do zakladačů jednotlivých formoven pro účely zhotovení forem.

### 7.4.4 Formovny

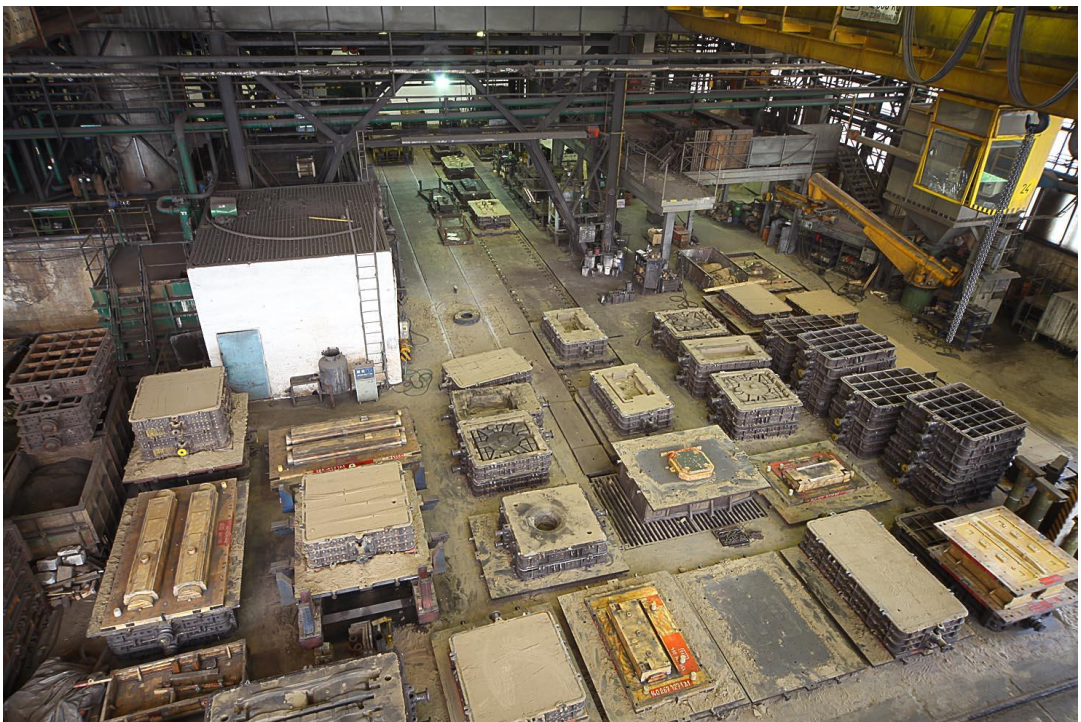
Slévárna se skládá celkem ze čtyř formoven (označené jako F1, F2a, F2b a F3), rozdělené podle velikosti odlitků, které se v jednotlivých formovnách vyrábí. Formovna F1 vyrábí nejlehčí odlitky z celého výrobního procesu slévárny (hmotnost vyráběných výrobků se pohybuje v rozmezí 5 kg – 500 kg). Formovny F2a a F2b (Obrázek 5) se zabývají výrobou středních odlitků (hmotnost odlitků je 250 kg – 2 500 kg). V neposlední řadě Formovna 3 zprostředkovává výrobu masivnějších odlitků s maximální hmotností do 12 000 kg. Podíly v procentuálním množství počtu vyrobených forem za rok 2013 jsem znázornila v následujícím grafu (Graf 1), z kterého můžeme vidět, že největší množství forem vyrobí Formovna 1 a nejméně pak formovna těžkých odlitků (Formovna 3), formovny F2a a F2b jsou na tom zhruba stejně.



Graf 1 : Podíly počtu vyráběných odlitků na jednotlivých formovnách za rok v %



Výrobní proces je ve všech formovnách stejný. Do formoven jsou pomocí poloautomatické linky dodávány modely ze zakladače (z jaderny zase jádra), podle pokynu vedoucích. Na modelovou desku je automaticky uložen vyčištěný rám. Následně je model zasypan pod žlabovým mísičem modelovou samotvrdnoucí směsí a je dostatečně ručně upěchován, aby došlo k úplnému vyplnění potřebných míst okolo modelu. Poté je forma posunuta pod pís-komet, kde dochází k doplnění formy vrstvou výplňové bentonitové směsi. Následně je forma otočena, aby bylo možné odstranit modelové zařízení. U takto připravených forem se v případě nutnosti provedou konečně úpravy (zarovnání hran apod.) a po natření liho-vým nátěrem se přemísťují na zakládací úsek tratě, kde se pomocí manipulačního zařízení založí jádra. Jednotlivé formy jsou pomocí skládacího stroje složeny do celku formy s licím a výfukovým kanálem a postupují na jednu z licích tratí, kde dochází k samotnému odlévání taveniny do vytvořené dutiny formy.



*Obrázek 7: Pohled na F2B-Formovna středních odlitků*

### 7.4.5 Tavírna

Suroviny potřebné pro lití se dodávají do skladu materiálu, kde jsou uloženy v jednotlivých boxech. Odtud jsou pomocí jeřábu dále přepravovány do zásobníků u tavicího zařízení. K výrobě tekutého kovu se využívá tzv. duplexní proces. K smíšení vsázkových materiálů se nejprve používá bezvyzdívková, horkovětrná kuplovna o výkonu 10 t/hod, kde se směs nataví. Tato kuplovna svým systémem splňuje energetické a ekologické požadavky na moderní tavicí zařízení, jelikož je vybavena rekuperátorem se spalovací komorou pro spálení CO a pračkou kychtových plynů – desintegrátor. Po natavení materiálu v kuplovně je tekutý kov, který je dále zpracováván na konečnou požadovanou jakost ve dvou nízkofrekvenčních indukčních pecích o obsahu 6 tun, do kterých se přimíchávají ostatní materiály a přísady podle potřeby. Hotová tavenina je nalita do licích pánví, které jsou pomocí mostových jeřábů přepravovány do formoven, kde dochází k lití tekutého kovu do připravených forem (Obrázek 8). Po odlití a vychlazení se syrový odlitek vyjme z formy pomocí vytloukacího zařízení. Takto připravené odlitky jsou dopravovány do úpravny odlitků, tzv. cídírny.



