

# Uplatnění vybraných metod průmyslového inženýrství ve výrobě obalového materiálu

Bc. Ilona Mayerbergová

---

Diplomová práce  
2011

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta managementu a ekonomiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta managementu a ekonomiky  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů  
akademický rok: 2010/2011

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Bc. Ilona MAYERBERGOVÁ  
Osobní číslo: M100666  
Studijní program: N 6208 Ekonomika a management  
Studijní obor: Průmyslové inženýrství

Téma práce: Uplatnění vybraných metod průmyslového inženýrství ve výrobě obalového materiálu

Zásady pro vypracování:

Úvod

I. Teoretická část

- Vypracujte a vyhodnoťte literární rešerši.

II. Praktická část

- Zpracujte analýzu současného stavu výrobního procesu a vyhodnoťte výsledky analýzy.
- Vypracujte projekt s návrhem snížení odpadů při výrobě.
- Vyhodnoťte návrhy snížení odpadů.
- Proveďte ekonomické vyhodnocení.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

- [1] ČERNÝ, J. Řízení a organizace výroby: Příklady a případová studie. 2. vydání. Zlín: UTB ve Zlíně, 2001. 82s. ISBN 80-7318-036-7.
- [2] ČERNÝ, J. Úvod do studia metod průmyslového inženýrství a systémů služeb. Zlín: UTB ve Zlíně, 2004. 96s. ISBN 80-7318-227-0.
- [3] FREHR, H. U. Total quality management. Brno: UNIS Publishing, 1995. 258s. ISBN 3-446-17135-5.
- [4] JANEČEK, Z. Management jakosti. 2. vydání. V Plzni: Západočeská univerzita, 2007. 143s. ISBN 978-80-7043-621-9.
- [5] SALVENDY, G. Handbook of industrial engineering. 3. vydání. New York: Wiley, 2001, 841-2140s. ISBN 978-0-470-24182-0.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jaromír Černý, Ph.D.  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů  
Datum zadání diplomové práce: 24. června 2011  
Termín odevzdání diplomové práce: 15. srpna 2011

Ve Zlíně dne 24. června 2011

prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková  
děkanka



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

## PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- odevzdáním bakalářské/diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby<sup>1</sup>;
- bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí:
  - bez omezení;
  - pouze prezenčně v rámci Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- na mou bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3<sup>2</sup>;
- podle § 60<sup>3</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;

---

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

(1) Vysoká škola nevydávající zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledků obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být tet nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlédnutí veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výtisky, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdaním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

<sup>2</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

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

<sup>3</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

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

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

Prohlašuji, že:

- jsem bakalářskou/diplomovou práci zpracoval/a samostatně a použité informační zdroje jsem citoval/a;
- odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně .....

<sup>4</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

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

## **ABSTRAKT**

Cílem této práce je snížení odpadu při výrobě obalového materiálu. V teoretické části je popsáno využití průmyslového inženýrství, metody průmyslového inženýrství, 7 klasických nástrojů pro sběr a analýzu dat. Nedílnou součástí této práce je popsání i procesu výroby od přípravy materiálu přes technologii využívanou při výrobě plastů. V druhé části práce analyzuji současný stav. Hledám výrobky s největším podílem na vzniku odpadu a snažím se odhalit příčiny a následky jeho vzniku. V závěru této práce jsou navrženy a popsány metody pro snížení odpadu při výrobě.

Klíčová slova:

Průmyslové inženýrství, snížení odpadu při výrobě, ABC analýza, Ishikawův diagram, Poka-Yoke, TPM, Heijunka

## **ABSTRACT**

The goal of this thesis is to reduce waste in the production of packaging material. In the theoretical part I describe the use of industrial engineering, methods of industrial engineering, seven standard tools for data collection and analysis. An integral part of this work is to describe a production process from the material preparation through the technology used in the plastic production. In the second part of my thesis I analyze the current situation. I am looking for products with the large share of waste and I try to uncover the reasons and results of its origin. At the end of this work there are designed and described methods to reduce waste in production.

Keywords:

Industrial engineering, reduce waste in the production, ABC analyse, Ishikawa diagram, Poka-Yoke, TPM, Heijunka

Chtěla bych poděkovat Ing. Jaromíru Černému Ph.D. za jeho profesionální a odborné vedení, poskytnuté rady a pozornost, kterou mi věnoval při vypracovávání mé diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Aleně Petříkové a Lubomíru Rozsypálkovi za jejich odborné konzultace a pomoc při zpracování této práce. Také děkuji firmě Invos spol. s. r. o., která mi umožnila tuto práci u nich vypracovat.

Motto:

*Čas je ve skutečnosti jediný kapitál, který člověk má, a je to jediná věc, kterou si nesmí ani v nejmenším dovolit promrhat nebo ztratit.*

*Thomas A. Edison*

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

# OBSAH

<b>ÚVOD.....</b>	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>11</b>
<b>1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....</b>	<b>12</b>
1.1 HISTORIE PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ .....	13
1.2 SEDM KLASICKÝCH NÁSTROJŮ .....	13
1.2.1 Stratifikace .....	14
1.2.2 Datová (frekvenční) tabulka.....	14
1.2.3 Histogram.....	14
1.2.4 Paretova analýza.....	14
1.2.5 Diagram příčin a následků (Ishikawův diagram) .....	14
1.2.6 Analýza rozptylu a trendu dat .....	15
1.2.7 Kontrolní (regulační) diagram.....	15
<b>2 METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ.....</b>	<b>16</b>
2.1 TOTÁLNĚ PRODUKTIVNÍ ÚDRŽBA.....	16
2.1.1 Systém plánování údržby .....	17
2.1.2 Zásady a kroky efektivní implementace .....	17
2.1.3 Cíle TPM.....	18
2.1.4 Přínosy TPM .....	18
2.1.5 Trendy totálně produktivní údržby.....	20
2.2 HEIJUNKA.....	21
2.3 METODA POKA-YOKE .....	21
2.3.1 Postup aplikace Poka-Yoke.....	22
<b>3 ZPRACOVÁNÍ A VÝROBA PLASTŮ .....</b>	<b>23</b>
3.1 PLASTY A JEJICH VLASTNOSTI PŘI ZPRACOVÁNÍ .....	23
3.2 PŘÍPRAVA PLASTŮ .....	23
3.3 TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ PLASTŮ .....	25
3.4 ZPRACOVÁNÍ PLASTŮ .....	26
3.4.1 Doprava materiálu .....	26
3.4.2 Sušení .....	27
3.4.3 Míchání a hnětení materiálu.....	27
3.4.4 Granulace .....	28
3.4.5 Tabletování.....	28
3.4.6 Recyklace .....	28
3.5 VÝROBA FÓLÍÍ VYFUKOVÁNÍM .....	29
3.5.1 Šnekové vytlačovací stroje.....	30
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>32</b>
<b>4 ANALÝZA SOUČASNÉ SITUACE VE SPOLEČNOSTI.....</b>	<b>33</b>
4.1 POPIS SPOLEČNOSTI.....	33
4.1.1 Podpora podnikání z Operačních programů.....	34
4.1.2 Významné ocenění společnosti .....	34



4.2	TECHNOLOGIE VYUŽÍVANÉ PŘI VÝROBĚ .....	35
4.3	PRODUKTY SPOLEČNOSTI .....	35
4.4	FINANČNÍ SITUACE FIRMY .....	36
<b>5</b>	<b>ANALÝZA FIRMY .....</b>	<b>38</b>
5.1	POPIS VÝROBY .....	38
5.1.1	Řídící jednotka .....	42
5.1.2	Kontrola materiálu .....	44
5.2	ABC ANALÝZA.....	46
5.2.1	Odpad podle dalšího využití.....	47
5.2.2	Četnost výskytu odpadu .....	48
5.3	VÝVOJOVÝ DIAGRAM .....	49
5.4	ISHIKAWŮV DIAGRAM .....	51
5.5	ANALÝZA PODNIKOVÝCH DAT.....	53
5.5.1	Základní terminologie používaná ve firmě .....	53
5.5.2	Průběh nájezdu a přejezdu zakázky .....	53
5.5.3	Příčiny vzniku odpadu u výrobní linky .....	53
<b>6</b>	<b>ZÁVĚR Z ANALÝZY.....</b>	<b>60</b>
<b>7</b>	<b>PROJEKT S NÁVRHEM SNÍŽENÍ ODPADŮ PŘI VÝROBĚ .....</b>	<b>61</b>
7.1	ZÁKLADNÍ INFORMACE O PROJEKTU .....	61
7.2	SOUČASNÁ SITUACE .....	61
7.3	PŘÍPRAVA PROJEKTU .....	61
7.4	TOTÁLNĚ PRODUKTIVNÍ ÚDRŽBA.....	62
7.5	POKA-YOKE .....	63
7.5.1	Infračervené pyrometry .....	64
7.5.2	Laserové skenovací systémy .....	65
7.5.3	Odporové snímače.....	66
7.6	HEIJUNKA.....	67
7.7	SPECIFIKACE ČINNOSTÍ A ČASOVÝ HARMONOGRAM .....	68
7.8	NÁKLADY PROJEKTU .....	69
7.8.1	Ekonomické vyhodnocení .....	69
7.8.2	Pořízení zobrazovacího zařízení .....	70
7.8.3	Nákup infračervených pyrometrů .....	73
7.9	ZÁVĚR Z PROJEKTU .....	74
<b>8</b>	<b>VYHODNOCENÍ NÁVRHU SNÍŽENÍ ODPADŮ .....</b>	<b>75</b>
<b>9</b>	<b>EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ .....</b>	<b>76</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>77</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>79</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>83</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>84</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>85</b>
	<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>	<b>86</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>87</b>

## ÚVOD

Ve své diplomové práci na téma Uplatnění vybraných metod průmyslového inženýrství ve výrobě obalového materiálu, se zabývám snížením odpadu při výrobě. Předcházení a eliminace vzniku odpadu má příznivý vliv na životní prostředí a šetří firmě finanční prostředky, které společnost může použít na jiné účely.

V první části mé práce stručně popisuji, jak se průmyslové inženýrství dělí a čím se zabývá. Nedílnou součástí je i zmínka o významných osobnostech, které stály u zrodu průmyslového inženýrství. Poté popisuji 7 klasických nástrojů a z nich používám pro účely analýzy Ischikawův diagram, ABC analýzu a vývojový diagram. Pro snížení odpadu navrhuji vhodné metody, které by bylo možné ve firmě zavést a to Totálně produktivní údržbu, metodu Poka-Yoke a metodu Heijunka. Ve firmě se vyrábí téměř všechny obalové materiály z plastů, proto v další části práce již popisuji zpracování a výrobu plastů, vlastnosti plastů při zpracování, jejich přípravu na zpracovávání. Také píšou o technologiích na zpracování plastů a typech výrobních linek, které je možné využít při výrobě.

V praktické části analyzuji současný stav ve firmě. Součástí je stručný popis společnosti, významných ocenění a získané podpory z Operačního programu Podnikání a inovace. V další části jsou popsány využívané technologie pro výrobu a vyráběné produkty firmou. Nedílnou součástí analýzy je zpracovaná finanční situace společnosti za období pěti let. Poté následuje popis výroby na vyfukovací výrobní lince s horním odtahem. Je popsána řídicí jednotka, která zajišťuje výrobu na výrobní lince. Také je uvedena jedna z forem kontroly materiálu, která se využívá ve firmě. Dále již následuje analýza vzniku odpadu u jednotlivých vyráběných produktů. Pro tuto analýzu jsem využila metodu ABC. Pomocí vývojového diagramu jsem zachytila postup výroby produktů, u kterého se objevuje nejvyšší výskyt odpadu. Po využití těchto dvou jednoduchých nástrojů jsem hledala příčiny vzniku odpadu a k tomu jsem využila Ischikawův diagram. Po další analýze podnikových dat, při které jsem sledovala vznik odpadu podle období, čas poruchy stroje, četnost poruch a dobu prostojů jsem vytvořila další Ischikawův diagram, do kterého jsem zapsala hlavní příčiny vzniku odpadu. V poslední části mé práce jsem vypracovala projekt s návrhem snížení odpadu pomocí metod průmyslového inženýrství a výrobního inženýrství. Poté jsem vyhodnotila přínos jednotlivých návrhů na snížení odpadu při výrobě a provedla jsem ekonomické vyhodnocení.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Průmyslové inženýrství je interdisciplinární obor, který se zabývá projektováním, zaváděním a zlepšováním integrovaných systémů lidí, materiálů, strojů a energií s cílem dosáhnout, co možná nejvyšší produktivity při minimálních nákladech. K tomu využívá hlavně znalosti z matematiky, fyziky, sociálních věd a managementu. [22]

Metody průmyslového inženýrství se dají využívat jako podpora při rozhodování. Průmyslové inženýrství lze využít v různě velkých podnicích, u odlišných typů výroby a v nejrůznějších oborech. Orientuje se na lidský potenciál, systematický rozvoj lidských zdrojů, vede ke zpracování znalostí a také informací. Využíváním všech zdrojů v podniku dochází k eliminaci úzkých míst a hlavně k odstranění veškerých forem plýtvání. Průmyslové inženýrství v sobě spojuje využití moderních prostředků informačních technologií, matematických metod a dalších technických prvků. Klade velký důraz na celý výrobní systém podniku a zajímá se i o životní cyklus vyráběného výrobku. [4]

Pokud firmy chtějí dlouhodobě existovat na globálních trzích, musí se zaměřit na zákazníka, rychle reagovat na jeho požadavky, snižovat cenu a náklady a neustále zvyšovat kvalitu produktů. Neustálé snižování ceny, nákladů a zvyšování kvality výrobků není možné bez nových metod a nástrojů. Právě zde je příležitost pro zavedení průmyslového inženýrství, které se může stát konkurenční výhodou každého podniku. [1]

Průmyslové inženýrství se dělí na klasické a moderní. Klasické průmyslové inženýrství se dříve věnovalo měření spotřeby práce, řešilo problémy ve výrobních dílnách, které se týkaly vytížení a rozmístění strojů, zabývalo se kontrolou kvality, organizací práce, odměňováním a řízením celé výroby. Po roce 1948 došlo k rozšíření klasických empirických metod o nové přístupy. Ty jsou založeny především na matematice, operačním výzkumu, modelování apod. [22]

Moderní průmyslové inženýrství se zaměřuje na zvyšování kvalifikace a účasti zaměstnanců na řízení, snaží se o zlepšení dosavadních organizačních systémů, také o zvyšování dynamiky zlepšovacích procesů, součástí je i snižování plýtvání a v neposlední řadě je i zajišťování jakosti od vývoje až po výrobu. Vše je měřeno a posuzováno z hlediska produktivity. [22]

## 1.1 Historie průmyslového inženýrství

Počátky průmyslového inženýrství jsou spojeny s průmyslovou revolucí a s vynálezy parního stroje a stroje na předení přize. Mezi první práce dotýkající se oblasti průmyslového inženýrství patří kniha „Bohatství národů“ od Adama Smitha, ve které jsou obsaženy teoretické a praktické poznatky z oblasti průmyslového inženýrství. Práci Adama Smitha rozpracoval Charles Babbage, který v roce 1832 zveřejnil svou práci o měření spotřeby času na výrobních operacích a uvedl výhody při opakovaných operacích. Na jeho práci navázal Frederick Winslow Taylor se svým normováním práce a ergonomií pracovních pohybů. Další významnou osobností byl i Henry Ford, který jako první zavedl pásovou výrobu při výrobě automobilů. Manželé Frank a Lillian Gillbrethovi přispěli svými pohybovými studii a rozpracovali lidské pohyby do 18 základních pohybů. Měřením práce se zabýval i Harold B. Maynard, který později vytvořil metody na měření práce a zavedl jednotku na měření času. Mezi další významné osobnosti patří Henry Gantt, W. Edwards Deming, Joseph Juran a mnozí další. [24]

V České republice to byl právě Tomáš Baťa se svými revolučními postupy a technologiemi, které dokázal uplatnit při výrobě obuvi. Dodnes jsou jeho úspěchy a systém řízení uváděny jako vzor pro moderní management.

I Japonsko nezůstalo dlouho pozadu. Jeden z nejvýznamnějších japonských průmyslových inženýrů byl Shigeo Shingo. Jeho práce obohatily průmyslové inženýrství o metody Poka-Yoke, SMED, Kanban, nulový počet vad, JIT a mnohé další. Zde nesmíme zapomenout ani na Taiichi Ohna a Kaoru Ishikawa. [1]

Kaoru Ishikawa usiloval o neustálé zvyšování jakosti výrobků a chápal to jako nepřetržitý proces. Vymyslel sedm jednoduchých nástrojů a tím učinil významný pokrok při zvyšování jakosti, jak pro zákazníka, tak i pro firmu.

## 1.2 Sedm klasických nástrojů

Těchto sedm klasických (jednoduchých) nástrojů využíváme pro zlepšování procesů. Slouží zejména pro sběr dat a jejich analýzu.

