

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA STROJNÍ**

ÚSTAV TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ, PROJEKTOVÁNÍ  
A METROLOGIE



DIPLOMOVÁ PRÁCE

NÁVRH OPTIMALIZACE PRACOVIŠTĚ  
WORKPLACE OPTIMALIZATION DESIGN

AUTOR: Ondřej Hábl

STUDIJNÍ PROGRAM: Strojní inženýrství

VEDOUCÍ PRÁCE: Ing. Jiří Kyncl

PRAHA 2018

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení:	Hábl	Jméno: Ondřej	Osobní číslo: 409529
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní		
Zadávací katedra/ústav:	Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie		
Studijní program:	Strojní inženýrství		
Studijní obor:	Výrobní a materiálové inženýrství		

## II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:  
**Návrh optimalizace pracoviště**

Název diplomové práce anglicky:  
**Workplace optimization design**

Pokyny pro vypracování:

1. Rešerše problematiky optimalizace výrobních procesů
2. Analýza úzkých míst
3. Návrh optimalizace vybraného pracoviště
4. Technicko-ekonomické zhodnocení návrhu

Seznam doporučené literatury:

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:  
**Ing. Jiří Kyncl, 12134**

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **09.04.2018**      Termín odevzdání diplomové práce: **31.07.2018**

Platnost zadání diplomové práce: \_\_\_\_\_

 Ing. Jiří Kyncl podpis vedoucí(ho) práce	 Ing. Libor Beránek, Ph.D. podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry	 prof. Ing. Michael Valášek, DrSc. podpis děkana(ky)
--	---	---

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

<u>26.4.2018</u> Datum převzetí zadání	<u>Hábl</u> Podpis studenta
---	--------------------------------

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně za použití literatury a informačních pramenů uvedených v seznamu citovaných zdrojů.

V Praze dne: .....

.....  
Ondřej Hábl

## Poděkování

Mé poděkování patří především panu Ing. Jiřímu Kynclovi za odborné vedení, cenné rady a trpělivost, kterou mi věnoval při zpracování diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat firmě Prague Casting Services a. s. za velmi vstřícný přístup a ochotu. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat všem ostatním, kteří mne podporovali při zpracování této práce.

## Anotace

Tato diplomová práce je věnována optimalizaci vybraného pracoviště. První část této práce se zabývá rešerší dané problematiky, především úvodem do problematiky průmyslového inženýrství, navrhováním pracoviště a vztahem mezi člověkem a pracovním prostředím. Následující část práce je dále věnována aplikaci těchto poznatků při návrhu optimalizace pracoviště. Poslední část práce je věnována technicko-ekonomickému zhodnocení návrhu optimalizace vybraného pracoviště.

## Klíčová slova

Průmyslové inženýrství, úzké místo, optimalizace, layout, ergonomie.

## Annotation

This diploma thesis deals with the optimization of the selected workplace. The first part of this thesis deals with the research of the given issue, especially with the introduction to industrial engineering, workplace design and the relationship between man and the working environment. The following part is devoted to the application of this knowledge when designing the workplace optimization. The last part of the thesis is devoted to the technical and economic evaluation of the optimization design of the selected workplace.

## Keywords

Industrial engineering, bottleneck, layout, ergonomics, optimization.

# Obsah

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>PRAGUE CASTING SERVICES A. S.</b> .....	<b>11</b>
2.1	HISTORIE .....	11
2.2	VÝROBNÍ PORTFOLIO A ZÁKAZNÍCI .....	11
<b>3</b>	<b>ÚVOD DO PROBLEMATIKY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ</b> .....	<b>13</b>
3.1	PRODUKTIVITA .....	14
3.2	PLÝTVÁNÍ .....	14
3.3	METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ .....	16
3.3.1	<i>Předcházení vadám</i> .....	18
3.3.2	<i>Metoda 5S</i> .....	18
3.3.3	<i>Zlepšování procesů</i> .....	20
<b>4</b>	<b>TECHNICKO-ORGANIZAČNÍ PODMÍNKY VÝROBY</b> .....	<b>21</b>
4.1	ÚZKÁ MÍSTA VÝROBY .....	21
4.1.1	<i>Identifikace omezení</i> .....	21
4.1.2	<i>Maximální využití</i> .....	23
4.1.3	<i>Podřízení systému nalezenému omezení</i> .....	23
4.1.4	<i>Odstranění omezení</i> .....	23
4.2	MATERIÁLOVÝ TOK .....	23
4.3	PROSTOROVÉ USPOŘÁDÁNÍ .....	24
4.3.1	<i>Technologické uspořádání</i> .....	24
4.3.2	<i>Předmětné uspořádání</i> .....	25
4.4	ORGANIZACE PRACOVIŠTĚ .....	26
4.4.1	<i>Organizace na pracovišti – 5S</i> .....	27
<b>5</b>	<b>ZÁSADY PŘI NAVRHOVÁNÍ PRACOVIŠTĚ</b> .....	<b>28</b>
5.1	ROZBOR SOUČÁSTKOVÉ ZÁKLADNY .....	28
5.2	PRACOVIŠTĚ A LIDSKÉ TĚLO .....	28
5.2.1	<i>Ergonomie</i> .....	29
5.2.2	<i>Pracovní polohy</i> .....	32
5.2.3	<i>Tělesná dynamika</i> .....	33
5.2.4	<i>Mentální pracovní zátěž</i> .....	34
5.3	PRACOVNÍ PROSTŘEDÍ DLE NAŘÍZENÍ VLÁDY .....	35
5.3.1	<i>Požadavky na pracoviště</i> .....	35
5.3.2	<i>Podmínky ochrany zdraví při práci s chemickými faktory a prachem</i> .....	36
5.3.3	<i>Bližší hygienické požadavky na prostory pracoviště</i> .....	37
5.3.4	<i>Hodnocení zdravotního rizika pracovní polohy</i> .....	37
5.3.5	<i>Podmínky ochrany zdraví při práci s fyzickou zátěží</i> .....	39

<b>6</b>	<b>ANALÝZA A POPIS SOUČASNÉHO STAVU VÝROBY .....</b>	<b>42</b>
6.1	POPIS VÝROBY .....	42
6.1.1	<i>Výroba voskového modelu .....</i>	<i>43</i>
6.1.2	<i>Výroba skořepinových forem .....</i>	<i>43</i>
6.1.3	<i>Příprava forem .....</i>	<i>44</i>
6.1.4	<i>Proces lití.....</i>	<i>44</i>
6.1.5	<i>Finalizace odlitku.....</i>	<i>44</i>
6.2	ANALÝZA VÝROBY .....	45
6.3	ANALÝZA ÚZKÉHO MÍSTA.....	45
6.3.1	<i>Zdroj informací.....</i>	<i>46</i>
6.3.2	<i>Identifikace úzkého místa .....</i>	<i>46</i>
6.3.3	<i>Podřízení systému .....</i>	<i>46</i>
6.4	ANALÝZA TOKU MATERIÁLU MEZI PRACOVIŠTI OBALOVNA A PŘÍPRAVA SKOŘEPIN .....	47
6.5	ANALÝZA PRACOVIŠTĚ PŘÍPRAVY SKOŘEPIN .....	48
6.5.1	<i>Vstupní mezisklad .....</i>	<i>49</i>
6.5.2	<i>Výplach.....</i>	<i>50</i>
6.5.3	<i>Zábal .....</i>	<i>52</i>
6.5.4	<i>Výstupní mezisklad.....</i>	<i>53</i>
6.5.5	<i>Analýza toku materiálu na pracovišti přípravy skořepin.....</i>	<i>53</i>
6.6	KATEGORIZACE SKOŘEPIN.....	56
6.6.1	<i>Shrnutí nedostatků.....</i>	<i>57</i>
<b>7</b>	<b>NÁVRH OPTIMALIZACE MATERIÁLOVÉHO TOKU .....</b>	<b>60</b>
<b>8</b>	<b>NÁVRH OPTIMALIZACE ORGANIZACE A USPOŘÁDÁNÍ PRACOVIŠŤ.....</b>	<b>62</b>
8.1	APLIKACE 5S .....	62
8.1.1	<i>První pilíř: Třídění (Sorting) .....</i>	<i>63</i>
8.1.2	<i>Druhý pilíř: Nastavení pořádku (Set in order).....</i>	<i>64</i>
8.1.3	<i>Třetí pilíř: Lesk (Shine) .....</i>	<i>64</i>
8.1.4	<i>Čtvrtý pilíř: Standardizace (Standardization) .....</i>	<i>65</i>
8.1.5	<i>Pátý pilíř: Zachování (Sustaining).....</i>	<i>68</i>
8.2	MIKROKLIMATICKÉ PODMÍNKY .....	69
8.3	NÁVRH PRACOVIŠTĚ PŘÍPRAVY SKOŘEPIN.....	69
8.3.1	<i>Vstupní mezisklad .....</i>	<i>69</i>
8.3.2	<i>Výplach.....</i>	<i>71</i>
8.3.3	<i>Zábal .....</i>	<i>73</i>
8.3.4	<i>Výstupní mezisklad.....</i>	<i>75</i>
8.4	TOK MATERIÁLU NA OPTIMALIZOVANÉM PRACOVIŠTI .....	76
8.5	PŘÍPRAVKY .....	79
8.5.1	<i>Vyplachovací přípravek .....</i>	<i>79</i>
8.5.2	<i>Manipulační podložky .....</i>	<i>80</i>



8.5.3	<i>Odvíječ izolační vaty</i> .....	81
8.5.4	<i>Renovace přepravních vozíků</i> .....	82
<b>9</b>	<b>TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ</b> .....	<b>83</b>
9.1	TECHNICKÉ ZHODNOCENÍ .....	83
9.1.1	<i>Návrh pracoviště</i> .....	84
9.1.2	<i>Pracoviště přípravy skořepin</i> .....	85
9.2	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ .....	87
9.2.1	<i>Náklady</i> .....	87
9.2.2	<i>Předpokládaná úspora</i> .....	88
9.2.3	<i>Doba návratnosti</i> .....	88
<b>10</b>	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>89</b>
<b>11</b>	<b>POUŽITÉ ZDROJE LITERATURY</b> .....	<b>91</b>
<b>12</b>	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>93</b>
<b>13</b>	<b>SEZNAM TABULEK</b> .....	<b>95</b>
<b>14</b>	<b>SEZNAM DIAGRAMŮ</b> .....	<b>96</b>
<b>15</b>	<b>PŘÍLOHA</b> .....	<b>97</b>

# 1 Úvod

Tato diplomová práce je zaměřena na problematiku optimalizace výrobních procesů. První část práce je věnována rešerši dané problematiky. Zpracovaná rešeršní část je věnována úvodu do průmyslového inženýrství. Zde jsou objasněny základní pojmy a principy průmyslového inženýrství a používaných metod. Metody, které budou použity při návrhu optimalizace pracoviště, jsou zde detailně popsány. Dále je rešeršní část věnována technicko-organizačním parametrům výroby, kde jsou definovány pojmy jako materiálový tok, prostorové uspořádání a úzká místa výroby. Poslední rešeršní část je věnována zásadám při navrhování pracoviště, především tedy ergonomickým zásadám a dále pak požadavkům na pracovní prostředí dle platného nařízení vlády.

Kapitoly, věnované návrhu optimalizace, vycházejí z vypracované rešerše a zabývají se analýzou současného stavu výroby. Analýza je založena na definování úzkého místa, toku materiálu a detailní analýze vybraného pracoviště. Po analyzování následuje návrh optimalizace. Optimalizace je zaměřena především na tok materiálu, ergonomičnost a uspořádání pracoviště a na mikroklimatické podmínky na pracovišti.

Cílem této práce bude optimalizovat část výroby, která byla zvolena po konzultaci s vedením firmy. Jedná se o část výroby, kde dochází k vytavení voskového modelu ze skořepiny a následné přípravě skořepiny na proces lití. Důvodem, proč byla vybrána právě tato oblast výroby je, že zde probíhá konečná úprava skořepiny. Je proto klíčové, aby byl tento proces dostatečně precizní a zamezilo se tak výskytu vměstků, případně prasklin formy a následné neshodné výrobě. Mechanismů vzniku vměstků je několik. V této práci se zaměřím na vměstky, způsobené vniknutím nežádoucích prvků do skořepiny v procesu přípravy skořepiny před procesem lití. Jako nežádoucí prvky, způsobující následně vměstky, lze považovat prach, částice keramiky odštipnuté z formy při nedbalé manipulaci, případně jiné nečistoty. K prasklinám a následnému snížení soudržnosti formy může docházet především při teplotní dilataci voskového modelu ve skořepině před jeho vytavením, případně nedbalou manipulací se skořepinou. Snížením teplotní dilatace vosku bude docíleno optimalizací materiálového toku, v místech, kde dochází ke změnám teploty prostředí.

Zvýšením preciznosti procesů bude docíleno požadovaného standardu, který zajistí minimalizaci výše zmiňovaných předpokladů pro vznik nežádoucích vlivů. Tato optimalizace bude realizována na základě metod průmyslového inženýrství.

Poslední část práce je věnována technicko-ekonomickému zhodnocení navržené optimalizace, kde je zhodnocen celkový užitek z optimalizace a finanční náročnost daného řešení.

## 2 Prague Casting Services a. s.

Tato diplomová práce zpracovává optimalizaci vybraného pracoviště ve firmě Prague Casting Services a. s. Společnost sídlí v Praze a řadí se mezi slévárny přesného lití metodou vytavitelného modelu. Tato kapitola je věnována historii společnosti a jejímu představení.

### 2.1 Historie

Historie současné budovy sahá do konce 80. let minulého století. Budovu tehdy vystavila společnost Motorlet a. s. v rámci navýšení kapacit výroby lopatek leteckých motorů. V roce 1991 vznikla firma Walter-Deritend a. s., která vznikla jako „joint venture“ společností Motorlet a. s. a Triplex Lloyd International Limited se sídlem ve Spojeném království Velké Británie a Severního Irska. Cílem této spolupráce bylo spojení zahraničních zdrojů a know-how se společností Motorlet a. s. V 90. letech se společnost Motorlet vrátila ke své mateřské firmě, WALTER a. s., jejíž kořeny sahají do období první republiky. Strukturální změny ve vedení společnosti Triplex Lloyd International Limited měly za následek ztrátu zájmu o společnost v České republice provázené řadou změn, jež vyvrcholily v roce 2002 vznikem společnosti Prague Casting Services a. s. Následovalo období, kdy došlo ke změně hlavních akcionářů firmy, v roce 2003 došlo k převodu akcií ze společnosti Doncasters International Limited na společnost Tark s. r. o., v roce 2006 na společnost WALTER a. s., v roce 2007 na společnost FF Invest a. s. a v roce 2010 došlo k poslední změně hlavních, a v tomto případě jediných akcionářů, fyzických osob, a to: Ing. Michala Černého, Ing. Václava Havlana a Ing. Libora Veverku. [12]

### 2.2 Výrobní portfolio a zákazníci

Firma odlévá široké spektrum materiálů. Jedná se především o uhlíkové, nerezové a žáruvzdorné oceli a niklové a kobaltové superslitiny. Odlévání je možné atmosférické i vakuové, a to do hmotnosti odlitků až přibližně 60 kilogramů. Jsou odlévány například odlitky do průmyslových plynových turbín, leteckých motorů nebo jaderných elektráren.



Obrázek 1: Ukázka odlitků [12]

Mezi odběratele těchto odlitků patří mnoho známých společností, a to nejen z České republiky, ale i ze zahraničí. Mezi zahraniční odběratele patří například Westinghouse CNFD (USA), GE Energo (UK), SR Technics (Irsko), z tuzemských odběratelů můžeme jmenovat například Škoda JS a. s., ČKD Hronov a. s. nebo Honeywell Mora Aerospace. [12]

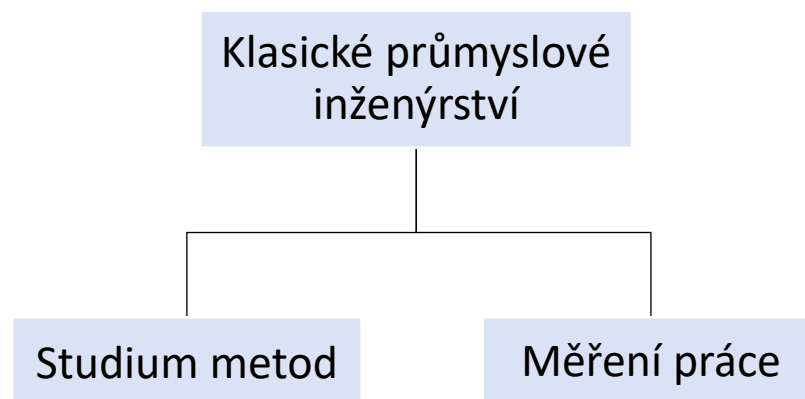
### 3 Úvod do problematiky průmyslového inženýrství

Tato kapitola je věnována úvodu do problematiky průmyslového inženýrství a vysvětlení důležitých pojmů a principů. Při optimalizování pracoviště je důležité komplexní porozumění dané problematice, proto bude tomuto tématu v této kapitole věnována dostatečná pozornost.

Pro pochopení významu průmyslového inženýrství je vhodná následující definice: „*Současná definice průmyslového inženýrství říká, že je to interdisciplinární obor, který se zabývá projektováním, zaváděním a zlepšováním integrovaných systémů lidí, strojů, materiálů a energií s cílem dosáhnout co nejvyšší produktivity. Pro tento účel využívá speciální znalosti z matematiky, fyziky, sociálních věd i managementu, aby je společně s inženýrskými metodami dále využilo pro specifikaci a hodnocení výsledků dosažených těmito systémy.*“ [Mašín a Vytlačil, 1996, s 81] Zjednodušeně je tedy možné říci, že cílem průmyslového inženýrství je hledání rovnováhy mezi vstupy a výstupy systémů, aby bylo dosaženo požadovaných výsledků. Je tedy nutné odstranit plýtvání, iracionality a přetěžování pracovišť tak, aby byly výsledky procesu kvalitní, a to za použití co nejnižších finančních prostředků. [13, 19]

Průmyslové inženýrství lze rozdělit na dva pohledy, klasické a moderní průmyslové inženýrství. Přestože spolu obě rozdělení velmi úzce souvisí, rozdíl v pojetí problému je zřejmý.

Klasické průmyslové inženýrství je zaměřeno na exaktní metody pozorování a vyhodnocení pracovních metod, a měření práce.



Obrázek 2: Zaměření klasického průmyslového inženýrství, [13, vlastní zpracování]

Pozorování a vyhodnocení práce se skládá z následujících kroků:

- Výběr pracovní činnosti
- Analýza relevantních informací o současné metodě
- Kritické zhodnocení

- Návrh nové metody (praktičtější, ekonomičtější, efektivnější)
- Zavedení metody
- Standardizace a udržitelnost

Při posouzení vybrané činnosti je vhodné používat zjišťující otázky cílené na pracovníka. Dobře vedený rozhovor s pracovníkem na dané pozici, kterého lze považovat za odborníka na danou část výroby, je často zdrojem mnoha informací. Otázky by měly mít následující strukturu:

- Co (a proč) se provádí?
- Kde (a proč právě tam) se to provádí?
- Kdy (a proč právě tehdy) se to provádí?
- Kdo (a proč právě tato osoba) to provádí?
- Jak se to (a proč právě takto) provádí?

Tyto otázky by měly vést k diskuzi možných alternativ a pomoci při hledání optimálního řešení. Návrh optimalizačních opatření může zahrnovat: zlepšení uspořádání pracoviště nebo provozu, zlepšení pracovních postupů, zlepšení využití materiálu, strojů a pracovní síly, zlepšení pracovního prostředí, zlepšení konstrukce výrobku. [13]

Moderní průmyslové inženýrství se snaží, stejně jako úspěšné podniky, reagovat na neustále se rozvíjející konkurenční prostředí. Jako hlavní obrana proti konkurenci je zde využíváno zajištění vysoké produktivity, která je zaštiťována moderními metodami průmyslového inženýrství. Jedná se především o metody a techniky, které se na rozdíl od klasického přístupu, kdy bylo oddělováno vykonávání práce (tedy dělník) a plánování (průmyslový inženýr, technolog), snaží pojmout komplexní pohled, například: zvýšení kvalifikace zaměstnanců, zvýšení účasti zaměstnanců na řízení, celkové zlepšení organizačních systémů a další. [13, 19]

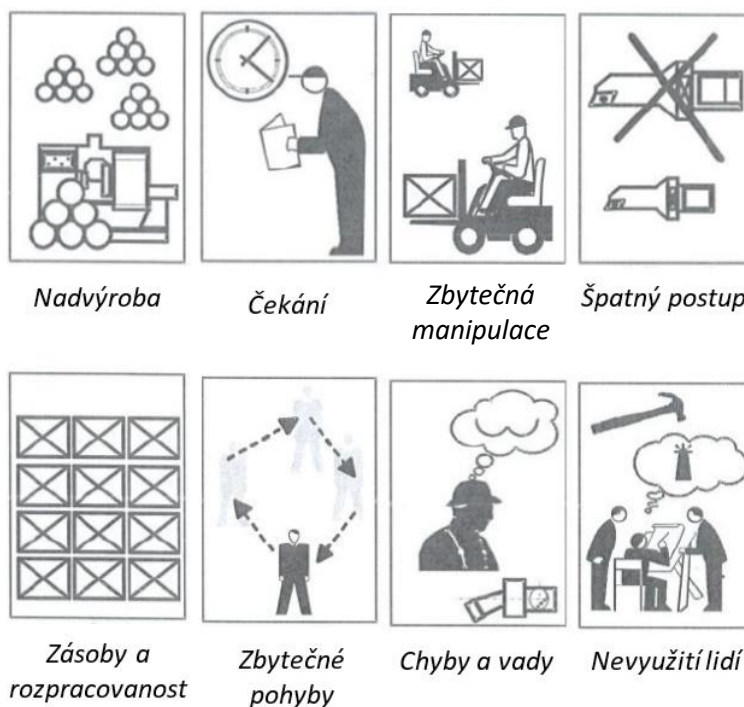
### **3.1 Produktivita**

Jak již bylo zmíněno, mezi hlavní cíle průmyslového inženýrství patří zajištění požadované produktivity a odstranění plýtvání. Nejobecnějším vyjádřením produktivity je určení poměru mezi vstupy a výstupy procesu. Výsledná produktivita je ovlivněna mnoha aspekty, například: pracovními postupy a metodami, kvalitou strojního zařízení, systémem hodnocení a odměňování nebo úrovní metod průmyslového inženýrství. [19]

### **3.2 Plýtvání**

Pro pochopení pojmu plýtvání je důležité uvědomit si, co všechno lze označit za plýtvání. Nemusí se jednat jen o plýtvání materiální, například nadměrná spotřeba materiálu, ale také plýtvání manuální a duševní činností. Plýtvání lze tedy chápat jako činnost, za kterou zákazník

není ochoten zaplatit, tedy činnost, která nepřidává produktu žádnou hodnotu. Klasifikace plýtvání může být následující: nadvýroba, čekání, zbytečná manipulace, nevhodný pracovní postup nebo metoda, nadbytečné zásoby, zbytečné pohyby, chyby a nevyžití lidského potenciálu. [19]



Obrázek 3: Druhy plýtvání [19, přepracováno]



### 3.3 Metody průmyslového inženýrství

Průmyslové inženýrství poskytuje mnoho metod, které slouží jako nástroj pro dosažení požadovaných cílů. Metody budou dále popsány a některé budou použity v praktické části této práce. Metody, které byly aplikované, případně z jejichž principu bylo vycházeno při návrhu optimalizace, jsou zvýrazněny v následujícím diagramu a dále podrobněji popsány.

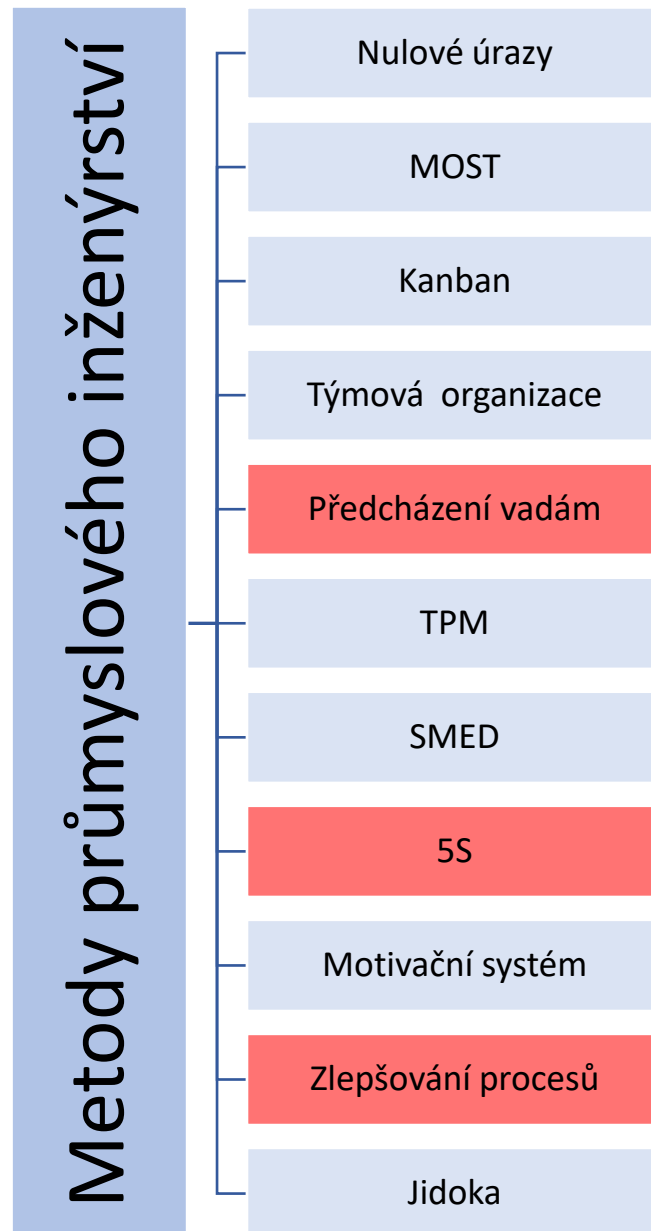


Diagram 1: Metody průmyslového inženýrství, [19, vlastní zpracování]

#### Nulové úrazy

Cílem je úplná eliminace úrazů zaměřením se na prevenci v oblasti bezpečnosti práce a ochrany zdraví. Na tomto programu by se měli podílet všichni zaměstnanci společnosti. [19]

## **MOST**

Most (Maynard Operations Sequence Technique) je systém měření práce, který vychází z principu předem určených časů, které jsou určeny na základě jednotlivých pracovních pohybů. [19]

## **Kanban**

Název pochází z japonštiny, výraz znamená objednávku. V současnosti je tento pojem spojen se způsobem plánování výroby, kdy dochází ke spuštění určitého procesu výroby, pouze pokud to vyžaduje proces následující. Tento princip je také známý pod pojmem metoda tahu. [19]

## **Týmová organizace**

Forma utváření organizace s cílem dosažení zvolených cílů založená na vyšším stupni spolupráce jednotlivých spolupracovníků. [19]

## **Předcházení vadám**

Tato metoda je zaměřena na prevenci výskytu vad a lidských chyb. Cílem je vytvoření takového pracovního prostředí, ve kterém je možné vzniklou chybu včas odhalit a zamezit tak jejímu šíření dále v procesu výroby. [19]

## **TPM**

Totálně produktivní údržba (Total Productive Maintenance) má za cíl maximální využití strojů a zařízení, toho dosahuje zapojením do údržby strojů širší profesní skupiny zaměstnanců. [19]

## **SMED**

Metoda rychlé změny (Single Minute Exchange of Die) je zaměřena na redukcii neproduktivních časů při výměně nástrojů a změn sortimentu výroby. [19]

## **5S**

Metoda pro zajištění čistého a efektivně organizovaného pracoviště. Tato metoda bude popsána podrobněji v další části této práce. [19]

## **Motivační systém**

Jedná se o systém hodnocení a odměňování jednotlivců za jejich dosažené výsledky. [19]

## **Jidoka**

Název vychází z japonského výrazu pro autonomní pracoviště. Principem metody je uvolnění pracovníka z pasivního dohledu nad pracujícím strojem. Jeho čas by měl být smysluplně využit. [19]

## Zlepšování procesů

Program má za cíl aktivně zapojit do návrhu a realizace opatření všechny zaměstnance firmy tak, aby mohli vyjádřit svůj názor nebo navrhnout zlepšení. [19]

Toto je základní přehled používaných metod průmyslového inženýrství. Metody, ze kterých bylo vycházeno v praktické části a které byly v předchozím diagramu barevně zvýrazněny, budou podrobněji popsány v následujících podkapitolách.

### 3.3.1 Předcházení vadám

Myšlenka předcházení vadám, také označované jako filozofie nulových vad, pochází z Japonska. Původní označení této metody je Poka-Yoke. Cílem této metody je zajišťování vysoké kvality. Toho je docíleno aktivní eliminací chyb a jejich zdrojů z procesu. Cílem je, aby vzniklé omyly a chyby byly okamžitě detekovány a nemohly tak vést k chybám na výsledném produktu. Prostředkem pro docílení rychlé zpětné vazby o vzniku problému mohou být například implementování detekce vad a hlásičů nebo koncových spínačů. [19]

### 3.3.2 Metoda 5S

Tato metoda má za cíl udržovat na pracovišti pouze potřebné pracovní pomůcky a zamezit nepořádku. Dále se snaží tento stav nastavit jako standardní a nadále ho udržovat. Zavedení metody 5S tvoří základ průmyslového inženýrství, na který dále navazují další metody. Vzhledem k snadné implementaci této metody je tento první krok zavedení průmyslového inženýrství přístupný všem, a to nejen výrobním, společností. [7, 19]

Hlavní cíle metody:

- Organizovat pracoviště a pracovní prostor
- Zvýšit produktivitu
- Aktivní zapojení zaměstnanců do problematiky
- Standardizovat práci

Těchto cílů je docíleno v pěti následujících krocích:



Diagram 2: Kroky 5S [19, vlastní zpracování]

### První pilíř: Třídění (Sorting)

Cílem prvního pilíře je odstranění nepotřebných předmětů a třídění potřebných předmětů dle jejich důležitosti a četnosti užívání. Tímto způsobem je poté stanoveno odpovídající umístění předmětů tak, aby málo používané předměty nezabíraly místo ve frekventované oblasti.