*Obrázek 8: Licí proces z pánve do formy na Formovně 2a*

#### **7.4.6 Cídírna**

V cídírně dochází k očištění surového odlitku na odlitek hrubý prostřednictvím dvou tryskačů. Odstraňují se vtokové a výfukové soustavy a provádí se dokončovací operace. Vtoky a výfuky jsou navraceny do tavníky, kde dochází k jeho opětovnému roztavení (jako vsázkový materiál, tím se recyklují) a využití pro výrobu dalších odlitků. Na tomto pracovišti se také provádí broušení odlitků v šesti brousících kabinách pro broušení velkých odlitků a v deseti brousících kabinách pro menší odlitky. Kabiny jsou odsávané s přívodem čerstvého vzduchu a každá má vlastní osvětlení. Součástí tohoto střediska je i funkční svařovna, která slouží k provádění oprav závarem.

#### **7.4.7 Obrobna**

V minulosti se tato pracoviště využívala spíše jen pro interní potřeby slévárny. Dnes zde dochází k opracování odlitků v závislosti dle požadavků zákazníka. Hrubé odlitky však nemusí tímto pracovištěm vůbec procházet. Obrobna se skládá z deseti CNC stroji, pěti klasických strojů, centrálním střediskem pro seřizování nástrojů a kontrolním střediskem pro měření. Na závěr dochází ke konečným úpravám, barvení, balení. Hotový odlitek je následně expedován ke konečnému zákazníkovi. Při opravách a broušení odlitků, jsou zaměstnanci povinni nosit ochranné brýle. Při analýze jsem si všimla skutečnosti, že ne všichni brýle používají, pracovní úraz s poraněním oka je na obrobně slévárny zcela běžný. Proto by se mělo dohlížet na to, aby pracovníci OOPP používali.

### **7.5 Environmentální aspekty podniku**

#### **7.5.1 Zelená firma**

Společnost ZPS – Slévárna, a.s. je od roku 2010 zapojena do ekologické likvidace odpadů "Zelená firma". Jedná se o projekt zaměřen na sběr firemních vysloužilých elektrozařízení a baterií. Elektrospotřebiče obsahují mnohé nebezpečné látky, jako je rtuť, olovo, kadmium a další, ale také velké množství recyklovatelných a využitelných materiálů, např. železo, ocel, hliník, měď. Proto je důležité všechny elektrospotřebiče důkladně třídit a následně ekologicky likvidovat. U kancelářské budovy společnosti je sběrný box, který po naplnění

odveze kolektivní firma REMA na zpracování do specializovaných zpracovatelských společností. Výhodou pro firmu je svoz a ekologické zpracování firemního elektroodpadu, baterií, tonerů, CD a DVD zdarma a navíc zajištění sběru drobných elektrozařízení od zaměstnanců, což vede k celkově sociálně ekologickému chování.

### **7.5.2 Ochrana odpadních vod**

Společnost ZPS – Slévárna, a.s. odebírá užitkovou vodu k technologickým účelům ze dvou vrtaných studní patřící dceřiné společnosti TAJMAC – ZPS, a.s. Užitková voda je používána pro výrobu a regeneraci formovacích směsí, do mokrých hladinových odlučovačů, k chlazení indukčních pecí a k čištění kychtových plynů. Pitná voda je čerpána z veřejného vodovodu na základě smlouvy se společností ENERGETIKA Malenovice, a.s. a využívá se k chlazení kupolové pece a pro sanitární zařízení.

Znečištěná odpadní voda ze všech technologických procesů je sváděna do usazovacích nádrží centrálního kalového hospodářství. Zahuštěný kal se přečerpává do kalolisu a zbytková voda se vrací zpět do systému. Jedná se o uzavřený systém vodního hospodářství s doplňováním pouze technologického úbytku užitkové vody.

Odpadní vody jsou odváděny areálovou splaškovou kanalizací na základě smlouvy do kanalizačního sběrače, který je odvádí na ČOV Otrokovice provozované společností TOMA, a.s., kde jsou odpadní vody čištěny. Povolené hodnoty znečištění odpadních vod, které jsou vypouštěny, jsou pravidelně kontrolovány a musí splňovat podmínky kanalizačního řádu.

Srážkové vody ze střech a zpevněných ploch jsou odváděny dešťovou vodou do řeky Dřevnice.