### 1.2.1 Stratifikace

Odděluje údaje z různých zdrojů z důvodu snadnější identifikace jejich původu. Tato metoda vyhledá možné zdroje chybných výrobků. Tyto výrobky označí podle místa jejich původu a následně je odděleně zkoumá. Vyhledávání příčin chyb je ulehčeno a jsme schopni určit zdroj a četnost chyb. [5]

### 1.2.2 Datová (frekvenční) tabulka

Slouží pro sběr a prezentaci zjištěných údajů. Často se používá u dat získávaných automatizovanou cestou. Zobrazuje četnost analyzovaných objektů.

### 1.2.3 Histogram

Histogram graficky znázorňuje naměřené hodnoty rozdělené do tříd. Jednotlivé třídy jsou zaznačeny na osu x a tvoří úsečky diagramu. Na osu y se vynáší počet naměřených hodnot. Zpřehledňuje rozdělené četnosti a používá se k testování normálního rozdělení. Na základě rozložení lze vyvodit závěry o možných příčinách chyb. [5]

### 1.2.4 Paretova analýza

Vychází z pravidla 80 na 20. 80 % problémů má za následek jen 20 % příčin. Pokud se zaměříme na těchto 20 %, můžeme dosáhnout významného zlepšení. Využívá se buď ve formě grafu, nebo tabulky a slouží k odhalení příčin problému.

Problémy se roztřídí do skupin podle příčin. K těmto skupinám se vyjádří jejich numerická závažnost. Příčiny se poté uspořádají sestupně podle závažnosti a znázorní se. Nejčastěji se využívá grafické znázornění pomocí sloupcového grafu a čáry vyjadřující kumulativní závažnost daného problému. [12]

### 1.2.5 Diagram příčin a následků (Ishikawův diagram)

Poprvé byl použit v roce 1943 japonským odborníkem Kaoru Ishikawou. Je to grafický nástroj, který se využívá pro analýzu všech příčin určitého následku. Jeho zpracování je velmi jednoduché a umožňuje zapojit širší okruh pracovníků do řešení daného problému. Přináší nové náměty, které vedou k novým řešením. [26]

Při zpracování je vhodné využívat týmovou práci a ke generování nápadů využít brainstorming. Složení týmu by mělo vždy korespondovat s řešeným problémem. Nejdříve tým stanoví hlavní kategorie příčin, nejčastěji se jako hlavní kategorie používají:

- materiál,
- zařízení,
- metody,
- lidé,
- prostředí. [26]

Tyto kategorie se zaznamenají k hlavním větvím a po té tým analyzuje všechny možné příčiny daného následku. Tyto příčiny se dále rozebírají tak dlouho, dokud se neodhalí všechny příčiny následků. Poté se navrhuje konkrétní nápravná nebo preventivní opatření. Pro vyhodnocení nejdůležitějších příčin se často využívá Paretova analýza. [26]

### **1.2.6 Analýza rozptylu a trendu dat**

Používá se při analyzování vzájemných závislostí mezi dvěma proměnnými. K analýze se využívají korelační diagramy. U nich se na osu y vynáší nezávislé proměnné a na osu x se vynáší závislé proměnné. Podle grafického znázornění lze odvodit korelaci. Korelace může být silná pozitivní, slabá pozitivní, žádná, slabá negativní nebo silná negativní. Stupeň závislosti se pozná podle rozložení bodů v diagramu. [5]

### **1.2.7 Kontrolní (regulační) diagram**

Známé také jako Shewhartovy diagramy. Používají se k získání informací o kvalitě parametrů nebo znaků. Diagram se skládá ze střední linie, ta vyjadřuje průměrnou hodnotu znaků kvality, tzn. očekávanou hodnotu. Dále také obsahuje dva regulační limity a to horní regulační limit UCL a dolní regulační limit LCL. Pokud je sledovaný proces uvnitř limitů, potom mluvíme o procesu pod kontrolou. V případě, že je proces mimo limity, jedná se o proces mimo kontrolu. Regulační diagramy mají široké využití při zlepšování produktivity a při prevenci chyb. Poskytují informace o způsobilosti procesu, jsou podkladem pro rozhodování a zabraňují zbytečným úpravám procesů. [2]

## 2 METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ

### 2.1 Totálně produktivní údržba

Totálně produktivní údržba zahrnuje veškeré aktivity, které vedou k provozování strojů a zařízení v optimálních podmínkách a ke změně pracovního systému, který zajistí jejich udržení. Využívá se hlavně tam, kde je výroba závislá na práci lidských operátorů. Totálně produktivní údržba dále uváděna jako TPM má za cíl maximalizovat efektivnost výrobního zařízení. A to takovým způsobem, že předchází ztrátám v souvislosti s neefektivním využíváním strojů a dále eliminuje překážky ve výrobě a následném prodeji. Mezi největší ztráty patří:

- Prostoje v souvislosti s poruchou stroje a neplánované prostoje;
- Čas na seřizování;
- Přestávky ve výkonu zařízení, krátkodobé poruchy;
- Omezení rychlosti průběhu výrobního procesu;
- Vznik nejakostních výrobků;
- Snížení výkonu při náběhu výroby a při technologických zkouškách. [23]

TPM musíme chápat jako celopodnikový systém produktivní údržby. Obsahuje preventivní a produktivní údržbu a neustálé zlepšování stavu strojů. K tomu vyžaduje účast a zapojení všech pracovníků z oblasti obsluhy, údržby, konstrukce a technologie. Na TPM se podílí všichni pracovníci ve firmě. Aby byla úspěšná, je nezbytné podpořit ji pomocí výrobních týmů. [23]

Každý výrobní systém se skládá z kombinace dvou složek a to z lidí a strojů. Kvalitní výkon tohoto systému závisí na tom, jak práce lidí zapadá do práce a výkonu strojů. Pro maximální využití strojů, je nezbytné znát ideální podmínky pro chod každé součástky stroje a dosažitelný výkon stroje. Jakmile tyto podmínky lidé znají, musí je udržovat. Pokud pracovníci nedodržují stanovené standardy, neprovádí analýzu problémů a nereagují při vzniku jakýchkoliv abnormalit, důsledkem je přerušení provozu a dlouhé opravy. Snahou každé firmy by mělo být udržování stroje ve špičkovém stavu. K tomu je nezbytné vyřešit veškeré problémy, které se vyskytnou. Postupujeme tak, že nejdříve obnovíme optimální provozní podmínky zařízení a poté provozujeme zařízení za těchto optimálních podmínek. Vždy je vyžadován aktivní přístup všech lidí ve výrobě. [23]



### 2.1.1 Systém plánování údržby

Tento systém probíhá v pěti fázích. Prvním krokem je identifikace ztrát a určení cílů, kterých chceme ve společnosti dosáhnout. V další fázi musíme podniknout kroky pro efektivní implementaci autonomní údržby, udělat audit a zaměřit se na certifikaci. Poté začínáme s plánováním údržby. Nejdříve podnikneme kroky ke korektivní údržbě a pokračujeme změnou preventivní údržby na údržbu na základě skutečného stavu zařízení. Přitom kládeme požadavky na údržbu, audity a vizualizaci. V předposledním kroku zajistíme bezpečnost pracovníků údržby a výroby při opravách, testování a verifikaci. Poslední fáze se týká tréningu pracovníků výroby a údržby v oblasti autonomní údržby, preventivní údržby a systému předcházejícímu úrazy. [27]

### 2.1.2 Zásady a kroky efektivní implementace

1. Každá společnost by si měla připravit a implementovat vlastní TPM, tak aby jí vyhovovala. Vykonávají se některé z následujících činností:
  - analýza procesů údržby, vypracování konceptu implementace,
  - identifikace a analýza ztrát v procesech,
  - stanoví se zodpovědnost za ztráty, realizuje se workshop,
  - jmenuje se projektový tým pro implementaci. [27]
2. Na změně se musí podílet všichni lidé v organizaci. A to od vrcholového managementu až po pracovníky ve výrobě. Po zapojení všech pracovníků se musí uskutečnit školení před zahájením implementace a po spuštění pilotní implementace. Školení se provádí z důvodu:
  - osvěty u vrcholového a středního managementu,
  - identifikace, analýzy a kategorizace ztrát, metod, nástrojů,
  - rozdělení zodpovědnosti, návrhu nápravných opatření,
  - seznámení se sedmi kroky autonomní údržby,
  - plánování údržby, týmové práce, motivace, komunikace,
  - identifikace ztrát a cíleného zlepšování. [27]
3. Ověření TPM na pilotním zařízení. Pomocí toho zjistíme:
  - skutečný stav zapojení pracovníků, technického zařízení a ztrát,
  - vztah pracovníka výroby ke stroji,

- pohotovost pracovníka údržby, kvalita jejich výkonu, odborná způsobilost,
  - dostupnost náhradních dílů,
  - systém organizace a řízení údržby při preventivní prohlídce a při prostoji,
  - požadované časy na preventivní a autonomní údržbu,
  - vhodnost návrhu TPM. [27]
4. Standardizace procesů a vizualizace je základem kvalitního motivačního systému. V oblasti standardizace a motivace je nezbytné:
- vypracovat standard pro prováděné procesy a údržbu strojů,
  - přidělit konkrétní odpovědnost za vypracování standardů, jejich realizaci a aktualizaci,
  - provést kontrolu dodržování standardů ve vazbě na motivaci a odměňování. [27]
5. Investice financí do analýzy podnikových procesů a vzdělání pracovníků. Pravidelné vyhodnocování přínosů a nákladů. Zde se musí:
- kontrolovat dodržování jednotlivých standardů,
  - stanovit pravidelné schůzky,
  - zkoumat odchylky od požadovaného stavu,
  - ověřovat znalosti pracovníků a jejich schopnost aplikovat standardy do praxe. [27]

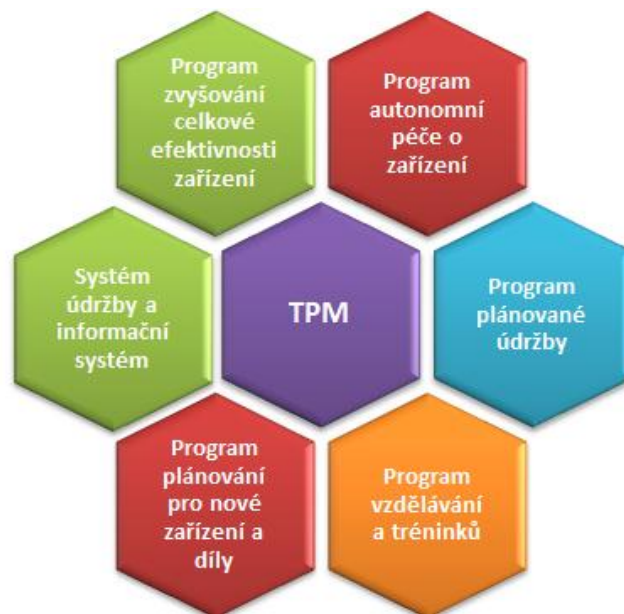
### 2.1.3 Cíle TPM

- předcházení vzniku odpadu,
- výroba kvalitních výrobků,
- snížení nákladů,
- výroba jednotlivých zakázek v co nejkratší době,
- dodávat zákazníkům jen bezvadné výrobky. [33]

### 2.1.4 Přínosy TPM

- bezpečnější pracoviště,
- snížení pracovního zatížení obsluhy,
- delegace pravomocí,

- vyšší produkce,
- méně vad,
- omezení poruch,
- zkrácení doby prostožů,
- nižší náklady,
- nižší odpad. [33]



Obr 1. Základní prvky TPM, zpracováno podle [14]

Tab. 1. Rozdělení činností při budování TPM, zpracováno podle [14]

Údržba	Výroba
<ul style="list-style-type: none"> <li>☆ Definování metodiky TPM</li> <li>☆ Podpora obsluhy strojů při zavádění autonomní údržby</li> <li>☆ Informační systém údržby</li> <li>☆ Budování systému údržby - kategorie zařízení a typu údržby</li> <li>☆ Vzdělávání pracovníků</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☆ Každodenní péče o zařízení</li> <li>☆ Zlepšování chodu zařízení</li> <li>☆ Sledování a následné analyzování celkové efektivity zařízení (CEZ)</li> <li>☆ Zvyšování celkové efektivity zařízení (CEZ)</li> <li>☆ Zvyšování kvalifikace v oblasti péče o zařízení</li> </ul>
Management	Technická příprava výroby, vývoje
<ul style="list-style-type: none"> <li>☆ Definování a rozvoj štiřlosti podniku a TPM</li> <li>☆ Definování cílů TPM</li> <li>☆ Sledování a ovlivňování průběhu TPM</li> <li>☆ Podpora implementace TPM</li> <li>☆ Vyčlenění investic</li> <li>☆ Odměňování a motivace</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☆ Spolupráce při rozvoji zařízení a dílů</li> <li>☆ Spolupráce při technickém zlepšování</li> <li>☆ Spolupráce při nákupu nových strojů</li> <li>☆ Rozvoj nízkonákladové automatizace v podniku</li> </ul>

TPM není jen údržba, je to přístup, který vede k neustálému zlepšování, udržování požadovaného výkonu, kvality a dlouhé životnosti výrobního zařízení. Je to metoda, která je schopna zvýšit konkurenceschopnost podniku a přinést značnou finanční výhodu. [24]

### 2.1.5 Trendy totálně produktivní údržby

Během několika posledních let došlo k pozitivnímu vývoji v oblasti údržby. Bylo to způsobeno technologickým pokrokem a hlavně lidmi, kteří se začali otázce údržby intenzivně věnovat. Využívání speciálních softwarů, propojených databází a Internetu již dnes přináší obrovskou výhodu. Také zde jsou další příležitosti při budování efektivních systémů údržby. [29]

V budoucnu se předpokládá, že management společnosti bude více využívat nové technologie a údržba nebude jen otázkou řízení, ale vedení. Údržba bude vedena správnými lidmi na správném místě. V podniku bude vypracován plán údržby a bude propojen s podnikovým plánem. Také se bude více hodnotit návratnost jednotlivých investic s efektivními měřitelnými procesy. Pracovníci údržby budou vytvářet přidanou hodnotu a zabezpečí splnění požadavků zákazníků. Následně bude docíleno synergického efektu a dojde k měřitelnému nárůstu produktivity. [29]

## 2.2 Heijunka

Současným trendem v mnoha podnicích, jak v České republice, tak i v zahraničí je zakázková výroba. Její obrovskou výhodou je, že vede ke štíhlému pracovišti. Vyrábí se jen to, co skutečně zákazník chce. Poptávku zákazníků nejsme schopni vypočítat ani předpovědět a jejich objednávky se v průběhu času mohou výrazně měnit. Kdyby podniky vyráběly přesně podle objednávek, jediným výsledkem by bylo, že by docházelo k přetěžování strojů a pracovníků a v některých dnech by zařízení a pracovníci nebyli vůbec vytíženi. Zakázková výroba také vede k tomu, že nevíme jaké množství a jaké materiály musíme od dodavatelů objednat. To často vede k tomu, že se udržují vysoké zásoby a koncept štíhlé výroby je porušen. [20]

Přístup Heijunka, s kterým přišla firma Toyota, je založen na vyrovnávání pracovního harmonogramu. Při výrobě dochází k vyrovnávání objemu, tak i výrobků. Výrobky nejsou zhotovovány podle data objednání, ale vezme se celkové množství objednávek za určité období a vyrovnaným způsobem se rozdělí na výrobu stejného množství a stejné kombinace výrobků. Tímto způsobem odstraníme nevyrovnanost. Zamezíme vzniku situace, kdy v jednom dni je více práce, než mohou lidé a stroje zvládnout a situaci, kdy je práce málo. [20]

## 2.3 Metoda Poka-Yoke

Tato metoda se používá k včasnému odhalení příčin, které následně vedou k nežádoucím následkům. Slovo POKA znamená zabránění a význam slova YOKE vyjadřuje nezamyšlené (náhodné) chyby. Funguje na principu zastavení procesu a tím chrání výrobu před tvorbou zmetků. Dá se použít nejen v procesu výroby, ale i u pracovních postupů. To vede k tomu, že činnosti jsou vykonávány pouze jediným a to správným způsobem. Cílem Poka-Yoke je najít a aplikovat právě takové metody, pomocí níž bude možné předcházet výrobě nejakostních produktů. Jedná se o instalaci zářezek, optických senzorů, upínacích nástrojů a mnoho dalších prvků, které jsou schopny zabránit a předcházet budoucímu vzniku vady u lidí a strojů. Nejčastější lidské chyby mají příčinu:

- z nedostatečné kvalifikace,
- ze zapomětivosti,
- záměrně způsobené,
- z nepozornosti,

- z nedostatečné koncentrace. [34]