Nepořádek a přebytek pracovních pomůcek na pracovišti má dalekosáhlé důsledky, které si často management podniku neuvědomuje, a jež mohou mít při kumulaci těchto jednotlivých vlivů značný dopad na chod podniku. Je například známo, že:

- Nepotřebné zásoby generují další náklady především na jejich umístění, a tedy na skladové prostory
- Doprava nadbytečných zásob zaměstnává zaměstnance a vyžaduje manipulační prostředky
- S rostoucím počtem nadbytečných prvků na pracovišti dochází ke ztrátě přehlednosti.
- Ztráta přehlednosti může způsobovat vznik zmatku a případných nehod a defektů na pracovišti [7, 19]

### Druhý pilíř: Nastavení pořádku (Set In Order)

Cílem druhého pilíře je nastavení udržitelného pořádku. Snahou je, aby uspořádání položek na pracovišti umožňovalo jednoduché použití předmětů a bylo snadné je nalézt a po použití opět správně uklidit. [7, 19]

### Třetí pilíř: Lesk (Shine)

Cílem třetího pilíře je zajistit odpovídající a snadno udržitelnou čistotu pracoviště. Ve výrobní společnosti je čistota úzce spojena se schopností produkovat kvalitní produkty. Pravidelný úklid pracoviště tak zle považovat za způsob preventivní údržby pracoviště. [7, 19]

### Čtvrtý pilíř: Standardizace (Standardization)

Cílem čtvrtého pilíře je, aby pracovníci, kteří se zapojili do metody 5S, pochopili, že je normální mít uklizené pracoviště. Na rozdíl od prvních tří pilířů, které jsou realizovány činností, tento pilíř je tedy realizován pochopením problému a změnou myšlení pracovníků. Nejvíce se vztahuje ke třetímu pilíři, tedy k lesku. Při dosažení vysokých standardů čistoty pracoviště, je pak snazší odstraňování jednotlivých nedostatků. [7, 19]

### Pátý pilíř: zachování (Sustaining)

Pátý pilíř má za cíl zachování dosažených výsledků prvních tří pilířů. Je žádoucí, aby se pracovníci cítili odpovědní za dodržování zásad metody 5S. [7, 19]

Přínosem aplikování této metody není jen uklizené a přehledné pracoviště, ale také zvýšení bezpečnosti práce, zlepšení kvality, snížení poruch strojů, snížení potřebného pracovního prostoru eliminací nepotřebného vybavení a odstranění ztrát a plýtvání vzniklých hledáním pracovních pomůcek.

### **3.3.3 Zlepšování procesů**

Metoda kontinuálního zlepšování procesů pochází z Japonska a původní označení této metody zní Kaizen. Hlavní myšlenkou této metody je snižování nákladů a zvyšování kvality s cílem získání konkurenční výhody. Toho je docíleno požadavkem, aby lidé nad prací přemýšleli, hledali problémy, aktivně je odstraňovali a nebáli se problémy nahlásit vedoucím pracovníkům.

Metoda vychází z následujících základních principů: disciplína, týmová práce, zlepšovateľská morálka a aktivní přístup. Zlepšení lze dosáhnout pomocí: moderovanými workshopy, systémem individuálních návrhů nebo autonomním zlepšováním v týmech.

Přínosem postupného a kontinuálního zlepšování procesů je především aktivní zapojení všech zaměstnanců do tvorby návrhů a rozhodnutí a s tím související pocit zodpovědnosti a sounáležitosti se společností. [19]

V této kapitole, která byla věnována průmyslovému inženýrství, byly objasněny základní pojmy této problematiky a popsány základní metody. Metodám, které budou následně použity, byla věnována zvýšená pozornost.

## 4 Technicko-organizační podmínky výroby

Tato kapitola se zabývá vysvětlením pojmu úzké místo, materiálový tok a dále je zaměřena na prostorové uspořádání a organizaci pracoviště.

*Pojem logistický řetězec označuje takové dynamické propojení trhu spotřeby s trhy zdrojů (surovin, materiálů a polotovarů) z hmotného i nehmotného hlediska, které vychází od poptávky konečného zákazníka a jehož cílem je pružné a hospodárné uspokojení tohoto požadavku konečného článku řetězce. [Pernica, 1998] Hmotná část řetězce je definována jako uchovávání a přemísťování věcí schopných uspokojit potřebu konečného zákazníka. Nehmotná část řetězce zahrnuje zpracování informací potřebných k uskutečnění hmotné části řetězce. [15]*

### 4.1 Úzká místa výroby

Úzké místo lze definovat jako část řetězce systému, která limituje ostatní části systému. Z předchozích definic tedy vyplývá, že pojmem úzké místo může být označeno omezení řetězce způsobené například: zdroji, trhem, financemi, omezenými finančními prostředky, nedostatečnou odborností pracovníků, neefektivními postupy, metodami a pravidly, nejčastěji je však pojmem úzké místo označován tzv. nedostatečný průtok, tedy hodnocení z hlediska kapacity pracoviště. [8, 13, 15]

Identifikací úzkých míst se zabývají různé teorie, pro naše potřeby se budeme inspirovat z Teorie omezení (z angl. Theory of Constraints). Cílem této teorie je maximalizace průtoku, která je realizována eliminací omezení. Postup při zvyšování celkového průtoku se skládá ze čtyř základních kroků a měl by se neustále cyklicky opakovat: [8, 13, 15]

- Identifikace omezení
- Maximální využití
- Podřízení systému nalezenému omezení
- Odstranění omezení

#### 4.1.1 Identifikace omezení

Způsob identifikace úzkého místa výroby je závislý na druhu úzkého místa. Tato kapitola je zaměřena na úzké místo z pohledu kapacity. Při hledání úzkých míst z kapacitního hlediska, je vhodné použít metodu výpočtu kapacity pracovišť, případně obdobné metody pracující s časovými fondy pracovišť. Při zjišťování dalších druhů omezení lze aplikovat například Sokratovskou metodu dotazování, kdy správně položenými dotazy přivedeme účastníky ke správnému řešení. Tato metoda má výhodu v tom, že spolupracuje s pracovníky

na konkrétním pracovišti. Často jsou to právě oni, kdo mají letité zkušenosti s daným pracovištěm a používanou výrobní technologií. [8, 13, 15, 18]

#### Výpočet časových fondů

Pro zhodnocení zatížení pracovišť a pro jejich následné porovnání je nutné stanovit jejich časové možnosti. Ty se určí prostřednictvím časových fondů.

Roční fond ručního pracoviště v jedné směně je označován jako  $E_r$  a odpovídá počtu dní v roce po odečtení nepracovních dnů a vynásobení délkou směny. [13, 18]

$$E_r = (365 - 52 - 52 - 10) \cdot 8 \quad [13]$$

Efektivní časový fond stroje při jedné směně  $E_s$  bere v úvahu opravy a údržbu stroje. Dny nečinnosti stroje činí z celkového počtu pracovních dní 8 %.

$$E_s = E_r - 0,08 \cdot E_r \quad [13]$$

Výpočet fondu dělníka  $E_d$  vypočítáme snížením fondu ručního pracoviště o délku dovolené a neplánovanou absenci.

$$E_d = E_r - (20 + 15) \cdot 8 \quad [13]$$

#### Určení představitele výrobků

Dle počtu druhů vyráběných výrobků lze buď provádět kapacitní propočty pro každý druh zvlášť, nebo stanovit referenční výrobek, který bude zastupovat ostatní výrobky. Referenční výrobek musí dostatečně charakterizovat skupinu výrobků kterou zastupuje. Následný kapacitní propočet je pak prováděn na technologii referenčního výrobku. [18]

#### Stanovení množství vyráběných kusů

Po výpočtu kapacity pracoviště, stanovení vhodného referenčního představitele a známé pracovní a časového zatížení pracoviště daným výrobkem již lze stanovit počet ročně vyrobených kusů referenčního výrobku na každém pracovišti. Z těchto výpočtů pak lze identifikovat pracoviště, které lze považovat za úzké místo systému. [18]

#### **4.1.2 Maximální využití**

Následující krok po identifikaci úzkého místa by měla být snaha o jeho maximální využití, neboť snížením využití úzkého místa dochází ke snížení efektivnosti celého systému. Zvýšení využití a efektivnosti úzkého místa lze realizovat například pomocí eliminace ztrát a chyb v místě omezení, trvalým využitím úzkého místa, vhodným plánováním a vhodně plánovanou údržbou zařízení. [18]

#### **4.1.3 Podřízení systému nalezenému omezení**

Nejpoužívanějším základním postupem při zvyšování průtoku je systém drum-buffer-ropo (buben-zásobník-lano). Myšlenkou tohoto systému je, že úzké místo by mělo určovat rytmus výroby, mělo by být chráněno před možným čekáním na výrobu zásobníkem a zároveň by měl být na základě zpětné vazby úzkého místa vydáván vstupní materiál, případně polotovary do výroby. Tato zpětná vazba neboli lano, zajišťuje optimální velikost zásobníku. Tento systém vychází ze základního pravidla, že časová ztráta na úzkém místě znamená ztrátu pro celý řetězec, a naopak časový zisk na pracovišti, které není úzkým místem, je bezvýznamný. [8, 13, 15, 18]

#### **4.1.4 Odstranění omezení**

Po identifikaci omezení, maximálním využitím úzkého místa a přizpůsobení celého systému tomuto místu, by mělo přijít finální řešení problému v podobě eliminace daného úzkého místa. Ta může mít mnoho podob, například investici do zařízení pro zvýšení kapacity nebo inovací výrobních technologií a postupů.

### **4.2 Materiálový tok**

Materiálový tok představuje organizovaný pohyb materiálu ve výrobním oběhu nebo procesu. Charakterizují ho následující vlastnosti: směr, intenzita, délka, výkon, frekvence, vlastnosti přepravovaného materiálu a dopravní techniky. Pro jeho plánování je nezbytné mít kvalitní zdroje informací tvořící základní předpoklad kvalitních výsledků při určování materiálového toku. Cílem při určování materiálového toku je zajistit, aby se subjekty dostaly na požadované místo, a to co nejefektivněji a s minimálními náklady. Subjektem zde může být hmotný prvek jako například suroviny, polotovary nebo hotové výrobky. Ale také nehmotný prvek, a to především informace k zakázkám: technické požadavky, výkresová dokumentace nebo objednávky. [8]



### 4.3 Prostorové uspořádání

Rozmístění výrobních prostředků a celkové uspořádání pracoviště definuje materiálový tok.

Při volbě typu uspořádání jsou rozhodující následující faktory:

- Výrobní program
- Výrobní proces
- Úroveň specializace

Výrobní program, tedy rozsah vyráběného sortimentu, definuje velikost a hmotnost součástí, sériovost a opakovatelnost. Výrobní proces charakterizuje především technologickou podobnost a náročnost součástí. Úroveň specializace je ovlivněná především konstrukčně-technologickou standardizací.

Uspořádání dělíme do tří skupin: technologické, předmětné a kombinované, které využívá charakteristických vlastností předchozích dvou uspořádání. [8]

#### 4.3.1 Technologické uspořádání

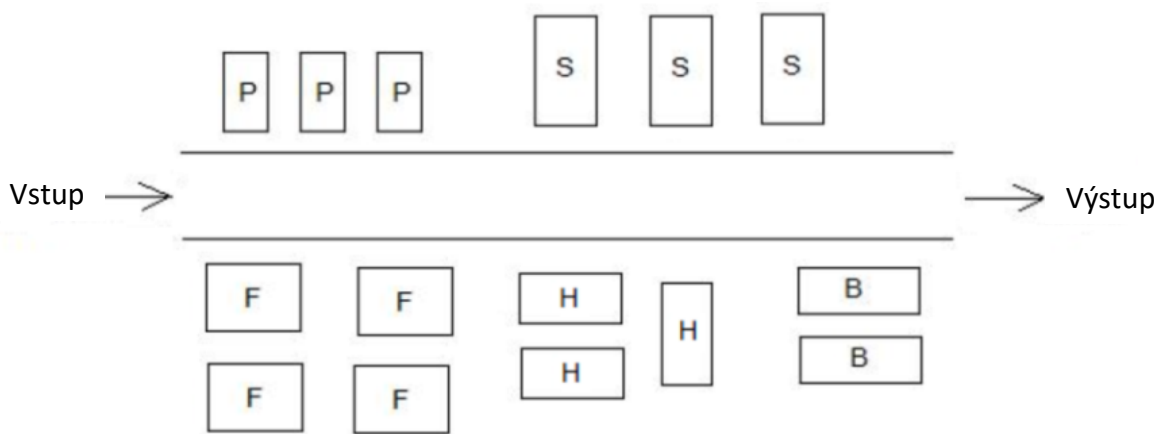
Technologické uspořádání se vyznačuje společnými technologickými úkony prováděnými na daném výrobním úseku. Výrobní úsek pak obvykle nese pojmenování podle technologické činnosti. Technologické uspořádání se může vyskytovat v několika podobách:

##### Struktura jednotlivých pracovišť

Situace, kdy jednotlivé stroje působí jako samostatné jednotky a nejsou na sebe kooperačně vázány. Příklad může být dílna využívající soustružnických center, kde dochází k hotovému zpracování výrobků na jednom stroji. [8]

##### Struktura dílenského uspořádání

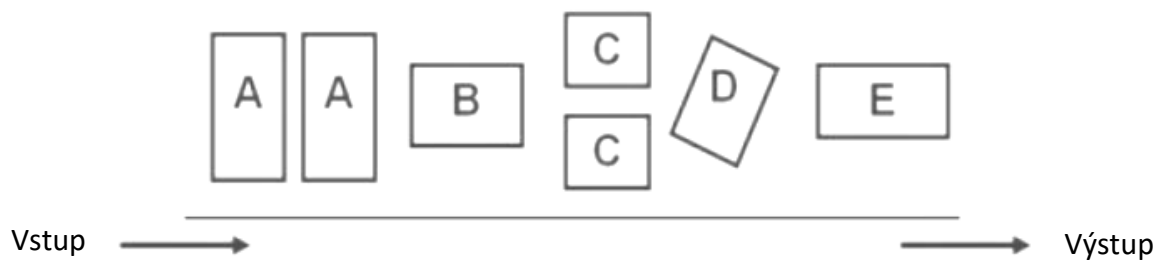
Tato struktura uspořádání využívá spojení stejných strojů do skupin, např. frézek, soustruhů, atd. Tím se docílí vysoké univerzality výroby, a tedy i rychlé adaptace na změnu výrobního programu. To je však vyváženo vyššími požadavky na výrobní a skladové plochy, nižším využitím strojů a delšími časy výroby. [8]



Obrázek 4: Struktura dílenského uspořádání [8]

#### 4.3.2 Předmětné uspořádání

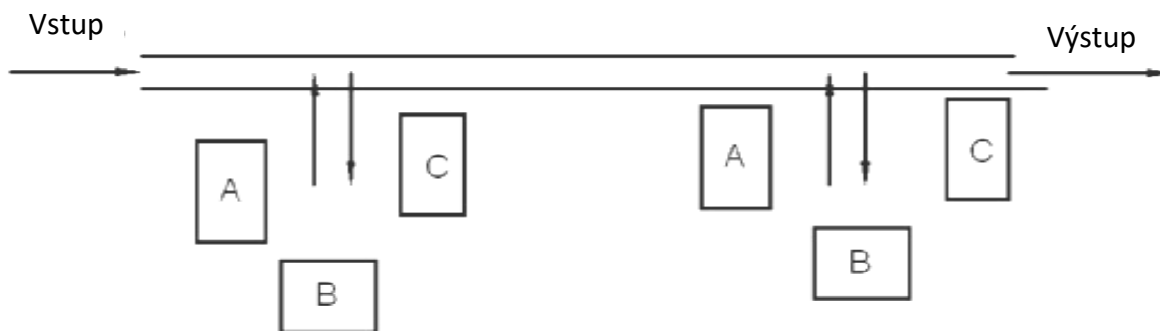
Předmětné uspořádání je charakteristické svým uspořádáním dle výrobních operací určité součásti, například výroba ozubených kol. Předmětné uspořádání má několik podob. [8]



Obrázek 5: Struktura předmětného uspořádání [8]

#### Hnízdová struktura

V případě ustáleného výrobního programu může být výhodné uspořádat výrobní zařízení do skupin, ve kterých bude prováděna výroba konstrukčně a technologicky podobných součástí. Vzhledem k často volné časové návaznosti jednotlivých operací bývá často součástí hnízda prostor sloužící jako vstupní a výstupní mezioperační sklad. Tím je dosažena plynulost výroby. Hnízdová struktura může mít dále několik uspořádání, a to: volné, buňkové (trojúhelníkové, mnohoúhelníkové) a řadové. [8]



Obrázek 6: Hnízdová struktura [8]

### Linková struktura

V případě užšího výrobního sortimentu a většího vyráběného množství je vhodné linkové uspořádání. Dochází zde k výrobě vybrané skupiny výrobků, které jsou si velmi podobné, jak tvarem a rozměry, tak technologií výroby. Dále tuto strukturu můžeme dělit dle možností přizpůsobení se výrobě na pružné linky a linky proudové. Proudová linka, na rozdíl od pružné, není určena pro širší sortiment výrobků. [8]

## 4.4 Organizace pracoviště

Pracoviště můžeme definovat jako prostor vymezený pro vykonávání požadované činnosti pracovníkem nebo skupinou pracovníků. Pracoviště se může skládat, při obsazení více pracovníky, z několika pracovních míst. Pracovní místo musí být ohraničený prostor vybavený potřebným vybavením pro vykonávání požadované činnosti. Dle druhu ohraničení můžeme rozdělit pracoviště na uzavřená (kancelář, dílna), polootevřená a otevřená (venkovní prostory). Pracoviště je dále definováno osvětlením, které může být denní, umělé, případně kombinované, ovzduším a délkou pobytu zaměstnance. [2]

Správně uspořádané pracoviště by mělo splňovat následující požadavky:

- Umožnit vykonávat práci s nejmenší námahou a v nejkratším čase
- Umožnit vysoké časové využití strojů a zařízení
- Vhodně využívat pracovní plochy dílny
- Splňovat požadavky na bezpečnost a hygienu práce. [16]

#### **4.4.1 Organizace na pracovišti – 5S**

V podnikatelském sektoru, kde dochází k neustálým změnám a vývoji je nutné, aby podnik dokázal s dostatečně krátkou odezvou reagovat na změny trhu. Konkurenceschopný podnik se tedy musí vyvarovat zbytečným chybám a nehodám na pracovišti. Je proto nutné, aby byl tok činností v podniku upravený, kontrolovaný, dobře organizovaný, účinný a trvalý. Je skutečností, že uklizený a čistý podnik má vyšší produktivitu, dochází v něm k méně defektům a neočekávaným situacím, lépe plní termíny zakázek a v neposlední řadě je také mnohem bezpečnějším místem pro práci. Právě na těchto základních předpokladech je postavena myšlenka pěti základních pilířů metody 5S. [7]

Tato kapitola byla věnována technicko-organizačním podmínkám výroby se zaměřením především na úzká místa výroby a na uspořádání a organizaci pracovišť. Cílem této kapitoly byla rešerše a pochopení dané problematiky.

## 5 Zásady při navrhování pracoviště

V rámci zpracování návrhu pracoviště je třeba realizovat řadu kroků, u kterých je nutné brát zřetel na vzájemné vztahy mezi pracovním prostředím a člověkem, ale také na výslednou komplexnost daného řešení. Je třeba vhodně zhodnotit vstupní faktory, jako jsou rozměry pracoviště, potřebné vybavení, technologie výroby, charakteristické vlastnosti výrobku, kvalifikaci zaměstnanců a v neposlední řadě také ergonomické vlivy. Tato kapitola je proto věnována zmiňovaným faktorům.

*„Kvalifikovaný dělník – mistr svého oboru se pozná již podle toho, že má pořádek na pracovišti, používá bezvadné nářadí a přesná měřidla. Takový pracuje s nejmenší námahou, rychle a přesně.“* [Němec 1998, str. 110]

### 5.1 Rozbor součástkové základny

Při návrhu pracoviště je důležité vhodně charakterizovat vlastnosti výrobků. Důsledný rozbor těchto dat dává předpoklad pro dobře zpracovaný návrh pracoviště. Výrobky lze charakterizovat pomocí následujících kritérií:

#### Konstrukční kritérium

Konstrukční kritérium zahrnuje rozměrové a hmotnostní charakteristiky a informace o složitosti tvaru výrobků.

#### Frekvenční kritérium

Frekvenční kritérium nám udává množství vyráběných kusů, případně počet dávek, za dané období. Tyto informace jsou důležité především pro kapacitní výpočty.

#### Technologické kritérium

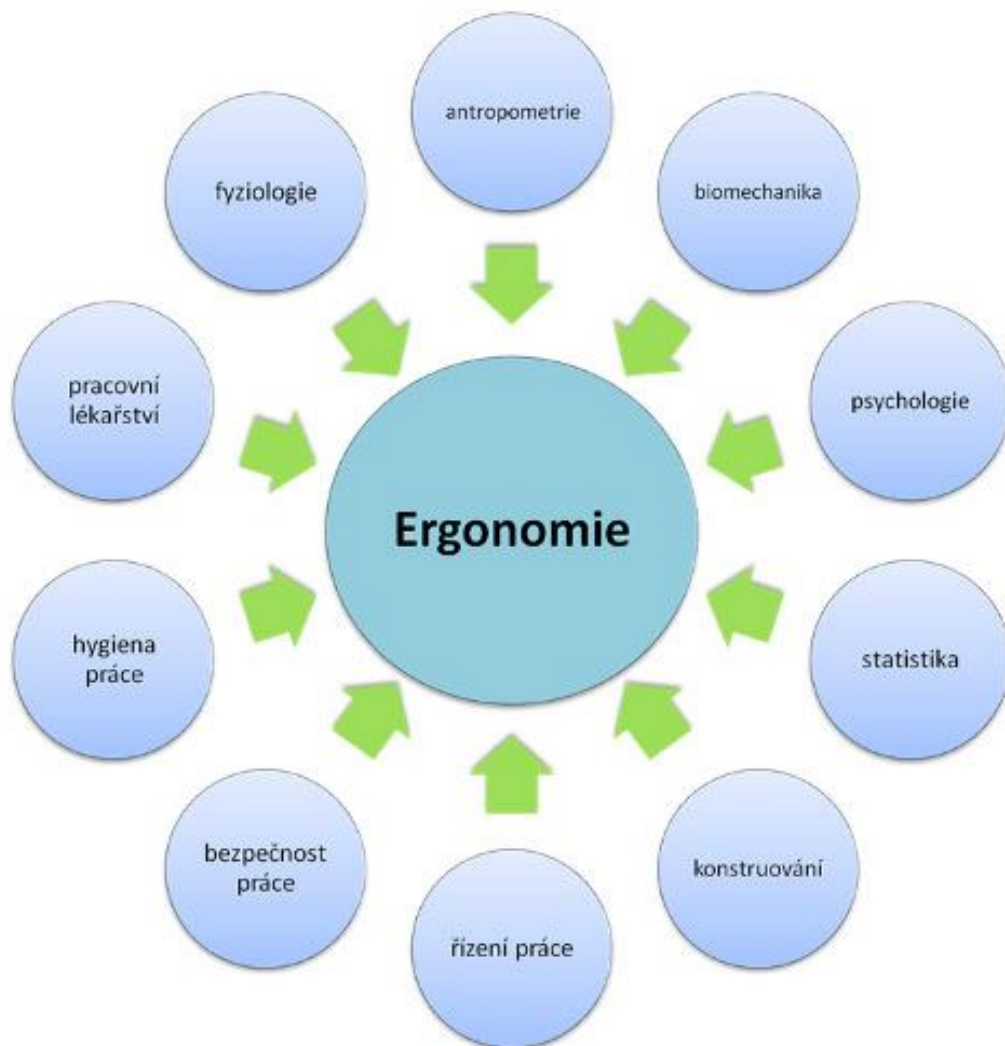
Při návrhu pracoviště je nutné vycházet také z technologického postupu a přizpůsobit tomuto vlivu uspořádání pracoviště tak, aby byl tok materiálu po pracovišti co nejmenší. [9]

### 5.2 Pracoviště a lidské tělo

Při návrhu pracoviště by mělo být vycházeno z myšlenky, že by se rozmístění zařízení pracoviště, stejně tak jako pomůcky a další prvky, měly přizpůsobit přirozeným vlastnostem člověka a nemělo by to být naopak, tedy že se člověk přizpůsobuje nevhodně navrženému pracovišti.

### 5.2.1 Ergonomie

Ergonomie je věda, zabývající se souladem mezi pracovním prostředím a člověkem (z lat.: ergon = práce, nomos = zákon), hlavně tedy vhodnými rozměry a tvary nástrojů, nábytku a jiných předmětů a jejich uspořádáním v pracovním prostředí. Sledováním vzájemných vztahů hledá optimální řešení tak, aby fyzické a psychické zatížení člověka bylo co nejmenší. Řešením pracovního prostředí myslíme nejen to, jaké by mělo být rozmístění pracoviště a pracovního zařízení, ale také například jak vysoký by měl být pracovní stůl při manipulaci s těžkým břemenem, jaká teplota by měla být v místnosti, aby nedocházelo k nadměrnému zahřívání organismu a následně k pocitu vyčerpání, jaké by mělo být uspořádání pracovních pomůcek při práci, ale také například jakou barvu by mělo mít pracoviště, aby byl u pracovníků, pokud možno, navozen pocit pohody a bezpečí na pracovišti. Jak je vidět, ergonomie je všudypřítomná, a proto jí bude při návrhu pracoviště věnována dostatečná pozornost. [1, 2,]

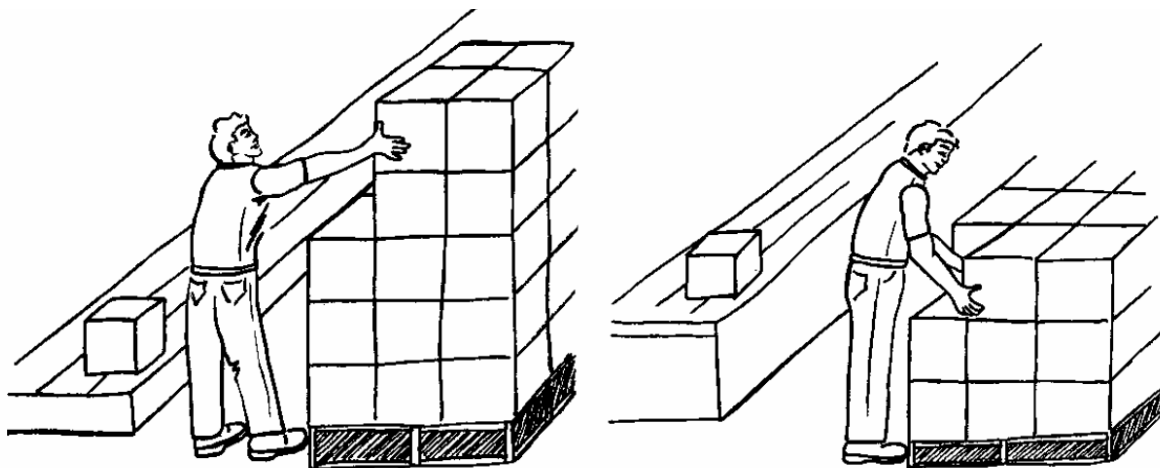


Obrázek 7: Multidisciplinarita ergonomie [3]

Ergonomický přístup přispívá k lepšímu zdraví zaměstnanců. Tento přístup zahrnuje především požadavky na: pracovní prostor, pracovní polohy a na faktory ovlivňující fyzickou výkonnost a na mentální pracovní zátěž člověka. [1, 2,]

#### Pracovní prostor

Celkové rozměry pracovišť zahrnují rozmístění zařízení, pracovní prostor a prostor pro přepravu. Při návrhu se přihlíží na antropometrické rozměry obsluhy. [1, 2, 9]



Obrázek 8: Ukázka špatné (vlevo) a správné (vpravo) manipulace s materiálem [4]

Pracovní prostředí musí být navrženo tak, aby fyzikální, chemické a biologické podmínky neměly škodlivé účinky na pracovníky. S ohledem na konkrétní pracovní systém je třeba věnovat pozornost následujícím požadavkům:

#### Rozměry pracovišť

Celkové rozměry pracovišť (rozmístění, pracovní prostor, prostor pro přepravu) by měly být přizpůsobeny antropometrickým vlastnostem člověka. Z principů ergonomie vyplývá, že by měl být prostor přizpůsoben člověku, ne naopak. [1, 2, 9]

#### Výměna vzduchu

Výměna vzduchu musí být přizpůsobena počtu osob v místnosti, intenzitě fyzické práce, rozměrům pracoviště a možnému znečištění vzduchu škodlivými látkami. [1, 2, 9]

#### Vlhkost vzduchu

Vzdušná vlhkost souvisí s dostatečným přísunem venkovního vzduchu, optimální hodnota by se měla pohybovat v rozmezí 40 až 60 %, nižší hodnoty způsobují vysychání sliznic, vyšší poté způsobují vlhké dusno nepříjemné pro člověka. [1, 2, 9]

### Tepelné podmínky na pracovišti

Musí být přizpůsobeny místním klimatickým podmínkám, je třeba vzít v úvahu teplotu a vlhkost vzduchu, rychlost proudění vzduchu, tepelné vyzařování, intenzitu fyzické práce, vlastnosti oblečení, pracovního vybavení a ochranných prostředků. Běžná tělesná teplota člověka se pohybuje okolo 37 °C a je nutné tuto teplotu udržovat a to během jakékoli pracovní činnosti. Stejně tak by měla být kontrolována teplota vody, která přijde do styku s povrchem lidského těla, aby nezpůsobovala lokální prochladnutí. [1, 2, 9]

### Osvětlení

Osvětlení musí poskytnout optimální podmínky pro zrakové vnímání při požadované činnosti, zvláštní pozornost je věnována jasů, barvě, rozložení světla, oslnění a nežádoucím odrazům, kontrastu jasů a barev, ale i věku pracovníků. Oslnění lze například zamezit vhodným uspořádáním a intenzitou jasu svítidel, velikostí svítící plochy, případně zacloněním oslňujících zdrojů světla. Dalším způsobem, kterým lze snížit oslnění pracovníků je zvolení matných povrchů pracovních ploch. Také je třeba rozlišovat charakter prováděné práce a velikost pozorovaných detailů, které je nutno rozlišit. Všeobecně je známo, že je pro lidské oko příjemnější přirozené denní světlo. [1, 2, 9]

### Barevná úprava místností a pracovního vybavení

Musí se brát v úvahu účinky barev na rozložení jasů, na strukturu a kvalitu zrakového pole, vnímání bezpečnostních barev a přirozené vlastnosti lidského oka lépe vyhodnocovat žlutozelený vlnový rozsah viditelného záření. Vhodné barevné kombinace pracovního prostředí jsou uvedeny v následující tabulce. [11]

*Tabulka 1: Vhodné barevné kombinace [8]*

Barva stropu	Barva stěn	Barva podlahy	Barva nábytku
Bílý	Světle šedé	Bledě zelená	Světle šedý
Bílý	Světle růžové	Šedá	Sytě šedý/Světle modrý
Bílý	Světle modré	Šedá	Světle šedomodrý
Světle žlutý	Sytější žluté	Hnědá	Světle hnědý

### Akustické podmínky

Musí se zabránit škodlivým a obtěžujícím účinkům hluku z vnějších zdrojů. Za hluk lze považovat nepříznivý zvuk, který má na lidské zdraví nepříznivý vliv. Hlasitost hluku souvisí s okolním prostředím, akustickými vlastnostmi pracoviště a s prvky emitujícími nepříjemné zvuky. V praxi stojí často za vinou nevhodných akustických podmínek špatný technický stav zařízení, případně špatné zakrytování a odhlučnění zařízení. [1, 2, 9]



## Vibrace a nárazy

Vibrace a nárazy na pracoviště, vzniklé například špatným technickým stavem zařízení, nesmí dosahovat úrovně, kdy může dojít ke zdravotnímu poškození, patologickým fyziologickým reakcím nebo narušení senzomotoriky pracovníků. [1, 2, 9]

### 5.2.2 Pracovní polohy

Obecně se preferuje poloha vsedě. Polohy v kleče, shrbeně a ve stoje se doporučuje vyloučit. Nejvhodnější je však při návrhu podporovat určité množství pohybů a změn poloh. Například obsluha stroje by měla mít možnost během dne volně měnit polohu vsedě a ve stoje. Dále je důležité dbát na pracovní výšku a sklon pracovní plochy, zorné úhly, pozorovací vzdálenosti a na nošení brýlí nebo chráničů očí. Dále se má dbát na snadnost vizuálního rozlišení a přiměřenou dobu trvání a frekvenci úkolu. [1, 2, 5]



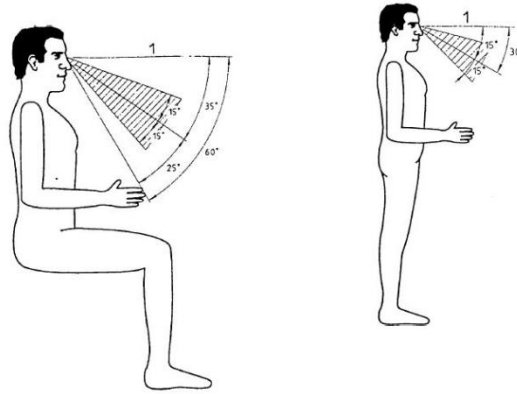
Obrázek 9: Ukázka špatné manipulace s břemenem [4]

### Práce vsedě

Doporučuje se používat sedadlo otočné, musí být lehce nastavitelné a přizpůsobitelné specifickým požadavkům jednotlivých uživatelů. Udržování dobré polohy vyžaduje minimální svalovou námahu. Zatížení páteře je minimalizováno udržováním mírného stupně lordózy s minimálním svalovým napětím. [1, 2,]

## Práce ve stoje

Pracovní rozměry závisí na pracovních požadavcích a rozměrech uživatelů. Výška pracovní polohy má být nastavitelná všude, kde je to možné, z důvodu přizpůsobení rozsahu nastavitelnosti rozměrům lidského těla, různým velikostem opracovávaných dílců a silovým požadavkům. Důležitou část tvoří i povrchová úprava, viditelnost hran a další bezpečnostní hlediska. [1, 2,]



Obrázek 10: Referenční poloha vsedě a ve stoje [4]

### 5.2.3 Tělesná dynamika

Pohybem při práci se zabývá část ergonomie s názvem tělesná dynamika. Tento pojem bude vysvětlen na následujícím příkladu: Je-li například pracovní oblast, na kterou má být zaměřena pozornost, mírně posunuta k jedné straně pracovní pozice, lidé mají tendenci pootáčet hlavu, aby dobře viděli. Vhodnějším řešením je situovat oblasti tak, aby v případě potřeby docházelo k otočení celého těla. V takovém případě má být poskytnut prostor, aby nohy a chodidla mohly sledovat otáčející se trup. [5]

#### Fyzická výkonnost

Tato podkapitola se týká ruční obsluhy strojního zařízení a manipulace s předměty o hmotnosti 3 kg nebo vyšší a pro jejich přenášení na vzdálenost menší než dva metry. Pro zajištění bezpečnosti pracovníka a minimalizaci rizik poškození zdraví při zdvihání, spouštění a přenášení stroje nebo součástí se musí:

- stanovit, zda existuje či neexistuje nebezpečí při provádění ruční manipulace
- odstranit nebezpečí vyloučením nutnosti ruční manipulace
- poskytnout instrukce pro správné používání [5]

Faktory ovlivňující fyzickou výkonnost a možnost poškození zdraví:

## **Zrychlení a přesnost pohybů**

- činnosti náročné na zrychlení vedou k vysokému namáhání, a představují zvýšené riziko zranění a onemocnění

## **Vibrace**

- při práci u stroje by nemělo docházet k přenosu žádných vibrací na ruce nebo na tělo pracovníka

## **Pracovní tempo**

- pracovník má mít plnou volbu svého pracovního tempa

## **Osobní ochranné prostředky**

- ochranný oděv může omezovat pohyblivost – např. zástěry, rukavice, kombinézy, obličejové masky apod.