### **7.5.3 Ochrana ovzduší**

Slévárenství patří obecně k velkým znečišťovatelům ovzduší. Ve všech vnitřních prostorech budovy je vysoká prašnost. Prach se všude usazuje a pracoviště jsou tak díky tomuto vlivu značně nečistá. V rámci ochrany ovzduší je vyvíjeno úsilí na zajištění postupného snižování ekologických zátěží z výrobního procesu, které se týká především snížení znečišťování ovzduší tuhými znečišťujícími látkami. V roce 2013 společnost dostala dotaci na projekt snížení emisí, který aktuálně aplikuje. Jedná se o výměnu mokrých odlučovačů za suché filtry,

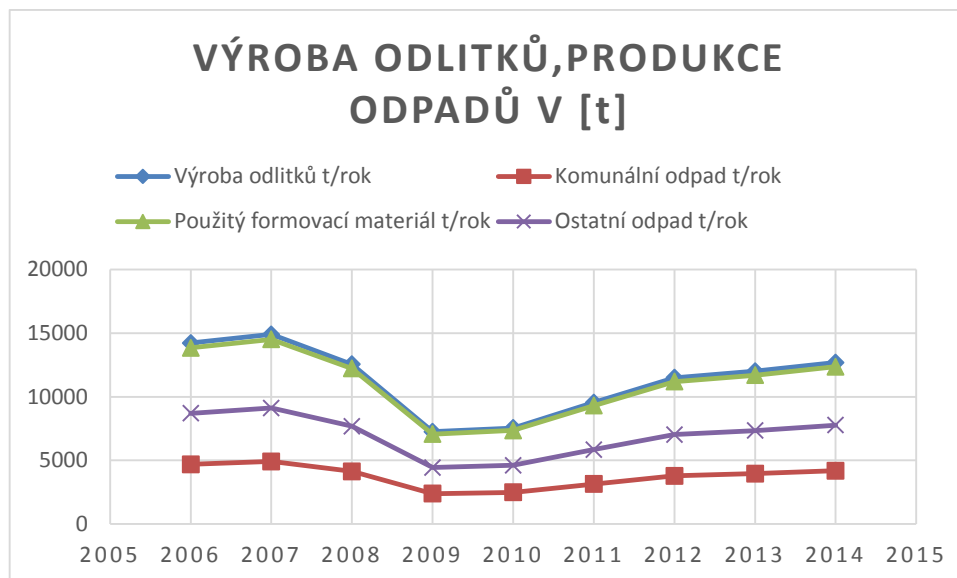
což vede ke zlepšení hygienických pracovních podmínek u zdrojů prašnosti a snížení emisí do ovzduší z těchto zdrojů. Aktuálně jsou vyměněny 2 z 3 odlučovačů. Cílem projektu je podstatné snížení emisí do ovzduší, snížení spotřeby energií, především tepelné energie (úspora až 3300 MWh/rok a snížení koncentrace škodlivých látek).

#### 7.5.4 Odpadové hospodářství

Odpadové hospodářství ve společnosti je řízeno v důsledném rozdělení a dodržování předepsaných směrnic za jednotlivé postupy, které se uplatňují při nakládání s odpady (Zákonem o odpadech - č. 185/2001 Sb.). Každý zaměstnanec podniku je pověřen, aby při své výkonné činnosti předcházel vzniku odpadů, omezoval jejich množství, dbal na jejich případné nebezpečné vlastnosti a taky se pokoušel zajistit možnému využití před jejich odstraněním. Vznikající odpady jsou tříděny, odděleně shromažďovány a označovány. Řada odpadů je zpětně recyklována a využívána ve výrobě při tavení (kovový šrot z vytloukání odlitků, řezání nálitků a obrábění) či při přípravě směsí na výrobu forem a jader (regenerace směsí po vytloukání). Ostatní odpady jsou smluvně předávány externím firmám (nebezpečné odpady ze zákona oprávněným osobám) za účelem jejich odstranění nebo materiálového využití (např. odpad z regenerace směsí jako surovinová SiO<sub>2</sub> korekce při výrobě cementářského slínku) a je s nimi nakládáno v souladu s legislativními požadavky. Společnost má zpracován „Plán odpadového hospodářství“. Objem vyprodukovaného odpadu ve firmě závisí na počtu zakázek. V Tabulce 3 jsem znázornila množství vyrobených odlitků v jednotlivých letech s tím související množství vyprodukovaných odpadů ročně.

	<b>Výroba odlitků [t/rok]</b>	<b>Komunální odpad [t/rok]</b>	<b>Použitý formovací materiál [t/rok]</b>	<b>Ostatní odpad [t/rok]</b>
<b>2006</b>	14 214	4 690	13 844	8 698
<b>2007</b>	14 897	4 916	14 509	9 116
<b>2008</b>	12 547	4 145	12 220	7 678
<b>2009</b>	7 256	2 394	7 067	4 440
<b>2010</b>	7 548	2 493	7 351	4 619
<b>2011</b>	9 547	3 157	9 298	5 842
<b>2012</b>	11 487	3 790	11 188	7 030
<b>2013</b>	12 003	3 961	11 690	7 345
<b>2014</b>	12 687	4 186	12 357	7 764

*Tabulka 3 Počet vyrobených odlitku a produkce odpadů v tunách v posledních 8 letech*



*Graf 2 : Celkové výroby odlitků a celkové produkci odpadů společnosti v letech 2006 – 2014*

Kapacita slévárny je cca 15 000 tun odlitků ročně, což byla téměř produkce v roce 2007. Největší zlom nastal v roce 2010, kdy společnost oslabila finanční krize, v té době bylo vyrobeno okolo 7 000 tun odlitků, což je polovina z roku 2007. Společnost se ale z dané situace pomalu zotavila a v současné době produkuje kolem na úrovni 12 000 tun odlitků ročně. Jak je již z tabulky i grafu zřejmé, počet vyrobených odlitků je téměř srovnatelný s použitím formovacího materiálu, což představuje velké množství toho vyprodukovaného odpadu. Proto se zabývám právě jimi v mé bakalářské práci. Danou problematiku budu více rozebírat v následující kapitole o analýze stavu formovacích směsí ve společnosti. Ostatní odpady jsou v tomto měřítku podstatně menší.