### 2.3.1 Postup aplikace Poka-Yoke

1. Identifikace potenciálních rizik – zde je nezbytné vytvořit informační základnu se všemi daty. Tato data tvoří záznam o minulém vývoji a podnik je může využít při budování expertního systému.
2. Zdůvodnění vhodnosti použití této metody – na základě získaných dat se provede rozbor přínosu této metody a rozhodne se o dalším řešení stávající situace.
3. Volba ideálního řešení – v tomto kroku se analyzuje, kde k poruše dochází a jakým způsobem se dá řešit. Mezi řešení může patřit:
  - Výstražné zařízení - ve formě světel nebo zvuku;
  - Regulační mechanismy – pojistky, čidla, záložky, koncové spínače;
  - Zásahy do konstrukce stroje;
  - Vizuální značení – využívání barev, obrázků. Umístění různého značení na stroji nebo na pracovní ploše.
4. Ověření návrhu a následná realizace – pokud se návrh osvědčí, je možné přistoupit k jeho úplné realizaci.
5. Popis a vytvoření dokumentace – každé řešení, musí být pečlivě popsáno a zdokumentováno, aby mohlo být využito pro podobné nebo modifikované případy v budoucnosti. [34]

### 3 ZPRACOVÁNÍ A VÝROBA PLASTŮ

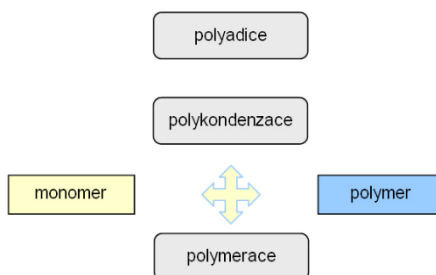
#### 3.1 Plasty a jejich vlastnosti při zpracování

V současné době existuje několik tisíc rozdílných druhů plastů. Jejich sortiment se neustále zvyšuje, a to dvěma směry. Jedna cesta je výroba nových polymerů a ta druhá cesta je modifikace dosavadních polymerů. Toto zvyšování má pozitivní vliv na konstrukci výrobku a dílů z plastů. Velkou výhodou je, že nedochází k výraznému zvýšení ceny. Na druhé straně velkou nevýhodou jsou zvýšené nároky na znalosti konstruktérů. [16]

Při volbě materiálů je vhodné vzít v úvahu jeho zpracovatelnost. Tato zpracovatelnost výrazně ovlivňuje mechanické a fyzikální vlastnosti konečného výrobku. Je nutné brát v úvahu i technologické podmínky, konstrukční řešení nástroje a výběr vhodného stroje. U polymerů jsou jejich vlastnosti a odolnost dány chemickou a fyzikální strukturou, ale mohou být ovlivněny i zpracovatelským procesem. [16]

#### 3.2 Příprava plastů

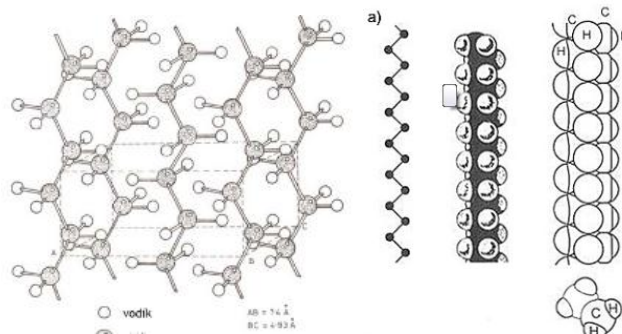
Než vznikne samotný plast, jeho vznik předchází jednoduché chemické reakce, které se několikrát opakují. Nízkomolekulární sloučenina monomér přechází pomocí některého typu polyreakce (polymerace, polykondenzace, polyadice) do vysokomolekulární látky, kterou známe pod názvem polymer. Polymer se stává plastem až poté, co ho smícháme s nezbytnými přísadami a převedeme ho do vhodné formy k dalšímu zpracování. Příkladem mohou být různé granule, prášky a tablety. [16]



Obr. 2. Základní typy reakcí pro přípravu polymerů [16]

Plasty označujeme jako látky organické. Jejich podstatou jsou látky přírodního nebo syntetického původu. Přírodní látky vznikají přírodní cestou na rozdíl od syntetických látek,

kteřé vznikají chemickou reakcí. Obě tyto látky jsou tvářitelné za působení teploty a tlaku. Základním prvkem řetězců je atom uhlíku. [16]



Obr 3. Příklad struktury polyethylenu a uspořádání atomů v řetězci.[16]

U plastů je důležité vědět, jak na ně působí teplota. Plasty lze dělit na:

- **Termoplasty** – jsou polymerní materiály, které při zahřívání přechází do plastického stavu, tedy do stavu vysoce viskózní kapaliny. Tuto kapalinu lze snadno tvářet a zpracovávat různými technologiemi. Do tuhého stavu přechází ochlazením pod teplotu tání, resp. teplotu viskózního toku. Při zahřívání nedochází ke změnám chemické struktury, proto můžeme proces měknutí a následného tuhnutí stále opakovat. Dochází pouze k fyzikálnímu procesu.
- **Reaktoplasty** – jsou polymerní materiály, které také v první fázi zahřívání měknou, můžeme je tvářet, ale pouze omezenou dobu. Během dalšího zahřívání dochází k jejich vytvrzování. Tento děj je už nevratný a takto vytvrzené plasty nelze rozpustit a ani roztavit. Dalším zahříváním dochází jen k rozkladu hmoty (degradaci).
- **Kaučuky, pryže a elastomery** – rovněž se jedná o polymerní materiály, které v první fázi zahřívání měknou a je možné je tvářet, ale pouze omezenou dobu. Během dalšího zahřívání probíhá chemická reakce. [16]

U plastů je důležité znát i jejich uspořádání. Uspořádání může být amorfni a semikrystalické (krystalické). Amorfni plasty mají náhodné uspořádání. Jsou charakteristické tvrdostí, křehkostí, vysokou pevností, pružností. Podle propustnosti světla je lze dělit na čiré, transparentní a průhledné. Vyznačují se menší roztažitostí a dají se použít do teploty zeskenění. Semikrystalické plasty vykazují určitý stupeň uspořádání. Jsou mléčně zakalené, charakterizuje je houževnatost materiálu, jeho pevnost a postupně rostoucí pružnost. Použitelnost



těchto plastů je do teploty tání. Při zpracování plastů je nezbytné znát u jednotlivých polymerů průběh jejich deformační vlastností. Tyto deformační vlastnosti se liší u amorfních a semikrystalických plastů. [16]

Vlastnosti plastů ovlivňují i různé přísady. Plasty jsou neplněné a plněné. U neplněných plastů množství přísad neovlivňuje jejich vlastnosti. Zatímco u plněných plastů plnivo ovlivňuje fyzikální a mechanické vlastnosti. Přísadou mohou být různá plniva, stabilizátory, barviva, změkčovadla, maziva. [16]

Plniva zlepšují mechanické vlastnosti materiálu, jeho chemickou odolnost nebo tvarovou stálost při zvýšené teplotě. Některé z nich se používají pouze k tomu, aby hmotu zlevnily. Rozeznáváme vyztužující vlákna například skleněná, uhlíková, kovová a bavlněná vlákna. Tyto vlákna se používají k obalení materiálu pojivem. Na druhé straně jsou tu nevyztužující vlákna ve formě prášku (moučka z břidlice, kaolin, křída), které se přidávají za účelem snížení ceny materiálu. Další druhy plniv jako třeba grafit zlepšuje kluzné vlastnosti, práškové kovy zlepšují vodivost. Saze zvyšují odolnost proti UV záření, skleněné nebo kovové kuličky zvyšují vodivost. Stabilizátory se používají k zpomalení degradačních procesů a zvyšují životnost. Maziva usnadňují zpracování, mohou zabránit lepení výrobku na stěny. Barviva dodávají plastům potřebný barevný odstín, často jsou používány ve formě barevných pigmentů. Také se používají organická barviva, která jsou založená na lihových roztocích, které se rozpouští v polymerech a díky tomuto procesu vytváří průhlednou hmotu. Změkčovadla zlepšují houževnatost, zpracovatelnost a ohebnost materiálu, ale na úkor mechanických vlastností. Opakem jsou tvrdidla. Spolu s nimi se využívají iniciátory a urychlovače, které ovlivňují účinky tvrdidel. Mezi další látky patří retardéry hoření, které zpomalují proces hoření nebo vůbec nedovolí plastům jejich zapálení. [16]

### 3.3 Technologie zpracování plastů

Při zpracování plastů se používá několik technologií. Způsob zpracování plastů závisí na jeho technologických vlastnostech, na tvaru a funkci, kterou má výrobek plnit po dobu své životnosti. Technologie můžeme rozdělit do tří skupin. Mezi ně patří:

- **Tvářecí technologie** – mění výchozí materiál zásadním způsobem. Tváření probíhá za současného působení teploty a tlaku. Patří sem vstřikování, lisování, vytlačování, laminování apod. Výsledkem je výroba konečného výrobku nebo polotovaru.

- **Tvarovací technologie** – používají polotovary a mění tvar zpracovávané hmoty. Při tomto zpracování může být využívána teplota a tlak, ale také nemusí. Můžeme sem zařadit tvarování desek, výrobu dutých těles, obrábění plastů, apod.
- **Doplňkové technologie** – se využívají k úpravě vlastností hmoty před zpracováním (míchání, granulace) nebo k úpravě finálních výrobků (potiskování). Dají se používat i u recyklace. [17]

Při výběru technologie nás ovlivňuje tvar výrobku, jeho velikost a tolerance. Dále také materiál, který budeme používat, nástroj nutný pro zpracování a v neposlední řadě stroj.

U každé této technologie probíhají tyto tři fáze:

- příprava hmoty nebo polotovaru,
- zpracovatelský proces,
- dokončovací operace. [17]

### 3.4 Zpracování plastů

Proces zpracování je nejkritičtější částí celého procesu výroby finálního výrobku. Plasty nelze ihned zpracovávat do finálních produktů, ale nejdříve musí projít technologiemi přípravného zpracování. Při tomto zpracování se do plastů přidávají různé přísady, nebo se odstraňují těkavé podíly, voda, apod. Tímto způsobem dochází k ovlivnění fyzikální a chemické struktury plastů. Poté se musí polymery zpracovat do takového tvaru, který vyhovuje pro další zpracování. Nejčastěji to je podoba různých granulátů, prášků a kaší. [18]

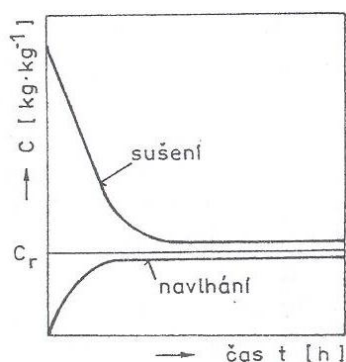
Do technologií přípravného zpracování řadíme míchání, hnětení, granulaci, tabletování, recyklaci, sušení a dopravu materiálu. [18]

#### 3.4.1 Doprava materiálu

Před dodávkou do podniku je materiál zpracován, a poté je dodáván ve formě granulí, prášků, balíků, kapaliny. Tento materiál se dodává v malých pytlích, které váží 25 nebo 30 kilogramů nebo ve velkých pytlích o váze až 500 kilogramů. Pro velká množství se využívají dodávky v cisternách. [18]

### 3.4.2 Sušení

Před zpracováním se některé plasty musí sušit. Zbavují se absorbované vlhkosti, tak aby se předešlo zhoršení kvality povrchu výrobků a poklesu mechanických vlastností. Hmota přichází do styku s vodou u suspenzí, emulzí a u granulátu, který prochází vodní chladicí lázní. Voda se může nacházet na povrchu nebo uvnitř hmoty. Materiál je možné vysušit jen do určité vlhkosti, tato vlhkost se nazývá rovnovážná vlhkost a závisí na okolních podmínkách a to na teplotě okolí a na relativní vlhkosti. Jestliže se materiál vloží do prostředí s vyšší vlhkostí, než je rovnovážný stav, dochází k navlhání materiálu. [18]



Graf 1. Sušení a navlhání plastů [18]

Tab. 2. Hodnoty obsahu vlhkosti vzduchu v závislosti na ročním období [18]

Vzduch	Teplota vzduchu °C/	Relativní vlhkost %/	Obsah vlhkosti vzduchu /g.m <sup>-3</sup> /
vlhký letní	25	80	19,00
normální letní	25	60	14,00
jaro/podzim	10	70	6,70
zima	0	80	3,90

Sušení a navlhání jsou vratné děje. Vysušený materiál by se měl zpracovat asi do 30 minut. U vyhřívaných strojů, které udržují teplotu na potřebné výši, nemusíme dodržovat tento doporučený čas. [18]

### 3.4.3 Míchání a hnětení materiálu

Při míchání je smíchán základní polymer s přísadami pro zlepšení vlastností plastů nebo pro zlepšení a usnadnění zpracování. Míchání materiálu je proces, při kterém se smíchají

minimálně dvě složky v míchacím zařízení tak, aby bylo dosaženo požadované rovnoměrnosti jednotlivých komponent ve výsledném produktu. [18]

#### 3.4.4 Granulace

Většina plastů je zpracována do tvaru granulí. Ty mohou mít tvar válečků, kuliček, čoček, krychliček. Granule jsou vhodné pro další zpracování, mají dobrou sypnou hmotnost, lze je dobře míchat s dalšími materiály a dobře dávkovat. Do granulí se převádí i recykláty, ty získáme mletím nebo drcením. Po těchto operacích o nich mluvíme jako o regenerátech. [18]



Obr 4. Granuláty [18]

#### 3.4.5 Tabletování

Tablety se využívají pro rychlé a přesné dávkování, je u nich snížena prašnost, zmenšují plnicí prostor lisovací formy, zkracují lisování a vytvrzování a dají se snadno předehtřívát. [18]

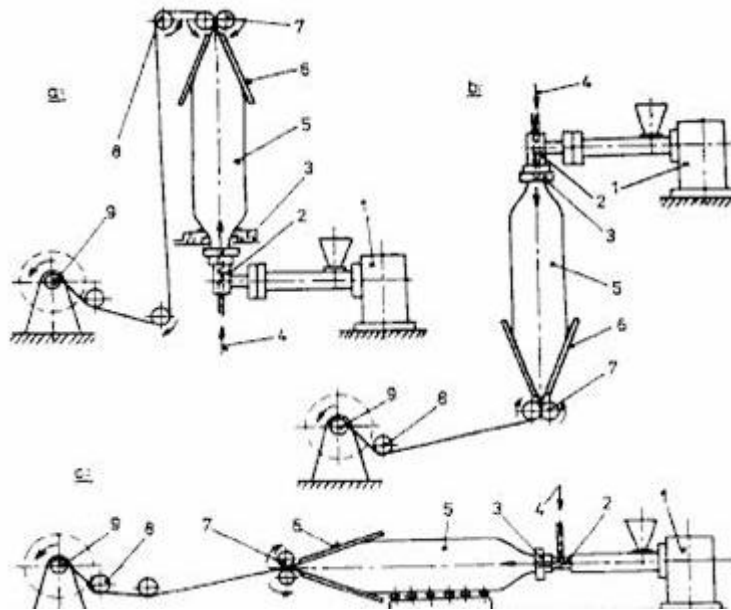
#### 3.4.6 Recyklace

Vysoká cena plastů vede výrobce k tomu, aby zpracovávali odpad z plastů a recyklovali použité výrobky. Odpad lze rozdělit na technologický a užitný. Technologické odpady vznikají při výrobě, mohou to být různé zmetky. Tyto odpady se dají využít jako vstupní surovina pro výrobu nového výrobku, jsou to kvalitní suroviny a jsou srovnatelné s původním nezpracovaným materiálem. Každý výrobce by se měl snažit je využít už jen kvůli energetické náročnosti, která se pohybuje na 1 tunu kolem 2,5 tuny ropy. Druhou skupinou je užitný odpad, který vzniká z výrobků po skončení jejich funkčnosti. Tento materiál už bývá znečištěn a polymer je znehodnocen stárnutím.