## **Vnější prostředí**

- musí se brát v úvahu, že vysoká teplota či vlhkost mohou způsobit rychlou únavu, práce při nízkých teplotách může způsobit znecitlivění nebo může vyžadovat použití rukavic s následným omezením manuální zručnosti [1, 2,]

### **5.2.4 Mentální pracovní zátěž**

Mentální pracovní zátěž lze charakterizovat intenzitou, trváním a časovým rozložením intenzity, ve kterém je obsluha vystavena pracovní zátěži. Jedním z hlavních přístupů k projektování pracovních systémů s ohledem na zmírnění únavy obsluhy je omezení nebo optimalizace intenzity pracovní zátěže, zkrácení doby trvání nebo změna rozložení přestávek v práci. [1, 2,]

Intenzitu mentální pracovní zátěže ovlivňuje:

- Nejasnost pracovního cíle
- Složitost požadavků
- Strategické postupy
- Nároky na pracovní paměť
- Nároky na dlouhodobou paměť
- Netolerance chyb
- Sociální vztahy
- Závislost na výkonnosti spolupracovníků
- Změny v požadavcích na zadání
- Časová tíseň (zkracující se časy na dokončení zakázky)
- Častá reorganizace výroby

Výsledkem působení vyjmenovaných vlivů může být zvýšené riziko, že dojde k navýšení vzniku chyb způsobených stresovaným pracovníkem. Stres může dále způsobovat také duševní choroby, onemocnění kardiovaskulárního, nervového a trávicího systému. Jako pozitivní stránku stresu pak můžeme považovat krátkodobé zvýšení mentálního a fyzického výkonu. [1, 2,]

### **5.3 Pracovní prostředí dle nařízení vlády**

Základní požadavky na pracovní prostředí jsou stanoveny Nařízením vlády č. 361/2007 Sb. Nařízení má platnost od 28. 12. 2007 s účinností od 1. 1. 2008. Podrobnější požadavky na pracoviště a pracovní prostředí pak upravuje Nařízení vlády č. 101/2005, které je platné od 1. 3. 2005 s účinností od stejného data. [10]

#### **5.3.1 Požadavky na pracoviště**

Pracoviště by mělo být, dle daného nařízení, udržováno odpovídajícími technickými a organizačními opatřeními tak, aby nedocházelo k ohrožení bezpečnosti a zdraví osob. Zaměstnanci musí být chráněni před nepříznivými povětrnostními vlivy, před škodlivými účinky vzniklé následkem výrobních a technologických procesů. Pracoviště by mělo být zajištěno proti vstupu nepovolaných osob, a to nejen v pracovní době. Při návrhu a realizaci pracoviště je třeba, mimo jiné, dbát na:

##### **Uspořádanost pracoviště**

Umístění a uspořádání pracovních zařízení a pracovních pomůcek, skladů, pracovních a komunikačních ploch by mělo být zvoleno tak, aby byly pospolu soustředěny pracovní prvky s obdobnými vlastnostmi, případně s obdobnými vlastnostmi škodlivin a vlivů na okolí. Upevnění pracovních prostředků a zařízení musí být zajištěno tak, aby nedošlo k jejich nechtěnému uvolnění.

##### **Dokumentace**

Je nutné stanovit rozsah a zodpovědnou osobu vedení provozní dokumentace pracoviště. Dokumentace by měla zahrnovat rozsah a termíny kontrol, zkoušek, revizí, oprav a rekonstrukce technického vybavení, doporučený způsob užívání vybavení a doporučení výrobce.

##### **Skladování**

Ve skladových prostorech musí být viditelně umístěny informace o maximální nosnosti podlahy. V případě skladování sypkých materiálů musí být stanoveno maximální množství těchto materiálů. Při manipulaci a uskladňování ve výšce nad 1,8 m musí být zajištěno užití

bezpečnostních zařízení (schůdky, žebřík, manipulační plošina). Regály musí být opatřeny informacemi o maximální nosnosti polic a maximálním celkovém zatížení. Šířka uliček mezi regály musí být alespoň o 0,4 m větší, než je šířka manipulačních prostředků používaných při uskladnění. Je třeba zajistit, aby skladovací plochy byly rovné, zpevněné, odvodněné a je nutné zajistit, aby při uskladnění materiálu nemohlo dojít k jeho nechtěnému sesmeknutí. [10]

### 5.3.2 Podmínky ochrany zdraví při práci s chemickými faktory a prachem

Jako minimální opatření k ochraně zdraví při práci s prachem a chemickými látkami, které jsou vstřebávány kůží nebo sliznicemi, nebo při práci s prachem a chemickými látkami, které mají dráždivý účinek na kůži je nezbytné zajistit, aby byl zaměstnanec vybaven vhodnými osobními ochrannými pomůckami. Dále je dle znění zmiňovaného nařízení nutné zajistit dostatečné a účinné odvětrávání od zdroje chemické látky nebo prachu a uplatnit technická a technologická opatření tak, aby došlo ke snížení obsahu škodlivin v pracovním ovzduší. [6]

Bližší hygienické požadavky na mikroklimatické podmínky na pracovišti

Na pracovišti musí být k ochraně zdraví zajištěna dostatečná výměna vzduchu, a to přirozeným, kombinovaným nebo nuceným větráním. Množství vyměňovaného vzduchu je stanoveno s přihlédnutím k charakteru a fyzické náročnosti vykonávané činnosti a je uvedeno v následující tabulce a v Příloha 1. [6]

Tabulka 2: Množství čerstvého vzduchu [6]

Minimální množství přiváděného venkovního vzduchu na jednoho pracovníka	
Třída	[m <sup>3</sup> /h]
I nebo Ia	25
Ib, IIIa nebo IIIb	70
Ia, Ib nebo V	90

Nucené nebo kombinované větrání musí být použito v případech, kdy přirozené větrání prokazatelně nedostačuje k celoročnímu zajištění ochrany zdraví zaměstnanců. Přiváděný vzduch musí zajišťovat snížení koncentrace škodlivých látek na pracovišti a nesmí způsobovat nežádoucí vlivy, například vystavení zaměstnanců průvanu. [6]

### 5.3.3 Bližší hygienické požadavky na prostory pracoviště

Výška prostor určených pro práci je uvedena v následující tabulce:

*Tabulka 3: Výška stropu [6]*

Rozloha	Min. výška stropu
do 20 m <sup>2</sup>	2,50 m
do 50 m <sup>2</sup>	2,60 m
do 100 m <sup>2</sup>	2,70 m
do 2000 m <sup>2</sup>	3,00 m
nad 2000 m <sup>2</sup>	3,25 m

Objemový prostor pro práci jednoho zaměstnance dle typu pracoviště je uveden v následující tabulce:

*Tabulka 4: Objemový prostor [6]*

Třída	Min. objemový prostor
I, IIa	12 m <sup>3</sup>
IIb, IIIa, IIIb	15 m <sup>3</sup>
IVa, IVb, V	18 m <sup>3</sup>

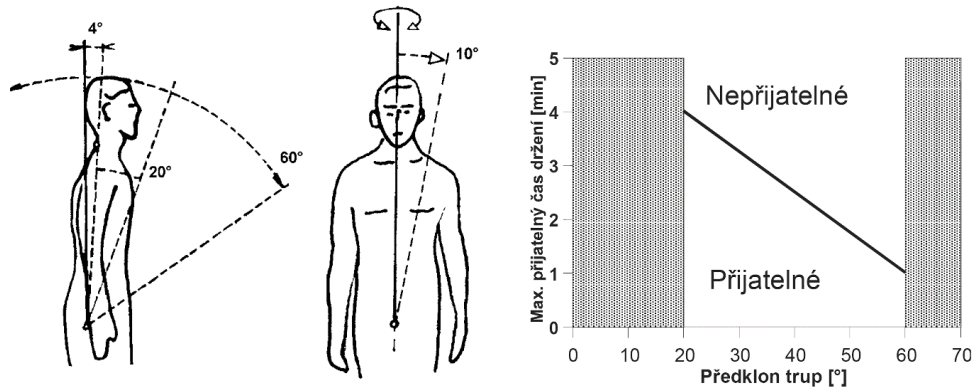
Minimální rozměry podlahové plochy pro jednoho zaměstnance určené pro trvalou práci jsou nejméně 2 m<sup>2</sup>, do kterých nesmí zasahovat provozní zařízení ani spojovací cesty. [6]

### 5.3.4 Hodnocení zdravotního rizika pracovní polohy

Hodnocení zdravotního rizika pracovních poloh je prováděno na základě jejich rozdělení do následujících skupin: přijatelná, podmíněně přijatelná a nepřijatelná. Následně je k hodnocení použit dvoukrokový systém. V prvním kroku dojde k hodnocení pracovní polohy, tedy poloze jednotlivých částí těla definovanou pomocí úhlů. Ve druhém kroku jsou pak zhodnoceny pracovní podmínky. Hodnocení blíže popisuje Příloha 2, Příloha 3, Příloha 4, Příloha 5, Příloha 6 a je názorně zobrazeno na následujících obrázcích. [6]

## Trup

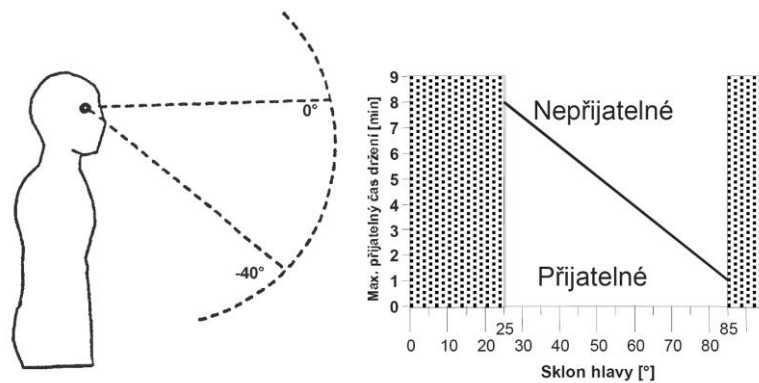
Ve statické poloze je maximální přípustný úhel předklonu roven  $60^\circ$ , záklon je nepřipustný, stejně tak úklon či pootočení trupu větší než  $20^\circ$ . V dynamické poloze horní polovina těla je považována za přijatelnou poloha trupu do předklonu  $60^\circ$  a to po dobu maximálně jedné minuty. [6]



Obrázek 11: Hodnocení pracovní polohy - trup [6]

## Hlava a krk

Ve statické poloze je bez opory trupu nepřijatelný předklon hlavy větší  $25^\circ$ , záklon hlavy bez opory a úklon a rotace hlavy větší než  $15^\circ$ . [6]

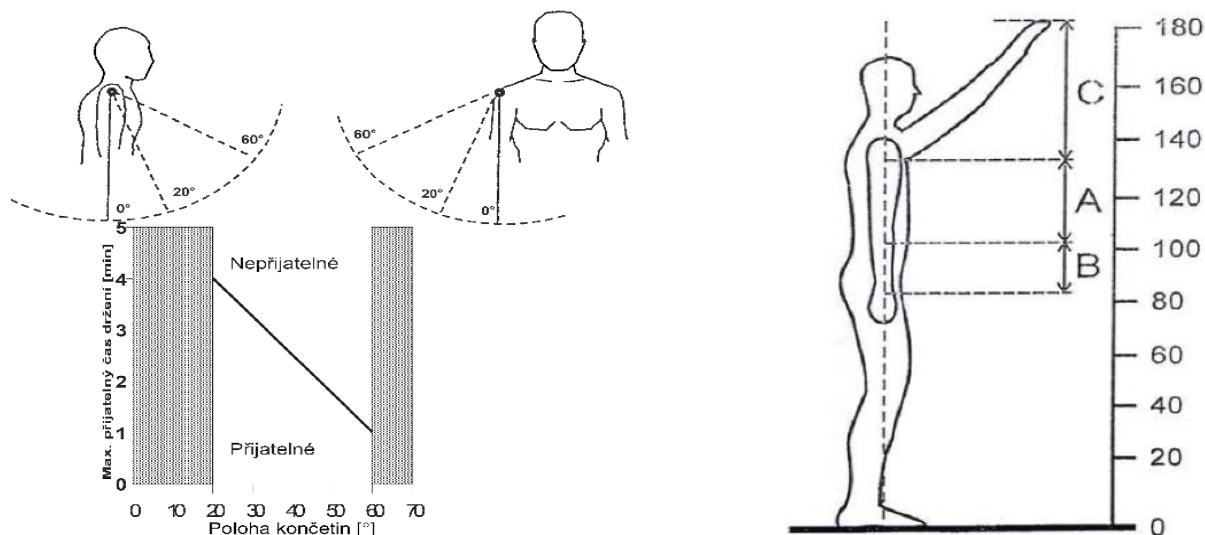


Obrázek 12: Hodnocení pracovní polohy - hlava a krk [6]

## Horní končetiny

Ve statické poloze paží je nepřijatelné zpětné ohnutí paže, krajní zevní rotace a zvednuté rameno. V dynamické poloze jsou nepřipustné pohyby vzpažení větší než  $60^\circ$ , zapažení a pohyby kloubů blížící se krajní poloze, a to o frekvenci větší nebo rovné 2/minutu. [6]

Dosahy horních končetin ve svislé rovině vstoje:



Obrázek 13: Hodnocení pracovní polohy - horní končetiny [6]

A - optimální dosah, B - přijatelný dosah, C - nepřijatelné pro časté pohyby

### Dolní končetiny a ostatní části těla

Ve statické poloze jsou nepřijatelné extrémní flexe kolena a extrémní polohy kloubů dolních končetin. Při dynamické poloze je nepřipustná poloha blížící se maximálnímu rozsahu kloubů o frekvenci rovné nebo vyšší než 2/minutu. [6]

#### 5.3.5 Podmínky ochrany zdraví při práci s fyzickou zátěží

Dle § 22 zmiňovaného nařízení je celková fyzická zátěž definována jako zátěž vykonávaná při dynamické fyzické práci velkými svalovými skupinami a při které je zapojeno více než 50 % svalové hmoty jedince.

Lokální svalová zátěž je dle § 25 zmiňovaného Nařízení vlády definována jako zátěž malých svalových skupin při výkonu práce končetin. [6]

#### Zjišťování a hodnocení celkové fyzické zátěže

Celková fyzická zátěž je posuzována podle energetické náročnosti práce a je vyjádřena v netto hodnotách, případně pomocí srdeční frekvence. Limity celkové fyzické zátěže, vyjádřené v hodnotách energetického výdeje, jsou stanoveny dle následujících kategorií: směnové průměrné, směnové přípustné, minutové přípustné, průměrné roční a přípustné hodnoty srdeční frekvence v průměrné směně. Hygienické limity se vzhledem k délce směny nenavyšují, za obvyklou směnu je považována směna osmihodinová, probíhající za obvyklých pracovních podmínek. [6]



## Zjišťování a hodnocení lokální fyzické zátěže

Lokální svalová zátěž je hodnocena dle následujících hledisek: vynakládaná svalová síla, počet pohybů a dle pracovní polohy, a to v závislosti na podílu statické a dynamické složky. Statickou složkou se rozumí setrvání svalu v zatížení po dobu delší než tři sekund. Přípustné hygienické limity jsou udávány v procentech maximální svalové síly  $F_{max}$ . Svalová síla  $F_{max}$  je definována jako maximální síla, kterou je zaměstnanec schopen vyvinout za daných pracovních podmínek. [6]

Tabulka 5: Přípustné hodnoty  $F_{max}$  [6]

Přípustné hodnoty v % $F_{max}$ pro muže a ženy při práci s převahou:	
Převážně dynamické složky	Převážně statické složky
30	10

### Minimální opatření k ochraně zdraví při práci s celkovou fyzickou a lokální svalovou zátěží

V případě, že práce spojená s lokální nebo celkovou svalovou zátěží překračuje dané hygienické limity, musí být pracovníkům umožněna bezpečnostní přestávka v délce trvání od 5 do 10 minut po každých dvou hodinách pracovní činnosti, případně musí být zajištěno možné střídání činností nebo zaměstnanců. [6]

### Ruční manipulace s břemenem

Ruční manipulací s břemenem se rozumí nošení, zvedání, pokládání, tahání, posouvání břemene, a to jedním, případně více zaměstnanci. V důsledku nepříznivých ergonomických podmínek nebo nepříznivých fyzikálních vlastností břemene, především rozložení jeho hmotnosti, může dojít k úrazu zaměstnance, například k poškození páteře. [6]

### Hygienické limity

Hodnocení zdravotního rizika při manipulaci s břemenem zohledňuje kromě hmotnosti manipulovaného břemene také jeho kumulativní hmotnost, výše zmiňovaný energetický výdej a srdeční tep, a pracovní prostředí. Hygienický limit pro maximální přípustnou hmotnost pro muže při občasné manipulaci s břemenem je 50 kg, při časté manipulaci 30 kg. Při práci vsedě je přípustný hygienický limit stanovený na 5 kg. Zároveň celková kumulativní hmotnost nesmí překročit hodnotu 10 000 kg za osmihodinovou směnu. Hygienický limit pro maximální přípustnou hmotnost pro ženu při občasné manipulaci s břemenem je 20 kg, při časté manipulaci 15 kg. Při práci vsedě je přípustný hygienický limit stanoven na 3 kg. Zároveň celková kumulativní hmotnost nesmí překročit hodnotu 6 500 kg za osmihodinovou směnu.

Za občasnou manipulaci je považována manipulace nepřesahující v součtu 30 minut z osmihodinové směny. [6]

#### Minimální opatření k ochraně zdraví při manipulaci s břemenem

Před zahájením pracovní činnosti zahrnující manipulaci s břemenem by měl být zaměstnanec poučen s údaji o hmotnosti a vlastnostech břemene, o umístění těžiště a správném uchopení břemene tak, aby nedošlo k poškození břemene nebo k vystavení nadměrnému riziku z hlediska zaměstnance. Při překročení hygienických limitů musí být zaměstnanci umožněna hygienická přestávka v délce trvání od 5 do 10 minut po každých 2 hodinách pracovní činnosti, případně musí být zajištěno možné střídání pracovních činností, případně zaměstnanců. [6]

Tato kapitola vytvořila základní přehled podmínek a požadavků pracoviště vzhledem k lidskému tělu. Pochopení této problematiky dává základní předpoklad pro návrh efektivního pracoviště s kvalitními pracovními podmínkami a spokojenými zaměstnanci.

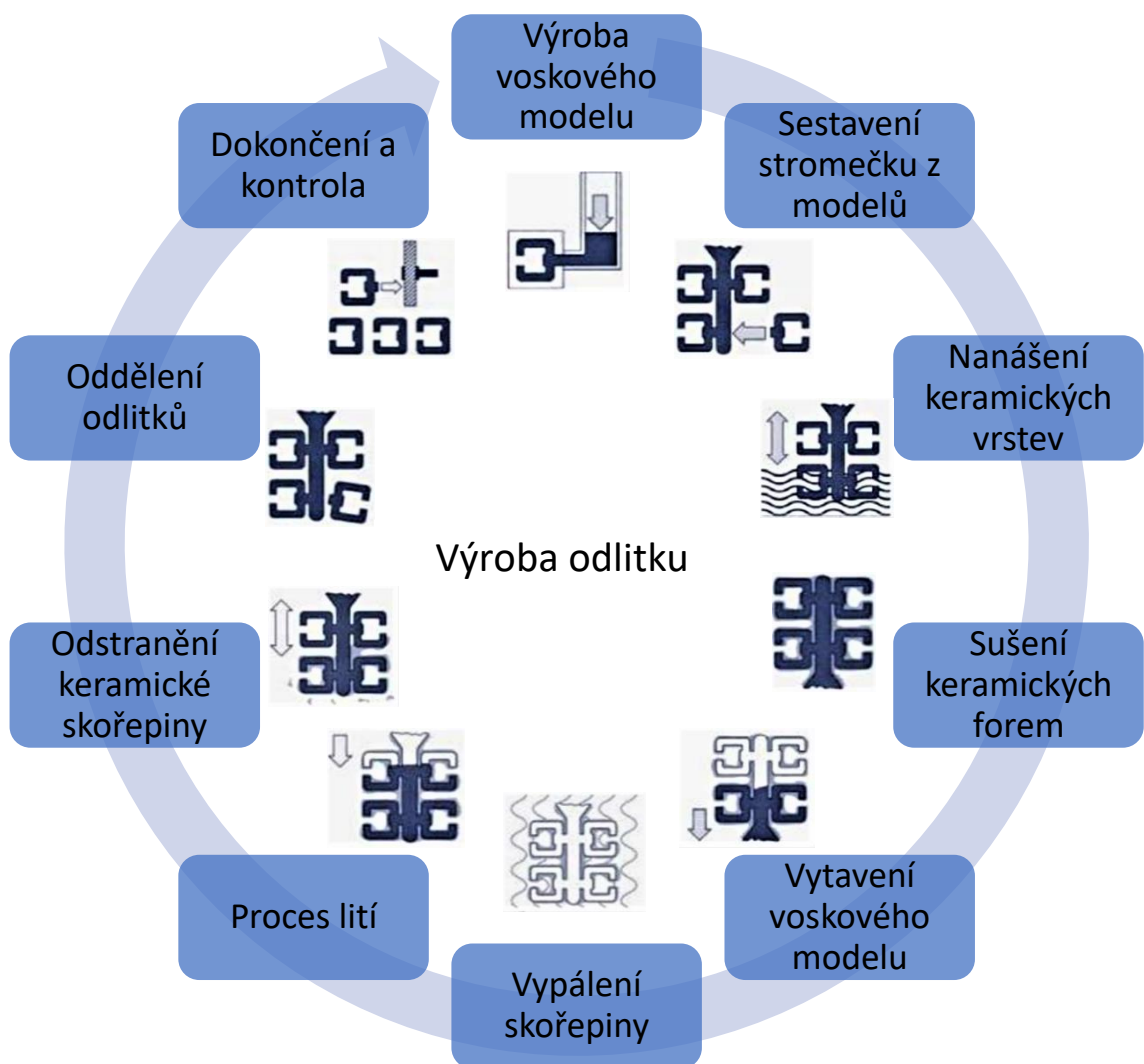
## 6 Analýza a popis současného stavu výroby

V předchozích částech práce byly popsány teoretické základy nutné pro zpracování kvalitního návrhu pracoviště, případně pro jeho optimalizaci. Na základě těchto poznatků bude v této kapitole provedena analýza současného stavu výroby ve firmě Prague Casting Services.

V následujících kapitolách, které pracují s výrobními postupy a citlivými informacemi o společnosti Prague Casting Services, bylo dle požadavků společnosti omezeno zveřejnění některých relevantních skutečností. Jedná se především o data použité při analýze a fotografie znázorňující citlivé údaje o výrobních postupech, které spadají pod ochranu duševního vlastnictví společnosti.

### 6.1 Popis výroby

V této kapitole bude popsán technologický postup výroby odlitku metodou vytavitelného modelu.



Obrázek 14: Postup výroby odlitku [20, vlastní zpracování]

### **6.1.1 Výroba voskového modelu**

Základním předpokladem pro kvalitní tvar a strukturu odlitku je kvalitní voskový model. Vzhledem k tomu, že keramická forma vzniká postupným nanášením jednotlivých vrstev keramiky na voskový model, projeví se jakékoli nerovnosti, praskliny, otřepy a bubliny vosku také na výsledném povrchu kovu. K výrobě voskových modelů se nejčastěji používají hydraulické vstřikovací lisy. Dochází zde ke vstřikování roztaveného vosku do formy, nejčastěji hliníkové, kde dochází ke ztuhnutí vosku. Poté může, u složitějších odlitků, následovat kalibrace rozměrů umístěním do reformeru. Po odlisování následuje hrotování voskových modelů, kde jsou odstraněny a opraveny všechny vady, které by mohly mít v následujících procesech nežádoucí následky. Nejčastěji se jedná o začištění dělicí roviny formy, odstranění voskové vtokové části nebo opravení povrchových vad jako jsou například bubliny či studené spoje. Po dokončení jednotlivých modelů dochází k sestavení modelu a vtokové soustavy. Pokud jsou díly relativně malých rozměrů, sestavují se do takzvaného stromečku za účelem snížení nákladů na vtokovou soustavu, která je tak pro jednotlivé odlitky stromečku společná.

### **6.1.2 Výroba skořepinových forem**

Hotové stromečky jsou následně přesunuty na obalovnu, kde dochází k vytvoření keramické skořepiny. Výroba keramické skořepiny spočívá v opakovaném ponořování stromečku do keramické břečky a následně ponoření do fluidizátoru. Při každém ponoření do břečky a fluidizátoru vzniká nová keramická vrstva. Počet vrstev se pohybuje od 5 do 15 dle technologických požadavků na vlastnosti skořepiny. Při prvním ponoření dochází k vytvoření vrstvy, která definuje výsledný povrch. Pro zajištění dostatečné kvality povrchu je proto pro vytvoření první vrstvy použita speciální břečka se zrnitostí 0,1 mm. Ostatní břečky pak mají zrnitost až 0,5 mm. Tento proces bývá často automatizován. Po nanesení požadovaného počtu obalů následuje sušení forem. Před další operací je třeba ještě ze skořepiny ořezat vytavovací kolíky, kterými bude vytékat vosk.

Další operací v procesu výroby je vytavení voskového modelu ze skořepiny. Vytavení se provádí v autoklávu, a to při teplotách do 150 °C, dle vlastností vosku a skořepiny. Skořepiny se umístí na vozík, který je součástí pece tak, aby mohl vosk volně vytékat ze skořepin. Vytavený vosk je z autoklávu vypouštěn do předem připravených van a následně recyklován (regenerace vosku).

Po vytavení voskového modelu je forma vypálena ve vypalovací peci. Vystavením formy teplotám nad 500 °C dochází k převedení SiO<sub>2</sub> na krystalickou formu. Forma se tím tak stává

odolná vysokým teplotám. Dalším důvodem, proč jsou formy vypalovány je, že zde mohou zůstat drobné zbytky nevytaveného vosku z předchozí operace. Tyto zbytky se tak při vysokých teplotách spálí, tím je zajištěna požadovaná čistota vnitřních dutin skořepiny.

Takto připravená forma je umístěna do meziskladu. V případě, že je forma v plánu lití, musí se na tento proces připravit na speciálním pracovišti přípravy skořepin.

### **6.1.3 Příprava forem**

První fází přípravy je zarovnání vtokové jamky brusným kamenem. Zde dojde k odstranění drobných výstupků keramiky. Následně je forma vyfoukána a vysáta. Další část procesu přípravy skořepiny je zaměřena na detekci prasklin skořepiny. Pro detekci se používá kapilární barevné metody. Skořepina je naplněna indikační kapalinou, která kapilárně vzlíná do prasklin, které jsou tak snáze patrné. Po vylití barviva je skořepina propláchnuta čistou vodou, tím dojde k odstranění barviva a prachových částic. Skořepina, jejíž dutiny jsou takto vyčištěny, je opatřena plastovým víčkem, které je umístěno do licí jamky. Následuje zaslepení vytavovacích kolíků keramickými zátkami. Tyto kolíky jsou následně zalepeny tmelem, aby při lití nedošlo k protečení kovu. Tmelem jsou také zaceleny drobné praskliny indikované kapilární zkouškou. Takto opravená a připravená skořepina je umístěna do meziskladu, kde dojde k vytvrzení tmelu a vyschnutí skořepiny.