## **8 ANALÝZA STAVU NAKLADÁNÍ S FOMOVACÍMI SMĚSI Z HLEDISKA EKOLOGIE**

Společnost využívá všech dosažitelných technických a organizačních nástrojů k předcházení a minimalizování negativního působení na životní prostředí. Největším problémem byl prach, který se vytvářel v pracovních prostorách. Výměnou vlhkých odlučovačů za suché se podařilo rapidně snížit prašnost a emise nacházející se v závodě. Největším problémem, s kterým se nyní společnost potýká, je množství použité formovací směsi a jeho následné zpracování, či zneškodnění.

### **8.1 Specifikace používané formovací směsi**

Jak už jsem se zmínila v kapitole o procesu a technickém vybavení ZPS - Slévárny, a.s. Jako pojivo pro samotvrdnoucí směs se ve slévárně využívá vodní sklo, v případě výplňové směsi se využívá křemičitý písek a tvrdidlo ve formě ferosilicia. Kvalitu křemičitého písku si společnost hlídá, nechává si ji dovézt od společnosti Kerkosand a.s. sídlící na Slovensku. Křemičitý písek je do společnosti dovážen v množství zhruba 1000 tun za měsíc v mokřém stavu. Je skladován v tzv. bunkrech a před svým použitím ve výrobě musí být tento písek sušen v sušičce písku. Kapacita sušky je 8 tun písku za směnu provozu, tedy za 7,5 hodin.

Písek s označením SH 27 se vyznačuje vysokou kulatostí zrn s minimálním obsahem vyplavených látek. Hlavní složkou jemných podílů pod 0,063 mm je křemen vedle kaolinitu. Písky jsou dosti pravidelné. Zrna jsou hladká, jedná se o nejlepší písek pro anorganická pojiva.

Slabou stránkou slévárny je vysoká spotřeba materiálových nákladů na přípravu formovací směsi. Nejenom náklady, které jsou spojeny s formovací směsí, ale také hygiena práce pracovníků, kteří se dennodenně vystavují riziku chemických škodlivin a nedostatku denního světla, mohou mít neblahé následky na zdravotní stav operátorů pracujících v provozu.

### **8.2 Nebezpečné prvky obsažené v FS a jejich ekotoxicita**

#### **8.2.1 Křemenný písek**

Dovážený písek ze Šajdíkové Humence SH 27 neobsahuje žádné závažné toxické látky, které by mohly závažně ovlivnit zdraví člověka nebo životní prostředí. Přesto je důležité zacházet



s ním opatrněji při práci, jelikož má poměrně velkou prašnost, která by mohla při dlouhodobé pracovní činnosti ovlivnit dýchací ústrojí člověka. Proto je dobré, aby zaměstnanci pracující s tímto pískem používali pracovní respirační roušky a ochranné brýle. Bohužel při analýze výrobního prostoru jsem nezahlédla pracovníka, který by ochranné pomůcky používal.

### 8.2.2 Vodní sklo

Používané vodní sklo sodné tekuté značené pod obchodní značkou Dorsil®V . Jedná se o chemickou škodlivinu, která může při styku s kůží nebo při zasažení očí vážně poškodit lidské zdraví (může to vést až k oslepnutí). Jeho akutní toxicita – pro krysy  $LD_{50} = 3\,400$  mg/kg , dávka způsobující smrt při požití látky orálně.

Nádoby s vodním sklem musí být označeny dvěma základními značkami (Obrázek 9), jelikož se jedná o nebezpečné látky:



*Obrázek 9: Výstražné značky nebezpečnosti, kterými jsou nádoby s vodním sklem označeny.*

První výstražný symbol zdůrazňuje, že se jedná o dráždivý a zdraví škodlivý produkt a druhá značka nám symbolizuje možnost těžkého poleptání kůže.

Pracovníci zacházející s vodním sklem mají ochranný pracovní oblek, obuv i rukavice. Hlavním zdravotním nebezpečím jsou vlivy lokální (působení pH). Musí se dodržovat pracovní předpisy a po práci si musí vždy důkladně umýt ruce i obličej. V místech používání a skladování materiálu je třeba přísně zakázáno kouření a požívání jídla a pití.

### 8.2.3 Tvrdidla

Slévárna používá jako tvrdidlo formovací směsi práškové ferosilicium. Z hlediska ekologie se jedná o nebezpečnou, hořlavou, tuhou látku. Pro člověka může styk s kůží vyvolat alergickou kožní reakci. Dlouhodobý kontakt může způsobit vysušení kůže s následkem dermatitidy. Akutní toxicita – potkan -  $LD_{50} = 500$  mg/kg. Dlouhodobé vdechování může být pro



zdraví člověka škodlivé. Nařízení pro pracovníky platí stejné jako se zacházením s vodním sklem.