Při použití jednotlivých odpadů je nutné zvážit jejich původ a to jak byl dříve zpracován. Také zda byl drcen nebo drcen a regranulován. Drcený materiál má výhodu u tepelně citlivých materiálů, nedochází u něj k tepelnému namáhání při regranulaci. Nevýhodou jsou nestejně části a zvýšený podíl prachových částí. Tuto nevýhodu můžeme odstranit použitím vhodných sít, pomalým mletím nebo odsáváním prachu. Regranulovaný materiál je z hlediska tvaru vstupních částí rovnocenný původnímu materiálu. Pomocí aditiv (jako jsou stabilizátory, plniva, barviva, apod.) lze zlepšit jeho užitné a zpracovatelské vlastnosti. Nevýhodou je energetická náročnost a problém s vysušením rozemletého odpadu. Pokud chceme zpracovávat druhotné suroviny, musíme vědět, že materiál při zpracování prochází různými fyzikálními a chemickými procesy, které vedou ke změně struktury a složení. Je doporučováno míchat rozemleté nebo regranulované plasty, jako příměs k základnímu materiálu. Míchá se vždy takový poměr, aby se objemové procento následně regenerovaného materiálu rychle snižovalo. Přední odborníci doporučují přidávat maximálně 20 % regenerátu. Tím je zaručeno, že materiál se nevrátí více jak desetkrát k regeneraci. Kvalita znovu zpracovaného odpadu závisí na typu polymeru, přidaných aditivech a podmínkách zpracování původního materiálu. Kvalitu zpracovaného odpadu můžeme posoudit pouze pomocí experimentu. [18]

### **3.5 Výroba fólií vyfukováním**

Technologie této výroby je založená na nafouknutí fólie, která je v plastickém stavu do tvaru trubky pomocí stlačeného vzduchu. Fólie se po nafouknutí zvětší několikanásobně a poté je protažena přes odtahovací zařízení. Vyfoukнутá fólie je zchlazena a postupně navíjena. Současné výrobní linky umožňují výrobu jednovrstvé až několika vrstvé fólie. Při výrobě vyfukováním je možné použít variantu s horním odtahem, se spodním odtahem nebo s horizontálním odtahem. [19]



Obr 5. Typy výrobních linek [19]

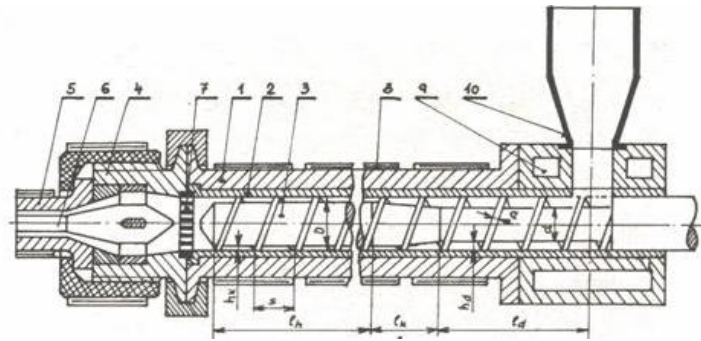
a – výrobní linka s horním odtahem, b – výrobní linka se spodním odtahem, c – výrobní linka s horizontálním odtahem

- |                                |                         |
|--------------------------------|-------------------------|
| 1 – vytlačovací stroj          | 6 – skládací desky      |
| 2 – hlava                      | 7 – odtahovací zařízení |
| 3 – chladicí prsteneč          | 8 – vodící válečky      |
| 4 – vstup přetlakového vzduchu | 9 – navíjecí zařízení   |
| 5 - vyfouknutý rukáv fólie     |                         |

### 3.5.1 Šnekové vytlačovací stroje

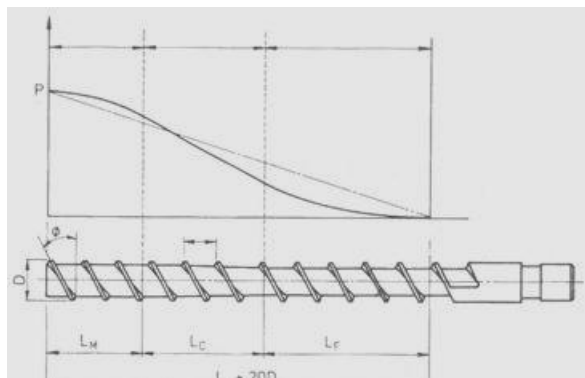
Do šnekového vytlačovacího stroje vstupuje granulát, který je ve stroji přehřát a stlačen. V dalších částech stroje je granulát opět stlačován, roztavován do plastického stavu a promícháván s dalšími přísadami. Pro zpracování plastů se nejvíce používají jednošnekové vytlačovací stroje. [19]

Nejdůležitější částí vytlačovacího zařízení je šnek. Ten je vybírán podle typu zpracovávaného polymeru. V praxi není možné mít šnek pro každý zpracovávaný plast, proto se využívají již ověřené konstrukce šneků. Velikost vytlačovacího stroje je dána průměrem šneku a jeho účinnou délkou. [19]



Obr 6. Jednošnekový vytlačovací stroj [19]

- |                       |              |
|-----------------------|--------------|
| 1 – pracovní válec    | 6 - trn      |
| 2 – tavicí komora     | 7 - lamač    |
| 3 – šnek              | 8 - topení   |
| 4 – vytlačovací hlava | 9 - chlazení |
| 5 – hubice            | 10 - násypka |



Obr 7. Průběh tlaku ve šnekovém vytlačovacím stroji [19]

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**



## 4 ANALÝZA SOUČASNÉ SITUACE VE SPOLEČNOSTI

### 4.1 Popis společnosti

Společnost Invos byla založena v roce 1991 jako společnost s ručením omezeným. Sídlo společnosti se nachází ve Svárově nedaleko Uherského Hradiště.

Firma se zabývá zpracováním plastů a obalových materiálů. Mezi hlavní sortiment patří konfekčně upravené výrobky, jako jsou sáčky, pytle a obaly pro odpad, které mají široké uplatnění v potravinářském, textilním a průmyslovém odvětví. Dalšími výrobky jsou reklamní a odnosné tašky různých rozměrů, tvarů a designů. Také se ve firmě vyrábí vyfukované fólie, které slouží pro následnou výrobu obalové techniky. Plasty a obalové materiály jsou vyráběny v několika provedení, dají se potiskovat a vyrábět v barevném provedení přesně podle přání zákazníka. [8]



Obr 8. Fotografie firmy [8]

V roce 2002 firma přibrala zahraničního investora, což pro ni znamenalo vstup na zahraniční trhy a orientaci na větší odběratele. Také od tohoto roku vlastní 99 % podíl společnost Hidome Investments Limited, se sídlem v Hongkongu. [11]

Stálá snaha firmy o zvyšování kvality vedla k zavedení systému řízení jakosti podle norem ISO 9002 a k získání certifikátu Systému řízení jakosti podle norem ISO 9001:2008. Společnost zavedla politiku jakosti, ve které se snaží ucelit, standardizovat a rozšířit svůj výrobní program, zintenzivnit prodej produktů, dále usiluje o omezení neshod v systému a snaží se předcházet vzniku reklamací. Samozřejmostí je i plnění veškerých požadavků zákazníka a dodržování platné legislativy České republiky. Společnost také usiluje o spolupráci se spolehlivými dodavateli. Rozvíjí znalosti, dovednosti, schopnosti a motivaci

svých zaměstnanců. Zajišťuje dodržování hygienických pravidel a pravidelně přezkoumává systém managementu jakosti. [11]

Nezbytné pro firmu je i splnění vyhlášky Ministerstva zdravotnictví O hygienických požadavcích na výrobky určené pro styk s potravinami a pokrmů. Firma rovněž splňuje normu ČSN EN 13432 – Požadavky na obaly využitelné ke kompostování a biodegradaci. [11]

#### **4.1.1 Podpora podnikání z Operačních programů**

Během roku 2009 firma podala tři žádosti o podporu podnikání v Operačním programu Podnikání a inovace v oblasti inovací. Jejich prvním projektem byl konfekční stroj na bezpečnostní sáčky. Tyto obaly se využívají pro jednorázovou přepravu finanční hotovosti hlavně v oblasti bankovníctví, tak aby bylo možné jasně signalizovat jakékoliv porušení obalu. Bylo vyvinuto takové řešení, které signalizovalo jakékoliv vniknutí do uzavřeného sáčku a toto zařízení bylo schopno zaznamenat i jakýkoliv pokus o pouhé vniknutí. Tyto sáčky se dají rovněž používat pro přepravu zdravotnických vzorků, v oblasti e-shopů a kurýrních služeb. [11]

Druhý projekt se týkal výroby inteligentních obalů, které jsou určeny pro balení čerstvých potravin nebo slouží pro sterilizaci. Tyto obaly se vyznačují fyzikálně-chemickými vlastnostmi, jako je odolnost při vysoké teplotě, působení tlaku a dalších chemicky agresivních látek souvisejících s působením nálevů, sterilizačních plynů, aldehydů, radiace, plazmových výbojů, také v souvislosti s uvolňováním molekul aktivní látky z fólie a s pohlcováním molekul z vnitřního prostředí do obalu fólie. [11]

Třetím a také posledním projektem byla technologie na konfekci obalů pro BIO materiály. Společnost v tomto projektu usilovala o pokrytí trhu právě takovými obaly, které jsou vyráběny z obnovitelných zdrojů. [11]

#### **4.1.2 Významné ocenění společnosti**

Společnost v průběhu svého podnikání získala významné ocenění. Poprvé již byla oceněna v roce 2001 za flexibilní obaly v soutěži Grand Prix Cyrel, poté vyhrála i v roce 2005 se svými odnosnými taškami. V roce 2006 vyhrála v české národní soutěži ocenění Obal roku 2006 s výrobkem Invotex. V roce 2009 opět v této soutěži vyhrála ocenění Obal roku 2009 v oblasti sada přepravních obalů pro e-shop. I v roce 2010 společnost zvítězila v soutěži Grand Prix Cyrel se svými odnosnými taškami na plastové fólie. [9]

## 4.2 Technologie využívané při výrobě

Společnost má čtyři výrobní linky na výrobu vyfukovaných polyetylenových fólií a jednu koextruzní linku na výrobu vícevrstvé fólie. Díky koextruzní lince je možné kombinovat různé materiály při výrobě pěti až sedmivrstvé fólie. Touto technologií je dosaženo vynikajících vlastností těchto fólií. Společnost také využívá osmi barevnou flexografickou potiskovací linku k potisku vlastních produktů, ale i externě dodávaných materiálů. Firma používá i konfekční linku k výrobě technicky náročných konfekčních výrobků z plastových fólií. [10]

## 4.3 Produkty společnosti

- Bariérové hadice,
- Bariérové fólie,
- EVOH sáčky,
- Bariérové tašky a sáčky,
- Černobílé fólie,
- Černobílé sáčky,
- Práškové fólie,
- Exceedové tašky,
- Mrazírenské fólie,
- Nízkotavné fólie bez tisku,
- Nízkotavné sáčky,
- Nízkotavné fólie z recyklátu,
- Mincovní fólie,
- Základní fólie,
- Základní tašky na sítotisk,
- Základní tašky s potiskem,
- Recyklátové fólie,
- Recyklátové tašky,
- Laminát,
- Papírupodobná fólie,
- Single wrap fólie,
- Základní fólie BIO.

Veškeré fólie lze potiskovat, řezat na požadovaný rozměr a svařovat. Firma nabízí i potisk, řezání a konfekci již nakoupených fólií. [7]



Obr 9. Ukázka některých produktů firmy [7]

#### 4.4 Finanční situace firmy

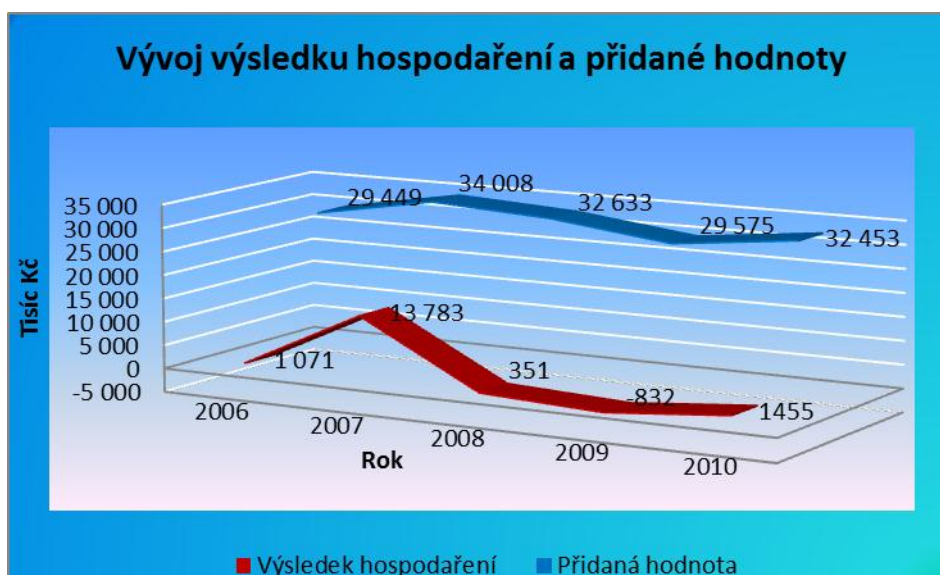
V tabulce je uveden vývoj tržeb, nákladů, výsledku hospodaření a přidané hodnoty od roku 2006 do roku 2010. Tržby rostou od roku 2006 do roku 2007. Od roku 2008 do roku 2009 postupně klesají. A od roku 2009 do roku 2010 opět rostou. S růstem tržeb rostou i náklady také od roku 2006 do roku 2007 a od roku 2008 do roku 2009 opět klesají. Rostoucí tržby v roce 2010 přináší i růst nákladů. S tímto trendem souvisí i výsledek hospodaření, který je rostoucí a od roku 2008 klesající. V roce 2009 se firma dostává do záporného výsledku hospodaření, tato situace se mění v roce 2010, kdy výsledek hospodaření je rostoucí. Také přidaná hodnota má rostoucí tendenci, poté klesající a opět rostoucí. Veškeré vývoje finanční situace podniku jsou znázorněny v tabulce 3 a v grafech 2 a 3.

*Tab. 3. Vývoj tržeb, nákladů, výsledku hospodaření a přidané hodnoty v tisících Kč. [vlastní]*

Ukazatel	Rok				
	2006	2007	2008	2009	2010
Tržby	137 840	150 868	128 496	95 390	132 057
Náklady	136 769	137 085	128 145	96 222	130 602
Výsledek hospodaření	1 071	13 783	351	-832	1 455
Přidaná hodnota	29 449	34 008	32 633	29 575	32 453



Graf 2. Vývoj tržeb a nákladů [vlastní]



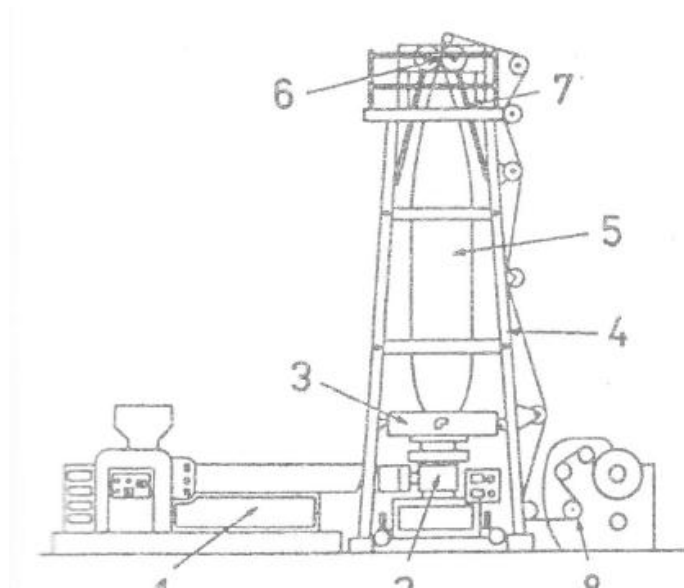
Graf 3. Vývoj výsledku hospodaření a přidané hodnoty [vlastní]

## 5 ANALÝZA FIRMY

### 5.1 Popis výroby

K analyzování byla vybrána výrobní linka, která funguje na principu vyfukování. Na této lince se vyrábí největší množství výrobků a pro firmu je klíčová.

Nájezd výrobní linky začíná mícháním granulátu, poté následuje dávkování materiálu ze zásobníku a jeho roztavování do plastického stavu. Tato roztavená hmota prochází přes šnekový vytlačovací stroj do hlavy stroje a k chladicímu prstenci. Roztavená hmota je vyfukována do výšky a je chlazená. Po ochlazení dochází k postupnému stlačování fólie na zplošťovací desce. Zploštěná fólie postupně prochází po jednotlivých návinech z obou dvou stran. Po těchto operacích je fólie navíjena a ukládána do skladu nebo je přímo převážena k potisku. Jednotlivé části stroje jsou znázorněny na obrázku 10.



Obr 10. Vyfukovací linka s horním odtahem [15]

- |                                  |                            |
|----------------------------------|----------------------------|
| 1 – šnekový vytlačovací stroj    | 5 – vyfouknutý rukáv fólie |
| 2 – vytlačovací hlava            | 6 – odtahovací zařízení    |
| 3 – chladicí prstenec            | 7 – zplošťovací desky      |
| 4 – stojan odtahovacího zařízení | 8 – navíjecí zařízení      |

Při nájezdu výrobní linky se začíná s mícháním granulátu. Toto míchání je závislé na stanovené receptuře ve firmě. U každého typu vyráběné fólie se liší. Je to způsobeno složením granulátu. Konečnou barvu výrobek získává procentuální příměsí k základnímu materiálu. Tato příměs může být od 0,25 % do 1 %. Toto procentuální složení je hlídáno automaticky. Na hlavním panelu strojního zařízení se nastaví požadované složení a tyto hodnoty zadá pracovník podle průvodek k materiálu. Do směsi bývají přimíchávány i další složky granulátu. Jednotlivé složky závisí na vyráběném výrobku. Poměr jednotlivých směsí granulátů určují pracovníci, ty tuto směs upravují a váží. Po nájezdu následuje dávkování materiálu ze zásobníku a jeho roztavení do plastického stavu.