Poslední fází přípravy skořepin je zábal žáruvzdornou izolační hmotou. Izolace slouží k usměrnění chladnutí skořepiny. Před lepením je nařezána na požadované tvary a rozměry, a následně je na skořepinu nalepena pomocí speciálního tmelu.

### **6.1.4 Proces lití**

Připravené skořepiny jsou odloženy do meziskladu, kde si je převezmou pracovníci licího pole. Poté jsou skořepiny předeřhřáty na teplotu asi 1100°C. Ihned po vyndání z pece dochází k lití. Lití probíhá buď ve vakuových pecích, případně na pracovišti otevřeného lití.

### **6.1.5 Finalizace odlitku**

Po odlití je odstraněna keramická skořepina, odřezána vtoková soustava, a jsou odděleny jednotlivé odlitky. Pokud odlitky obsahují keramická jádra, dojde k jejich odstranění pomocí louhovací lázně, kde dojde k jejich rozpuštění. Odlitky poté putují na pracoviště dokončovacích operací, následuje tedy broušení, cídění, omýlání, případně zavařování bodových poruch.

Poslední fází výroby je kontrola. Požadavky a postupy kontroly jsou vázány na požadavky zákazníka. Ty jsou většinou zaměřeny na kontrolu tvaru a rozměru, kontrolu povrchu a na výskyt vnitřních i vnějších nespojitostí.

## 6.2 Analýza výroby

Tato analýza je zpracována v rámci projektu, který byl založen v průběhu zpracování této práce, a který je primárně zaměřen na snížení výskytu vměstků v odlitcích. Projekt má firemní označení Vměstky a je do něj zapojena část výroby od výroby voskového modelu, až po proces lití. V následující tabulce jsou popsány vybrané problematické úseky výroby, kterými se budu zabývat v následujících kapitolách této práce.

Tabulka 6: Problematická místa výroby [12, vlastní zpracování]

Pracoviště	Činnost	Popis
Licí pole - autokláv	Vytavení vosku	Nedostatečná údržba požadované čistoty a správného nastavení zařízení.
	Výpal skořepin	Nevhodná poloha skořepiny v průběhu vytavovacího cyklu a nevhodné nastavení průběhu teplot procesu.
Licí pole - příprava skořepin	Skladování	Nevhodné skladování skořepin na betonové podlaze, často v nevhodné poloze (vtokem nahoru).
	Výplach	Při výplachu nedochází k přesnému postupu dle návodky, což je způsobeno především obtížnou manipulací se skořepinou. Není dostatečně kontrolován proces výplachu z hlediska možných vměstků.
		Po vypláchnutí je nutné zajistit, aby skořepiny vysychaly v klimatizovaném prostředí, v současné době nejsou klimatické podmínky na pracovišti vhodné pro vysychání skořepin.
		Jako ucpávka vytavovacích kolíků jsou používány vyráběné keramické kolíky. U těchto kolíků nejsou zajištěny ani kontrolovány jejich mechanické vlastnosti. Může tak při procesu lití docházet k vydrolování zrn, která mohou způsobit vznik vměstku.
	Zábal	Vlivem zaschlých nečistot na pracovním stole může dojít při manipulaci se skořepinou k jejímu poškození.

## 6.3 Analýza úzkého místa

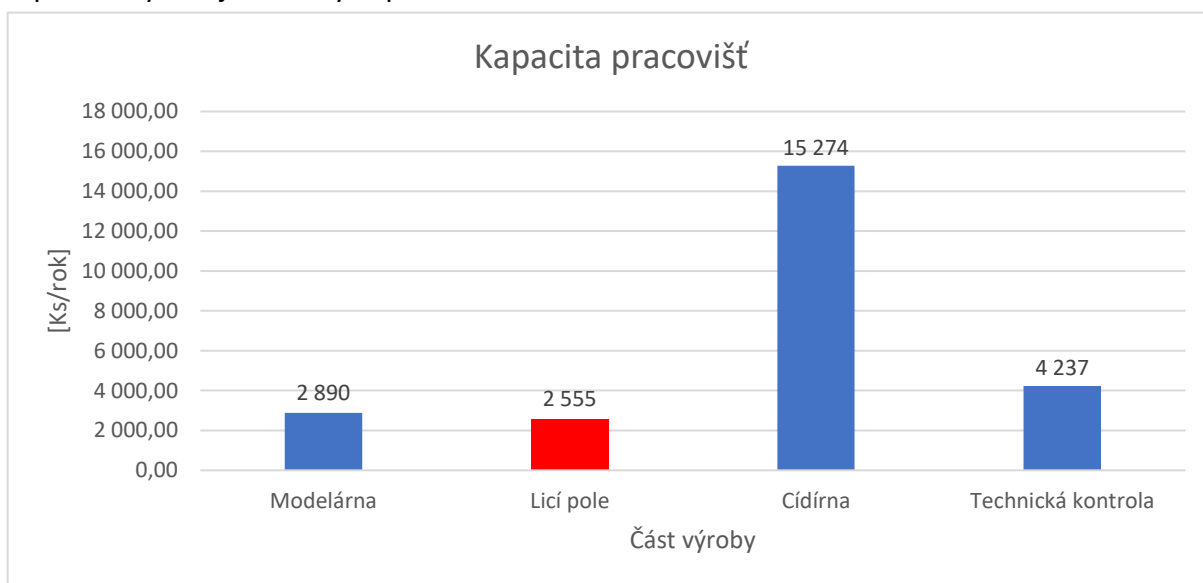
Analýza úzkých míst je prováděna s cílem definování úzkého místa ve výrobě a navržení možného zlepšení průchodnosti tohoto místa, a to vzhledem k optimalizované části výroby. Ideálním řešením by bylo místo zcela eliminovat, což by však dalece přesahovalo rámec této práce.

### 6.3.1 Zdroj informací

V současnosti jsou ve firmě používány dva programy. Jedná se o systém KARAT a o tabulkový editor Microsoft Excel. Pro plánování výroby je využíván především Microsoft Excel, kde je pro plánování využíváno konkrétně kontingenčních tabulek. Z tohoto zdroje vychází také analýza úzkého místa.

### 6.3.2 Identifikace úzkého místa

Byl vybrán referenční výrobek, který svou výrobní technologií reprezentuje převážnou část vyráběných produktů. Pro zjednodušení přehledu byl proces výroby rozdělen na čtyři celky a to na: modelárnu, licí pole, cídírnu a technickou kontrolu. Následující graf znázorňuje kapacitní využití jednotlivých pracovních celků.



Obrázek 15: Porovnání výrobní kapacity pracovišť za rok 2017 [12, vlastní zpracování]

Z předchozího grafu je zřejmé, že nejužším místem výroby je licí pole. Naopak pracoviště cídírna se jeví jako značně předdimenzované. To je způsobeno z části tím, že při výpočtu nebyl zohledněn čas oprav odlitků, který se v praxi často navyšuje a je proto nutné zajistit na pracovišti dostatečné rezervy.

Při bližší analýze úzkého místa a následné konzultaci s managementem společnosti bylo zjištěno, že úzké místo pracoviště licího pole se nachází v procesu lití. To je způsobeno limitním počtem vakuových pecí a převládajícím trendem omezení atmosférického lití se zaměřením na lití vakuové. Hlavním důvodem těchto opatření je vyšší kvalita odlitků při vakuovém lití.

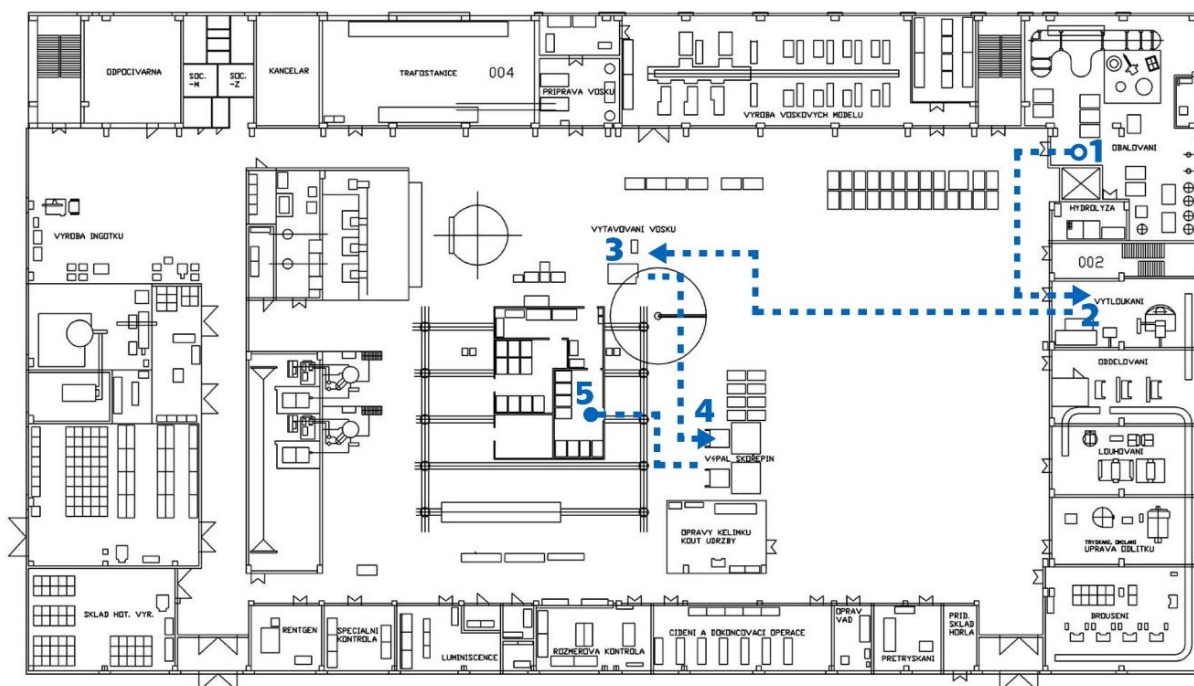
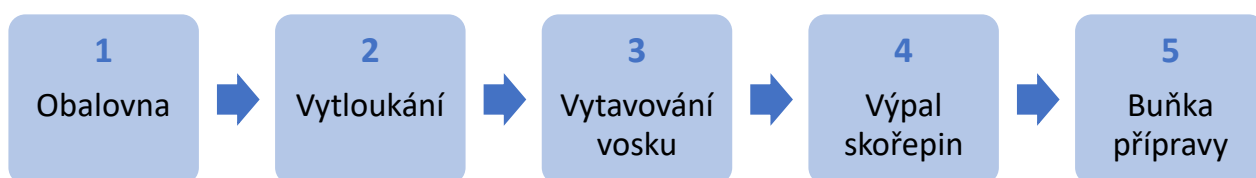
### 6.3.3 Podřízení systému

Při návrhu optimalizace pracoviště bude brán zřetel na identifikované úzké místo s cílem vytvoření zásobníku tak, aby bylo úzké místo, pokud možno, maximálně využito. Tento přístup

vychází z teorie úzkých míst, konkrétně ze systému drum-buffer-robe, popsaného v teoretické části práce.

#### 6.4 Analýza toku materiálu mezi pracovišti obalovna a příprava skořepin

V případě, kdy je tok materiálu velmi specifický, je důležité věnovat této problematice odpovídající pozornost. Specifičnost tohoto materiálového toku spočívá v časovém omezení, kdy může být přemísťovaná skořepina na hale, kde není kontrolována teplota. Vlivem snížení, případně zvýšení teploty oproti teplotě na obalovně, dochází k teplotní dilataci vosku. Následkem toho může docházet k drobným prasklinám skořepin. To pak může mít v následujících krocích, především tedy při procesu lití, fatální následky, kdy při lití dojde k prasknutí skořepiny a k protečení kovu skrz skořepinu.



Obrázek 16: Postup manipulace skořepiny z obalovny

Původní rozmístění strojů na pracovišti bylo ze současného pohledu nahodilé. Toto uspořádání bylo způsobeno historií firmy, ale také nedostatečným zájmem o materiálové toky a jejich optimalizaci.



## 6.5 Analýza pracoviště přípravy skořepin

Tato práce je dále zaměřena na návrh pracoviště, které následuje po procesu výpalu forem. Pracoviště je v buňce, která je postavena ve střední části výrobní haly. Buňka má 91 m<sup>2</sup> a je rozdělena do 5 místností. Nachází se zde mezisklad, kde jsou skladovány formy z předchozí operace, pracoviště, kde probíhá výplach a kontrola skořepin, místnost, kde probíhá zábal skořepin, mezisklad připravených skořepin a oddělená kancelář. Kanceláří se v této práci zabývat nebudeme.

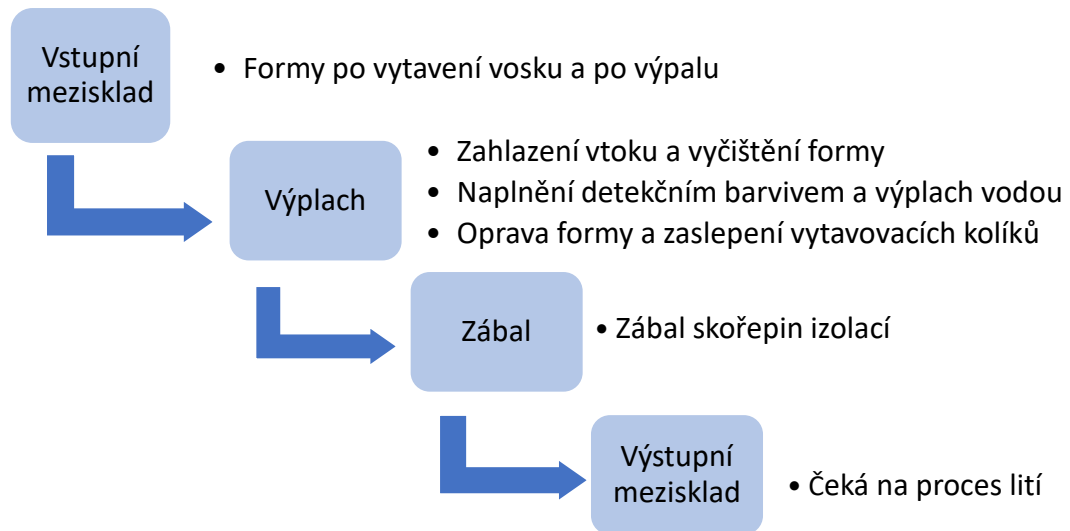
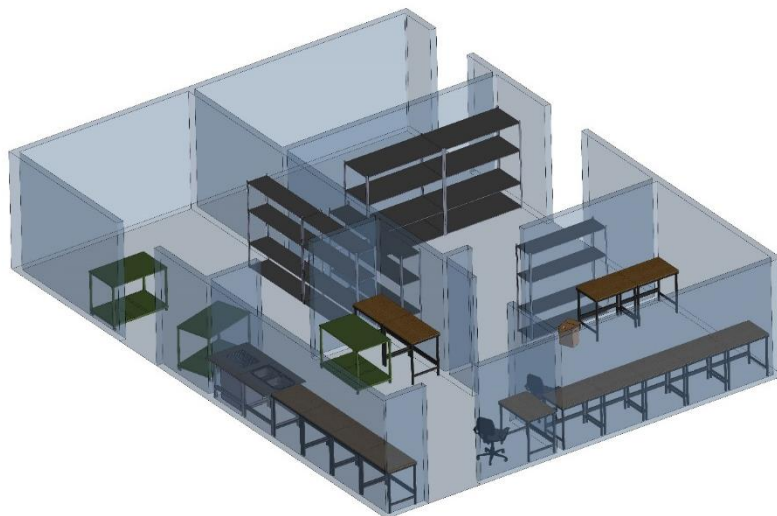


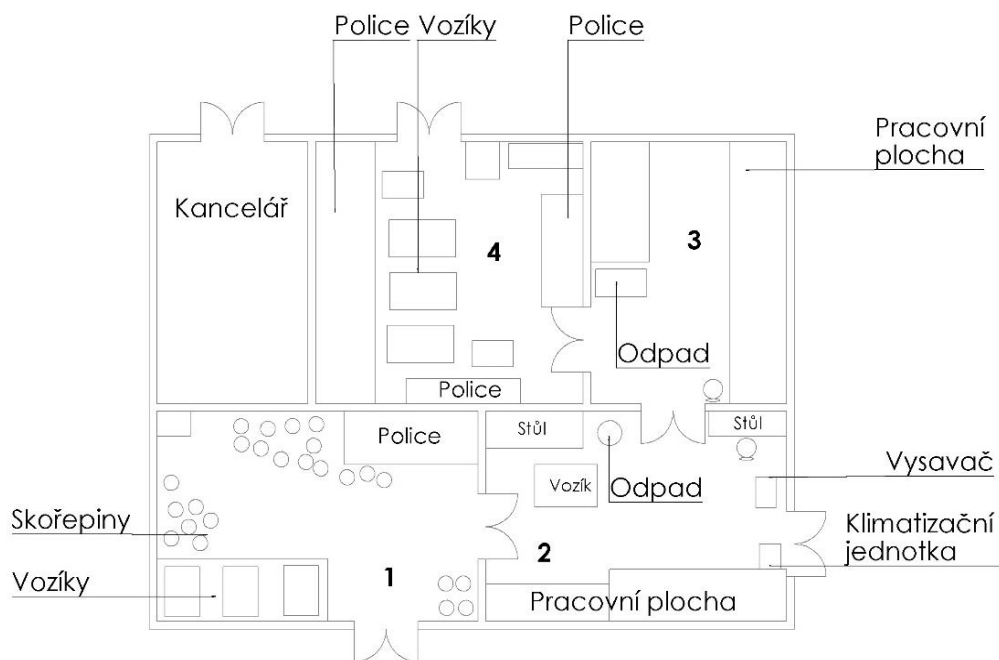
Diagram 3: Schéma pracoviště a činnosti

Z následujících obrázků je patrné rozložení pracovních pomůcek a vybavení pracoviště. Zpracování návrhu dispozičního řešení pracoviště bylo provedeno v programu SOLIDWORKS a je zobrazeno na následujícím obrázku.



Obrázek 17: 3D model pracoviště – původní stav

Pro lepší přehlednost byl zpracován také následující náčrt pracoviště.



Obrázek 18: Náčrt pracoviště (1 – vstupní mezisklad, 2 – výplach, 3 – zábal, 4 – výstupní mezisklad)

### 6.5.1 Vstupní mezisklad

Vstupní mezisklad má rozlohu asi 25 m<sup>2</sup>. V původním stavu byl opatřen dvěma regály se čtyřmi policemi, dvěma vozíky sloužících zde ke skladování menších forem a jedním vozíkem na formy střední. Sklad nebyl schopen pojmout požadované množství forem. Formy, které se nevešly do polic nebo na vozíky, byly volně rozmístěny po podlaze. Kromě nebezpečí, z hlediska možného nebezpečí úrazu při nevhodné manipulaci, je zde také vysoké riziko poškození formy při jejím pokládání nebo zdvihání z betonové podlahy. Místnost je bez klimatizace.

Hlavní nedostatky:

- Nedostatečná kapacita skladu
- Manipulace se skořepinou



*Obrázek 19: Původní stav - vstupní sklad*

### **6.5.2 Výplach**

Pracoviště výplachu má rozlohu asi 24 m<sup>2</sup>. Podél delší stěny je umístěna pracovní deska se dvěma umyvadly a pracovištěm pro výplach skořepin. Naproti je stůl s pracovním deníkem, kde se zapisují informace o opravách provedených na skořepinách a další pracovní deska, která je zastavěna vozíkem sloužícím jako odkládací místo na skořepiny. Vozík slouží jako náhrada pracovní plochy především z důvodu nevhodné výšky pracovní desky. Ventilaci zajišťuje jediná přenosná klimatizační jednotka.

V původním stavu, který byl monitorován během, ale i po skončení směny, byla pracovní deska z velké části zaplněna nepoužívanými předměty. Pracoviště bylo špinavé, pracovní deska zašpiněna zaschlým lepidlem používaným při opravě forem, což může vést ke vzniku defektu při manipulaci se skořepinou. Jak je patrné z následujících obrázků, je pracoviště jako celek velmi neuspořádané a nejsou stanoveny pevné pozice pracovních pomůcek.

Hlavní nedostatky:

- Obtížná manipulace se skořepinami, obzvláště při výplachu
- Nedostatečný přívod vzduchu (trvale vysoká vlhkost)
- Nevhodná ergonomie pracoviště
- Nepořádek na pracovišti
- Nevhodné dispoziční řešení



Obrázek 20: Původní stav - výplach



Obrázek 21: Původní stav - výplach

### 6.5.3 Zábál

Pracoviště zábalu se rozkládá asi na 19 m<sup>2</sup>. Podél delší stěny je pracovní deska, kde dochází k zábalu skořepin. V rohu pracovní desky se nachází pracovní sešit sloužící pro zápis technologických připomínek a pro zaznamenání technologa, který kontroloval zábal skořepin. Naproti se nachází pracovní deska, na které se provádí příprava jednotlivých kusů izolační vaty. Vata je dodávána v rolích, ze kterých je následně pomocí odpovídajících šablon a řezáku vyřezán požadovaný tvar izolace. Tepelná izolace je výrobek obsahující polykrystalickou vlnu. Polykrystalické vlny nejsou dle Směrnice ES 67/548/EHS klasifikovány jako nebezpečné, avšak jsou prokázány dráždivé účinky. Při expozici může dojít k dočasnému podráždění očí, dýchacích cest a kůže. Výměna vzduchu je na tomto pracovišti vyřešena výduchy klimatizace umístěnými v jedné části místnosti u země, výduchy směřují směrem vzhůru. V současné době je klimatizační jednotka z technických důvodů mimo provoz.



Obrázek 22: Původní stav - zábal

Hlavní nedostatky:

- Nedostatečná výměna vzduchu
- Odsávání dráždivých látek
- Trvalý nepořádek na pracovišti
- Nevhodný materiál pracovního stolu, dochází k zasychání lepidla na povrchu stolu
- Nedostatek prostoru pro pracovní pomůcky, zároveň nevyužitý prostor pod pracovní deskou

#### 6.5.4 Výstupní mezisklad

Výstupní mezisklad má rozlohu asi 26 m<sup>2</sup>. Po obvodu stěn je opatřen regály, ve kterých jsou umístěny licí kelímky, krabice s izolační hmotou a další pracovní pomůcky. Skořepiny se většinou skladují na několika vozících sloužících zároveň jako manipulační jednotky při přepravě z pracoviště zabalů. Po zabalení skořepiny izolační vatou je každá další manipulace riziková z hlediska poškození izolační vrstvy. Proto je nutné stanovit pro připravené skořepiny odpovídající způsob manipulace a skladování.

Hlavní nedostatky:

- Nedostatek odkládacích prostor
- Nevhodné dispoziční řešení
- Nepořádek



Obrázek 23: Původní stav - výstupní mezisklad

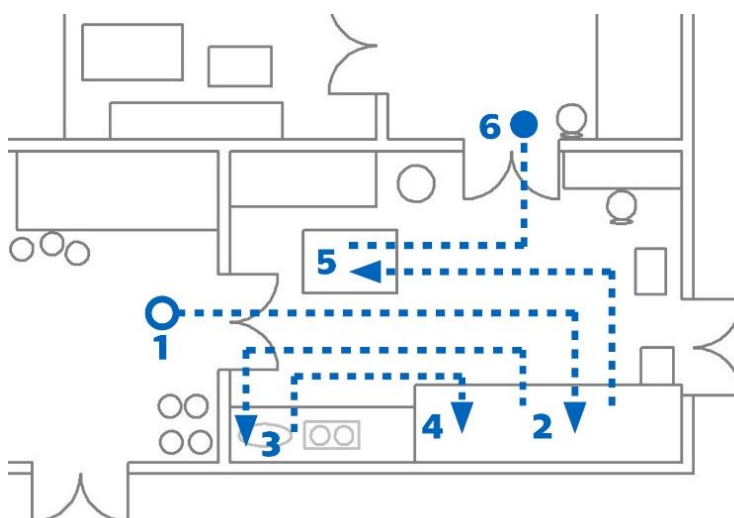
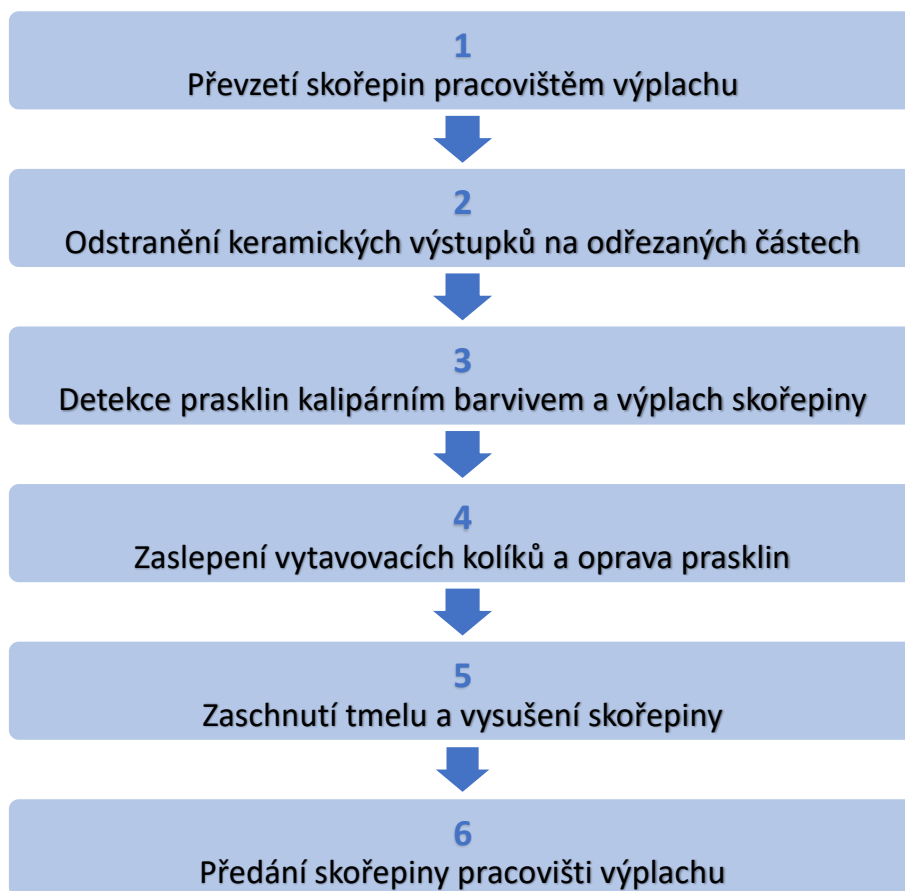
#### 6.5.5 Analýza toku materiálu na pracovišti přípravy skořepin

Tok materiálu byl analyzován na pracovištích výplachu a zabalů skořepiny. Je důležité mít na paměti, že manipulované skořepiny mohou být relativně těžké a jejich uchopení je vzhledem k jejich křehkosti dosti obtížné. To je jedním z důvodů, proč je odstranění každé zbytečné manipulace velkým ulehčením pro pracovníka. Hmotnosti a zastoupení jednotlivých skořepin jsou podrobněji uvedeny v následující kapitole Kategorizace skořepin.



## Pracoviště výplachu

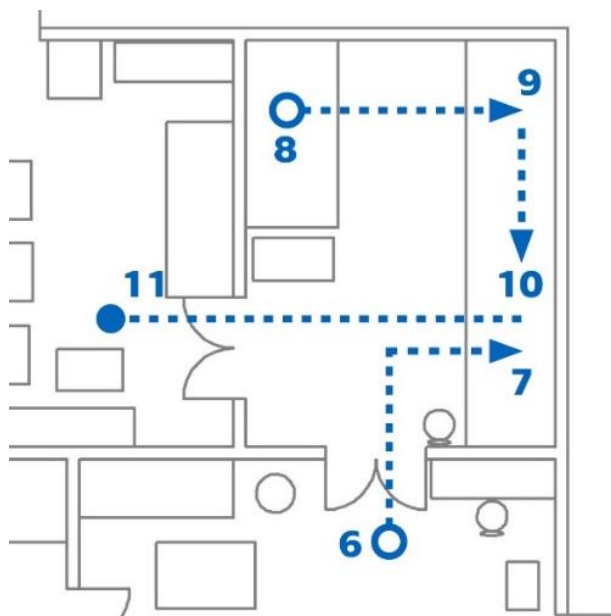
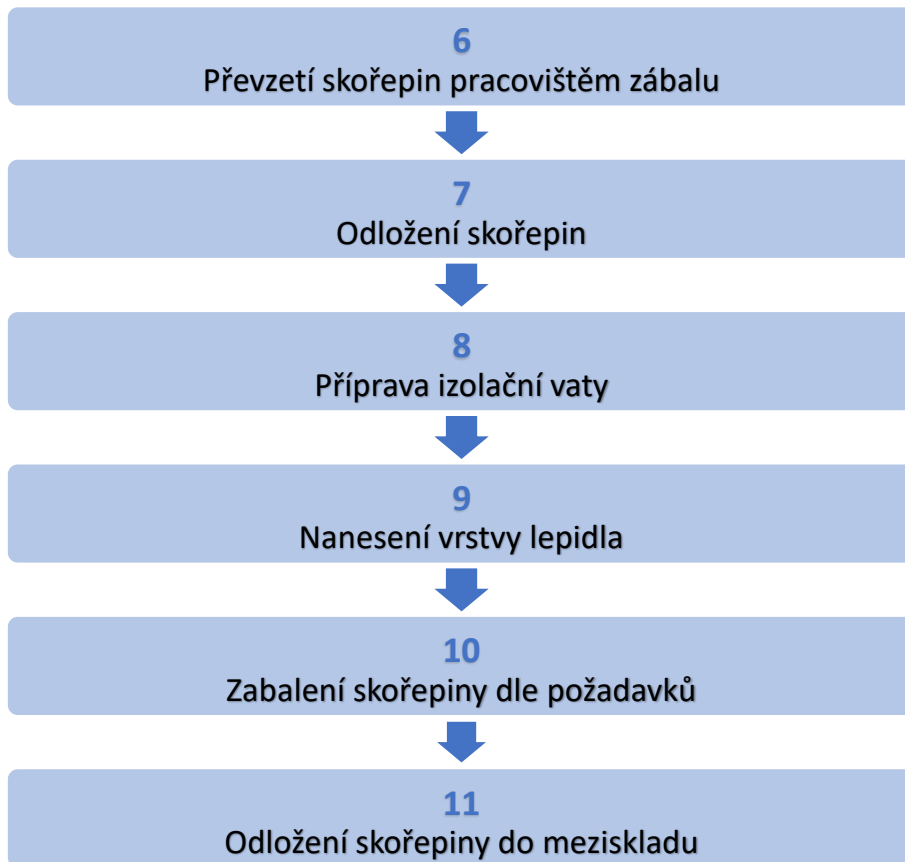
Na pracovišti výplachu skořepiny se tok materiálu skládá z šesti kroků. Popis jednotlivých kroků a grafické znázornění je následující:



Obrázek 24: Schéma toku materiálu - výplach

## Pracoviště zábalu

Na pracovišti je tok materiálu také rozdělen do šesti dílčích kroků, které jsou znázorněny a popsány na následujícím obrázku.