### **8.3 Regenerace**

Součástí pracoviště je mokrá regenerace formovacích směsí, vyrobena podle vlastního návrhu již před 30 lety. Princip této technologie je založen na otírce směsi ve zvlhčeném stavu, a tato směs je dodávána po rozdrčení ve vibračním drtiči. Ve vodní hospodářství regeneračního zařízení nastává problém se solností odpadní vody (tato voda se pak musí zpětně krystalizovat a neutralizovat). Tento problém je řešen v samostatném uzavřeném okruhu, kal je po usazení dodáván do centrálního kalového systému, ve kterém jsou všechny kaly ze slévárny zpracovány na tzv. kaolisu do formy pevného odpadu. Regenerát je po vysušení opět používán do modelových směsí. Jedná se poměrně o energicky náročnou technologii, kde se spotřebovává velké množství vody (kolem 5,3 m<sup>3</sup> na 1 t regenerátu). Z celkového množství použité směsi se zregeneruje přibližně 50 % písku. Jakost regenerátu je dobrá, ale ekonomicky a ekologicky je však vzhledem k množství vody, které zde prochází, mokrá regenerace do budoucna těžce konkurence schopná. Společnost má za cíl zvýšení podílu zpracované regenerované formovací směsi, což je investičně náročné, jelikož zařízení je poměrně zastaralé, tak potřebuje dostatečné finanční náklady na jeho rekonstrukci.

### **8.4 Zpracování použité FS**

Přebytečná formovací směs, která neprojde regenerací je vyvážena na skládku. Vzhledem k množství vyvážené směsi se musí vyvážet do dvou různých skládek, přičemž jedna sídlí nedaleko města Zlín a druhá je vzdálena asi 40 km od sídla společnosti, ve městě Slavičín. Řízení skládek má svá pravidla, která se řídí dle vyhlášky 294/2005 Sb., hovořící o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů. Za ukládání odpadů se dle klasifikace uloženého materiálu samozřejmě platí. Náklady, které společnost každoročně vynaloží, jsou znázorněny v následující tabulce (Tabulka 4).

<b>Rok</b>	<b>Náklady vynaložené odstranění odpadů z formovací směsi</b>
<b>2006</b>	778 794 Kč
<b>2007</b>	816 204 Kč
<b>2008</b>	687 436 Kč
<b>2009</b>	397 554 Kč
<b>2010</b>	413 531 Kč
<b>2011</b>	523 059 Kč
<b>2012</b>	629 381 Kč
<b>2013</b>	657 621 Kč
<b>2014</b>	695 143 Kč

*Tabulka 4 Náklady společnosti ZPS-Slévárna, a.s. na odstranění odpadů v jednotlivých letech*

Z dané tabulky můžeme vidět, že náklady na odstranění odpadů z formovacích směsí jsou poměrně finančně náročné, to znamená, že jsou pro slévárnu velice problémovou záležitostí.

## **8.5 Závěr analýzy - problémy, které by se měly řešit**

- a) Snížení množství odpadů z formovací směsi - společnost vynakládá poměrně velké náklady na odstranění přebytečné formovací směsi, považuji za velice důležité snížit výši produkci odpadů pro nejbližší budoucnost firmy. Jak je známo, že ekologické zákony a předpisy se zcela zákonitě zpřísnují a pro slévárnu může tento trend znamenat velice vážné nebezpečí.
- b) Regenerace formovací směsi - současná technologie na mokrou regeneraci je s pár rekonstrukcemi 30 let stará. Její účinnost stářím klesá také pro velký objem odpadní vody, který se musí vyčistit a dále zpracovat, co z ekologického hlediska není pozitivní. Proto by se měl tento problém nějakým způsobem řešit.
- c) Bezpečnost práce - jelikož se jedná o poměrně rizikové pracoviště, je velice důležité nosit osobní ochranné pracovní pomůcky, které má každý pracovník k dispozici u

svého vedoucího. Při analýze pracovního chodu společnosti jsem zaznamenala mnoho pracovníků, kteří se pohybovali bez OOPP v prostorech méně rizikových (kde stačí nosit ochranné přilby) ale také ve více rizikových pracovištích, kde je zapotřebí díky velké prašnosti nosit respirátor.

## 9 NÁVRHY A OPATŘENÍ PRO EKOLOGICKÝ PROVOZ FIRMY

1. Nahrazení používaného suchého tvrdidla za kapalné na bázi esterolu - Esterol se skládá z relativně velmi čistých chemických látek, to znamená, že jeho reaktivita je konstantní. Nemá agresivní účinky na zařízení ani na pracovníky (je netoxické, nehořlavé a bez zápachu). Při odlévání nedochází k vývoji obtížných par nebo plynů, takže nároky na odsávací zařízení jsou minimální. Zároveň nevznikají látky způsobující zamoření odpadních vod při regeneraci. Regeneraci s využitím esterolu se může zvýšit až o 10 % se současnou technologií, jelikož nemá tak velkou váznost ke křemičitému písku, jako ferosilicium.

### Ekonomické zhodnocení návrhu:

Cena esterolového tvrdidla, kterou vyrábí společnost SAND TEAM, spol. s r.o. je 58 Kč/kg, přičemž dávkování je doporučené 2 % pojiva a 0,28 % tvrdidla.

Jelikož jsem nezjistila oficiální cenu vodního skla, stanovila jsem ji orientačně na 70 Kč/kg, cena používaného tvrdidla ve formě ferosilicia je 46 Kč/kg. Průzkum byl prováděn při výrobě menšího odlitku.

	Tvrdidlo ferosilicium	Tvrdidlo Esterol
Pojivo	189 Kč	140 Kč
Tvrdidlo	14,4 Kč	16,24 Kč
Cena pojiva a tvrdidla celkem	203,4 Kč	156 Kč

*Tabulka 5 Srovnání cen tvrdidla ferosilicia a esterolového v jednom odlitku*

Z tabulky (Tabulka 5) můžeme zpozorovat skutečnost, že i když cena práškového tvrdidla je výrazněji nižší, tak celková cena formovací směsi s kapalným tvrdidlem při výrobě malého odlitku je o 47,4 Kč levnější. To zapříčinilo nižší dávkování poměrů pojiva do směsi. Nižší dávkování pojiva pro přechod z tvrdidla práškového na kapalné má tedy příznivý vliv nejen na ekonomiku podniku, ale taky na její péči o životní prostředí.