*Obr 11. Zásobník granulátu [vlastní]*

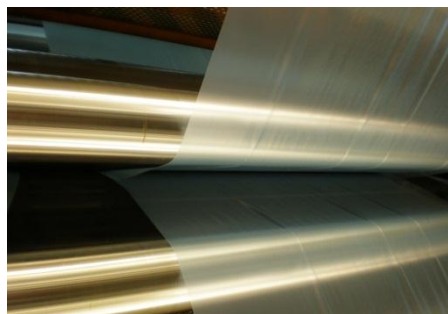
Roztavená plastická hmota prochází přes šnekový vytlačovací stroj do hlavy stroje a k chladicímu prstenci. Průměr chladicího prstence je daný rozměry vyráběné fólie a je měněn podle druhu materiálu. Na stroji je nainstalovaný senzor, který zaznamenává průběh vytlačování. Jakmile se roztavená hmota dostane k chladicímu prstenci je vyfukována do výšky a následně je zchlazena. Ochlazování materiálu se liší u jednotlivých výrobků. Chlazení opět zajišťuje výrobní linka pomocí řídicí jednotky, ta je nastavena pracovníkem na požadovanou teplotu. Tato teplota nemůže být standardní, protože nutnost chlazení závisí i na aktuální teplotě ve výrobní hale. Proto dochází k tomu, že každý další výrobek je vyráběn v odlišných podmínkách.

Po ochlazení dochází k postupnému stlačování fólie na zplošťovací desce. Zploštěná fólie postupně prochází po jednotlivých návinech z obou dvou stran, tak aby se zabránilo její deformaci. Navíjení na náviny je usměrňováno na usměrňovače. K tomu, aby nedocházelo k posunům fólie, se využívají optické senzory. Pomocí nich může pracovník měnit polohu vytlačované fólie a zabránit posunům fólie doleva nebo doprava po jednotlivých návinech.



*Obr 12. Usměrňovačka [vlastní]*

Podle zakázky je materiál buď vytlačován přímo, nebo dochází k jeho dělení. Materiál je také upravován na požadované rozměry na řezačce. Po těchto operacích je fólie navijena a ukládána do skladu nebo je přímo převážena k potisku.



*Obr 13. Dělení vytlačovaného materiálu [vlastní]*

Materiál se potiskuje pomocí polymerních štoček. Štočky se nalepí na přenášecí tiskové válce. Tyto válce se montují do výrobní linky. Počet štoček vždy závisí na barevnosti tašky a počet štoček odpovídá počtu válců.





*Obr 14. Tiskový válec s polymerním štočkem [vlastní]*

Ve výrobní lince rotuje válec se štočkem a během této rotace se na štoček nanáší barva, kterou následně štoček přenáší na fólii. U výrobků se používají základní barvy. Některé barvy se překládají a postupně vytváří konečný obrázek. Barvy se míchají podle palety barev. Obrázky se barevně upravují a je možné je jen zesvětlit. Pracovník určuje poměr jednotlivých barev na základě svých zkušeností a podle přání zákazníka. Také dělá vizuální kontrolu, při které srovnává potištěný výrobek s návrhem.



*Obr 15. Potiskovací linka [vlastní]*

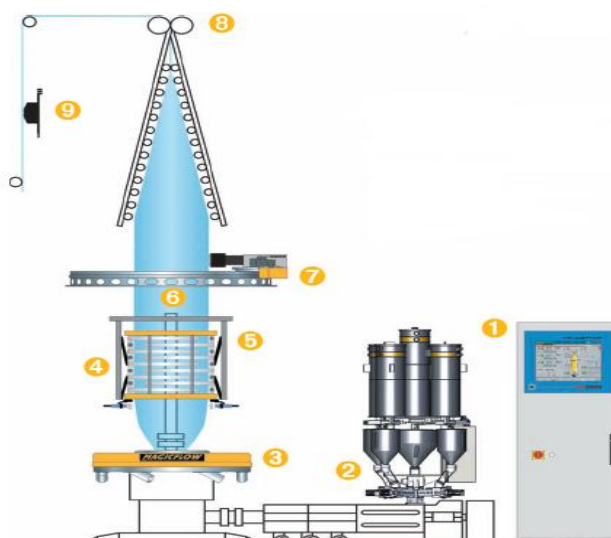
### 5.1.1 Řídicí jednotka

Vyfukovací výrobní linka je ovládána pomocí řídicí jednotky. Ta je vybavena dotykovým displejem, který umožňuje snadné ovládání výrobní linky. Na tomto displeji je možné volit dávkování granulátu z požadovaného zásobníku v potřebném množství, také lze volit teplotu, rychlost vytlačování, profil vytlačovaného materiálu, intenzitu chlazení a mnoho dalších funkcí.



Obr 16. Řídicí jednotka [28]

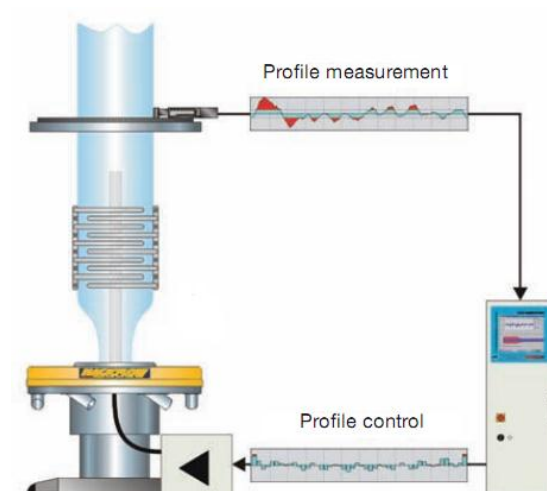
Tyto parametry jsou průběžně zaznamenávány optickými senzory, ty jsou umístěny na jednotlivých částech výrobní linky. Na obrázku 17 lze vidět všechna místa, kde jsou umístěny optické senzory u nových výrobních linek.



Obr 17. Výrobní linka s optickými senzory [28]

- |                                |                               |
|--------------------------------|-------------------------------|
| 1 – řídicí jednotka bubliny    | 6 – senzor vnitřního chlazení |
| 2 – senzor teploty v extrudéru | 7 – senzor pro měření profilu |
| 3 – senzor tloušťky profilu    | 8 – senzor pro měření tahu    |
| 4 – chladič zařízení           | 9 – senzor pro měření šířky   |
| 5 – senzor pro nastavení klece |                               |

Obrovskou výhodou řídicí jednotky je grafické zpracování všech údajů do jednoduchých grafů. Obsluha výrobní linky si může vybrat ze široké nabídky volitelných sestav od spotřeby materiálu, rychlosti vytlačování až po jednotlivé trendy. Další výhodou je i přednastavení výrobních parametrů podle jednotlivých zakázek přímo v řídicí jednotce, pomocí tohoto opatření je možné se vyhnout některým chybám, které vznikají u zaměstnanců z důvodu zapomětivosti nebo z přehlédnutí. Tyto hodnoty jsou know-how každé firmy a jsou přednastaveny podle receptury pro každý výrobek.



Obr 18. Kontrola profilu vytlačovaného materiálu pomocí řídicí jednotky [28]

Přednastavení v řídicí jednotce není vždy zcela ideální, protože se mění podmínky při vytlačování. Díky volitelným sestavám je personál schopen upravit již nastavené hodnoty a tím dosáhnout perfektních parametrů pro vytlačování. Jednotlivé sestavy zaznamenávají průběh vytlačování před změnou a po změně parametrů. Na obrázku 19 je znázorněno pět grafů, které vyhodnocují profil vytlačovaného materiálu. První graf znázorňuje původní profil, druhý graf starý profil, který byl již dříve používán. Třetí graf ukazuje profil, který byl využit při předchozím vytlačování. A na čtvrtém grafu můžeme vidět současný profil. Poslední graf vyhodnocuje rychlost při vytlačování.



Obr. 19. Volitelná sestava průběhu výroby [28]

V dnešní době, kdy informační systémy jsou samozřejmostí, firmy stále vyvíjí nové a nové technologie a softwary. Ty se stávají největší konkurenční výhodou pro každou organizaci, která se s nimi naučí správně pracovat a využívat je. I v tomto případě lze řídicí jednotku propojit s nejmodernějšími softwary, které nabízí přenos veškerých dat do podnikových informačních systémů. Tyto data je možné zpětně vyhodnocovat a tím získat zpětnou vazbu o přednastavených parametrech. Vzhledem k tomu, že podmínky při vytlačování se neustále mění, získání zpětné vazby je bezesporu velikou konkurenční výhodou a buduje stále silnější pozici know-how ve firmě.

### 5.1.2 Kontrola materiálu

Veškerá kontrola materiálu probíhá prostřednictvím atestu kvality. Ten je známý také jako osvědčení o provedené analýze. Zpravidla ho vydává dodavatelská firma. Společnost využívá tento atest kvality pro zkoumání vlastností dodávaného materiálu. A to z toho důvodu, že nemá vlastní laboratoř a zkoumání vzorků ve speciálních laboratořích by bylo finančně nákladné a časově náročné. Při této kvalitativní kontrole se posuzují nejdůležitější parametry produktů. Mezi ně může patřit např. index toku, hustota, kluznost, nebo přítomnost antiblokačních činidel atd. Atest kvality obsahuje:

- Název dodavatelské firmy;
- Název produktu;
- Datum vystavení a číslo certifikátu;
- Označení dodávky;
- Číslo šarže;
- Analyzované vlastnosti;

- Měrnou jednotku;
- Výsledek měření;
- Použitou metodu pro testování.

ExxonMobil Chemical Belgium A Div. of ExxonMobil Petr. & Chem., BVBA CERTIFICATE OF ANALYSIS				
Customer Name:		EXPLAST SPOL. SRO C/O AREAL VÝZKUMNYCH ÚSTAVŮ BULDŮVŮ 15 A 18211 PRŮHA - BECHKOVICE CZECH REPUBLIC		
Ship-To Address:				
Customer Product Name:		Date Printed: 30 MAR 2010		
Product Name / Grade:		Lot / Batch No.: 181510		
Sales Order Number:		Customer Order Number:		
Shipment Number:				
Delivery Number:		Plant Dispatch Date: 30 MAR 2010		
Dispatch Point:		Letter of Credit Number:		
Railcar/Vessel/Truck #:		Inspection Ref.:		
Delivery Number:		Plant Dispatch Date:		
Dispatch Point:		Letter of Credit Number:		
Railcar/Vessel/Truck #:		Inspection Ref.:		
ANALYSIS				
Property	Unit	Results	Specifications	Test Method
MELT INDEX (2)	g/10min	0.81	0.60 - 0.90	EXXONMOBIL TEST METHOD
DENSITY, BASIC RESIN	g/cm <sup>3</sup>	0.9537	0.9210 - 0.9230	EXXONMOBIL TEST METHOD
PHENOLIC ACN. (CAS 2052-75-3)	ppm	501	375 - 625	EXXONMOBIL TEST METHOD
ELIP. (CIS 112-84-6)	ppm	600	375 - 625	EXXONMOBIL TEST METHOD
ANTIBLOCK (CAS 14464-46-1)	ppm	449	350 - 550	EXXONMOBIL TEST METHOD

Obr 20. Atest kvality [7]

S atestem kvality bývá dodáván i materiálový list. Ten je dodáván vždy u první zakázky a při změně je posílán aktualizovaný. Tento list obsahuje označení dodavatelské firmy a údaje o materiálech, které se používají při výrobě fólií. Dále je tam uvedený popis látky, její označení, výhody a využití při výrobě. Uvádí se i technické parametry produktů. Veškeré údaje uvedené v materiálovém listu vždy závisí na typu používaného materiálu.

ExxonMobil LDPE LD 150 series Blow Film Resin		ExxonMobil Chemical	
<b>Description</b>		<b>Applications</b>	
LD 150 series are LDPE grades offering good material mechanical properties and stiffness.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• multilayer print film</li> <li>• multilayer</li> <li>• heavy film</li> <li>• farm film and sackings</li> <li>• general purpose</li> </ul>	
Linear additive packages are available according to the required surface properties.			
<b>Additive Package</b>	<b>Antiblock</b>	<b>Slip</b>	<b>Thermal Stabilizer</b>
LD 150A01	NO	NO	YES
LD 150A02	400 ppm	500 ppm	YES
LD 150C01	250 ppm	275 ppm	NO
<b>Resin Properties</b>		<b>Test Based On</b>	<b>Typical Value Unit</b>
Melt Index		ASTM D133	0.75 g/10 min
Density		ASTM D153 / EN 1855	0.923 g/cm <sup>3</sup>
Peak Melting Temperature		ASTM D1413	126 °C
Crystallinity Index		ASTM D1413	55.0 %
<b>Flex Properties</b>			
Tensile Strength	MD	ASTM D882	24 MPa
	TD		23 MPa
Elongation @ Break	MD	ASTM D882	370 %
	TD		370 %
1% Secant Modulus	MD	ASTM D882	122 MPa
	TD		260 MPa
Heat Seal Strength	ASTM D1174		1.0 N/cm
Welds to Self	ASTM D1174		1.0 N/cm
Cap Drop Volume	ASTM D1505		2.5 µm
Emulsion Tear Strength	MD	ASTM D1822	4.2 µm
	TD		4.2 µm

Obr 21. Materiálový list [7]

## 5.2 ABC analýza

Tab. 4. ABC analýza – odpadovost při výrobě [vlastní]

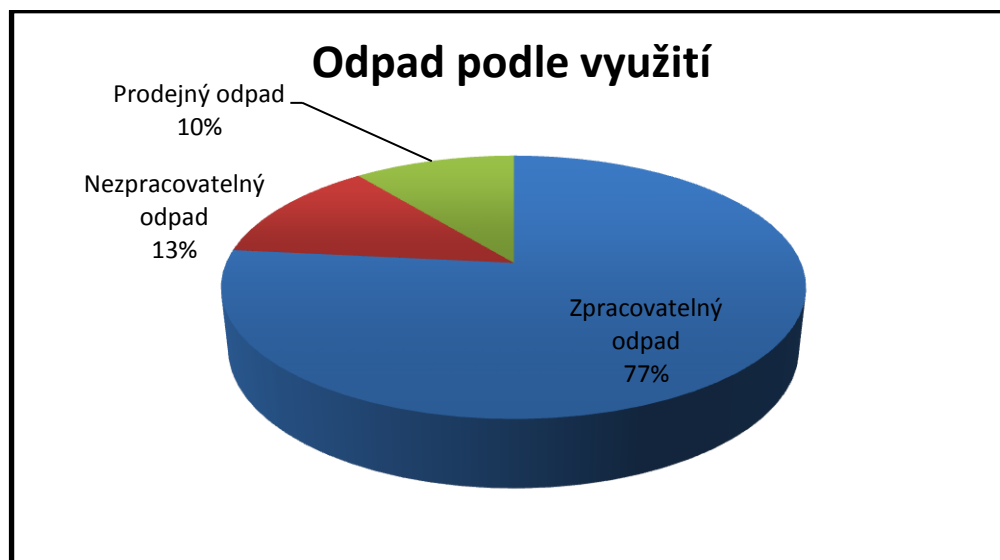
Kód skupiny	Název výrobku	% Vyjádření odpadovosti	Skupina	Kumulované množství v %
075	Základní tašky s potiskem	11,78 %	A	11,78 %
080	Recyklátová fólie bez tisku	10,23 %		22,01 %
093	Laminát s potiskem, řezaný	9,49 %		31,50 %
011	Bariérová fólie	8,90 %		40,40 %
033	Prášková fólie s potiskem, řezaná	8,30 %		48,70 %
070	Základní fólie bez tisku	7,79 %		56,49 %
Přejezd	Přejezd	6,37 %		62,86 %
023	Černobílá fólie s potiskem, řezaná	5,96 %		68,82 %
025	Černobílý sáček s potiskem	3,87 %		72,69 %
073	Základní fólie s potiskem, řezaná	3,46 %		76,15 %
061	Mincovní fólie, řezaná	3,26 %		79,40 %
020	Černobílá fólie bez tisku	3,21 %		B
110	Jiný výrobek - vytlačování v naší režii	2,65 %	85,26 %	
010	Bariérová hadice	2,23 %	87,48 %	
082	Recyklátová fólie s potiskem	1,87 %	89,36 %	
175	Základní tašky ""BIO"" s potiskem	1,87 %	91,23 %	
013	Bariérová fólie s potiskem, řezaná	1,68 %	92,91 %	
030	Prášková fólie bez tisku	1,62 %	94,53 %	
074	Základní tašky na sítotisk	1,03 %	95,56 %	
022	Černobílá fólie s potiskem	0,93 %	96,49 %	
085	Recyklátové tašky s potiskem	0,63 %	97,13 %	
014	EVOH sáček	0,61 %	C	97,73 %
024	Černobílý sáček	0,58 %		98,32 %
072	Základní fólie s potiskem	0,47 %		98,79 %
063	Mincovní fólie s potiskem, řezaná	0,28 %		99,06 %
021	Černobílá fólie, řezaná	0,19 %		99,26 %
060	Mincovní fólie	0,16 %		99,42 %
090	Laminát bez tisku	0,16 %		99,59 %
200	Speciální	0,12 %		99,71 %
015	Bariérové tašky, sáčky s tiskem	0,11 %		99,82 %
071	Základní fólie, řezaná	0,08 %		99,89 %
084	Recyklátové tašky bez tisku	0,07 %	99,97 %	
091	Laminát, řezaný	0,04 %	100,00 %	
<b>Celkový součet</b>		<b>100,00 %</b>		-

Reálný odpad musí být počítán včetně zakázky „přejezd“. Tento odpad je regranulován do formy granulí a poté je používán k další výrobě.