Obrázek 25: Schéma toku materiálu - zábal



Z analýzy toku materiálu vyplývá, že nejsložitější je tok na pracovišti výplachu, kdy je se skořepinou několikrát zbytečně manipulováno. Na odstranění těchto zbytečných pohybů se zaměřím v následující části práce. Naopak na pracovišti přípravy skořepin je situace, vzhledem k daným podmínkám, relativně přijatelná a bude zde materiálový tok upravován jen minimálně.

## 6.6 Kategorizace skořepin

Výrobní program firmy Prague Casting Services je neobvykle široký. Je to způsobeno charakterem a frekvencí jednotlivých zakázek. Firma je zaměřena na výrobu spíše malých sérií, výsledkem čehož je právě široký výrobní program. V roce 2017 bylo vyrobeno téměř 50 druhů odlitků. Celkový sortiment vyráběných odlitků se blíží ke 150 druhům.

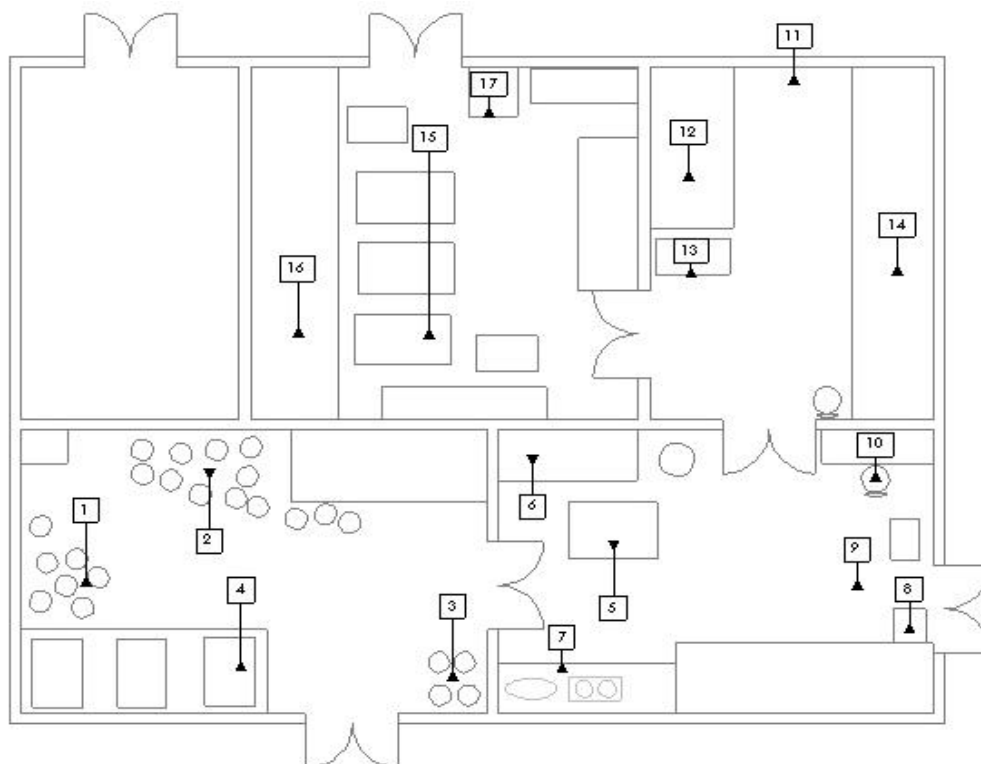
V následující tabulce jsou seřazené skořepiny od nejtěžších. Jako rizikové skořepiny byly uvažovány skořepiny, jejichž hmotnost po naplnění vodou do požadovaných 2/3 objemu je vyšší než 20 kilogramů. Rizikové skořepiny tvoří 7 % z celkové výroby za rok 2017.

Tabulka 7: Hmotnost skořepin

Druh skořepiny	Hmotnost skořepiny po výpalu [kg]	Hmotnost skořepiny s vodou	Celkem vyrobeno odlitků	Počet vyrobených skořepin
A	30,0	36,0	66	66
B	29,5	35,1	1	1
C	24	29,2	45	45
D	24,0	28,7	86	86
E	23,0	27,6	87	87
F	23,1	27,5	94	47
G	22,8	26,7	83	83
H	21,7	26,4	18	18
I	20,5	25,2	44	44
J	20,6	24,0	48	48
K	19,8	23,2	266	133
L	18,6	22,1	840	30
M	17,3	20,8	263	263
N	16,6	19,7	102	34

### 6.6.1 Shrnutí nedostatků

Po analýze pracoviště byly vytipovány hlavní nedostatky, které se budu snažit eliminovat v další části této práce. Nedostatky a jejich umístění jsou graficky znázorněny na následujícím obrázku:



Obrázek 26: Přehled provedené analýzy

Popis problémů a nedostatků znázorněných na předchozím obrázku je uveden v následující tabulce, ze které následně vyplývá seznam dílčích cílů optimalizace tohoto pracoviště.

Tabulka 8: Přehled provedené analýzy, vysvětlení k předchozímu obrázku

1, 2, 3	Volně položené skořepiny
4	Přepravní vozíky sloužící místo polic
5	Přepravní vozík trvale blokuje prostor před pracovní deskou
6	Nevyužívaná pracovní deska z důvodu nevhodné pozice a výšky
7	Nevyhovující pracoviště výplachu skořepin
8	Nedostatečná klimatizační jednotka
9	Průchod zúžen klimatizační jednotkou a vysavačem
10	Pracovní deník vedený formou sešitu
11	Výduchy klimatizace, nedostatečné odsávání prachových částic
12	Pracoviště přípravy izolace, nedostatečné odsávání prachových částic
13	Odpad je házen do volně ležící krabice - možné víření prachových částic
14	Nevhodný povrch pracovní plochy – obtížná údržba
15	Volně stojící vozíky sloužící místo regálů
16	Obtížný přístup k policím
17	Vysavač blokuje průchod

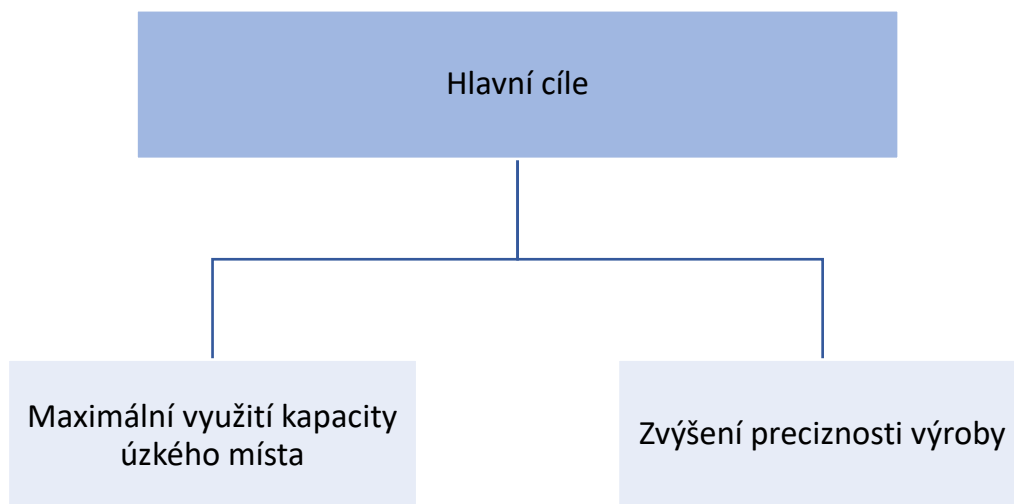
Seznam problémů a nedostatků, kterými se bude zabývat návrh optimalizace pracoviště přípravy skořepin, je uveden v následující tabulce.

Tabulka 9: Nedostatky jednotlivých pracovišť

Tok materiálu mezi pracovišti obalovna a příprava skořepin	
Návrh pracoviště	Zkrácení času vystavení skořepin nepříznivým teplotním vlivům zjednodušením toku materiálu
Pracoviště zábalu skořepin	
Výstupní sklad	Nedostatečná kapacita skladu
	Problematická manipulace se skořepinou
Výplach	Obtížná manipulace se skořepinami, obzvláště při výplachu
	Nedostatečný přívod vzduchu (trvale vysoká vlhkost)
	Nevhodná ergonomie pracoviště
	Nepořádek na pracovišti
	Nevhodné dispoziční řešení
Zábal	Nedostatečná výměna vzduchu
	Odsávání dráždivých látek
	Trvalý nepořádek na pracovišti
	Nevhodný materiál pracovního stolu
	Nedostatek prostoru pro pracovní pomůcky
Výstupní sklad	Nedostatek odkládacích prostor
	Nevhodné dispoziční řešení
	Nepořádek

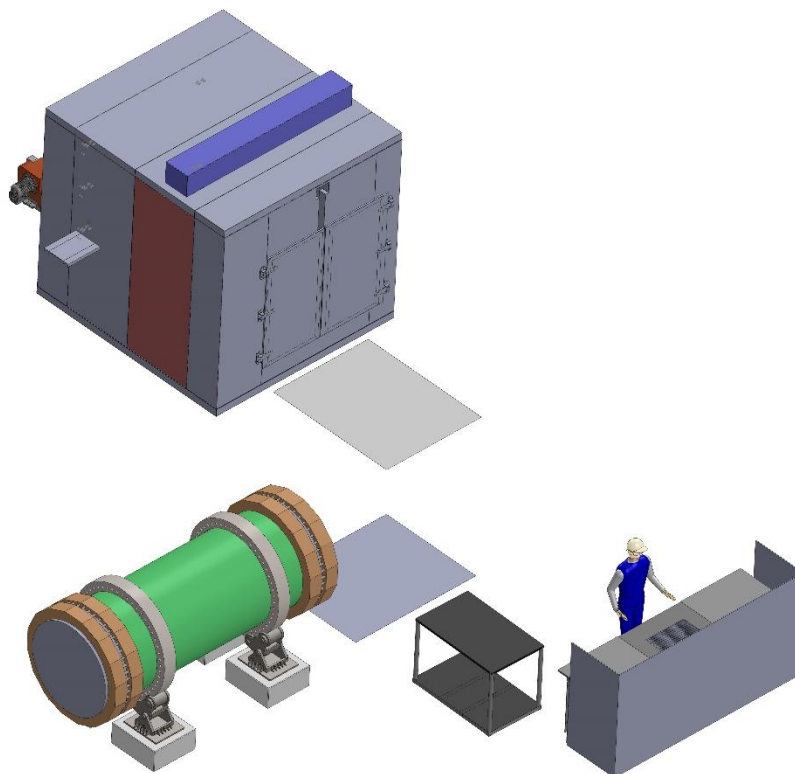
Tato kapitola, která byla věnována analýze daného úseku výroby je základem, ze kterého bude vycházeno při návrhu optimalizace. Analýza odhalila na pracovištích mnoho nedostatků, jejichž eliminaci budou věnovány následující kapitoly. Hlavními cíli při optimalizaci pracoviště, kterých se snaží práce dosáhnout jsou:

Zvýšení preciznosti výroby za účelem snížení zmetkovitosti, konkrétně výskytem vměstků, a to s přihlédnutím k ergonomickým zásadám tak, aby došlo k ulehčení práce a přizpůsobení pracovního prostředí lidskému tělu. Druhým hlavním cílem je maximální využití kapacity úzkého místa, kterého bude dosaženo přizpůsobením pracoviště přípravy skořepin, a to přidáním dostatečných skladovacích prostor pro stálé zásobování úzkého místa.



*Diagram 4: Hlavní cíle optimalizace*





*Obrázek 28: Vizualizace pracoviště*

Z předchozího obrázku je patrné rozvržení navrhovaného pracoviště. Na první pohled je zřejmý velký manipulační prostor ve střední části pracoviště, který slouží k pohodlné manipulaci se zavážecími vozíky do jednotlivých pecí. V obrázku je prostor pro vozíky znázorněn obdélníky před autoklávem a vypalovací pecí.

Cílem této kapitoly bylo navržení toku materiálu, který bude za daných podmínek co nejlépe splňovat uvedené požadavky. Důraz byl kladen především na časovou náročnost manipulace. Docílené zlepšení bude dále popsáno v kapitole věnované technicko-ekonomickému zhodnocení návrhů.

## 8 Návrh optimalizace organizace a uspořádání pracovišť

Při návrhu optimalizací pracoviště bylo vycházeno z teoreticky zpracovaných podkladů řešeršní části této práce, především z principů a metod průmyslového inženýrství s přihlédnutím k ergonomii pracoviště.

### 8.1 Aplikace 5S

Při vyhodnocení současného stavu bylo vycházeno jak z teoretických principů metody 5S, tak z praktických rad jak postupovat při zavedení pěti pilířů této metody. V současnosti je ve firmě zavedeno vyhodnocování pořádku na pracovišti pomocí programu 5S. Jedná se o dlouhodobou snahu firmy docílení určitých standardů stavu jednotlivých pracovišť. Vzhledem k současné snaze snížení nebezpečí vzniku vměstků je program 5S podpořen optimalizací pracoviště přípravy forem. V následující tabulce je průběžné vyhodnocení pracovišť v roce 2017

Tabulka 10: Průběh hodnocení pracovišť v roce 2017 [12]

Pracoviště	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Modelárna	3,1	3,1	3,0	3,0	2,9	2,8	3,0	2,9	3,0	2,4	2,4	2,3
Tech. kontrola	3,0	3,2	3,2	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,8	2,4	2,3	2,3
Obalovna	3,3	3,2	3,1	3,1	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,4	2,4	2,4
Laboratoře	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1	3,0	2,9	2,8	2,6	2,3	2,2	2,2
Licí pole	3,6	3,4	3,3	3,4	3,3	3,2	3,0	3,0	3,0	2,5	2,5	2,5
Sklady	3,2	3,2	3,1	3,2	3,1	3,1	2,9	2,9	2,7	2,5	2,4	2,4
Údržba	3,1	3,1	3,1	3,3	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	2,8	2,7	2,5
Cídírna	3,5	3,3	3,2	3,2	3,1	3,0	3,0	3,0	3,0	2,4	2,4	2,4
Prům. celá firma	3,2	3,1	3,1	3,2	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,4	2,4	2,4

Z tabulky je patrné, že dosažení požadovaných standardů se za rok 2017 nepodařilo dosáhnout.

### 8.1.1 První pilíř: Třídění (Sorting)

Pro správnou identifikaci nepotřebných položek na pracovišti a následné vyhodnocení bylo využito systému 5S. Při třídění bylo vycházeno z následujících otázek:

- Je tento předmět opravdu zapotřebí?
- Je potřebný v aktuálním množství?
- Je jeho stávající umístění optimální?

V závislosti na odpovědi na předchozí otázky pak bylo rozhodnuto o vhodnějším rozmístění pracovních pomůcek, snížení množství daných předmětů, případně byly nevhodné předměty z pracoviště přesunuty nebo docela odstraněny pro nadbytečnost. Systém 5S byl aplikován především u pracoviště výplachu a zábalu skořepin, aplikování této metody při návrhu skladových prostor nebylo vyhodnoceno jako vhodné řešení. [7]

Stanovení potřebného vybavení bylo prováděno formou několika konzultací a monitorováním stavu pracoviště a požívaného vybavení. Byl stanoven následující seznam pracovních pomůcek potřebných při každodenní pracovní činnosti:

#### Pracoviště výplachu

- Brusný kámen
- Vysavač
- Keramická břečka (modrá)
- Gumové špunty
- Kýbl s barvivem
- Kýbl s lepidlem
- Keramické špunty
- Plastová víčka na vtoky skořepin

#### Pracoviště zábalu

- Izolační vata – role o tloušťce 13, 25, 38 mm
- Pravítko
- Metr
- Úhelník
- Řezák
- Fixa
- Lepidlo
- Šablony



Předměty pro každodenní užití by měly mít pevně stanovenou pozici, ve které budou nejen při skončení směny, ale i v průběhu pracovní činnosti, pokud s nimi nebude aktuálně pracováno. Tímto způsobem se docílí trvalého uklizeného stavu pracoviště. Předměty, které jsou součástí pracoviště a které nejsou používány každodenně budou mít své umístění, které už ovšem nebude na pracovní desce. [7]

### **8.1.2 Druhý pilíř: Nastavení pořádku (Set in order)**

V předchozí části této práce byla provedena analýza potřebného vybavení. Tato část bude věnována zvolení optimálního umístění výše zmiňovaných předmětů. Metoda 5S při realizaci pracuje s pojmem vizuální pracoviště. Metoda je založena na tom, že pracovník dokáže na základě vizuálních podmětů správně umístit dané pracovní pomůcky na správné místo, a to i bez předchozích zkušeností či praxe na pracovišti. Další výhodou této metody je, že vyhodnocení stavu uklizenosti je díky těmto prvkům mnohem rychlejší a efektivnější. Při návrhu umístění bylo vycházeno z následujících předpokladů:

- Odstranění pestrosti nástrojů, podpora multifunkčnosti
- Dělení nástrojů dle funkce a pořadí jejich použití
- Jednoduchost při vracení položek na své místo
- Zvýšení přehlednosti [7]

### **8.1.3 Třetí pilíř: Lesk (Shine)**

Cílem této části je definitivní odstranění špíny. V našem případě se již nejedná jen o úklid a čištění, ale také o pořízení vhodného vybavení, jehož povrch bude snadné udržovat čisté. V současné době je pracovní plocha trvale zašpiněna zaschlým lepidlem a okolí výplachu skořepin je trvale zašpiněno barvivem. Pod celou pracovní deskou, kde je otevřený prostor, dochází k zanášení prachem, kousky keramiky a dalších částic. Čištění těchto prostor je komplikované z důvodu špatného přístupu. Vyčištění takto zašpiněného pracoviště, pokud je to vůbec možné, by trvalo desítky minut a trvale je tento požadavek na pracovníky nereálný. Proto je snaha zvolit takové materiály, ze kterých půjde snadno omýt jak barvivo, tak používané lepidlo.


Postup při zavádění požadovaného stavu pracoviště bude následující: stanovení cílů, odpovědnosti, denních činností, připravení vhodných nástrojů a dodání vhodného vybavení. [7]

#### **8.1.4 Čtvrtý pilíř: Standardizace (Standardization)**


V rámci této diplomové práce bude dbán také důraz nejen na praktickou aplikaci, ale také na dlouhodobou udržitelnost. Při analýze stavu pracoviště a v průběhu zpracování práce dochází ke konzultacím, kdy je pracovníkům vysvětlen přínos čistého a uklizeného pracoviště. Je kladen důraz na vytvoření návyku třídění a pravidelného úklidu. Dosažení těchto vlastností by mělo být v ideálním případě podpořeno určením pravidelných kontrol, odměn a penalizací, které jsou blíže zpracovány v následující kapitole.

Pro usnadnění a vizualizaci požadovaných úkonů byly zpracovány následující karty údržby určené pro pracoviště výplachu a přilehlý sklad a pracoviště zábalu a též přilehlý sklad. V kartě je zpracována jak frekvence požadovaného úklidu, tak stručný popis činnosti. Karta by také měla obsahovat požadovanou vizuální podobu pracoviště, která bude doplněna po realizaci optimalizačních opatření.

Tabulka 11: Karta údržby – výplach [12, vlastní zpracování]

List č.	<b>1</b>	<h1>Údržba</h1>					
Počet listů	<b>1</b>						
<b>Název pracoviště</b>		<b>Výplach + sklad</b>					
Poř. číslo	Místo	Požadovaný stav	Činnost	Frekvence			
				S	T	M	U
<b>1</b>	Podlaha, regály a pracovní plochy	Čistá, bez zbytků vosku, keramiky, prachu, lepidla atd., koš vyspaný	Zamést, vysát, vyčistit, vyspat				<b>X</b>
<b>2</b>	Čistota zařízení, prováděná údržba	Celkové očištění zařízení od všech nečistot, pravidelná údržba	Udržovat dle příslušné TAPP				<b>X</b>
<b>3</b>	Stůl a šuplíky	Srovnané, pouze potřebné a používané předměty	Vytřídit, srovnat			<b>X</b>	
<b>4</b>	Stav náradí	Vytříděné, pouze potřebné pro danou operaci, ostatní řádně uložené na předepsaném místě	Vytřídit, srovnat	<b>X</b>			
<b>5</b>	Úklidové prostředky	Uložené na označeném místě, v řádném použitelném stavu	Uložit		<b>X</b>		
<b>6</b>	Celková kontrola	Kontrola pracoviště, případné nedostatky vyřešit nebo zapsat do karty nedostatků	Zkontrolovat, vyřešit nebo zapsat	<b>X</b>			<b>X</b>
<p><i>Vložit foto požadovaného stavu pracoviště</i></p>							
<p>Pozn.: <b>S: 1/směnu</b> = V PRŮBĚHU SMĚNY  <b>T: 1/týden</b> = KONEC PÁTEČNÍ RANNÍ SMĚNY  <b>M: 1/měsíc</b> = PRVNÍ PONDĚLÍ V MĚSÍCI, ZAČÁTEK RANNÍ SMĚNY  <b>U:</b> = PO KAŽDÉM UKONČENÍ PRACOVNÍ SMĚNY</p>							
Vypracoval:		Schválil:		Odpovídá:			
Datum:		Datum:		Datum:			
Podpis:		Podpis:		Podpis:			

Tabulka 12: Karta údržby – výplach [12, vlastní zpracování]


List č.	<b>1</b>	<h1>Údržba</h1>					
Počet listů	<b>1</b>						
<b>Název pracoviště</b>		<b>Zábal + sklad</b>					
Poř. číslo	Místo	Požadovaný stav	Činnost	Frekvence			
				S	T	M	U
<b>1</b>	Podlaha, regály a pracovní plochy	Čistá, bez zbytků vosku, keramiky, prachu, lepidla atd., koš vyspaný	Zamést, vysát, vyčistit, vysypat				<b>X</b>
<b>2</b>	Pracovní zařízení	Celkové očištění zařízení od všech nečistot, pravidelná údržba	Udržovat dle příslušné TAPP				<b>X</b>
<b>3</b>	Skříň, stůl a šuplíky	Srovnané, pouze potřebné a používané předměty	Vytřídit, srovnat			<b>X</b>	
<b>4</b>	Stav náradí	Vytřídění, pouze potřebné pro danou operaci, ostatní řádně uložené na předepsaném místě	Vytřídit, srovnat	<b>X</b>			
<b>5</b>	Úklidové prostředky	Uložené na označeném místě, v řádném použitelném stavu	Uložit		<b>X</b>		
<b>6</b>	Celková kontrola	Kontrola pracoviště, případné nedostatky vyřešit nebo zapsat do karty nedostatků	Zkontrolovat, vyřešit nebo zapsat	<b>X</b>			<b>X</b>
<p><i>Vložit foto požadovaného stavu pracoviště</i></p>							
<p>Pozn.: <b>S: 1/směnu</b> = PŘED KONCEM SMĚNY  <b>T: 1/týden</b> = KONEC PÁTEČNÍ RANNÍ SMĚNY  <b>M: 1/měsíc</b> = PRVNÍ PONDĚLÍ V MĚSÍCI, ZAČÁTEK RANNÍ SMĚNY  <b>U:</b> = PO KAŽDÉM UKONČENÍ PRACOVNÍ SMĚNY</p>							
Vypracoval:		Schválil:		Odpovídá:			
Datum:		Datum:		Datum:			
Podpis:		Podpis:		Podpis:			

### 8.1.5 Pátý pilíř: Zachování (Sustaining)

V případě, že byly předchozí zásady metody 5S správně aplikovány, nemělo by docházet ke vzniku nepořádku, k hromadění nepotřebných předmětů nebo k trvalému zašpinění pracoviště. Pro podporu trvalého úsilí pracovníků by měl být vytvořen dlouhodobý plán a pracovníci by měli být podporováni také managementem firmy. Po zavedení pravidelných úklidů by již další úklidové práce neměly zabírat mnoho času a výsledkem by mělo být pracoviště, ve kterém se pracovníci cítí dobře a dokáží se plně soustředit na pracovní činnost. [7]

V rámci snahy o zachování vytvořených standardů je třeba dbát také na pečlivé a pravidelné kontroly pracoviště. Kontroly by měly probíhat denně a nahodile tak, aby bylo docíleno trvale uspořádaného a čistého pracoviště. Výsledky kontrol budou zaznamenávány do následující karty kontroly údržby.

Tabulka 13: Kontrola údržby [12, vlastní zpracování]

List č.	<b>1</b>	<h1>Kontrola údržby</h1>						
Počet listů	<b>1</b>							
Datum	Odpovědný pracovník	Kontroloval	Poznámky	Hodnocení 1-5				
				1.S	V	Z	2.S	
Vypracoval:		Schválil:		Odpovídá:				
Datum:		Datum:		Datum:				
Podpis:		Podpis:		Podpis:				
Zkratky:	1.S = 1.sklad	V = Výplach	Z = Zabal	2.S = 2. sklad				

## **8.2 Mikroklimatické podmínky**

Již při prvotním návrhu pracoviště by měl být kladen důraz na správné řízení mikroklimatických podmínek. Mikroklimatickými podmínkami je zde myšlena především teplota a vlhkost vzduchu a dostatečný přívod čerstvého vzduchu.

V našem případě, kdy se dle Nařízení vlády č. 361/2007 jedná o pracoviště skupiny IIIb., by měl být na pracoviště přiváděn čerstvý vzduch o minimálním objemu 70 m<sup>3</sup>/h na každého pracovníka na pracovišti. Vzduch by neměl mít koncentraci škodlivých látek vyšší než 5 %, a minimální podíl venkovního vzduchu by neměl klesnout pod 15 %. Teplota klimatizovaných prostor by se dle zmiňovaného nařízení vlády měla pohybovat v rozmezí 10 až 26 °C a relativní vlhkost od 30 do 70 %. Dle ergonomie by měla být teplota a relativní vlhkost na pracovišti taková, aby bylo zajištěno teplotní pohodlí zaměstnanců, a to vzhledem k pracovní činnosti, používaným pracovním pomůckám a pracovním oděvům. Cílem návrhu klimatizačního zařízení by bylo, aby si pracovník mohl teplotu, případně i vlhkost, na pracovišti regulovat sám, a to v předem stanoveném rozmezí. [6, 10]

K zajištění přijatelných mikroklimatických podmínek je nutné zajistit zachycení škodlivých a prachových částic přímo u zdroje.

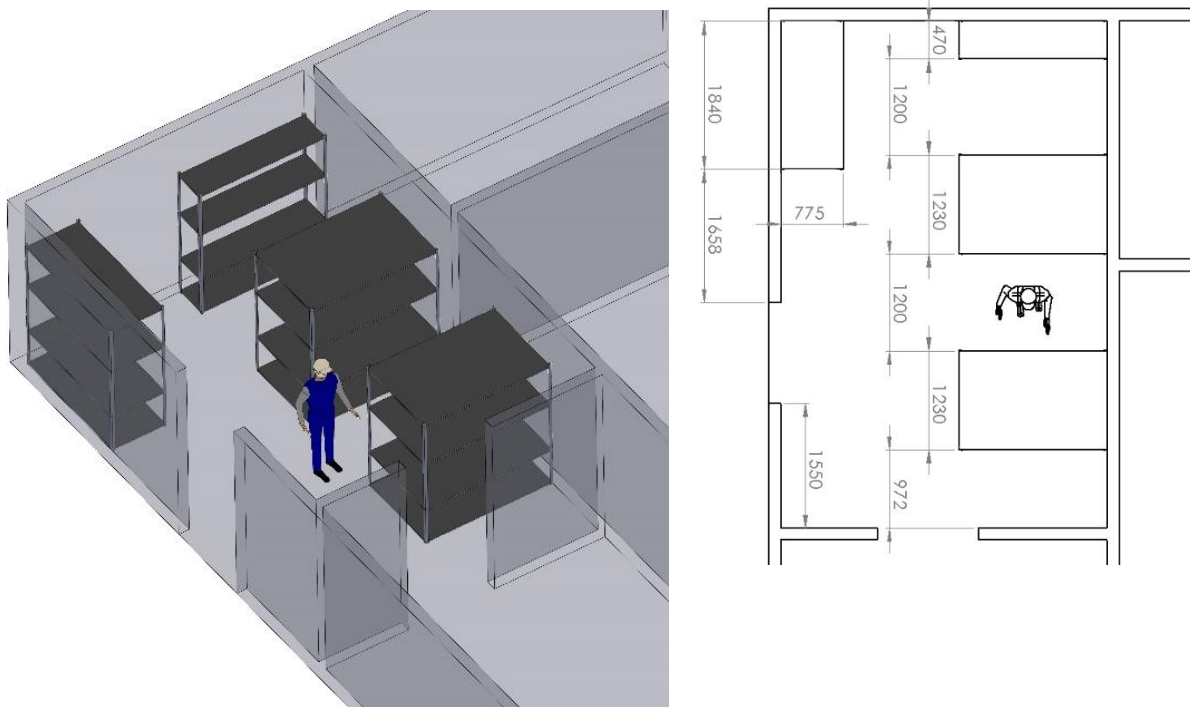
Zajištění požadovaných mikroklimatických podmínek má vysokou prioritu, a již v průběhu zpracování diplomové práce dochází ke konzultaci nabídky zpracování klimatizačního zařízení se zástupci dodavatelských firem.

## **8.3 Návrh pracoviště přípravy skořepin**

Cílem této práce je docílit optimalizace pracoviště. S tím souvisí nejen tok materiálu, ale také rozmístění pracovního zařízení a pracovních pomůcek na pracovišti, velikost pracovního prostoru a prostoru pro přepravu, zvolení správného osvětlení pracoviště a pracovní plochy, a barevná úprava pracoviště.