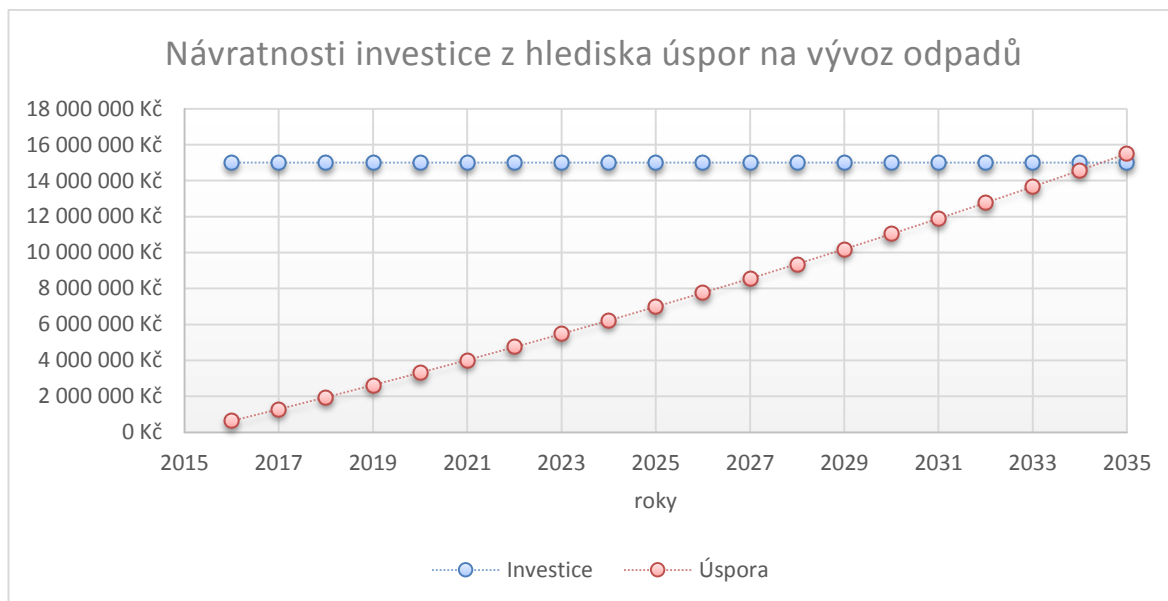
2. Dalším mým návrhem je výměna technologie pojiva vodního skla za novou ekologickou formu pojiva na bázi proteinů (tzv. bílkoviny, jedná se o materiál pocházející z přírodních, obnovitelných zdrojů). Analýzu ceny formovací směsi jsem nemohla

zjistit, jelikož se jedná o metodu, která je dosud ve stádiu výzkumu. Společnost zabývající se biogenním pojivem je například GMBond, která uvádí, že kromě snížení emisí, zvýšení produktivity práce, se směs velmi dobře regeneruje - objem regenerátu je až 70 % mokrou metodou. To znamená, že investiční náklady na zavedení technologie by byly minimální, jelikož veškeré technologie by jinak zůstaly v původním stavu.

3. Investice do zařízení na regeneraci formovací směsi. Dnešní trendy ve slévárenství upřednostňují regeneraci pneumatickou, nejmodernější systémy dokážou spolehlivě vrátit do oběhu až 98 % regenerovaného písku. Jedná se o poměrně nákladnou investici, ale ve srovnání se současnou technologií by byla brzy vratná. Zavedením uvedené technologie do současné výroby odlitků došlo ke snížení spotřeby nového písku, pojiva, tvrdidla a tím i ke snížení odpadů. Ačkoliv pneumatickou regenerací lze docílit takového pozitivně velkého procenta návratnosti formovací směsi, není tento proces samospasitelný. Vždy bude docházet ke stárnutí směsi a degeneraci jejích vlastností, ať už v důsledku tepelných a chemických procesů nebo vnášení nečistot. Určité množství směsi proto musí oběh opustit a být nahrazeno směsí novou.

#### Ekonomické zhodnocení:

Veškeré návrhy pro výrobu jsou řešeny tzv. „na klíč“. Tudíž celkovou investici není jednoduché zjistit. Pro zhodnocení jsem vycházela z pořízení této technologie pro slévárnu sídlící v Itálii, která je taky dceřinou společností koncernu Tajmac-ZPS,a.s., kde investiční náklady se pohybovali kolem 550 000 Euro (cca 15 mil. Kč). Návratnost investice (Graf 3) jsem posuzovala pouze z hlediska úspor na náklady pro vývoz použité formovací směsi (v poměru se stoupajícím koeficientem výroby) z mokré regenerace a pneumatické regenerace, žádné další žádné další faktory nebyly započteny.



*Graf 3 : Návratnost investice pneumatické regenerace*

Z grafu (Graf 3) je viditelné, že návratnost investice při zavedení dané technologie v roce 2016 by byla mezi lety 2034 až 2035.