Tab. 5. Výskyt odpadu u jednotlivých výrobců za sledované období [vlastní]

Období	Kód výrobku										
	011	023	025	033	061	070	073	075	080	093	přejezd
2009_06	10,26%	12,19%	0,00%	21,21%	6,30%	27,47%	16,80%	19,53%	34,10%	19,39%	24,70%
2009_07	0,00%	11,03%	0,00%	0,00%	20,23%	25,62%	9,82%	60,61%	24,01%	14,91%	22,90%
2009_08	0,00%	10,97%	19,53%	4,86%	17,80%	9,77%	6,88%	8,79%	19,36%	20,98%	17,98%
2009_09	17,78%	0,00%	9,80%	18,29%	15,74%	20,97%	4,40%	12,25%	20,73%	19,83%	11,08%
2009_10	0,00%	2,99%	0,00%	25,93%	5,93%	36,60%	0,00%	11,17%	12,37%	8,40%	40,47%
2009_11	24,12%	8,62%	18,89%	17,72%	12,71%	10,43%	3,13%	12,78%	45,60%	16,67%	18,74%
2009_12	0,00%	0,00%	24,77%	10,37%	8,62%	6,27%	5,27%	10,52%	63,80%	29,67%	27,57%
2010_01	26,86%	16,74%	17,15%	18,57%	6,51%	8,04%	18,08%	13,65%	68,63%	5,63%	13,46%
2010_02	35,85%	15,90%	12,90%	14,66%	10,78%	13,73%	5,27%	11,84%	24,23%	19,18%	5,82%
2010_03	24,53%	2,83%	9,54%	14,60%	8,99%	11,30%	10,45%	16,06%	21,20%	19,32%	7,91%
2010_04	8,20%	11,32%	14,93%	0,00%	0,00%	17,62%	20,39%	24,56%	24,45%	21,21%	7,84%
2010_05	8,73%	9,73%	19,28%	0,00%	12,78%	13,18%	9,14%	8,53%	25,54%	8,87%	15,14%
2010_06	15,16%	19,44%	0,00%	0,00%	9,55%	25,39%	11,88%	31,26%	9,23%	8,64%	27,53%
2010_07	24,91%	0,00%	0,00%	0,00%	18,48%	11,20%	6,15%	24,33%	11,34%	15,03%	34,27%
Průměr	14,03%	8,70%	10,48%	10,44%	11,03%	16,97%	9,12%	18,99%	28,90%	16,27%	19,67%

### 5.2.1 Odpad podle dalšího využití



Graf 4. Odpad podle dalšího využití [vlastní]

Zpracovatelný odpad tvoří 77 % z celkového odpadu. Je to odpad, který slouží k dalšímu zpracování a je ve firmě regranulován.

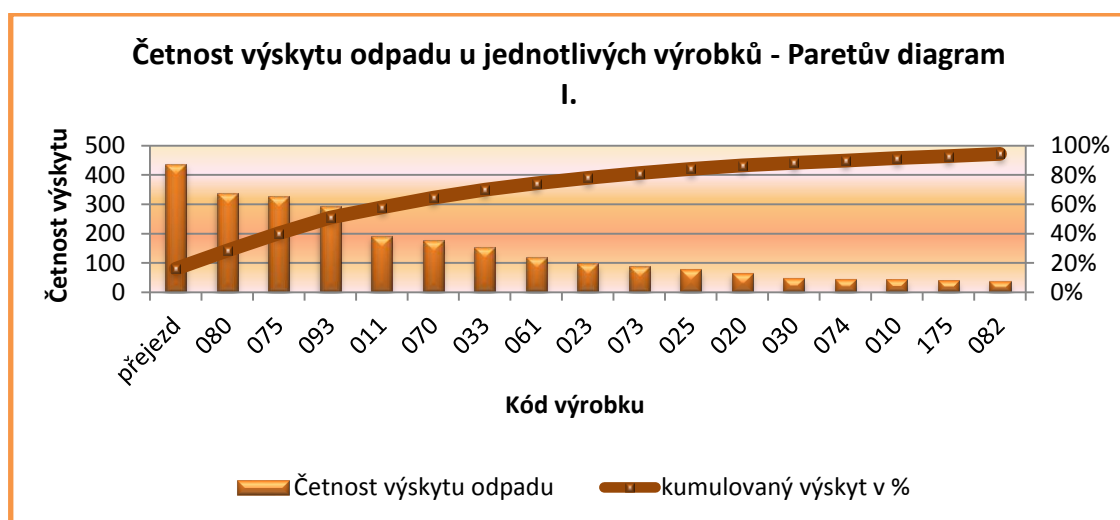
Zpracovatelný odpad je ve firmě zpracováván ve třech variantách. V té první variantě je přidáván do jedné vrstvy při výrobě více vrstvé fólie. Druhou variantou je míchání granulátu s regenerátem a tou třetí variantou je výroba jen z regenerátu. Poměr míchání vždy záleží na typu vyráběného výrobku. Hodnoty při míchání se pohybují od 5 % do 100%. Některé výrobky jako jsou odpadní pytle, fólie a výrobky bez požadavku na kvalitu jsou vyráběny pouze z regenerátu.

Nezpracovatelný odpad se pohybuje kolem 13 %. Nakládání s nezpracovatelným odpadem se řídí Zákonem o odpadech a změně některých dalších zákonů číslo 185/2001 Sb. Za likvidaci tohoto odpadu firma platí poplatek, ten je stanovován na jednu tunu a liší se u každé firmy podnikající v oblasti odpadového hospodářství.

Prodejný odpad tvoří 10 % a ve firmě slouží k výrobě druhotných surovin nebo se prodává odběratelům za tržní ceny.

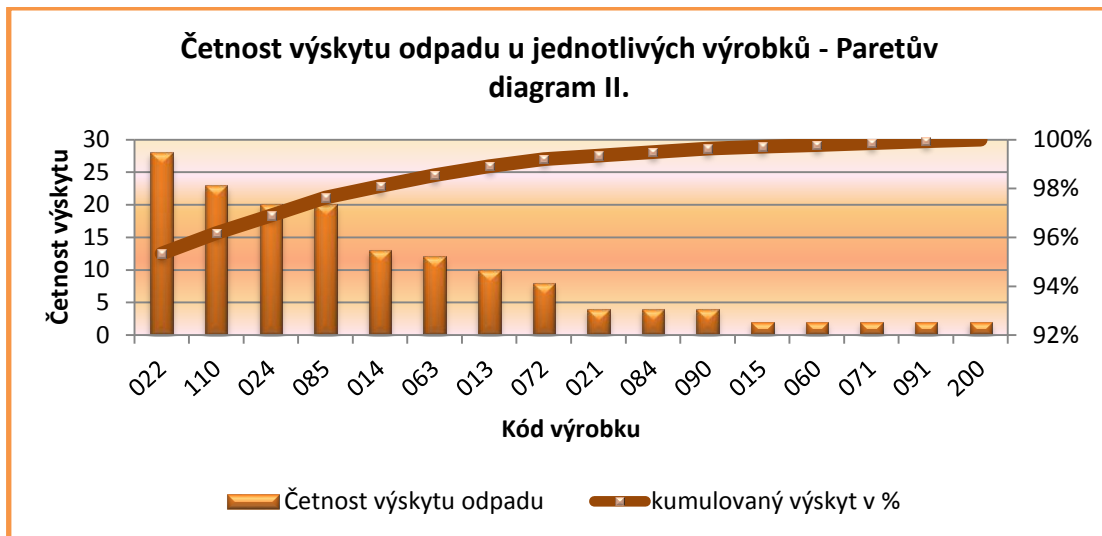
### 5.2.2 Četnost výskytu odpadu

Na grafech 5 a 6 je Paretův diagram, ten znázorňuje výskyt odpadu u jednotlivých výrobců, které firma vyrábí. Paretův diagram I. uvádí položky s vyšší četností výskytu odpadu. Paretův diagram II. obsahuje položky s nižší četností. Kód výrobku a jeho název je uveden v příloze I. Nejvyšší četnost vzniku odpadu je u přejezdu, zde hodnota dosahuje 438 výskytů. Nejnižší hodnota je u speciálních výrobců označených kódem 200.



Graf 5. Četnost výskytu odpadu u jednotlivých výrobců – Paretův diagram I. [vlastní]

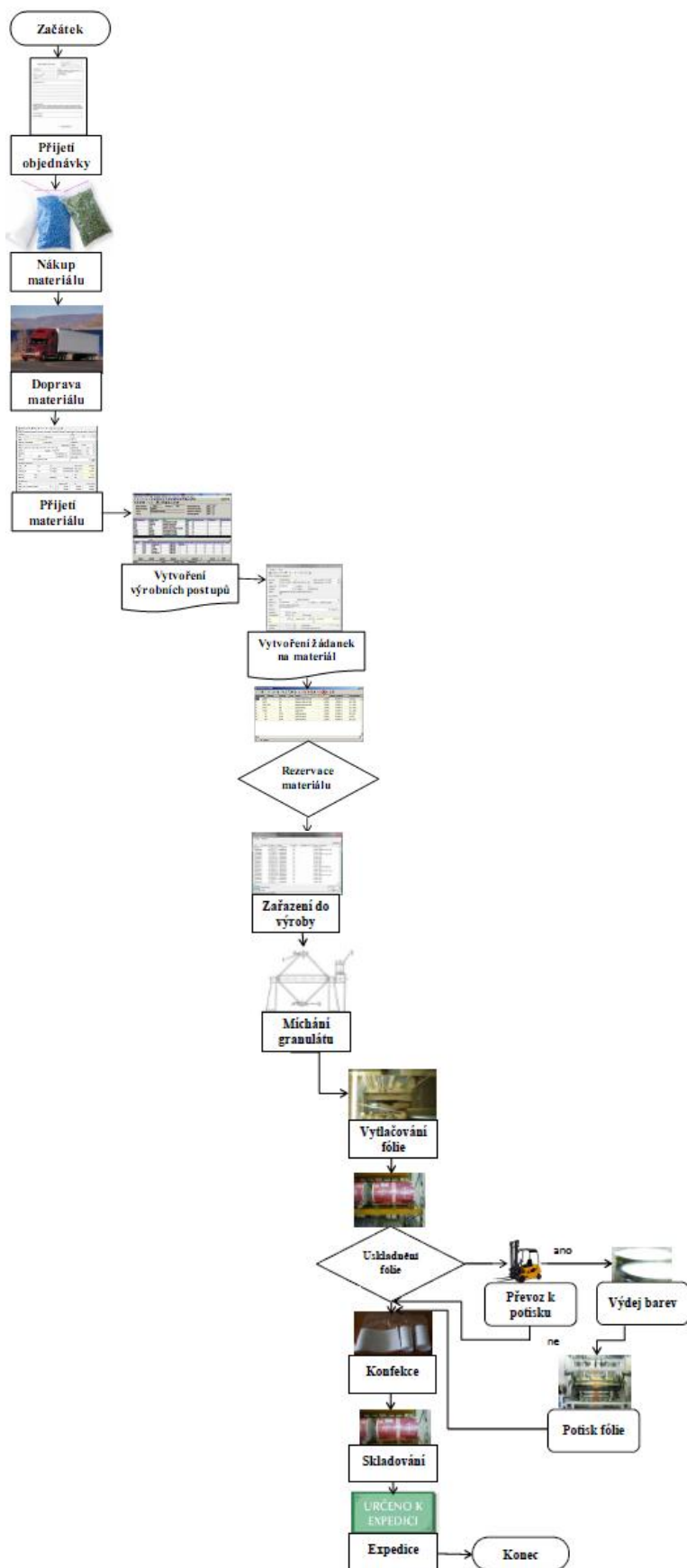




Graf 6. Četnost výskytu odpadu u jednotlivých výrobců – Paretův diagram II. [vlastní]

### 5.3 Vývojový diagram

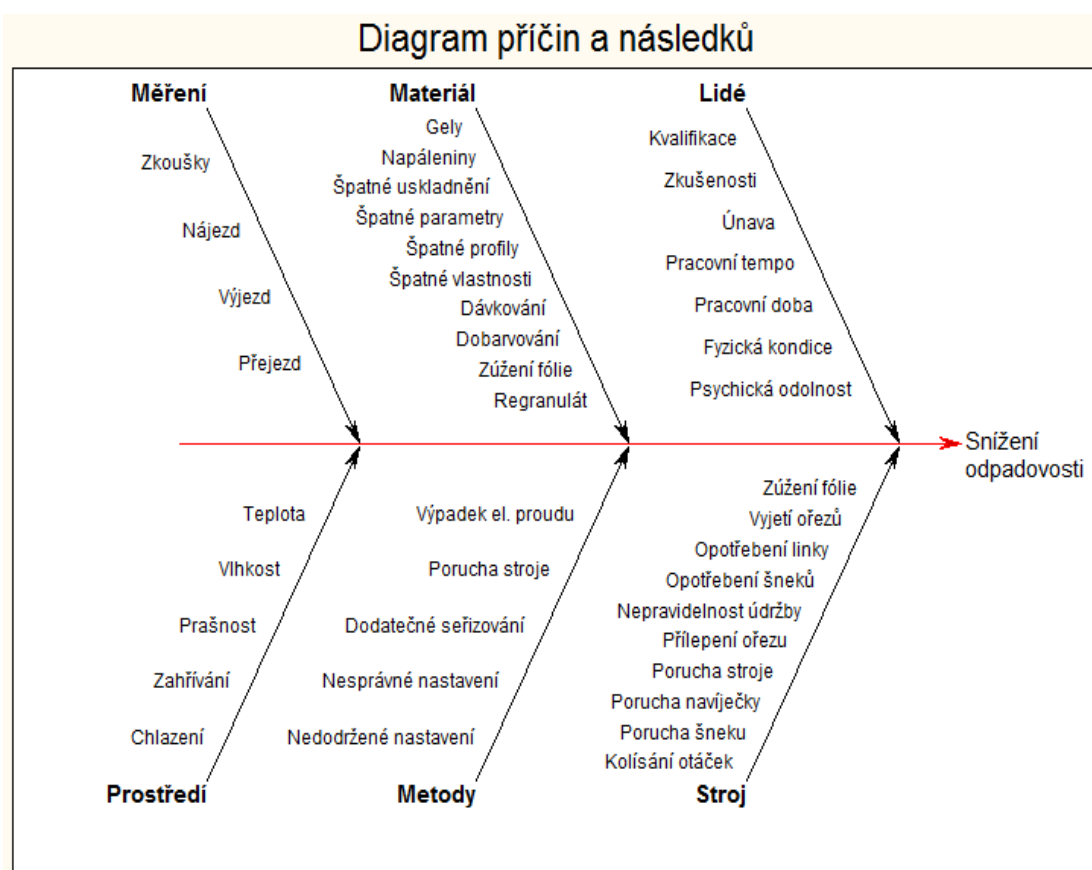
Po obdržení objednávky oddělení logistiky provede nákup materiálu u dodavatele. Po objednávce je materiál dopraven do firmy a přijat odpovědnými pracovníky. Současně s těmito operacemi probíhá tvorba výrobního postupů. Jakmile je materiál k dispozici vytváří se na něj žádanka. Po vytvoření žádanky se materiál rezervuje a dochází k jeho zařazení do výroby. Při výrobě se nejdříve materiál míchá a poté je dávkován v potřebném složení do výrobní linky. Zpracovávaný materiál je vytlačován v podobě fólie. Poté dochází k uskladnění fólie. Tyto fólie mohou být dále potiskovány. Dochází k jejich převozu do místa potisku. Zde se vydají barvy a fólie je potiskována pomocí štočků podle přání zákazníka. Dalším krokem je konfekce a následně skladování. Posledním krokem je vychystání objednávky a dodávka k odběrateli.



Obr 22. Vývojový diagram - výrobek základní tašky s potiskem [vlastní]

## 5.4 Ishikawův diagram

K zjištění kvality jsem využila Ishikawův diagram, ve kterém jsem analyzovala základní následky a příčiny objevující se v průběhu celé výroby.