### **8.3.1 Vstupní mezisklad**

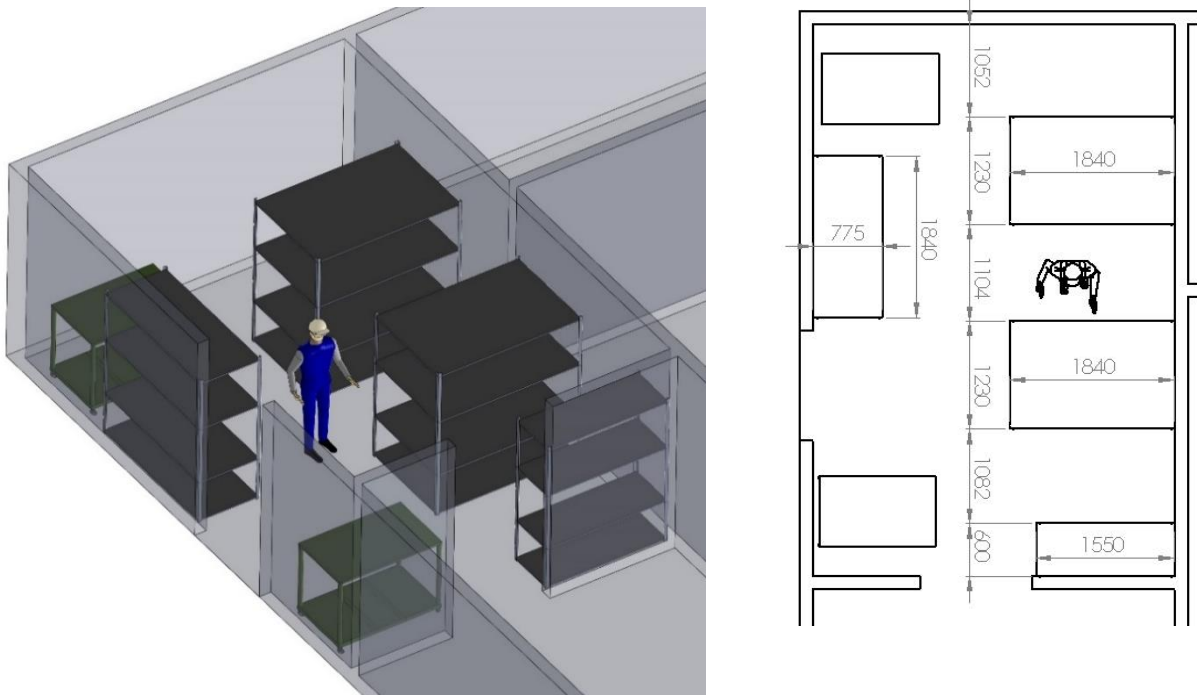
Hlavním problémem vstupního meziskladu byl nedostatek skladovacích polic, skořepiny byly většinou volně rozložené po podlaze. Hlavním bodem optimalizace je zde tedy návrh nákupu regálů a návrh jejich rozmístění tak, aby byl umožněn volný tok materiálu a nedocházelo ke zbytečnému omezení přístupových cest.



*Obrázek 29: 3D model návrhu pracoviště výplachu (vlevo) a výkres rozmístění (vpravo)*

Jak je patrné z předchozího obrázku, zvolil jsem pro skladování skořepin 4 regály. Dva jsou široké 1,23 metru. Zde budou skořepiny uskladňovány z obou stran. Další regál má hloubku 0,78 metru a je přístupný z jedné strany. Vedle něj je místo pro skladování přepravních vozíků, které jsou již součástí pracoviště. Poslední regál má hloubku 0,47 metru. Je určený pro skladování menších skořepin. Regály jsou od sebe v dostatečné vzdálenosti pro pohodlnou manipulaci se skořepinami při jejich uskladňování a vyskladňování a při manipulaci s vozíkem na pracovišti.

Po konzultaci s vedením společnosti, byla zpracována také druhá varianta uspořádání skladu. Důvodem změn v rozmístění je požadavek na využití původních regálů a přizpůsobení se dalším požadavkům, například rozmístění elektroinstalace. Druhá varianta rozmístění je znázorněna na následujících obrázcích.



Obrázek 30: 3D model návrhu pracoviště výplachu (vlevo) a výkres rozmístění (vpravo)

Souhrn:

- Skladový regál Combo
  - 1980x1840x470 mm - 1 kus
  - 1980x1840x775 mm - 1 kus
  - 1980x1840x1230 mm - 2 kusy

### 8.3.2 Výplach

Z hlediska prostorových nároků na pracoviště byla situace v pořádku až na průchod, který byl zastaven volně postaveným vysavačem a mobilní klimatizační jednotkou. Klimatizační jednotka by měla být v návrhu centrální. Umístění vysavače je zvoleno pod pracovní deskou. Tak bude uvolněn dříve zúžený průchod.

Na tomto pracovišti byl zjištěn relativně složitý tok materiálu a problematická manipulace se skořepinami při jejich výplachu. V této části tedy upravíme pracoviště tak, abychom tok materiálu, pokud možno, co nejvíce zjednodušili. Co se týče výplachu skořepin, vyplachovací přípravek bude navržen v další části práce.

Zjednodušení materiálového toku na pracovišti bude dosaženo přeorganizováním pracovní desky. Dojde k posunutí vyplachovacího prostoru doprostřed pracovní desky tak, aby bylo možné postupovat při technologických operacích výplachu skořepiny ve směru toku

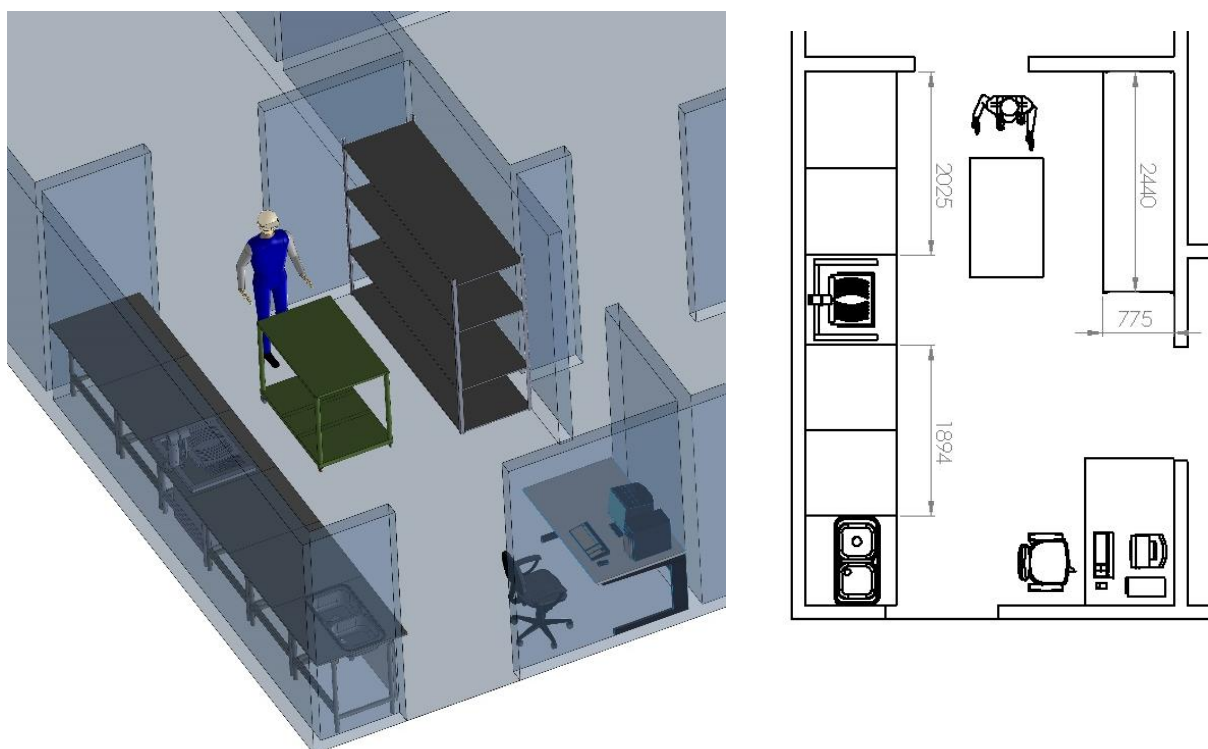


materiálu, tedy zprava doleva. Dřez, který není používán při technologických operacích výplachu skořepin byl situován do zadního rohu desky tak, aby nebránil toku materiálu.

Pracovní deska byla původně ve výšce 950 mm, což je z ergonomického hlediska optimální výška pro manipulaci s těžkými břemeny. Hloubka pracovní desky je 1000 mm z důvodu lepší manipulace skořepin po pracovní desce. Pracovní deska bude, oproti původnímu stavu, vybavena posuvnými dvířky. Tím dojde k uzavření pracovního prostoru pod pracovní deskou, kde bude možné uskladnit jak zmiňovaný vysavač, tak další, méně často používané pracovní pomůcky. Zároveň dojde uzavřením prostoru pod pracovní deskou k usnadnění procesu údržby pracoviště.

Další změnou na tomto pracovišti bude přidání regálu. Ten bude umístěn místo nevyužívané pracovní desky a bude sloužit pro nutné vysoušení skořepin. V původním stavu se tak dělo na jednom, či dvou přistavených vozíčkách, které blokovaly jak přístup k pracovní desce, tak prostor nutný pro manipulaci s vozíkem při manipulaci dalších skořepin.

Z hlediska osvětlení pracoviště jsou původní podmínky, vzhledem k pracovní činnosti, dostatečné.



*Obrázek 31: 3D model návrhu pracoviště výplachu (vlevo) a výkres rozmístění (vpravo), 2. varianta*

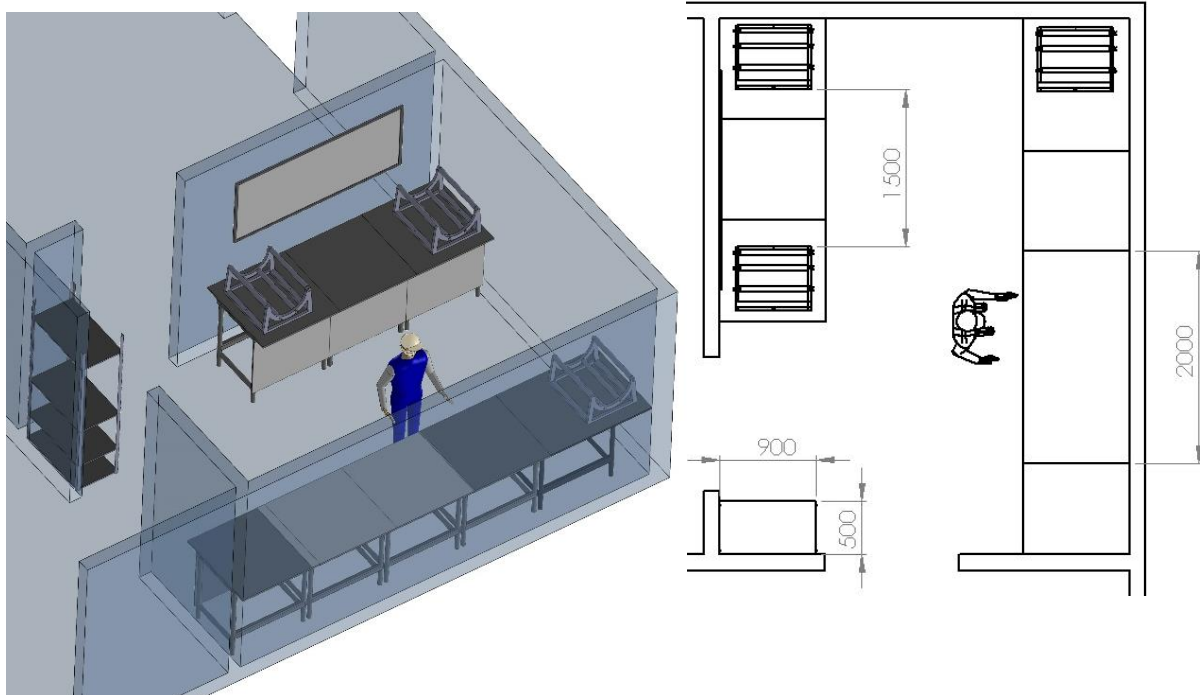
Souhrn:

- Skladový regál Combo
  - 1980x2440x775mm – 1 kus
- Vyplachovací přípravek
- Manipulační podložky

### **8.3.3 Zábál**

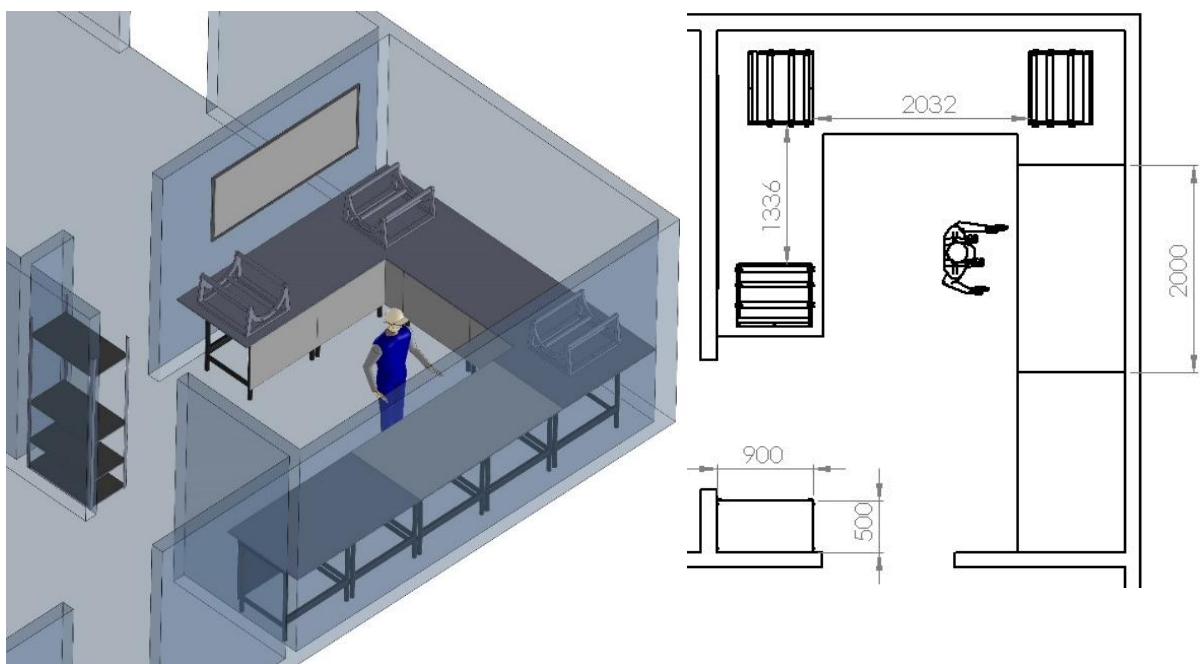
Na tomto pracovišti bylo problémů hned několik. Mezi hlavními nedostatky bylo nedostatečné odsávání vzduchu a nevhodný materiál pracovní desky, ze které je problematické odstraňování lepidla používaného při zábalu skořepiny. Odsávání vzduchu a škodlivých látek je zde navrženo v zadní části pracovní desky a bude konzultováno při návrhu centrální klimatizační jednotky s konkrétním dodavatelem. Při výběru pracovní desky je brán ohled na její snadnou údržbu tak, aby i zaschlé lepidlo šlo, pokud možno, lehce seškrábnout. Po zvážení požadavků byla zvolena dělená pracovní deska. Část desky, na které je pracováno s lepidlem, bude z mramoru. Jedná se o desku o šířce asi 2000 mm. Zbytek pracovní plochy bude již z původního materiálu, tedy z plastu.

Výška a hloubka pracovní desky je, vzhledem k manipulaci se stejnými břemeny, zvolena ve stejné výšce. Pod pracovní deskou budou umístěny skladovací prostory pro šablony užívané při vyřezávání tvarových prvků zábalu. Zbytek pracovní desky bude, stejně jako na pracovišti výplachu, zepředu vybaven posuvnými dvířky. Tím vznikne uzavřený prostor určený pro skladování zřídka užívaných pracovních pomůcek. Osvětlení je i na tomto pracovišti dostatečné.



Obrázek 32: 3D model návrhu pracoviště zábalu (vlevo) a výkres rozmístění (vpravo)

V rámci návrhu byly zpracovány dvě varianty rozmístění. Varianty se odlišují v rozdílném řešení pracovní desky. Hlavní nevýhodou zpracování pracovní desky do tvaru U je, že zde vzniknou v rozích pracovní desky těžko dostupná místa. Naopak výhodou tohoto řešení je relativně velká pracovní plocha.



Obrázek 33: 3D model návrhu pracoviště zábalu (vlevo) a výkres rozmístění (vpravo)

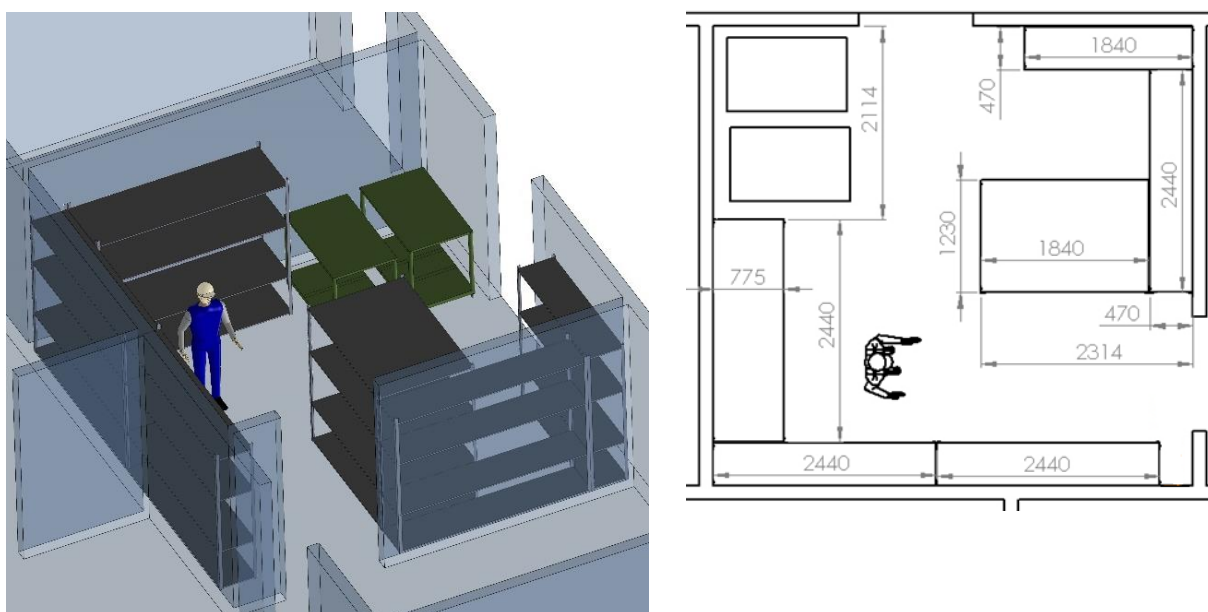
Jak je patrné z obrázku, dalším navrhovaným zlepšením jsou zde držáky na role izolační látky. Tím se minimalizuje nutnost manipulace s velkou rolí tohoto materiálu. Vyhneme se tak nejen nepořádku na pracovišti, ale také nebezpečí, že dojde ke styku nechráněné části těla pracovníka s rolí izolační vaty. Vzhledem k relativně vyšším cenám na trhu dostupných přípravků pro odvíjení navinutého materiálu byla zvolena varianta svaření si vlastního přípravku. V rámci návrhu byly zpracovány dvě varianty držáku. První, jednodušší varianta, je z ohýbaného plechu. Nevýhodou tohoto návrhu je náročnější odvíjení materiálu způsobené třecími silami. Druhá varianta, která počítá s použitím dopravníkových válečků, se problému tření vyhýbá. Nevýhodou je ale složitější konstrukce a nutnost koupě zmiňovaných válečků.

Souhrn:

- Pracovní deska – mramorová o rozměrech 2000x1000 mm
- Odvíjecí přípravek – 3 kusy

#### 8.3.4 Výstupní mezisklad

Výstupní sklad sloužící pro uskladnění zabalených skořepin, licích kelímků, vtokových jamek a dalšího materiálu pro pracoviště licího pole, měl jako hlavní problém neuspořádanost. Z tohoto důvodu bylo při návrhu pracoviště přidáno několik regálů pro uskladnění a uspořádání všech potřebných předmětů. Dalším prvkem návrhu skladu bylo jeho pomyslné rozdělení. Vyhneme se tak nepořádku vzniklého nejasnostmi, pod které pracoviště daná část skladu patří, a tedy kdo za to nese odpovědnost.



Obrázek 34: 3D model návrhu pracoviště zábalu (vlevo) a výkres rozmístění (vpravo)

Jak je patrné z předchozího obrázku, k pomyslnému rozdělení místnosti došlo přidáním velkého regálu v prostřední části skladu. Skladové prostory blíže ke vstupu do místnosti výplachu pak budou náležet především uskladnění skořepin, naopak prostor blíže ke vstupním dveřím do buňky bude sloužit k uskladnění licích kelímků a dalších předmětů pracoviště licího pole.

Souhrn:

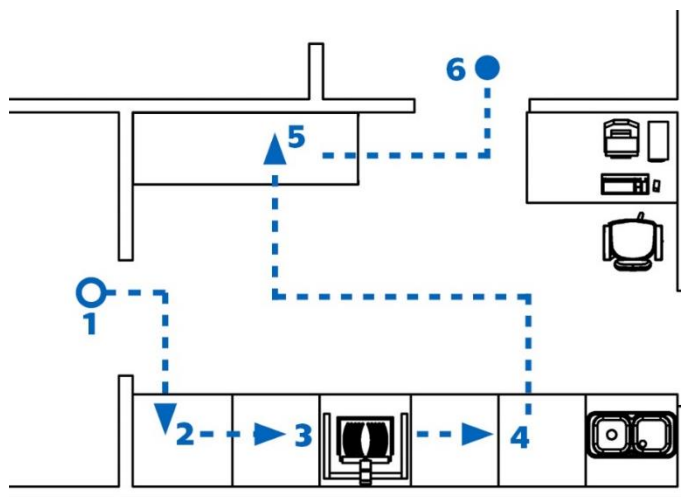
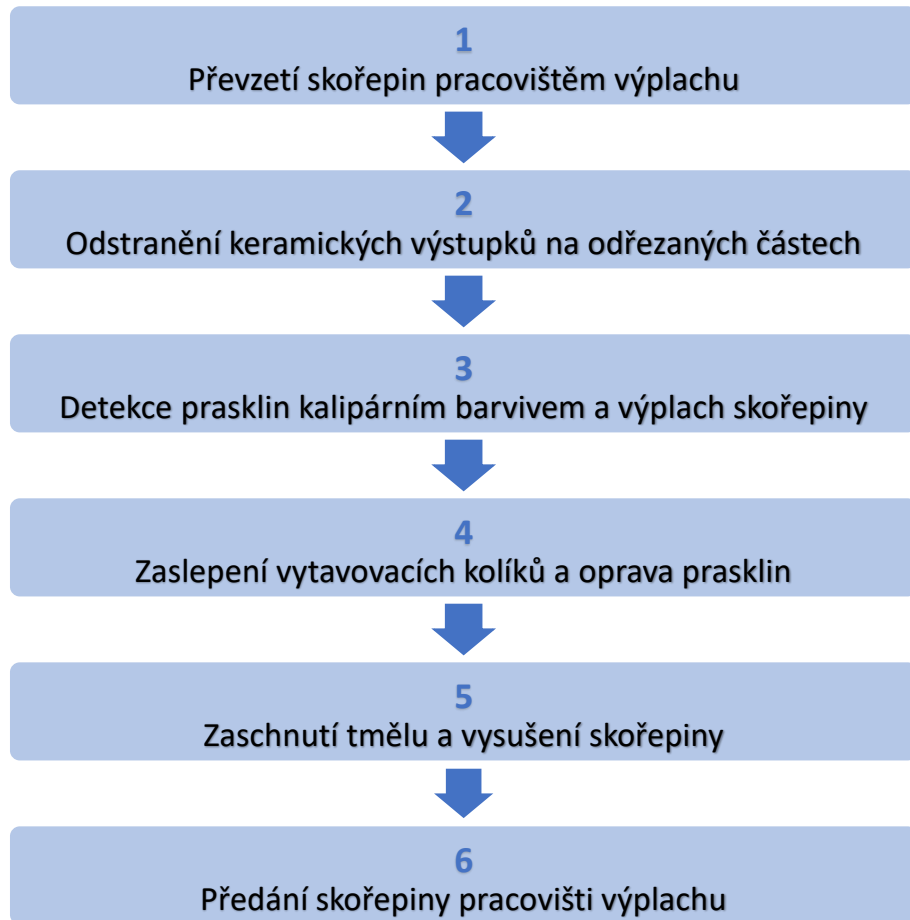
- Skladový regál Combo:
  - 1980x1840x470 mm - 1 kus
  - 1980x1840x1230 mm - 1 kus
  - 1980x2440x470 mm - 3 kusy
  - 1980x2440x775 mm - 1 kus

#### **8.4 Tok materiálu na optimalizovaném pracovišti**

V následujících krocích je znázorněný optimalizovaný tok materiálu. Optimalizace se týká především pracoviště výplachu, kde bylo dosaženo zjevného zlepšení, a to přizpůsobením uspořádání pracoviště toku materiálu.

## Pracoviště výplachu

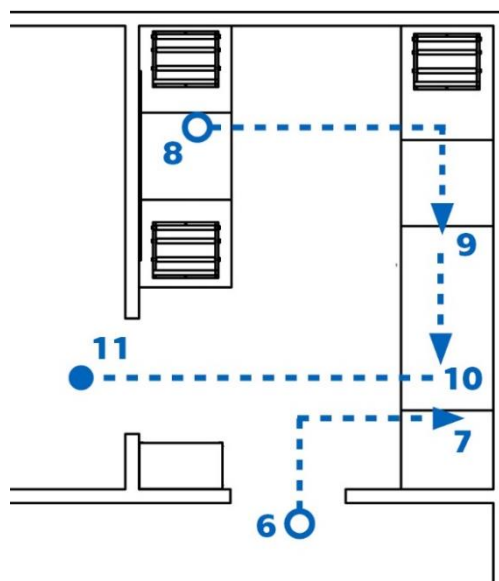
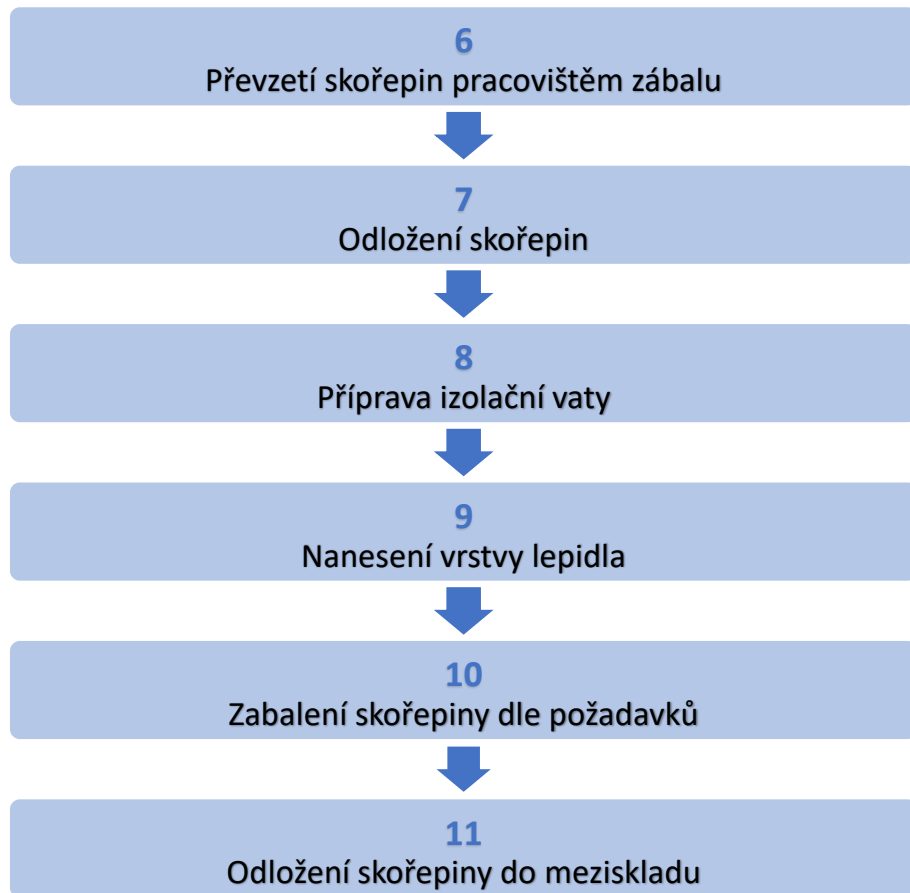
Jak je z obrázku patrné, došlo k eliminaci nutnosti přenášení skořepiny mezi kroky dva a tři a mezi krokem tři a čtyři. Uskladnění skořepin v pátém kroku může probíhat pomocí manipulačního vozíku, vzhledem k již dostatečnému manipulačnímu prostoru.



Obrázek 35: Schéma toku materiálu - výplach

## Pracoviště zabalů

Změna materiálového toku na pracovišti zabalů skořepin je v přidání kroku osm na pracovní desku společně s následujícími kroky. Zde bude umístěna nejčastěji užívaná izolace a tím dojde ke snížení frekvence otáčení pracovníka o 180° na druhý stůl přípravy izolace.



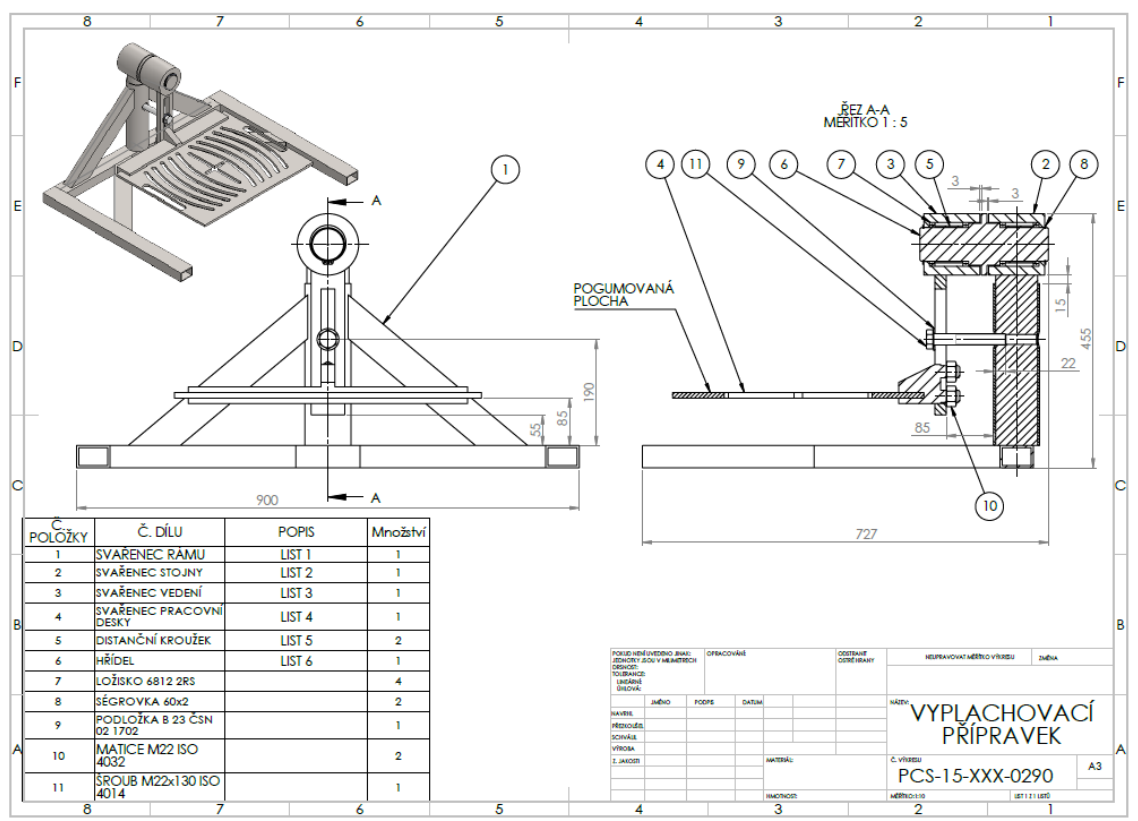
Obrázek 36: Schéma toku materiálu - zabal

## 8.5 Přípravky

V rámci zpracování návrhu optimalizace pracoviště bylo navrženo také několik následujících přípravků. Používání nových přípravků by mělo zajistit snížení namáhavosti jednotlivých pracovních činností, snížení jejich časové náročnosti a větší bezpečnost pracovníků.