4. Další návrh nesouvisí přímo s ekologií, ale jedná se o hygienu práce. Jak jsem analyzovala v předchozí kapitole, zaměstnanci společnosti nevyužívají plně dostupných pomůcek při práci s nebezpečným materiálem nebo při samostatném pohybu v prostorech výroby. Proto navrhuji striktní zaškolení pracovníků ohledně nošení ochranných pomůcek, aby nedocházelo k náhodným zraněním nebo dlouhodobým zdravotním problémům. Při nedodržení podmínek navrhuji dát napomenutí, při stálém porušování přistoupit ke srážkám ze mzdy.
5. Přesto, že určitá část písku se vrací zpět do oběhu, zůstává tu poměrně velké množství písku, které se musí vyvážet na skládku. Přitom stačí často nepřilíš nákladná úprava, aby se mohl stát ekonomickou surovinou, která se dá uplatnit především ve stavebním průmyslu. Nezbytné je, aby neobsahoval zbytky nerozpadlých jader, kovové části nebo prach, z toho plyne, že musí být ekologicky nezávadný. Největší uplatnění mají formovací směsi s vodním sklem při výrobě tzv. stříkaných betonů, kde se určité množství vodního skla přidává z důvodu urychlení tuhnutí. Největší využití lze nalézt v cihlářském průmyslu. Zde se křemenné písky používají jako ostřívo, kterými lze lehce pomoci pro snížení citlivosti výrobků při sušení, zvýšení

pevností pálených výrobků, ale také celkově pro zlepšení zpracovatelnosti cihlářské hmoty. Ve Zlíně funguje společnost vyrábějící cihly, vzdálených asi 10 km ze sídla společnosti. Což je blíže, než vývoz na skládku. Proto mým návrhem je navázat společné kontakty pro vývoz určitého množství použité formovací směsi.

6. Poslední dva návrhy souvisí s poměrně velkým zásahem do technologického zařízení slévárny a jsou i dost investičně náročné a zasahující poměrně rapidně do technologického procesu slévárny, proto se o nich zmiňuji jen orientačně. Jedná se o vybavení a chod ekologické slévárny nového století.
  - Prvním návrhem je investice do technologie vakuového formování. Při zkoumání zahraničních sléváren, které tuto metodu zavedly do svého technologického procesu, se prokázalo, že celkové investiční náklady na vytvoření nového pracoviště pro formování s přípravou formovací směsi a s regenerací použitého písku (bod 3) ukazují, že metoda vakuového formování vyžaduje nejnižší investiční náklady.
  - Zmražené formy- nejméně investičně náročné se jeví profukování jádra (formy) chladicím médiem, umožňuje pěstovat s minimální spotřebou energie. Odpadá zde regenerace ostřiva (více než 96 % ostřiva se vrací zpět) - celá technologie se blíží téměř k bezodpadovým technologiím budoucnosti.

## 10 ZÁVĚR

Domnívám se, že má bakalářská práce svůj cíl splnila. Analyzovala jsem v ní poměrně široce stav nakládání s formovacími směsi ve společnosti ZPS – Slévárna, a.s. a analyzovala ho z hlediska životního prostředí.

Dále jsem provedla zpracování návrhů, které v této době považuji na nejdůležitější. Dají se shrnout v následujícím odstavci.

Odpady z formovacích směsí mají dva zásadní problémy. Jedním z nich je použití neekologického tvrdidla ferosilicia ve spojení s vodním sklem. Doporučením pro nahrazení tvrdidla na bázi esterolu získáme ekologickou směs, jelikož se jedná o přírodní tvrdidlo a navíc jeho dávkování v kombinaci s vodním sklem je procentuálně nižší. To se nám promítlo při porovnání nákladů pro malý odlitek a zvýhodnilo esterolové tvrdidlo i po finanční stránce.

Druhým velkým mezníkem jsou vysoké náklady na vývoz použité formovací směsi, které rostou s produkcí odlitků. Návrhem investice do moderní pneumatikové regenerace by se snížily náklady na vývoz použité formovací směsi.

Poslední a zároveň zásadní návrh nepřímo související s ekologií, je bezpečnost práce. Společnost by měla řádně zaškolit pracovníky k nošení a používání osobních ochranných pracovních pomůcek, které zaměstnancům chrání zdraví a zabraňuje zbytečným pracovním úrazům.

Předkládaná bakalářská práce je dle mého názoru důležitým podkladem pro řešení redukce odpadů z formovacích směsí ve společnosti.



## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

### Monografie:

- [1] DIRNER, Vojtech. *Ochrana životního prostředí: základy, plánování, technologie, ekonomika, právo a management*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 1997, 333 p. ISBN 8070784903.
- [2] KOČÍ, Vladimír. *Environmentální dopady: posuzování životního cyklu*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2013. ISBN 8070808586.
- [3] REMTOVÁ, Květa. *Strategie podniku v péči o životní prostředí: dobrovolné nástroje*. Vyd. 1. Praha: Economica, 2006, 100 s. ISBN 80-245-1086-3.
- [4] ČERVINKA, P. a kol. *Ekologie a životní prostředí*. Praha: Nakladatelství české geografické společnosti, 2005. 118 s. ISBN 80-86034- 63-1.
- [5] MIKOLÁŠ, Jan a Břetislav ŘEZNÍČEK. *Ekologické hodnocení a navrhování procesů*. první. Praha: Nakladatelství technické literatury a ministerstvo životního prostředí, 1992. ISBN 80-03-00484-5.
- [6] NEUŽIL, Vladimír. *Znečišťování ovzduší*. První. Praha: KONEKO, 1991.
- [7] ROZMAN, Jiří a Zdeněk POSPÍCHAL. *Ekologické inženýrství*. [1. vyd.]. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 1996, 135 s. ISBN 8070783737
- [8] MIKOLÁŠ, Jan. *Recyklace průmyslových odpadů*. první. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1988. ISBN 04-833-87.
- [9] BEDNÁŘOVÁ, Vlasta. *Recyklace slévárenských odpadů - regenerace formovacích směsí*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2004, 53 s. ISBN 80-248-0682-7.
- [10] JELÍNEK, Petr. *Slévárenské formovací směsi*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 1996, 177 s. ISBN 80-7078-326-5.
- [11] JELÍNEK, Petr. *Pojivové soustavy slévárenských formovacích směsí: (chemie slévárenských pojiv)*. [Ostrava: P. Jelínek], 241 s. ISBN 80-239-2188-6.
- [12] RUSÍN, Karel a kolektiv; *Slévárenské formovací materiály*. Praha 1991. ISBN 80-03-00278-8