Obr 23. Diagram příčin a následků I. [vlastní]

Z těchto údajů je patrné, že vyšší odpadovost může být způsobena převážně pracovníky anebo strojem. Hlavní roli může hrát i nevhodné skladování materiálu. Vzhledem k tomu, že firma je držitelem certifikátu Systému řízení jakosti podle norem ISO 9001:2008 a dodavatelé materiálu předkládají u každé dodávky atest kvality, předpokládám, že vadnost materiálu je snížena na minimum.

U lidí mohou vzniknout příčiny vyšší odpadovosti jejich nedostatečnou kvalifikací, únavou, nárazovou pracovní dobou. Tento problém může být také z části způsoben nepravidelností výroby, protože ve firmě se vyrábí na zakázku. Proto někdy může vzniknout tlak na pracovníky, aby v co nejkratším čase vyrobili, co nejvíce výrobků.

U stroje se objevují nejčastěji potíže při nájezdu a přejezdu materiálu. U nájezdu může docházet k nevhodnému seřízení stroje. Například rychlost nájezdu může být příliš vysoká. Nebo stroj není správně seřízen na typ vytlačované fólie a použitý ma-

teriál při výrobě. Při výrobě se mohou uvolňovat nečistoty ze šneků nebo hlavy stroje a tužší materiál může odloupnout napálený materiál tzv. napáleninu. Může dojít i k vzniku gelů, ty se objevují při přehřátí šneku a materiál se následně zesítuje. Poté má podobu jedné velké granule.

Povrchové poškození fólie může být způsobeno, jak špatným seřízením stroje, tak i opotřebením některých jeho částí a to například šneku. Stupeň opotřebení šneků se projevuje prokluzováním materiálu, zvyšuje se teplota taveniny a klesají otáčky. Při poklesu výkonu se často musí zvyšovat odtahová rychlost. V některých případech nelze tuto odtahovou rychlost zvýšit, protože i šneky mají svá omezení. Pokles výkonu upozorňuje na nutnost výměny šneku. Opotřebení šneku nebo jeho nevhodnost se projevuje vznikem gelů. Nejlepším řešením při vzniku gelů je výměna šneku. Po vzniku gelů se dá provádět i čištění a to mechanické pomocí čistících materiálů nebo je možné využít k čištění suchý led.

Další problémy se mohou objevit na začátku výroby a to při míchání granulátu vyrobeného ze sloučenin polymerů a monomerů. Tyto granuláty jsou připravovány pracovníky a jejich složení se liší podle jednotlivých zakázek. Vždy se používá základní granulát a u některých zakázek se k němu přimíchávají další granuláty, které se liší barvou a složením. Výsledný produkt získává barvu podle doplňkového granulátu. Také zchlazení vytlačené fólie je velice důležité. K utržení fólie nejčastěji dochází při přechlazení vyfouknutého rukávu. Při chlazení je velice důležitý i bod tuhnutí, tavný index materiálu a síla vytlačované fólie. U tenkých fólií platí, že čím je fólie tenčí, tím je choulostivější.

Příčin může být několik a to i u skladování materiálu. Některé materiály mohou být náchylné na změnu teploty. U fólií vystavených slunečnímu záření může docházet k jejich rozpínání. To platí i pro uložení fólií u zdrojů tepla. Příkladem je uložení materiálu u radiátorů nebo blízko osvětlení. Také vlhkost zásadním způsobem snižuje životnost výrobků. Velice důležité je i správné uložení materiálu ve skladě, které předchází možnému zdeformování výrobku. Pokud je výrobek vytlačen a svázán upínacími pásky, tlak těchto pásek může plastový materiál prohýbat a zanechávat v něm prohlubně. A to z toho důvodu, že většina materiálů má paměť.

Další příčinou by mohlo být i zpracovávání odpadu k dalšímu použití. Zpracovatelný odpad se znovu přeměňuje do podoby regenerátu. Při této přeměně dochází

k fyzikálním a chemickým procesům, které ovlivňují strukturu a složení regenerátu. Takto zpracovaný odpad se přidává ke granulátu a je opět zpracováván. Zde může vzniknout problém, a to z toho důvodu, že není dodržet poměr míchání takto zpracovaného materiálu s granulátem, nebo že dochází k míchání s jakýmkoliv granulátem určeným pro výrobu jiného výrobku. Zde je důležité míchat regenerát jen s tím výrobkem, z kterého vznikl.

## **5.5 Analýza podnikových dat**

### **5.5.1 Základní terminologie používaná ve firmě**

Ve firmě se využívá u výrobní linky terminologie nájezd, přejezd a výjezd.

Pojem nájezd se používá k označení nájezdu nové zakázky. Souvisí s najížděním na konečný rozměr fólie, s výměnou materiálu nebo rozměrovou úpravou bubliny. K nájezdu dochází vždy u nového materiálu.

Přejezd se na rozdíl od nájezdu používá u dvou zakázek, které jsou vytlačovány těsně za sebou. U přejezdu dochází k změně rozměrů fólie, k vynechání rozměrů materiálu nebo k dobarvování.

Pojem výjezd se používá u fólií, které jsou potiskovány, jedná se o čištění výrobní linky, tak aby v ní nezůstávaly barvy a předešlo se jejich zasychání.

### **5.5.2 Průběh nájezdu a přejezdu zakázky**

U vytlačovací hlavy se začátek vytlačené fólie uváže (u některých materiálů přilepí) a poté je fólie rozfukována pomocí IBC zařízení nebo vzduchu z hadičky. Jakmile fólie projede přes zplošťovací desku po jednotlivých návinech ke spodnímu válci je odříznuta uvázaná část a fólie je rozfukována na konečný rozměr. Nejvíce odpadu zde vzniká z důvodu, že celý vyfouknutý rukáv fólie tvoří odpad. Délka vyfukované fólie je 40 metrů. Vyfouknutá fólie nemá konečný rozměr, proto se nedá využít na danou zakázku.

### **5.5.3 Příčiny vzniku odpadu u výrobní linky**

Pro zpracování dat jsem využila Paretovu analýzu. Jednotlivé důvody vzniku odpadu jsem zařadila do skupin A, B a C podle procentuálního podílu na celkovém odpadu od největšího podílu po nejmenší. Dále rozpracovávám skupinu A, který má největší

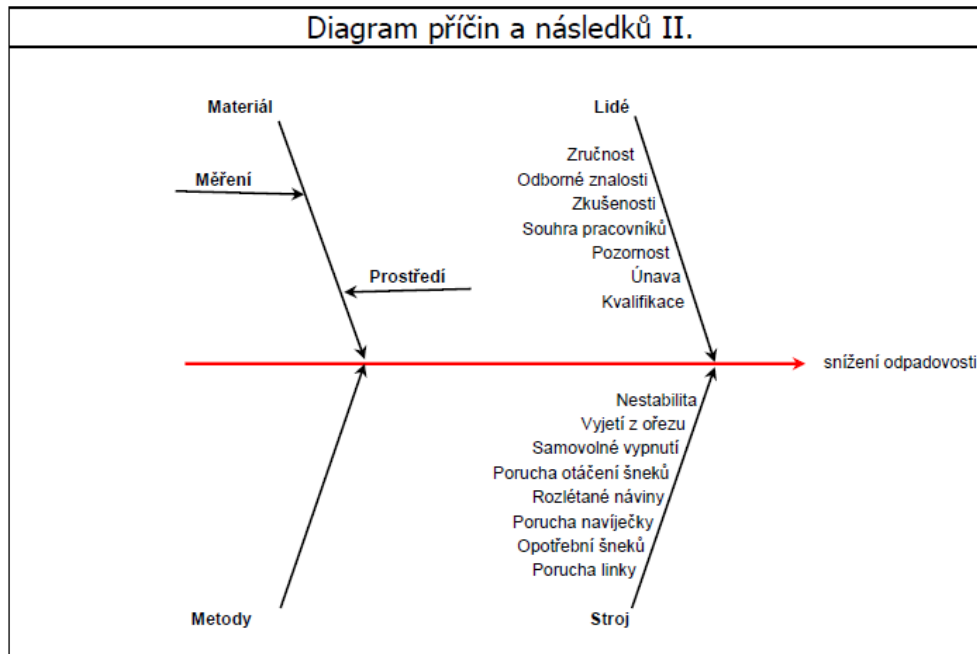
vliv na vznik odpadu. Od skupiny B se vznik odpadu pohybuje pod hranicí 1,86 %. U skupiny C se hodnoty pohybují pod hodnotou 0,38 %.

U skupiny A jsem zjistila, že nejčastěji vzniká odpad u nájezdu a přejezdu. U nájezdu je podíl na celkovém odpadu 28,99 % u přejezdu 18,43 %. Poté nejčastěji vzniká odpad z důvodu utržení fólie a ten tvoří 9,45 % z celkového odpadu. 7,23 % odpadu vzniká z důvodu poruchy stroje, dále 7,21 % odpadu zapříčiňuje rýhování fólie. K vzniku odpadu dochází i při seřizování linky před nájezdem, tato položka tvoří 6,01 % odpadu. Výjezd gelů se podílí na vzniku celkového odpadu s 4,31 %.

*Tab. 6. Důvod vzniku odpadu a jeho podíl na celkovém odpadu [vlastní]*

Důvod vzniku odpadu	Četnost	% vyjádření z celkového odpadu
Nájezd	679	28,99 %
Přejezd	537	18,43 %
Utržení fólie	133	9,45 %
Porucha stroje	70	7,23 %
Rýhování fólie	504	7,21 %
Seřizování linky	101	6,01 %
Výjezd gelů	87	4,31 %

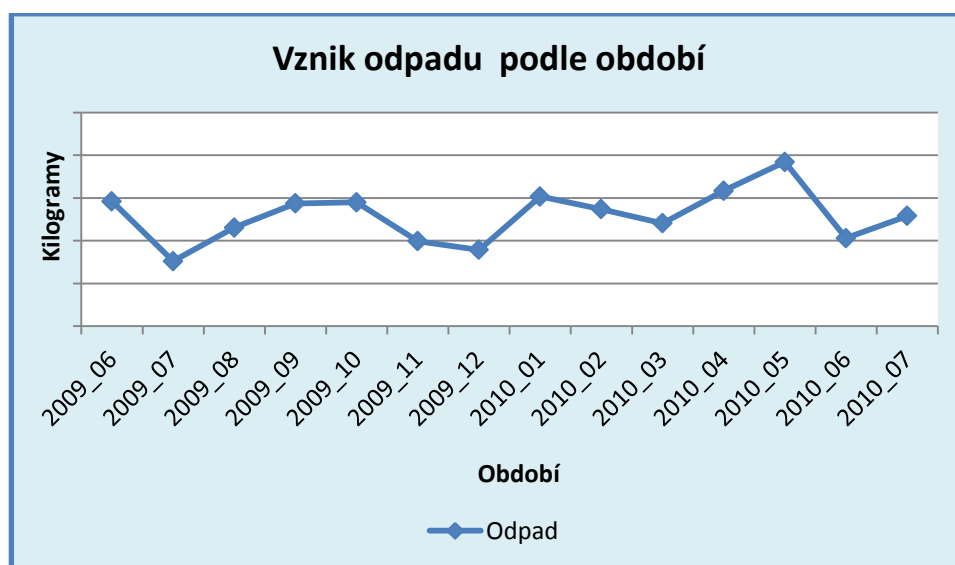
V diagramu příčin a následků II. jsou zaznamenány hlavní příčiny, které vedou ke vzniku odpadu. Na vzniku odpadu se nejvíce podílí lidé a stroj. Lidé jsou schopni svou zručností a zkušenostmi ovlivnit kvalitu vytlačované fólie. Také souhra pracovníků je nezbytná k dobrému nájezdu nebo přejezdu zakázky. U stroje jsou vyjmenovány nejčastější příčiny poruchy stroje nebo důvody, které vedou k přerušení výroby a následnému vzniku odpadu.



Obr 24. Diagram příčin a následků II. [vlastní]

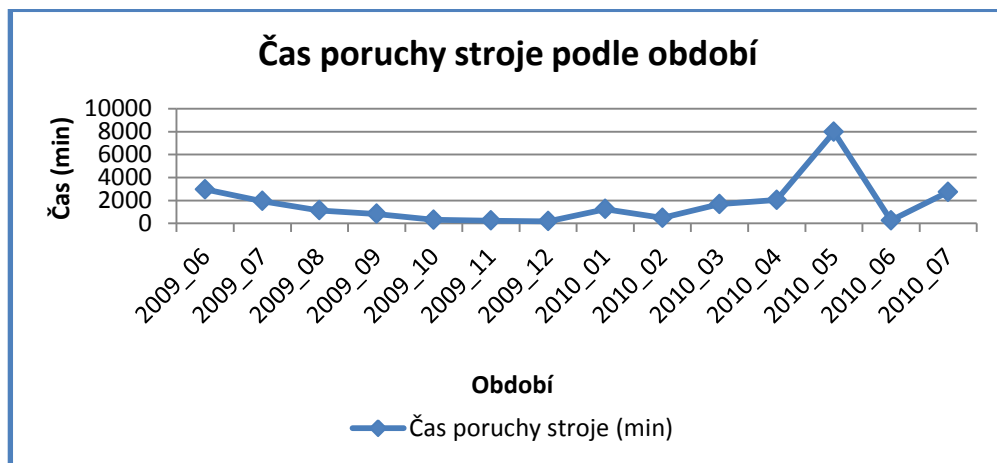
Z podnikového informačního systému jsem zpracovávala data od 1. 6. 2009 do 31. 7. 2010.

V grafu 7 je znázorněn vývoj odpadu podle období, ve kterém vznikl. Nejméně odpadu bylo v měsíci červenci roku 2009. Je to také z toho důvodu, že v tomto měsíci probíhají generální opravy ve firmě. Nejvíce odpadu se objevilo v měsíci květnu roku 2010.

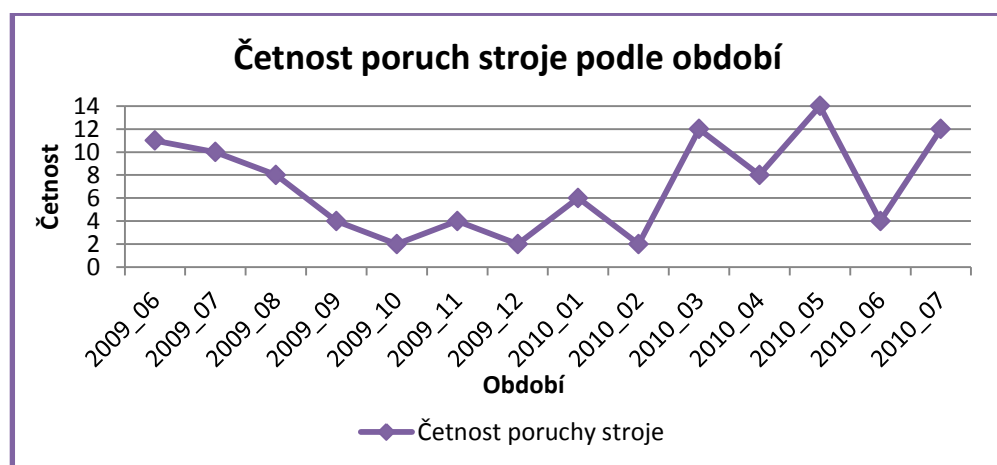


Graf 7. Vznik odpadu podle období [vlastní]

V grafu 8 jsem zpracovala čas poruchy stroje podle období. Porucha stroje zapříčiňuje 7,23 % odpadu. Pro sestavení tohoto grafu jsem vycházela z položek, u kterých došlo k poruše stroje, dále jsem sledovala počet minut, které bylo potřeba k opravě tohoto stroje. Nejméně času bylo potřeba v měsíci prosinci roku 2009 a nejdéle trvalo odstranění poruchy stroje v květnu roku 2010. S tímto grafem souvisí i graf 9, na kterém můžeme vidět četnost poruch stroje podle období. Nejméně poruch bylo v říjnu roku 2009, poté v prosinci 2009 a v měsíci únoru roku 2010. Nejvíce poruch stroje bylo v měsíci květnu roku 2010. Při porovnání grafu 7, 8 a 9 můžeme vidět, že nejvíce odpadu vzniklo v měsíci květnu 2010, nejvíce času na opravu výrobní linky bylo potřeba v měsíci květnu 2010 a četnost vzniku poruch byla také nejvyšší v tomto měsíci a roce.