### 8.5.1 Vyplachovací přípravek

V rámci zjednodušení manipulace se skořepinou při jejím výplachu byl navržen jednoduchý vyplachovací přípravek. Skládá se ze stojanu a otočné desky, na kterou bude umístěna vyplachovaná skořepina. Ta bude následně upevněna pomocí upínek, které se zasunou do spodních drážek a zajistí maticí.



Obrázek 37: Výkres sestavy vyplachovacího přípravku [12]





Obrázek 38: Vyplachovací přípravek

### 8.5.2 Manipulační podložky

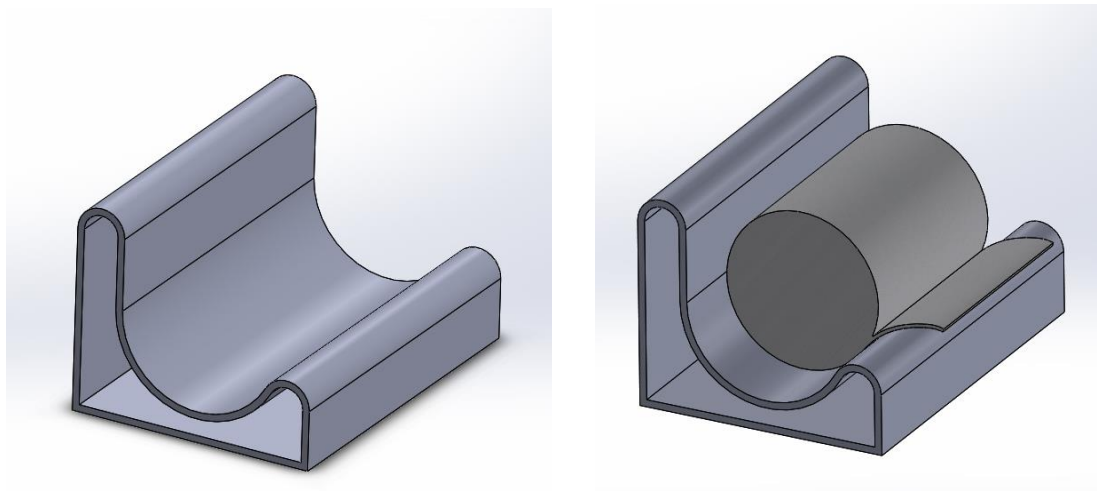
Při manipulaci se skořepinami dochází k jejich posouvání po pracovní desce, případně na přistavený přepravní vozík. Do současnosti byla používána plastová víka od lepidla. Hlavní předností tohoto řešení byly jeho, prakticky nulové, finanční náklady. S ohledem na tento faktor bylo navrženo upravit tato víka pomocí Lukoprenu, který se ve firmě používá na výrobu provizorních formiček na kolíky a další drobné prvky skořepin.



Obrázek 39: Manipulační podložky (předtím - vlevo; po inovaci - vpravo)

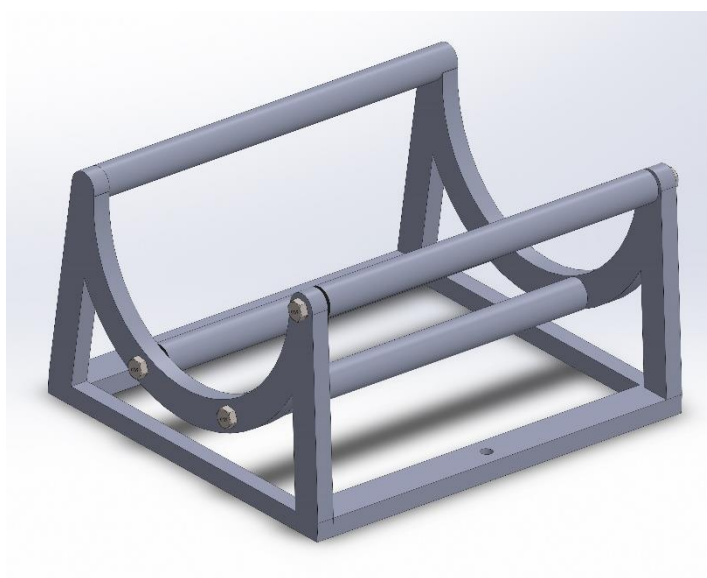
### 8.5.3 Odvíječ izolační vaty

Pro usnadnění manipulace s rolemi izolační vaty byl navržen velmi jednoduchý přípravek. Další výhodou užití přípravku je vymezení prostoru pro umístění rolí. Přípravek je navržen z plechu o tloušťce 5 mm.



Obrázek 40: Návrh odvíječe izolační vaty

Jako další, finančně náročnější varianta, byl dále zpracován návrh odvíječe, který využívá dopravníkových ložiskových válečků pro minimalizace úsilí při odvíjení izolační vaty. Jeho konstrukce je zřejmá z následujícího obrázku.



Obrázek 41: Návrh odvíječe izolační vaty

#### 8.5.4 Renovace přepravních vozíků

V rámci zkvalitnění pracovních podmínek došlo také k výměně desek pracovních vozíků. Místo původních dřevotřískových desek byly vozíky vybaveny foliovanou voděodolnou dřevotřískou, která je navíc chráněna gumovou podložkou. Díky gumovému povrchu navíc nebude docházet k přenášení rázů, vzniklých pohybem vozíku po nerovnostech, na skořepiny.



Obrázek 42: Renovace vozíku (vlevo původní stav)

V této kapitole byl zpracován komplexní návrh pracoviště. Při návrhu bylo vycházeno z rešeršní části práce a z následující zpracované analýzy. Byl detailně zpracován návrh zavedení metody 5S, navrženo optimální rozmístění zařízení a ve spolupráci s firmou Prague Casting Services byly navrženy přípravky sloužící k usnadnění manipulace se skořepinami a materiálem. V následující kapitole bude zpracováno technicko-ekonomické zhodnocení těchto návrhů.

## 9 Technicko-ekonomické zhodnocení

Cílem této kapitoly je technické a ekonomické zhodnocení vypracovaného návrhu. V technické části je hodnocen přínos návrhu z hlediska náročnosti práce, obtížnosti manipulace se skořepinou, pracovního prostředí a ergonomie. Ekonomická část se zabývá sumarizací přínosů a porovnáním návratnosti investice. Výsledkem této kapitoly by mělo být zjištění, zda je pro firmu Prague Casting Services a. s. výhodné navrhovanou optimalizaci realizovat, a jaké finanční prostředky pro realizaci uvolnit.

### 9.1 Technické zhodnocení

Při hodnocení zpracovaného návrhu optimalizace pracoviště bude brán zřetel na následující hlediska: technická úroveň pracoviště a procesů a ergonomie pracoviště. V následující tabulce je uveden seznam problémů a nedostatků vyplývajících ze zpracované analýzy. Odstranění jednotlivých problémů je ohodnoceno třístupňovým hodnocením: splněno, částečně splněno a nesplněno.

Tabulka 14: Vyhodnocení řešení problému  
(splněno ■, částečně splněno ■, nesplněno ■)

Tok materiálu mezi pracovišti obalovna a příprava skořepin		
Návrh pracoviště	Zjednodušením toku materiálu	
Pracoviště zábalu skořepin		
Vstupní sklad	Nedostatečná kapacita skladu	
	Problematická manipulace se skořepinou	
Výplach	Obtížná manipulace se skořepinami	
	Nedostatečný přívod vzduchu (trvale vysoká vlhkost)	
	Nevhodná ergonomie pracoviště	
	Nepořádek na pracovišti	
	Nevhodné dispoziční řešení	
Zábal	Nedostatečná výměna vzduchu	
	Odsávání dráždivých látek	
	Trvalý nepořádek na pracovišti	
	Nevhodný materiál pracovního stolu	
	Nedostatek prostoru pro pracovní pomůcky	
Výstupní sklad	Nedostatek odkládacích prostor	
	Nevhodné dispoziční řešení	
	Nepořádek	





Přidáním pracoviště a přizpůsobení se tak toku materiálu došlo ke snížení manipulačních vzdáleností o 29 %. Časová úspora získaná snížením manipulačních požadavků je odhadnuta na 70 sekund.

*Tabulka 15: Zhodnocení optimalizace toku materiálu*

Optimalizace toku materiálu				
	Původní [m]	Po optimalizaci [m]	Úspora	
Délka manipulačních tras	70	50	20 metrů	29 %

### 9.1.2 Pracoviště přípravy skořepin

V rámci celého pracoviště přípravy skořepin byl řešen problém s nevhodnými podmínkami teploty a vlhkosti ovzduší. To je řešeno přidáním klimatizační jednotky s přívodem čerstvého vzduchu. Návrh a rozmístění klimatizační jednotky bude řešen s konkrétním dodavatelem při realizaci návrhu. V rámci této diplomové práce jsou zpracovány požadavky na pracovní podmínky a to: přívod čerstvého vzduchu o množství 70 [m<sup>3</sup>/h] na pracovníka, řízení teploty na pracovišti v rozmezí od 19 do 26°C a odsávání dráždivých a prachových částic. Dalším společným problémem všech pracovišť byl dlouhotrvající nepořádek na pracovišti. Odstranění nepořádku bude provedeno v rámci aplikaci 5S.

#### Vstupní sklad

Nedostatky vstupního skladu spočívaly především v nedostatečné kapacitě, a s tím související složité manipulaci při uskladňování skořepin. Skořepiny byly navíc skladovány na nevyhovujícím povrchu a mohlo tak docházet k jejich poškození. To bylo odstraněno přidáním skladových regálů. Počet polic byl navýšen z původních 8 na 24, tedy na trojnásobek. Eliminace možného poškození skořepin je realizována přidáním gumové vrstvy na police. Zvýšením skladovacích ploch bude odstraněn nepořádek a dojde tak následně ke zkrácení času hledání.

#### Výplach

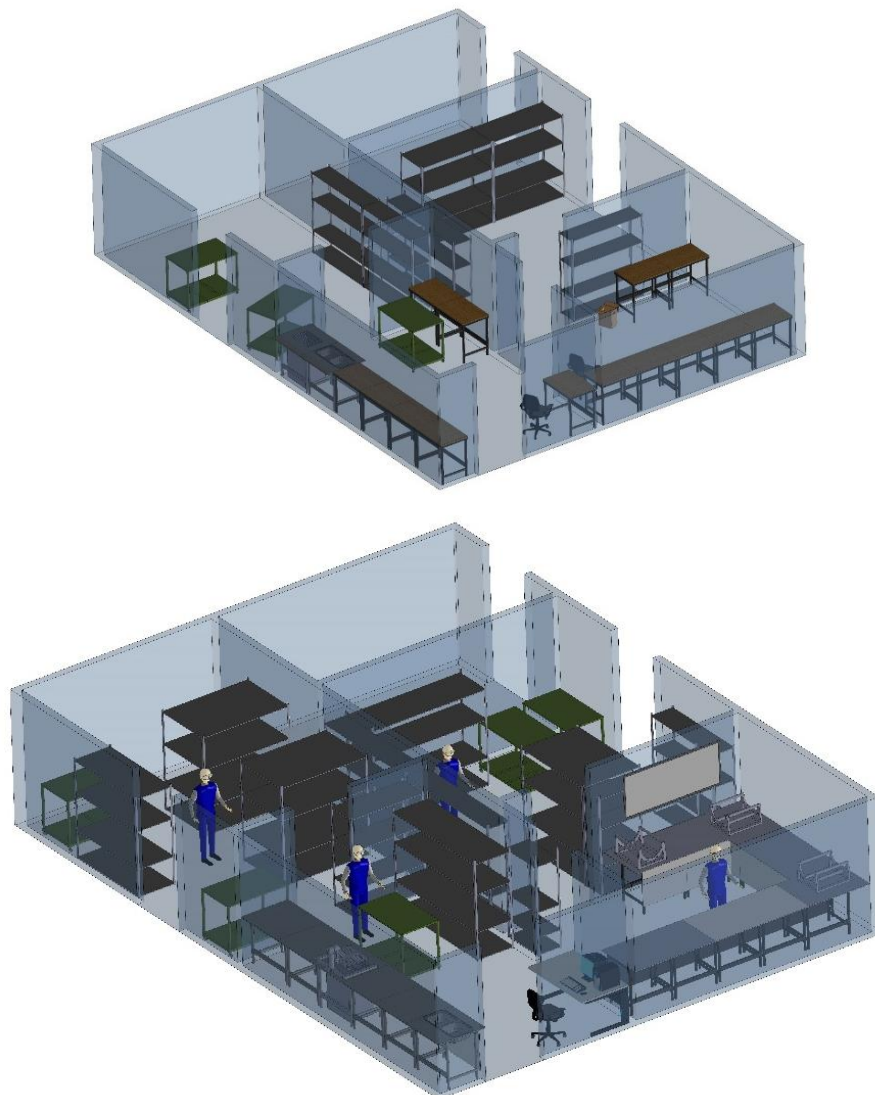
Na tomto pracovišti bylo při analýze zjištěno mnoho nedostatků. Navrženou optimalizací se je podařilo odstranit, případně snížit jejich dopad. Přizpůsobením rozmístění pracovního zařízení toku materiálu došlo ke snížení času potřebného na každou skořepinu na pracovišti výplachu o 60 sekund. Důležitým faktorem na tomto pracovišti byl ergonomický přístup. Návrh optimalizace byl zpracován s důrazem na bezpečnost a usnadnění práce. Zavedením speciálního vyplachovacího přípravku došlo k rapidnímu snížení fyzické námahy při výplachu skořepin.

## Zábal

Hlavním předmětem optimalizace na tomto pracovišti bylo zvýšení preciznosti pracovních činností a zlepšení pracovních podmínek. Zlepšení pracovních podmínek je v návrhu realizováno zmiňovaným odsáváním dráždivých a prachových částic a přidáním klimatizační jednotky. V návrhu optimalizace je zakomponované zavedení odvíječů izolační vaty, výměna pracovních stolů a pracovní desky tak, aby vyhovovaly požadavkům pracoviště. Aplikací těchto dílčích změn dojde také ke snížení času potřebného na úklid pracoviště, eliminaci zbytečných pohybů a hledání pracovních pomůcek a ke snížení pracovní náročnosti a únavy pracovníků.

## Výstupní mezisklad

Problémy a nedostatky vyplývající z analýzy výstupního skladu byly vyřešeny úpravou dispozičního řešení skladu. Byl navýšen odkládací prostor pro zabalené skořepiny a to o 4 police.



Obrázek 44: Stav před optimalizací (nahore) a návrh optimalizace (dole)

## 9.2 Ekonomické zhodnocení

Ekonomické zhodnocení návrhu bude provedeno metodou návratnosti investice. Pro stanovení návratnosti je nutné stanovit náklady a finanční přínos investice.

### 9.2.1 Náklady

V následující tabulce je shrnut a ohodnocen výčet jednotlivých položek optimalizace. Při odhadu finanční náročnosti návrhu jsem vycházel ze zkušeností firmy Prague Casting Services.

Tabulka 16: Náklady na realizaci návrhu

Celkové náklady na vytvoření nového pracoviště	
Přesun vybavení a ostatní práce	100 000 Kč
Vytvoření nového pracoviště	55 000 Kč
Společné náklady pracoviště přípravy skořepin	
Klimatizace	130 000 Kč
Renovace vozíků	7 000 Kč
Vstupní sklad	
Skladový regál Combo	50 000 Kč
Výplach	
Skladový regál Combo	12 000 Kč
Vyplachovací přípravek	50 000 Kč
Manipulační podložky	1 000 Kč
Úprava pracovních stolů	20 000 Kč
Přesun vybavení	50 000 Kč
Zábal	
Nové pracovní stoly	90 000 Kč
Odvíječ izolační vaty	30 000 Kč
Skladový regál	5 000 Kč
Nástěnná tabule	2 000 Kč
Výstupní sklad	
Skladový regál Combo	18 000 Kč
Celkem	620 000 Kč



### 9.2.2 Předpokládaná úspora

Celková úspora vzniklá optimalizací pracoviště se skládá z následujících prvků:

- Úspora na neshodné výrobě
- Úspora na pracovním čase využitá k maximalizaci využití úzkého místa

Úspora na neshodné výrobě, vzniklá aplikací navrhovaných optimalizací, předpokládá její snížení o 20 %. Zvýšení využití úzkého místa, přizpůsobením výroby tomuto místu, je uvažováno o 5 %. V neposlední řadě je také úspora na pracovním čase. Na pracovišti výplachu došlo k úspoře 60 sekund, na pracovišti přípravy je odhadovaná úspora 30 sekund a časová úspora na pracovním úseku mezi pracovištěm obalovny a přípravou skořepin je odhadnuta na 150 sekund. Celková časová úspora je tedy 240 sekund na vybranou skořepinu. Při odhadu ročního zisku je třeba znát také počet vyrobených kusů za rok. Ten je limitován úzkým místem výroby a v našem případě odpovídá 2 555 kusům. Celková roční úspora tedy činí 170 pracovních hodin. Tento časový fond odpovídá vytížení jednoho pracovníka, který tak může být při kapacitním plánování použit na maximalizaci využití úzkého místa. Odhad celkové úspory byl, v součtu jednotlivých položek, stanoven na 1 200 000 Kč.

### 9.2.3 Doba návratnosti

Výpočet doby návratnosti investice je v praxi velmi často užívaný ukazatel. Pro zhodnocení investice do optimalizace pracoviště, kterým se zabývá tato práce, bude použit základní vzorec pro výpočet doby návratnosti. Vzhledem k délce doby návratnosti nebylo uvažováno diskontování peněžních toků. Výpočet doby návratnosti je následující:

$$\text{Doba návratnosti } D_n = \frac{\text{Investiční náklady}}{\text{Roční úspora v důsledku investice}} \cdot 360$$

$$\text{oba návratnosti } D_n = \frac{620\,000}{1\,200\,000} \cdot 360 = 186 \text{ dní}$$

Dle předchozích výpočtů je tedy doba návratnosti investice do navržené optimalizace 186 dní.

V předchozích kapitolách této práce byl technicky a ekonomicky zhodnocen vypracovaný návrh optimalizace vybraného úseku výroby, skládajícího se z návrhu nové pracovní buňky pro zjednodušení toku materiálu a optimalizace pracoviště přípravy skořepin.

## 10 Závěr

Tato diplomová práce byla věnována optimalizaci vybraného pracoviště. V prvních kapitolách byly definovány základní pojmy průmyslového inženýrství, následoval popis a vysvětlení metod průmyslového inženýrství a byly definovány základní principy a zásady, které je nutné aplikovat při návrhu, případně při optimalizaci pracoviště. Tyto zásady byly čerpány nejen z metod a základních principů průmyslového inženýrství, ale také z ergonomie a z Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., které upravuje základní požadavky na pracovní prostředí.

V dalších kapitolách byl popsán současný stav výroby následovaný podrobnější analýzou úzkého místa, toku materiálu mezi pracovišti obalovna a příprava skořepin a podrobnou analýzou pracoviště přípravy skořepin. Zpracovanou analýzou byla zjištěna řada problémů a nedostatků, na které byla zaměřena následující část práce, tedy návrh optimalizace.

Hlavními cíli optimalizace bylo zvýšení preciznosti výroby s ohledem na zvýšení využití kapacity úzkého místa. Optimalizace byla pomyslně rozdělena do dvou částí: na optimalizaci toku materiálu a na optimalizaci pracoviště přípravy skořepin.

Optimalizace toku materiálu spočívala ve vytvoření nového pracoviště. Tím došlo k přemístění prováděných pracovních činností na jedno místo a eliminaci zbytečné manipulace se skořepinami. Manipulační vzdálenost byla zkrácena o 29 %. Tím došlo také k požadovanému snížení manipulačního času, kdy dochází k teplotní dilataci vosku ve skořepinách a může docházet k porušení celistvosti jednotlivých vrstev keramického obalu.

Návrh optimalizace části výroby určené pro přípravu skořepin se skládal z několika dílčích kroků. Prvním krokem byla aplikace metody 5S. Na základě této metody byla navržena optimalizace uspořádání pracoviště a eliminovány nepotřebné pracovní pomůcky. Zmiňované uspořádání pracoviště bylo přizpůsobeno toku materiálu. Tím došlo ke snížení pracnosti a fyzického zatížení pracovníků a ke zkrácení času potřebného na proces přípravy skořepiny. Součástí optimalizace je také navržení aplikace přípravků, jejichž cílem je minimalizovat fyzické zatížení pracovníků a zkvalitnit proces přípravy skořepin. Po aplikaci navržené optimalizace by výsledkem měl být kvalitní a stabilní proces, zajišťující vysoký standart provedené práce, a to s vynaložením minimální fyzické námahy pracovníků.

Celková finanční náročnost navrhované optimalizace činí 620 000 Kč. Jsou zde započítány prostředky potřebné k vytvoření nového pracoviště i finanční prostředky potřebné pro optimalizaci pracoviště přípravy skořepin. Předpokládaná úspora vzniklá aplikací

zpracovaného návrhu je odhadnuta na 1 200 000 Kč ročně. Odhadu bylo docíleno uvažovaným snížením neshodné výroby, maximálním využitím úzkého místa výroby a zkrácením pracovních časů. Snížení neshodné výroby bylo odhadnuto o 20 %. Toho bylo docíleno zvýšením preciznosti přípravy skořepin před procesem lití. Další úspora vyplývá z navýšení využití úzkého místa výroby, a to konkrétně o 5 %. Posledním faktorem ovlivňujícím výši roční úspory je zkrácení pracovních časů. Tato úspora byla odhadnuta na 36 125 Kč ročně.

Jako ukazatel pro celkové zhodnocení investice bylo použito stanovení její doby návratnosti. Vzhledem k nákladům odhadnutým na 620 000 Kč a předpokládané roční úspoře 1 200 000 Kč je vypočtená doba návratnosti 186 dní.

Ze závěrečného srovnání vyplývá, že aplikace navrhované optimalizace může být velmi přínosná. Na daném pracovišti byl zjištěn velký potenciál v možné úspoře, to se projevilo i do vypočítané doby splatnosti investice, která je relativně krátká. Na základě zpracování této práce již byly ve firmě Prague Casting Services a. s. podstoupeny kroky k realizaci tohoto návrhu.

## 11 Použité zdroje literatury

- [1] MAREK, Jakub a Petr SKŘEHOT. Základy aplikované ergonomie. Praha: VÚBP, 2009. Bezpečný podnik. ISBN 978-80-86973-58-6.
- [2] MALÝ, Stanislav, Miroslav KRÁL a Eva HANÁKOVÁ. ABC ergonomie. Praha: Professional Publishing, 2010. ISBN 978-80-7431-027-0.
- [3] BUREŠ, Marek a Kateřina. Ergonomická rizika opakované výroby [online]. [cit. 2018-03-03]. Dostupné z: <https://www.cad.cz/component/content/article/6006.html>
- [4] HLÁVKOVÁ, Jana. Základy ergonomie - Teorie k úkolu hlavního hygienika k problematice ergonomie pracovišť a pracovních míst u prací montážního charakteru. Státní zdravotní ústav [online]. 2012 [cit. 2018-03-03]. Dostupné z: [http://www.szu.cz/uploads/Vzdelavaci\\_akce/CHPPL/Seminar\\_120913/Zaklady\\_ergonomer\\_1.pdf](http://www.szu.cz/uploads/Vzdelavaci_akce/CHPPL/Seminar_120913/Zaklady_ergonomer_1.pdf)
- [5] ŠTEVKO, Gabriel. Uplatnění znalostí ergonomie při řešení pracovního místa a pracovních postupů u strojních zařízení. MPSV ČR [online]. říjen 2004 [cit. 2018-03-03]. Dostupné z: <https://mapis.vubp.cz/PR/ShowDokument.aspx?guid=76d9fb06-24f3-4729-b298-250fc5bac716>
- [6] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky zdraví při práci
- [7] 5S pro operátory: 5 pilířů vizuálního pracoviště. Brno: SC&C Partner, c2009. Shopfloor series. ISBN 978-80-904099-1-0.
- [8] ZELENKA, Antonín a Mirko KRÁL. Projektování výrobních systémů. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1995. ISBN 80-01-01302-2
- [9] MAREK, Jakub a Petr SKŘEHOT. Základy aplikované ergonomie. Praha: VÚBP, 2009. Bezpečný podnik. ISBN isbn978-80-86973-58-6.
- [10] Nařízení vlády č. 101/2005 Sb., o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí, v platném znění
- [11] Bezpečná kancelář. Praha: VÚBP, 2000. 15 s. edice Bezpečný podnik

- [12] Vnitřní dokumenty společnosti Prague Casting Services a. s.
- [13] MAŠÍN, Ivan. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. ISBN 80-902235-6-7.
- [14] PERNICA, Petr. Logistický management: teorie a podniková praxe. Praha: Radix, 1998. ISBN isbn80-86031-13-6.
- [15] ŠTŮSEK, Jaromír. Řízení provozu v logistických řetězcích. V Praze: C.H. Beck, 2007. C.H. Beck pro praxi. ISBN isbn978-80-7179-534-6.
- [16] NĚMEC, Vladimír. Řízení a ekonomika firmy. Praha: Grada, 1998. ISBN 80-7169-613-7.
- [17] KOŠTURIÁK, J., GREGOR, M. Podnik v roce 2001 - revoluce v podnikové kultuře. Praha: Grada, 1993. ISBN 80-7169-803-1
- [18] HLAVENKA, Bohumil. Projektování výrobních systémů: (Technologické projekty I). 2.vyd. Brno: VUT, 1990. ISBN 80-214-0144-3.
- [19] MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Cesty k vyšší produktivitě: strategie založená na průmyslovém inženýrství. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1996. ISBN 80-902235-0-8.
- [20] Investment casting. Zollern [online]. 2012 [cit. 2018-06-16]. Dostupné z: [http://www.zollern.de/fileadmin/Upload\\_Konzernseite/Downloads/Brochueren/Casting\\_and\\_Forging/Feinguss\\_us.pdf](http://www.zollern.de/fileadmin/Upload_Konzernseite/Downloads/Brochueren/Casting_and_Forging/Feinguss_us.pdf)

## 12 Seznam obrázků

Obrázek 1: Ukázka odlitků [12] .....	11
Obrázek 2: Zaměření klasického průmyslového inženýrství, [13, vlastní zpracování] .....	13
Obrázek 3: Druhy plýtvání [19, přepracováno] .....	15
Obrázek 4: Struktura dílenského uspořádání [8] .....	25
Obrázek 5: Struktura předmětného uspořádání [8] .....	25
Obrázek 6: Hnízdová struktura [8] .....	26
Obrázek 7: Multidisciplinarita ergonomie [3] .....	29
Obrázek 8: Ukázka špatné (vlevo) a správné (vpravo) manipulace s materiálem [4] .....	30
Obrázek 9: Ukázka špatné manipulace s břemenem [4] .....	32
Obrázek 10: Referenční poloha vsedě a ve stoje [4] .....	33
Obrázek 11: Hodnocení pracovní polohy - trup [6] .....	38
Obrázek 12: Hodnocení pracovní polohy - hlava a krk [6] .....	38
Obrázek 13: Hodnocení pracovní polohy - horní končetiny [6] .....	39
Obrázek 14: Postup výroby odlitku [20, vlastní zpracování] .....	42
Obrázek 15: Porovnání výrobní kapacity pracovišť za rok 2017 [12, vlastní zpracování] .....	46
Obrázek 16: Postup manipulace skořepiny z obalovny .....	47
Obrázek 17: 3D model pracoviště – původní stav .....	48
Obrázek 18: Náčrt pracoviště (1 – vstupní mezisklad, 2 – výplach, 3 – zábal, .....	49
Obrázek 19: Původní stav - vstupní sklad .....	50
Obrázek 20: Původní stav - výplach .....	51
Obrázek 21: Původní stav - výplach .....	51
Obrázek 22: Původní stav - zábal .....	52
Obrázek 23: Původní stav - výstupní mezisklad .....	53
Obrázek 24: Schéma toku materiálu - výplach .....	54
Obrázek 25: Schéma toku materiálu - zábal .....	55
Obrázek 26: Přehled provedené analýzy .....	57
Obrázek 27: Optimalizovaný tok materiálu .....	60
Obrázek 28: Vizualizace pracoviště .....	61
Obrázek 29: 3D model návrhu pracoviště výplachu (vlevo) a výkres rozmístění (vpravo) .....	70
Obrázek 30: 3D model návrhu pracoviště výplachu (vlevo) a výkres rozmístění (vpravo) .....	71
Obrázek 31: 3D model návrhu pracoviště výplachu (vlevo) a výkres rozmístění (vpravo), .....	72
Obrázek 32: 3D model návrhu pracoviště zábalu (vlevo) a výkres rozmístění (vpravo) .....	74

Obrázek 33: 3D model návrhu pracoviště zabalů (vlevo) a výkres rozmístění (vpravo) .....	74
Obrázek 34: 3D model návrhu pracoviště zabalů (vlevo) a výkres rozmístění (vpravo) .....	75
Obrázek 35: Schéma toku materiálu - výplach .....	77
Obrázek 36: Schéma toku materiálu - zabal .....	78
Obrázek 37: Výkres sestavy vyplachovacího přípravku [12].....	79
Obrázek 38: Vyplachovací přípravek .....	80
Obrázek 39: Manipulační podložky (předtím - vlevo; po inovaci - vpravo).....	80
Obrázek 40: Návrh odvíječe izolační vaty .....	81
Obrázek 41: Návrh odvíječe izolační vaty .....	81
Obrázek 42: Renovace vozíku (vlevo původní stav) .....	82
Obrázek 43: Porovnání toku materiálu (nahore před a dole po optimalizaci).....	84
Obrázek 44: Stav před optimalizací (nahore) a návrh optimalizace (dole) .....	86

## 13 Seznam tabulek

Tabulka 1: Vhodné barevné kombinace [8] .....	31
Tabulka 2: Množství čerstvého vzduchu [6] .....	36
Tabulka 3: Výška stropu [6].....	37
Tabulka 4: Objemový prostor [6] .....	37
Tabulka 5: Přípustné hodnoty $F_{max}$ [6].....	40
Tabulka 6: Problematická místa výroby [12, vlastní zpracování] .....	45
Tabulka 7: Hmotnost skořepin.....	56
Tabulka 8: Přehled provedené analýzy, vysvětlení k předchozímu obrázku .....	57
Tabulka 9: Nedostatky jednotlivých pracovišť.....	58
Tabulka 10: Průběh hodnocení pracovišť v roce 2017 [12] .....	62
Tabulka 11: Karta údržby – výplach [12, vlastní zpracování].....	66
Tabulka 12: Karta údržby – výplach [12, vlastní zpracování].....	67
Tabulka 13: Kontrola údržby [12, vlastní zpracování].....	68
Tabulka 14: Vyhodnocení řešení problému .....	83
Tabulka 15: Zhodnocení optimalizace toku materiálu .....	85
Tabulka 16: Náklady na realizaci návrhu .....	87