- [13] JELÍNEK, Petr. *Disperzní soustavy slévárenských formovacích směsí: ostřiva*. Ostrava: Petr Jelínek, 2000, 138 s. ISBN 80-238-6118-2.
- [14] FOŠUM, J. "Formovací materiály v českých slévárnách před 50 lety a dnes", *Slévárství*, Roč. 61, č. 11-12 (2013), s. 427-431
- [15] KOMÍNKOVÁ, Dana. *Ekotoxikologie*. Vyd. 1. V Praze: České vysoké učení technické, 2008. ISBN 8001040585.
- [16] CUPÁK, P. *Biogenní pojiva jako ekologická alternativa k metodám HB a WB*. In: Sborník abstraktů 47. slévárenské dny. Česká slévárenská společnost, Brno, 2010, s. 39. ISBN 978-80-904020-6-5.
- [17] ANTONÍN MORES, Milan Němec. *Technologická zařízení sléváren*. Vyd. 1. V Praze: České vysoké učení technické, 2010. ISBN 8001044904.
- [18] CHRÁST, Jaroslav. *Slévárenská zařízení*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006, 256 s. ISBN 80-7204-456-7.
- [19] ŠKRÉTA, Karel. *Požadavky na osobní ochranné pracovní prostředky a na jejich poskytování zaměstnancům*. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2007, 20 s. Bezpečný podnik. ISBN 978-80-86973-69-2
- [20] BURDEK, Ladislav. *Bezpečnost a ochrana zdraví při práci*. 903. Ostrava-Hrabůvka: Sagit,a.s., 2012. ISBN 9788072089260.

#### **Internetové zdroje:**

- [21] KAISEROVÁ, Tereza. *Prezentace odborné profese EKOLOG* [online]. In: . [cit. 2015-06-08]. Dostupné z: [http://www.muzeumcl.cz/userfiles/file/EKOLOG-EXP\\_KATALOG%281%29.pdf](http://www.muzeumcl.cz/userfiles/file/EKOLOG-EXP_KATALOG%281%29.pdf)
- [22] *Ministerstvo životního prostředí* [online]. 2015 [cit. 2015-06-08]. Dostupné z: <http://www.mzp.cz>
- [23] *Vyhláška č. 2/98 o nakládání s komunálními odpady* [online]. In: . [cit. 2015-06-08]. Dostupné z: [www.nedeliste.cz/dokumenty/vyhl\\_2-98\\_odpady.doc](http://www.nedeliste.cz/dokumenty/vyhl_2-98_odpady.doc)
- [24] *odpady-online.cz. Formovací směsi ze sléváren* [online]. 2001 [cit. 2015-06-08]. Dostupné z: <http://odpady-online.cz/formovaci-smesi-ze-slevaren/>

[25] Smrtná dávka. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2015-06-08]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Smrtná\\_dávka](http://cs.wikipedia.org/wiki/Smrtná_dávka)

**Ostatní:**

[26] Vnitřní materiál společnosti

## SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1 Pozitivní vlastnosti, které podniku mohou přinést při zlepšení svého enviromentálního chování. [2]</i> .....	11
<i>Obrázek 2 Vznik a cesty odpadů [8]</i> .....	15
<i>Obrázek 3 Sled prochodů jimž musí formovací směs projít [10]</i> .....	20
<i>Obrázek 4: Výrobní budova společnosti ZPS-SLÉVÁRNA, a.s.</i> .....	34
<i>Obrázek 5: Organizační struktura společnosti ZPS-Slévarna, a.s.</i> .....	37
<i>Obrázek 6: Pracoviště výroby modelů</i> .....	39
<i>Obrázek 5: Pohled na F2B-Formovna středních odlitků</i> .....	41
<i>Obrázek 8: Lící proces z pánve do formy na Formovně 2a</i> .....	42
<i>Obrázek 9: Výstražné značky nebezpečnosti, kterými jsou nádoby s vodním sklem označené.</i> .....	48

## SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1</i> Struktura slévárenských odpadů [9] .....	19
<i>Tabulka 2</i> Rozdělení škodlivin dle jejich jedovatosti[15].....	30
<i>Tabulka 3</i> Počet vyrobených odlitků a produkce odpadů v tunách v posledních 8 letech .....	45
<i>Tabulka 4</i> Náklady společnosti ZPS-Slávna, a.s. na odstranění odpadů v jednotlivých letech .....	50
<i>Tabulka 5</i> Srovnání cen tvrdidla ferosilicia a esterolového v jednom odlitku.....	52

## SEZNAM GRAFŮ

<i>Graf 1 : Podíly počtu vyráběných odlitků na jednotlivých formovnách za rok v %.....</i>	<i>40</i>
<i>Graf 2 : Celkové výroby odlitků a celkové produkci odpadů společnosti v letech 2006 – 2014 .....</i>	<i>46</i>
<i>Graf 3 : Návratnost investice pneumatické regenerace.....</i>	<i>54</i>