## 14 Seznam diagramů

Diagram 1: Metody průmyslového inženýrství, [19, vlastní zpracování] .....	16
Diagram 2: Kroky 5S [19, vlastní zpracování].....	18
Diagram 3: Schéma pracoviště a činnosti .....	48
Diagram 4: Hlavní cíle optimalizace .....	59

## 15 Příloha

Příloha 1: Bližší hygienické požadavky [6]

Třída práce	Druh práce	M (W.m <sup>-2</sup> )
I	Práce vsedě s minimální celotělovou pohybovou aktivitou, kancelářské administrativní práce, kontrolní činnost v dozornách a velínech, psaní na stroji, práce s PC, laboratorní práce, sestavování nebo třídění drobných lehkých předmětů,	≤ 80
IIa	Práce převážně vsedě spojená s lehkou manuální prací rukou a paží, řízení osobního vozidla, a některých drážních vozidel, přesouvání lehkých břemen nebo překonávání malých odporů, automatizované strojní opracovávání a montáž malých lehkých dílců, kusová práce nástrojářů a mechaniků, pokladní.	81 až 105
IIb	Práce spojená s řízením nákladního vozidla, traktoru, autobusu, trolejbusu, tramvaje a některých drážních vozidel a práce řidičů spojená s vykládkou a nakládkou. Převažující práce vstoje s trvalým zapojením obou rukou, paží a nohou - dělnice v potravinářské výrobě, mechanici, strojní opracování a montáž středně těžkých dílců, práce na ručním lisu. Práce vstoje s trvalým zapojením obou rukou, paží a nohou spojená s přenášením břemen do 10 kg prodavači, lakýrníci, svařování, soustružení, strojové vrtání, dělník v ocelárně, valcář hutních materiálů, tažení nebo tlačení lehkých vozíků. Práce spojená s ruční manipulací s živým břemenem, práce zdravotní sestry nebo ošetřovatelky u lůžka.	106 až 130
IIIa	Práce vstoje s trvalým zapojením obou horních končetin občas v předklonu nebo vkleče, chůze -údržba strojů, mechanici, obsluha koksových baterie, práce ve stavebnictví - ukládání panelů na stavbách pomocí mechanizace, skladníci s občasným přenášením břemen do 15 kg, řezníci na jatkách, zpracování masa, pekaři, malíři pokojů, operátoři poloautomatických strojů, montážní práce na montážních linkách v automobilovém průmyslu, výroba	131 až 160

	kabeláže pro automobily, obsluha válcovacích tratí v kovoprůmyslu, hutní údržba, průmyslové žehlení prádla, čištění oken, ruční úklid velkých ploch, strojní výroba v dřevozpracujícím průmyslu.	
IIIb	Práce vstoje s trvalým zapojením obou horních končetin, trupu, chůze, práce ve stavebnictví při tradiční výstavbě, čištění menších odlitků sbíječkou a broušením, příprava forem na 15 až 50 kg odlitky, foukači skla při výrobě velkých kusů, obsluha gumárenských lisů, práce na lisu v kovárnách, chůze po zvlněném terénu bez zátěže, zahradnické práce a práce v zemědělství.	161 až 200
IVa	Práce spojená s rozsáhlou činností svalstva trupu, horních i dolních končetin - práce ve stavebnictví, práce s lopatou ve vzpřímené poloze, přenášení břemen o váze 25 kg, práce se sbíječkou, práce v lesnictví s jednomužnou motorovou pilou, svoz dřeva, práce v dole - chůze po rovině a v úklonu do 15°, práce ve slévárnách, čištění a broušení velkých odlitků, příprava forem pro velké odlitky, strojní kování menších kusů, plnění tlakových nádob plyny.	201 až 250
IVb	Práce spojené s rozsáhlou a intenzivní činností svalstva trupu, horních i dolních končetin - práce na pracovištích hlubinných dolů - ražba, těžba, doprava, práce v lomech, práce v zemědělství s vysokým podílem ruční práce, strojní kování větších kusů.	251 až 300
V	Práce spojené s rozsáhlou a velmi intenzivní činností svalstva trupu, horních i dolních končetin- transport těžkých břemen např. pytlů s cementem, výkopové práce, práce sekerou při těžbě dřeva, chůze v úklonu 15 až 30°, ruční kování velkých kusů, práce na pracovištích hlubinných dolů s ruční ražbou v nízkých profilech důlních děl.	301 a více

Příloha 2: Hodnocení pracovní polohy – trup [6]

<b>KROK 1:</b>	
<b>NEPŘIJATELNÁ POLOHA</b>	
<b>Statická poloha trupu</b>	Předklon trupu větší než 60°.
	Zakloň bez opory celého těla.
	Výrazný úklon či pootočení trupu větší než 20°.
<b>Dynamická poloha Trupu</b>	Předklon trupu větší než 60° při frekvenci pohybů větší nebo rovné 2/min.
	Záklon trupu při frekvenci větší nebo rovné 2/min.
	Výrazný úklon trupu či pootočení větší než 20° při frekvenci pohybů větší nebo rovné 2/min.
<b>PODMÍNĚNĚ PŘIJATELNÁ POLOHA</b>	
<b>Statická poloha</b>	Předklon trupu 40 až 60 ° bez opory trupu (KROK 2 A).
	Záklon trupu s oporou těla (KROK 2 B).
	Výrazný úklon či rotace větší 10° a menší než 20°.
<b>Dynamická poloha</b>	Předklon trupu větší než 60° při frekvenci pohybů menší než 2/min (KROK 2 C).
	Výrazný úklon trupu do stran větší než 20° při frekvenci pohybů menší než 2/min. (KROK 2 A).
	Záklon trupu při frekvenci pohybů menší než 2/min (KROK 2 C).
<b>KROK 2:</b>	A) Přijatelná, jestliže doba držení v této poloze je kratší než maximálně přijatelný čas držení (v minutách).
	B) Přijatelná, jestliže je opora trupu (zádová opera).
	C) Nepřijatelná, jestliže stroj je používán po dobu delší než polovinu pracovní směny.

Příloha 3: Hodnocení pracovní polohy – hlava [6]

<b>KROK 1</b>	
<b>NEPŘIJATELNÁ POLOHA</b>	
<b>Statická poloha</b>	Předklon hlavy větší než 25° bez podpory trupu.
	Záklon hlavy bez podpory celé hlavy.
	Úklon a rotace hlavy větší než 15°.
<b>Dynamická poloha</b>	Úklon a rotace hlavy větší než 15° s frekvencí pohybů větší nebo rovné 2/min.
	Předklon hlavy větší než 25° při frekvenci pohybů větší nebo rovné 2/min.
	Záklon hlavy s frekvencí pohybů větší nebo rovné 2/min.
<b>PODMÍNĚNĚ PŘIJATELNÁ POLOHA</b>	
<b>Statická poloha</b>	Předklon hlavy 25 až 40° s podporou celého trupu (KROK 2 A).
<b>Dynamická poloha</b>	Předklon hlavy 25 až 40° při frekvenci pohybů menší než 2/min (KROK 2 B).
	Záklon hlavy do 15° při frekvenci pohybů menší než 2/min (KROK 2 B).
	Úklony a rotace hlavy do 15° s frekvencí menší než 2/min (KROK 2 B).
<b>ROK 2:</b>	A) Musí být dodržen maximálně přijatelný čas držení.
	B) Nepřijatelná, je-li stroj používán po dobu delší než polovinu pracovní směny.

Příloha 4: Hodnocení pracovní polohy – paže [6]

<b>KROK 1:</b>	
<b>NEPŘIJATELNÁ POLOHA</b>	
<b>Statická poloha</b>	Nevhodná poloha paže (zpětné ohnutí paže, krajní zevní rotace paže, zvednuté rameno).
	Vzpažení paže větší než 60°.
	Extrémní polohy kloubů horních končetin, jejichž rozsah se blíží maximálnímu rozpětí.
<b>Dynamická poloha</b>	Vzpažení paže větší než 60° při frekvenci pohybu větší nebo rovné 2/min.
	Zapažení při frekvenci pohybu větší nebo rovné 2/min.
	Polohy kloubů v rozsahu, který se blíží maximálním rozpětím s frekvencí pohybů větší nebo rovné 2/min.
<b>PODMÍNĚNĚ PŘIJATELNÁ POLOHA</b>	
<b>Statická poloha</b>	Vzpažení paže 40 až 60°, jestliže paže není podepřena (KROK 2 A).
<b>Dynamická poloha</b>	Vzpažení paže 40 až 60° při frekvenci pohybů větší nebo rovné 2/min (KROK 2).
	Zapažení při frekvenci pohybů menší než 2/min (KROK 2 B).
	Polohy kloubů v rozsahu, který se blíží maximálním rozpětím s frekvencí pohybů menší než 2/min.
<b>KROK 2:</b>	A) Musí být dodržen maximálně přijatelný čas držení.
	B) Nepřijatelná, je-li stroj používán po dobu delší než polovinu pracovní směny.

<b>KROK 1:</b>	
<b>NEPŘIJATELNÉ POLOHY</b>	
<b>Statické polohy</b>	Extrémní flexe kolena, extrémní dorzální/plantární flexe v kotníku.
	Extrémní polohy kloubů dolních končetin, jejichž rozsah se blíží maximálnímu rozpětí (např. extrémní flexe kolene, extrémní dorzální a palmární flexe v kotníku, vnitřní nebo zevní rotace kloubů dolních končetin).
	Extrémní polohy kloubů dolních končetin, jejichž rozsah se blíží maximálnímu rozpětí.
	Nevhodné polohy dolních končetin (extrémní flexe kolene, extrémní dorzální a palmární flexe v kotníku, vnitřní nebo zevní rotace kloubů dolních končetin).
<b>Dynamické polohy</b>	Polohy kloubů v rozsahu, který se blíží maximálním rozpětím s frekvencí pohybů větší nebo rovné 2/min.
	Vnitřní a zevní a rotace kloubů dolních končetin spojená s frekvencí pohybů větší nebo rovné 2/min.
	Vnitřní a zevní a rotace kloubů dolních končetin spojená s frekvencí pohybů větší nebo rovné 2/min.
<b>PODMÍNĚNĚ PŘIJATELNÉ POLOHY</b>	
<b>Dynamické polohy</b>	Polohy kloubů v rozsahu, který se blíží maximálnímu rozpětí s frekvencí pohybů menší než 2/min.
	Vnitřní a zevní a rotace kloubů spojená s frekvencí pohybů menší než 2/min.
<b>KROK 2:</b>	Nepřijatelné, je-li stroj používán po dobu delší než 4 hodiny.

Příloha 6: Hodnocení pracovní polohy - ostatní části těla [6]

<b>KROK 1:</b>	
<b>NEPŘIJATELNÉ POLOHY</b>	
<b>Statické polohy</b>	Extrémní polohy kloubů.
<b>Dynamické polohy</b>	Polohy kloubů v rozsahu, který se blíží maximálním rozpětím s frekvencí pohybů větší nebo rovné 2/min.
<b>PODMÍNĚNĚ PŘIJATELNÉ POLOHY</b>	
<b>Statické polohy</b>	Práce vleže, v kleče, v dřepu (KROK 2 )
<b>Dynamické polohy</b>	Polohy kloubů v rozsahu, který se blíží maximálnímu rozpětí s frekvencí pohybů menší než 2/min (KROK 2 ).
<b>KROK 2:</b>	Nepřijatelné, je-li stroj používán po dobu delší než 4 hodiny.



## Pravidla pro hodnocení 5S & House keeping

1. hodnocená položka je na pracovišti v naprostém pořádku a plně vyhovuje požadavkům "není co zlepšit" (splňuje obecně kriteria excellence např. v GE terminologii splňuje kriteria „Global Star“)
2. hodnocená položka je v naprosto vyhovujícím stavu, není třeba provádět žádná nápravná opatření "k dokonalosti" chybí jen drobné spíše kosmetické vady
3. hodnocená položka je přijatelná s výhradami, vyžaduje značná zlepšení a je třeba nápravných opatření. Nápravná opatření mohou být dlouhodobější povahy (max. v rámci kvartálu)
4. hodnocená položka je nepřijatelná, vyžaduje nápravná opatření, která musí být realizovaná do příštího měsíčního hodnocení - nápravné opatření by mělo být sledovaným úkolem v rámci EHS
5. Hodnocená položka je v příkrém rozporu s pravidly provozu na pracovišti. Vyžaduje okamžité nápravné opatření k bezprostřednímu zlepšení stavu a nejdéle do týdne systémové opatření. Je vždy sledována v úkolech EHS jako kritická. [12]

Příloha 7: Pravidla pro hodnocení metodou 5S [12]

	1	2	3	4	5
Podlaha/ floor cleaning	Perfektní čistota na celém pracovišti.	Drobné nedostatky, na pracovišti jsou místa ne zcela uklizená, místní zbytky znečištění z předchozích dnů.	Podlaha je pravidelně uklízená, znečištění kolem strojů, pod stoly a na hůře přístupných místech, dlouhodobě neuklizené výrobní produkty (zbytky keramiky, vosků, zásypů atd.).	Podlaha není pravidelně uklízená, kolem strojů a pracovišť neuklizené pozůstatky výrobních činností (vosky, keramika, sibal, brusný a tryskací prach atd..) a znečištění výrobními produkty staršího původu.	Hrubé znečištění kolem strojů a pracovišť neuklizené pozůstatky výrobních činností (vosky, keramika, sibal, brusný a tryskací prach, oleje atd..) a pozůstatky výrobních aktivit zjevně dlouhodobé. Není vidět pravidelná úklidová aktivita.

Čistota stroje (výrobní ho zařízení)/ Machine cleaning	Stroj je perfektně vyčištěn na všech plochách, produkty výroby pravidelně odstraňovány, prach a mastnota odstraněny i z těžko přístupných míst, pracovní plochy řádně ošetřeny.	Stroj je vyčištěn na všech plochách, produkty výroby se vyskytují výjimečně na hůře přístupných místech, prach a mastnota se výjimečně objeví na těžko přístupných místech pracovní plochy řádně ošetřeny.	Stroj je vyčištěn na všech plochách, produkty výroby se vyskytují v přiměřeném rozsahu, prach a mastnota se objevují přiměřeně na více místech, pracovní plochy nejsou dostatečně ošetřeny, nicméně nejeví stopy koroze či dlouhodobého znečištění.	Stroj vykazuje zvýšené znečištění, produkty výroby se vyskytují na hůře přístupných místech, prach a mastnota se vyskytuje na stroji ve větším rozsahu, pracovní plochy nejsou dostatečně ošetřeny, objevují se stopy koroze či dlouhodobého znečištění.	Stroj vykazuje zvýšené znečištění, produkty výroby se vyskytují na všech pracovních místech stroje, prach a mastnota se vyskytuje na celém stroji, pracovní plochy nejsou dlouhodobě ošetřeny, objevují se stopy koroze či dlouhodobého znečištění.
Skříňky a ostatní úložné prostory/ Storages places	Skříňka obsahuje jen relevantní věci, které jsou řádně uloženy a roztříděny na jasně označených pozicích, vše je čisté – 5S.	Skříňka obsahuje jen relevantní věci, které jsou řádně uloženy a roztříděny, vše je čisté.	Skříňka obsahuje převážně relevantní věci, které jsou vhodně uloženy a roztříděny. Vyskytují se drobné nedostatky v obsahu a uspořádání, skříňka není optimálně udržovaná. Osobní předměty v nepřiměřeném množství, ale oddělené od výrobních potřeb.	Skříňka obsahuje různé věci, mnohdy nesouvisející s výrobou. Věci ve skříňce nejsou roztříděny a uspořádány. Osobní předměty v nepřiměřeném množství pomíchané s výrobními pomůckami. Chaotický vzhled.	Skříňka obsahuje různé věci, mnohdy nesouvisející s výrobou. Věci jsou promíchány. Ve skříňce jsou nesprávně uložené chemikálie, mnohdy smíchané s potravinami a osobními předměty. Chaotický vzhled.
Pracovní stoly/wo	Perfektní uspořádání – vzor 5S, vzorná čistota.	Dobré uspořádání, jen relevantní předměty, náznak	Na pracovní ploše převážně relevantní předměty, horší uspořádání, chybí	Na pracovní ploše vše „bez ladu a skladu“, množství nerelevantních předmětů,	Na pracovní ploše vše v naprostém chaosu, množství nerelevantních

working area		standardizace, uspokojivá čistota.	standardizace, čistota pracovní plochy není ideální.	výjimečně potraviny v obalu, oddělené od výrobních pomůcek, pracovní plocha znečištěna.	předmětů, potraviny v přímém kontaktu s pracovní plochou popř. výrobními pomůckami, značné znečištění.
Stav nářadí a pomůcek /tooling management	Nářadí je vzorně uloženo, uspořádáno a označeno. Zabezpečení proti poškození či záměně. Vše je čisté, udržované popř. nakonzervované.	Nářadí je dobře uloženo, uspořádáno a označeno. Většinou dobré zabezpečení proti poškození či záměně. Vše je čisté, udržované.	Nářadí je uloženo akceptovatelným způsobem, chybí označení, vyskytuje se omezená možnost poškození či záměny. Nepoužívané nářadí nese stopy znečištění (prach).	Nářadí je uloženo bez zjevného systému, nicméně nehrozí přímé nebezpečí zničení či poškození nářadí. Nářadí je znečištěné prachem i předchozí činností.	Nářadí je uloženo, chaoticky, hrozí přímé nebezpečí zničení či poškození nářadí. Při neopatrné manipulaci může dojít ke zranění (ostré a těžké nářadí může vypadnout, nebo při běžné manipulaci zranit uživatele). Nářadí je znečištěné prachem i předchozí činností.
Stav provozních kapalin a chemikálií/workin	Provozní kapaliny jsou vzorně popř. dokladovatelně udržovány a uloženy v souladu se všemi předpisy. Nádoby jsou čisté, vhodné a	Provozní kapaliny jsou pravidelně udržovány a uloženy v souladu se všemi předpisy. Nádoby jsou vhodné a řádně označené. Nechybí bezpečnostní listy.	Provozní kapaliny jsou příležitostně udržovány a uloženy v souladu se všemi předpisy. Nádoby jsou vhodné a označené. Nechybí bezpečnostní listy. Znečištění	Provozní kapaliny jsou nedostatečně udržovány a uloženy v souladu se všemi předpisy. Nádoby nejsou zcela vhodné, ale jsou označené tak, že nehrozí	Provozní kapaliny nejsou udržovány a uloženy v souladu se všemi předpisy. Nádoby jsou nevhodné a neoznačené. Chybí bezpečnostní listy.


g liquids & chemical s	řádně označené. Nechybí bezpečnostní listy.		a úniky jsou malé a výjimečné a znečištění je jen v oblasti obalu a uložení.	nebezpečná záměna. Bezpečnostní listy na většinu látek jsou na místě. Znečištění a úniky jsou malé a výjimečné a znečištění je jen v oblasti obalu a uložení.	Znečištění a úniky jsou většího rozsahu a přesahují bezprostřední úložný prostor. Látky jsou ve větší míře uloženy v nádobách od potravin.
Celkový vzhled pracoviště/ workplace look	Pracoviště působí na první dojem světlým, čistým a uspořádaným dojmem. Vše je dobře zorganizováno a standardizováno. Prostředí je pro příchozího příjemné.	Pracoviště splňuje základní standardy čistoty a pořádku. Na pracovišti jsou patrné drobné nedostatky a rušivé vlivy. Dojem z prostředí je pro příchozího nerušivý, spíše příjemný.	Pracoviště je v podstatě uklizené, ale působí „ošuntělým“ a neuspořádaným dojmem. Uspořádání je zcela bez standardizace a na pracovišti je řada rušivých elementů (špinavé a potrhané obaly, špinavé a opatlané skříňky, dveře atd.). Dojem z prostředí je pro příchozího ne zcela příjemný, ale ne odpudivý.	Pracoviště působí na první dojem neuspořádaně a chaoticky. Působí špinavým a ponurým dojmem. Věci jsou rozházené na různých nepatřičných místech, Zařízení je špinavé a zaprášené. Pracoviště je na hranici základních hygienických požadavků. Dojem z prostředí je pro příchozího rušivý a nepříjemný.	Pracoviště působí na první dojem neuspořádaně a chaoticky. Působí špinavým a ponurým dojmem. Věci jsou rozházené na různých nepatřičných místech. Pracoviště zcela nevyhovuje základním hygienickým požadavkům. Zařízení je špinavé a zaprášené. Dojem z prostředí je pro příchozího odpudivý.

<p>Stav úklidových prostředků/cleaning equipments</p> <p>(úklidové prostředky = smetáky, lopatky, hadry, sorbenty, saponáty, kýble atd., dle povahy pracoviště</p>	<p>Úklidové prostředky na pracovišti jsou odpovídající vykonávaným činnostem. Jsou předpisově uloženy, udržovány a snadno dostupné. Použité úklidové prostředky jsou řádně skladovány a likvidovány. Vše je standardizováno v souladu s 5S.</p>	<p>Úklidové prostředky na pracovišti jsou odpovídající vykonávaným činnostem. Jsou předpisově uloženy, udržovány a snadno dostupné. Použité úklidové prostředky jsou řádně skladovány a likvidovány.</p>	<p>Úklidové prostředky jsou na pracovišti a zajišťují základní požadavky na úklid pracoviště. Použité úklidové prostředky jsou řádně skladovány a likvidovány.</p>	<p>Na pracovišti se vyskytují úklidové prostředky, nezajišťují však potřeby v plném rozsahu – co do množství, kvality a dostupnosti. Použité úklidové prostředky vykazují nedostatky ve skladování, což může zvýšit náklady na ekologickou likvidaci.</p>	<p>Úklidové prostředky na pracovišti zcela chybí, nebo nezajišťují ani základy efektivního a ekologického úklidu. Použité úklidové prostředky jsou rozházeny po pracovišti, nebo likvidovány nepřipustným způsobem.</p>
<p>Uložení detailů (modelů, forem, odlitků atd.)/parts storage and management</p>	<p>Díly jsou uloženy v předepsaných a čistých obalech, uložení dílů zabraňuje poškození, vysypání či ztrátě. Je snadno identifikovatelné, v jakém stavu díly jsou (oddělené hotové díly od rozpracovaných, označené neshodné díly atd.). Je zřetelně vidět, jak budou díly vstupovat do procesu (uspořádání vstupních míst). Dokončené i</p>	<p>Díly jsou uloženy v předepsaných obalech, uložení dílů zabraňuje poškození, vysypání či ztrátě. Je snadno identifikovatelné, v jakém stavu díly jsou (oddělené hotové díly od rozpracovaných, označené neshodné díly atd.). Je zřetelně vidět, jak budou díly vstupovat do procesu (uspořádání vstupních míst). Dokončené i</p>	<p>Díly jsou uloženy v obalech, uložení dílů snižuje riziko poškození, vysypání či ztráty. Pro auditora není snadné posoudit stav dílů – hotové/rozpracované/neshodné. Díly jsou na pracovišti uloženy náhodně, není intuitivně rozlišitelné pořadí výroby dílů a bez bližšího zkoumání není jasné, které díly jsou hotové a které čekají na</p>	<p>Díly jsou uloženy v obalech, uložení dílů ne vždy plně eliminuje riziko poškození, vysypání či ztráty. Pro auditora není snadné posoudit stav dílů – hotové/rozpracované/neshodné. Díly jsou na pracovišti uloženy náhodně, není intuitivně rozlišitelné pořadí výroby dílů a bez bližšího zkoumání není jasné, které díly</p>	<p>Díly jsou uloženy nevhodně, často v nesprávných obalech, uložení dílů zvyšuje riziko poškození, vysypání či ztráty. Pro auditora je nemožné posoudit stav dílů – hotové/rozpracované/neshodné. Díly jsou na pracovišti uloženy náhodně, není intuitivně rozlišitelné pořadí výroby dílů a bez bližšího zkoumání není jasné, které díly</p>


	čekající díly jsou přehledně uloženy spolu s příslušnou a kompletní dokumentací. Řazení a uložení dílů je plně v souladu s výrobním tokem a usnadňuje plynulé řízení a sledování výrobního toku v souladu s plánem, postupem, frontou práce atd.	čekající díly jsou přehledně uloženy spolu s příslušnou a kompletní dokumentací.	zpracování. Dokončené i čekající díly jsou uloženy spolu s příslušnou a kompletní dokumentací.	jsou hotové a které čekají na zpracování. Mnohé díly jsou zaprášené a viditelně delší dobu bez pohybu. Dokončené i čekající díly jsou uloženy mnohdy bez dokumentace, která se nachází různě na pracovišti. Zamezení promíchání výrobních dávek, popřípadě vynechání operací je nedostatečně systémově eliminované.	jsou hotové a které čekají na zpracování. Mnohé díly jsou zaprášené a viditelně delší dobu bez pohybu. Dokončené i čekající díly jsou uloženy mnohdy bez dokumentace, která je na pracovišti obtížně dohledatelná. Hrozí riziko promíchání výrobních dávek, popřípadě vynechání operací.
--	--	--	--	---	--

OOP/PPE  Tento bod není založen jen na jednom měsíčním auditu, ale zahrnují se do něj zjištění všech auditů	Všichni zaměstnanci používají všechny předepsané ochranné pomůcky po celou dobu výkonu činnosti předepsaným způsobem. Na pracovišti nebyl evidován za hodnocené období žádný úraz ani ekologická nehoda.	Všichni zaměstnanci používají všechny předepsané ochranné pomůcky po celou dobu výkonu činnosti. Výjimečně se objeví drobný prohřešek (brýle na čele, opominutí při vstupu do chráněného prostoru atd.). Pokud došlo v uplynulém období k úrazu nebo ekologické nehodě, jednalo se	Všichni zaměstnanci používají všechny předepsané ochranné pomůcky po celou dobu výkonu činnosti. Občas se objeví drobný prohřešek (brýle na čele, opominutí při vstupu do chráněného prostoru, ojedinele zaměstnanec bez brýlí při výkonu činnosti atd.). Pokud došlo v uplynulém období	Zaměstnanci používají všechny předepsané ochranné pomůcky nedbale. Ve větší míře se objeví závažný prohřešek (zaměstnanci bez brýlí při výkonu činnosti, nevhodná obuv atd.). V uplynulém období došlo k pracovnímu úrazu, přičemž pracovní neschopnost byla delší než 1 den. V případě	Zaměstnanci používají ochranné pomůcky velmi nedbale. Pravidelně se vyskytují opakované závažné prohřešky (zaměstnanci bez brýlí při výkonu činnosti, nevhodná obuv, nepoužití předepsaných respirátorů atd.). V uplynulém období došlo k pracovnímu úrazu, přičemž pracovní
---	--	--	--	---	--

z uplynulého období.		pouze o drobné incidenty nepodléhající záznamu do centrální evidence.	k úrazu a nebyla pracovní neschopnost delší než 1 dny. V případě ekologické nehody se jednalo o drobný lokální incident a byla řešena vnitřně bez hlášení.	ekologické nehody se jednalo o závažný lokální incident a bylo nutné nahlásit ho do systému EHS	neschopnost byla delší než 1 měsíc. V případě ekologické nehody se jednalo o závažný incident, který bylo nutné nahlásit do systému EHS a vnějším orgánům.
----------------------	--	---	--	---	--

List č.	<b>1</b>	<h1>Údržba</h1>					
Počet listů	<b>1</b>						
<b>Název pracoviště</b>		<b>Výplach + Vstupní sklad</b>					
Poř. číslo	Místo	Požadovaný stav	Činnost	Frekvence			
				S	T	M	U
<b>1</b>	Podlaha, regály a pracovní plochy	Čistá, bez zbytků vosku, keramiky, prachu, lepidla atd., koš vysypaný	Zamést, vysát, vyčistit, vysypat				<b>X</b>
<b>2</b>	Čistota zařízení, prováděná údržba	Celkové očištění zařízení od všech nečistot, pravidelná údržba	Udržovat dle příslušné TAPP				<b>X</b>
<b>3</b>	Stůl a šuplíky	Srovnané, pouze potřebné a používané předměty	Vytřídit, srovnat			<b>X</b>	
<b>4</b>	Stav náradí	Vytřídění, pouze potřebné pro danou operaci, ostatní řádně uložené na předepsaném místě	Vytřídit, srovnat	<b>X</b>			
<b>5</b>	Úklidové prostředky	Uložené na označeném místě, v řádném použitelném stavu	Uložit		<b>X</b>		
<b>6</b>	Celková kontrola	Kontrola pracoviště, případné nedostatky vyřešit nebo zapsat do karty nedostatků	Zkontrolovat, vyřešit nebo zapsat	<b>X</b>			<b>X</b>
<i>Vložit foto požadovaného stavu pracoviště</i>							
Pozn.: <b>S: 1/směnu</b> = V PRŮBĚHU SMĚNY <b>T: 1/týden</b> = KONEC PÁTEČNÍ RANNÍ SMĚNY <b>M: 1/měsíc</b> = PRVNÍ PONDĚLÍ V MĚSÍCI, ZAČÁTEK RANNÍ SMĚNY <b>U: = PO KAŽDÉM UKONČENÍ PRACOVNÍ SMĚNY</b>							
Vypracoval:		Schválil:		Odpovídá:			
Datum:		Datum:		Datum:			
Podpis:		Podpis:		Podpis:			



List č.	<b>1</b>	<h1>Údržba</h1>						
Počet listů	<b>1</b>							
<b>Název pracoviště</b>		<b>Zabal + sklad</b>						
Poř. číslo	Místo	Požadovaný stav	Činnost	Frekvence				
				S	T	M	U	
<b>1</b>	Podlaha, regály a pracovní plochy	Čistá, bez zbytků vosku, keramiky, prachu, lepidla atd., koš vyspaný	Zamést, vysát, vyčistit, vysypat				<b>X</b>	
<b>2</b>	Pracovní zařízení	Celkové očištění zařízení od všech nečistot, pravidelná údržba	Udržovat dle příslušné TAPP				<b>X</b>	
<b>3</b>	Skříň, stůl a šuplíky	Srovnané, pouze potřebné a používané předměty	Vytřídit, srovnat			<b>X</b>		
<b>4</b>	Stav náradí	Vytřídění, pouze potřebné pro danou operaci, ostatní řádně uložené na předepsaném místě	Vytřídit, srovnat	<b>X</b>				
<b>5</b>	Úklidové prostředky	Uložené na označeném místě, v řádném použitelném stavu	Uložit		<b>X</b>			
<b>6</b>	Celková kontrola	Kontrola pracoviště, případné nedostatky vyřešit nebo zapsat do karty nedostatků	Zkontrolovat, vyřešit nebo zapsat	<b>X</b>			<b>X</b>	
<i>Vložit foto požadovaného stavu pracoviště</i>								
Pozn.: <b>S: 1/směnu</b> = PŘED KONCEM SMĚNY <b>T: 1/týden</b> = KONEC PÁTEČNÍ RANNÍ SMĚNY <b>M: 1/měsíc</b> = PRVNÍ PONDĚLÍ V MĚSÍCI, ZAČÁTEK RANNÍ SMĚNY <b>U: = PO KAŽDÉM UKONČENÍ PRACOVNÍ SMĚNY</b>								
Vypracoval:		Schválil:		Odpovídá:				
Datum:		Datum:		Datum:				
Podpis:		Podpis:		Podpis:				