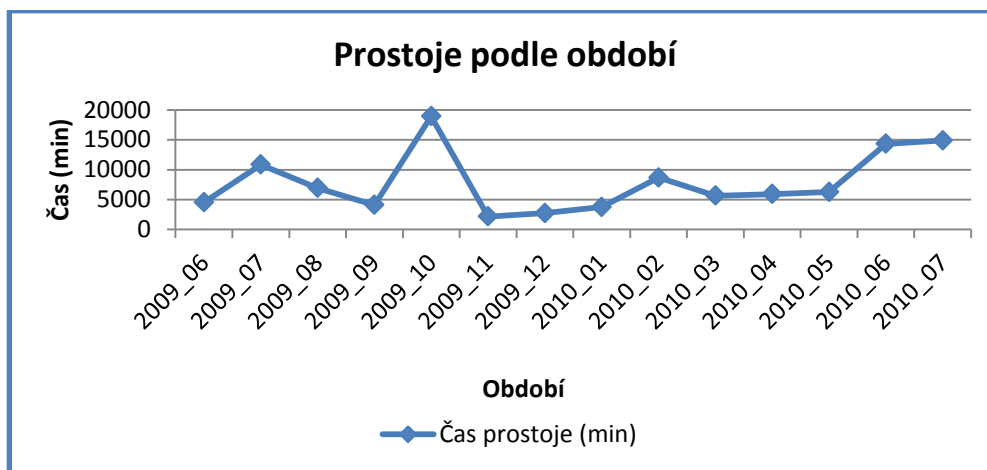
Graf 8. Čas poruchy stroje podle období [vlastní]



Graf 9. Četnost poruchy stroje podle období [vlastní]



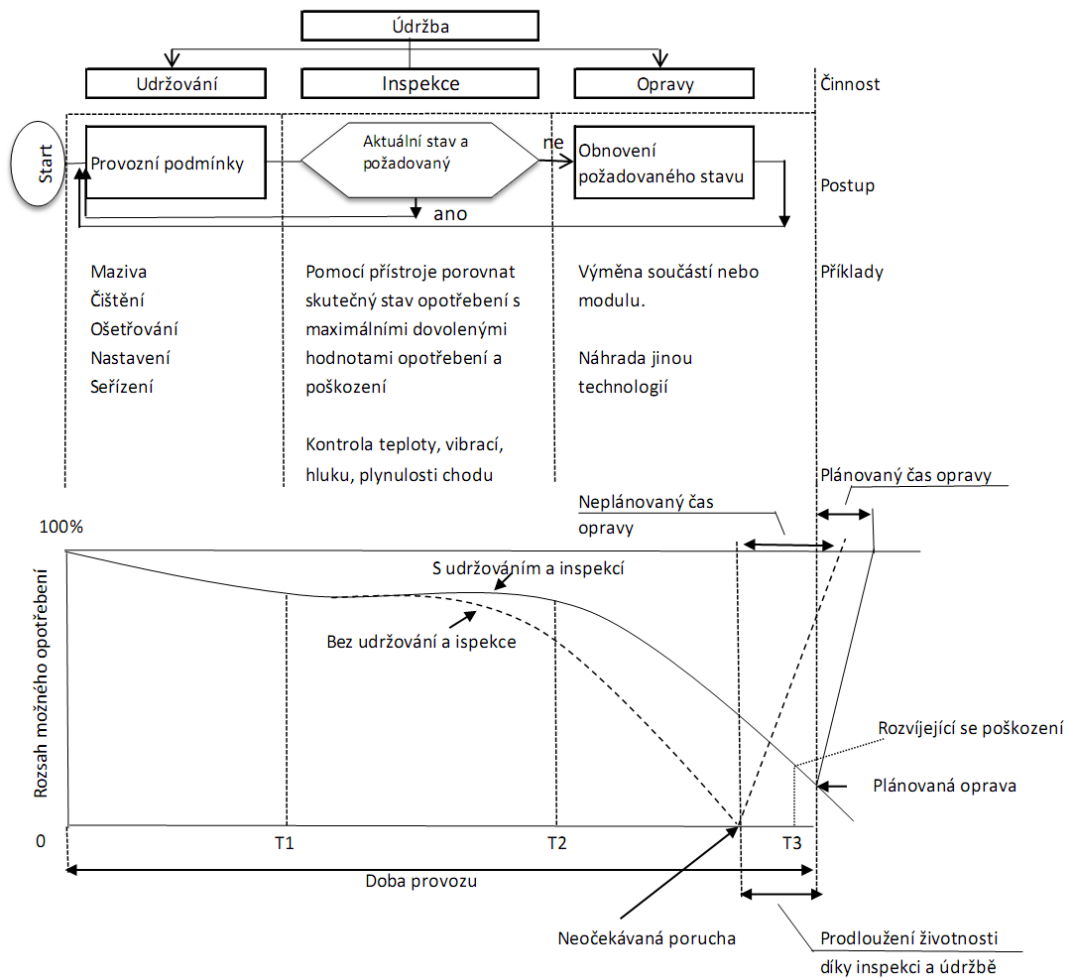
V grafu 10 můžeme vidět prostoje podle období. Nejméně prostožů bylo v měsíci listopadu roku 2009 a nejvíce prostožů v měsíci říjnu roku 2009. Ve firmě vznikají prostoje v souvislosti s údržbou strojů, úklidem, seřizováním linky, přípravou materiálu a s přípravou na nájezd výrobní linky.



Graf 10. Prostoje podle období [vlastní]

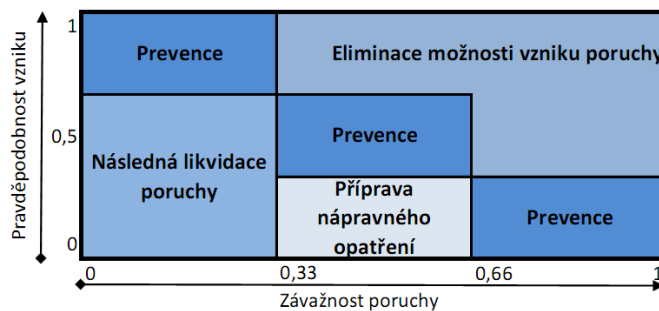
K omezení poruchy stroje a prostožů by mohlo dojít po zavedení pravidelné údržby do podniku. V současné době dochází k opravám jen na základě závady nebo po upozornění obsluhy. Ve firmě je nepravidelný systém údržby a oprav. Firma se ve větší míře nezabývá prevencí vzniku poruch.

Na obr. 25 je vývojový diagram stupňů údržby a průběhu opotřebení. Pomocí tohoto diagramu je znázorněno prodlužování doby provozu stroje pomocí včasné údržby a inspekce. Pokud nedojde k údržbě nebo inspekci u stroje se objeví neočekávaná porucha a tím dojde k snížení životnosti stroje nebo některých jeho částí.



Obr 25. Vývojový diagram stupňů údržby, průběh opotřebení. Zpracováno podle [3]

Ve firmě je snadnější poruchám předcházet než následně řešit jejich negativní vliv na celý proces výroby. V případě, že je vysoká pravděpodobnost vzniku poruchy je vhodné zaměřit se na prevenci a pokud závažnost poruchy je vysoce pravděpodobná doporučuje se jakýmkoliv způsobem eliminovat možnost vzniku této poruchy.



Obr 26. Eliminace vlivu vzniklé poruchy, zpracováno podle [21]

### Propojení Ishikawova diagramu s PDCA cyklem

Pro zajištění kontinuálního zlepšování, je nezbytné zaznamenávat příčinu vzniku odpadu. Poté co najdeme příčinu, je potřeba přijmout opatření, která zamezí jejímu dalšímu vzniku. Výhody využití Ishikawova diagramu a PDCA cyklu:

- Vytvoření jednoduché tabulky v excelu;
- Identifikace skutečné příčiny;
- Přehlednost;
- Snadnost při vyhodnocení;
- Využívání společné terminologie všemi pracovníky;
- Lze pravidelně vyhodnocovat a využívat jako podklad pro TPM;
- Snižování plýtvání;
- Kontinuální zlepšování.

Řešení vzniklého odpadu			
Evidenční číslo zakázky:		Kód výrobku:	
Popis nehody:			
a) Co se stalo?			
b) Kdy se to stalo?			
c) Kolik kg, % vyjádření?			
d) Jak často k tomu dochází?			
e) Kdo to zjistil?			
f) Jak to bylo zjištěno?			
Důvod vzniku odpadu:			
PLAN	Vznik odpadu	Lidé	
		Materiál	Měření
		Stroj	Prostředí
		Metody	
Přijata okamžitá opatření:			
Odpovídá:			
Termín:			
	Místo vzniku	Popis příčiny	
	Lidé		
	Materiál		
	Měření		
	Stroj		
	Metody		
	Prostředí		
DO	Přijata nápravná opatření		Termín
		Odpovídá	
CHECK	Seznam o splněných přijatých opatřeních:		
ACT	Účinnost přijatých opatření:		

Obr 27. Formulář pro řešení vzniklého odpadu [vlastní]

## 6 ZÁVĚR Z ANALÝZY

Pomocí ABC analýzy jsem odhalila výrobky, které se nejvíce podílí na vzniku odpadu. Největší podíl má výrobek Základní tašky s potiskem (11,78 %), dále Recyklátová fólie (10,23 %), Laminát s potiskem, řezaný (9,49 %), Bariérová fólie (8,90 %), Prášková fólie s potiskem, řezaná (8,30 %), Základní fólie bez tisku (7,79 %), Přejezd (6,37 %), Černobílá fólie s potiskem, řezaná (5,96 %). Také Černobílý sáček s potiskem (3,78 %), Základní fólie s potiskem, řezaná (3,46 %) a Mincovní fólie, řezaná (3,26 %). Tyto výrobky se podílí na vzniku odpadu ze 79,40 %.

Nejvyšší četnost vzniku odpadu se objevuje u přejezdu, při výrobě Recyklátové fólie bez tisku, dále u Základních tašek s potiskem, u Laminátu s potiskem - řezaného, také u Bariérové fólie, Základní fólie bez tisku, Práškové fólie s potiskem - řezané. Poslední položkou s nejvyšší četností je Mincovní fólie řezaná. Všechny tyto položky jsou v ABC analýze ve skupině A.

Pro zkoumání příčin a následků vzniku odpadu jsem využila Ishikawův diagram. Zapsala jsem do něj veškeré příčiny a dále jsem se zaměřila na výrobní linku. Z důvodu velkého množství příčin jsem provedla opět Paretovu analýzu a dále jsem se zabývala jen skupinou A, která má největší vliv na vznik odpadu. Zjistila jsem, že ke vzniku odpadu dochází nejčastěji při nájezdu na novou zakázku, nájezd se podílí na vzniku odpadu z 28,99 %, dále dochází k jeho vzniku u přejezdu, kdy jsou po sobě vytlačované dvě stejné zakázky. Zde podíl dosahuje 18,43 %. Následkem utržení vytlačované fólie vzniká (9,45%) odpadu. K dalšímu vzniku odpadu dochází při poruše stroje (7,23 %) nebo z důvodu výskytu rýh ve fólii (7,21 %). Odpad vzniká při seřizování výrobní linky (6,01 %), také z důvodu výjezdu gelů (4,31 %).

Po analýze podnikových dat jsem zjistila, že nejvyšší výskyt odpadu, nejdelší doba poruchy stroje a nejvyšší četnost poruchy stroje byla v měsíci květnu 2010. Je to z toho důvodu, že v tomto měsíci se jely náročné zakázky na výrobu. Jednalo se o polyamidy konkrétně bariérové fólie a také se testovaly nové receptury.

Poté jsem zkoumala prostoje podle jednotlivých období. Jednotlivé prostoje vznikají v souvislosti s údržbou, kdy dochází k opravě a čištění výrobní linky. Nejdelší přerušování provozu výrobní linky bylo v měsíci říjnu 2009. Od tohoto měsíce klesaly prostoje. A to z toho důvodu, že koncem roku dochází k vytlačování velkého počtu zakázek.

## **7 PROJEKT S NÁVRHEM SNÍŽENÍ ODPADŮ PŘI VÝROBĚ**

### **7.1 Základní informace o projektu**

Název projektu: Snížení odpadu při výrobě obalového materiálu ve společnosti Invos, spol. s r. o.

Účel projektu: Snížit množství odpadu při výrobě pod 10 %.

Realizace projektu: od 1. 8. 2011 do 4. 10. 2011

### **7.2 Současná situace**

Cílem tohoto projektu je návrh metod na snížení odpadu při výrobě obalového materiálu. Celkové množství odpadu za sledované období bylo 12,01 % z celkového zpracovaného materiálu. Tento projekt je zpracován za účelem eliminace možného vzniku odpadu pod úroveň 10 %. Tato úroveň je v podniku stanovena podnikovou dokumentací a je vyžadována managementem podniku.

### **7.3 Příprava projektu**

a) koncept:

Projekt budeme realizovat za pomoci metod průmyslového inženýrství. Pomocí metody TPM se dají omezit poruchy stroje a jejich následné opravy, dále odpady způsobené seřizováním, nečistoty nebo napáleniny, které se objevují při výrobě. Výskyt odpadu se dá řešit i za pomoci technických prvků. Využitím metody Poka-Yoke, která by souvisela se zavedením optických senzorů teploty. Optické senzory by omezily lidské chyby a předešlo by se přechlazení fólie a následnému utržení fólie při vytlačování. Metoda Heijunka by byla uplatňována při plánování výroby.

b) rozsah projektu

V první fázi je nezbytné rozhodnutí firmy zavést metody průmyslového inženýrství a stanovit cíl, kterého chce firma dosáhnout. Po stanovení cíle se provede analýza současného stavu a naplánuje se průběh zavádění těchto metod. Stanoví se zodpovědnost pracovníků za realizaci a vyčíslí se finanční náklady související s realizací celého projektu.

Na zavedení metod průmyslového inženýrství se budou podílet všichni pracovníci ve firmě od vrcholového managementu až po obsluhu výrobních strojů. Na instalaci snímačů teploty by se mělo podílet oddělení výroby, s oddělením kvality a externí firma zodpovědná za instalaci navrhovaného technického řešení.

## **7.4 Totálně produktivní údržba**

Zavedení metody TPM by mělo vést k snížení prostojů, k eliminaci odpadu a zvýšení využitelného času výrobní linky. V současné době údržba výrobní linky probíhá jeden krát ročně nebo při výskytu problémů. Výrobní linka je opravována vždy po poruše. Ve firmě není zaveden plán údržby a opravy strojů. Údaje z proběhlé údržby a opravy strojů nejsou dále zpracovávány. Při budování TPM je nezbytné se především zaměřit na tři oblasti z totálně produktivní údržby:

- Program plánování údržby;
- Program autonomní péče o zařízení;
- Systém údržby a informační systém.

### **1. Program plánování údržby**

Pro program plánování údržby je nezbytné vytvořit systém údržby založený na sdílení dat z informačního systému. Údržba by byla prováděná podle skutečného stavu zařízení. Pomocí získaných dat je možné zjistit, kdy dochází k vzniku problémů. Zda k tomu dochází po několika hodinách provozu nebo z důvodu použití některých polymerů. Plánovaná údržba by zamezila vzniku odpadu z důvodu přerušení výroby a omezila by prostoje v souvislosti s výpadkem chodu stroje.

### **2. Program autonomní péče o zařízení**

Péči o zařízení se v současné době zabývá oddělení údržby. Údržba probíhá nepravdělně a pracovníci údržby nemají přehled, co se děje s výrobní linkou. Obsluha výrobní linky je schopna zachytit výskyt jakýchkoliv abnormalit v chodu stroje. K abnormalitám dochází nevhodným seřizením stroje, poruchou stroje, chybou obsluhy nebo z důvodu nedostatečné údržby. Obsluha výrobní linky by měla být proškolená oddělením údržby na řešení vzniklých abnormalit a jednoduché úkony by měly být přeneseny z oddělení údržby na obsluhu výrobní linky.

### 3. Systém údržby a informační systém

Pro účely údržby je nezbytné využívat informační systém, ve kterém budou veškerá potřebná data nezbytná pro plánování údržby. Tyto data musí být přehledná a jasná a měla by sloužit k pravidelnému vyhodnocování stavu výrobního zařízení. Data musí být získávána i z procesu výroby a je nezbytné řídicí jednotku výrobní linky propojit do jednoho informačního systému. Propojením dat je možné stanovit program údržby podle skutečného stavu zařízení. Při výskytu vyšší četnosti nečistot a napálenin lze okamžitě provést údržbu zařízení. Při značném poklesu výkonu výrobní linky nebo tlaku ve šnekovém zařízení je možné opět provést okamžitou výměnu šneků.

### 7.5 Poka-Yoke

Metoda Poka-Yoke ve formě optických senzorů by umožnila měřit teplotu vytlačované fólie a okolní teplotu. Ze zpracované analýzy podnikových dat vyplývá, že nejvíce odpadu vzniká při nájezdu nové zakázky, přejezdu a z důvodu utržení fólie. U nájezdu a přejezdu není možné eliminovat odpad při stávajícím technickém řešení výrobní linky. Odpad, který jsme schopni eliminovat, vzniká z důvodu utržení fólie při vytlačování. Téměř 73 % utržení z celkového výskytu všech utržení vzniká z důvodu přechlazení. Pracovníci přechladí vyfouknutý rukáv fólie, protože nemají dostatečné údaje o okolní teplotě a teplotě vyfouknuté fólie. Pro měření teploty fólie je možné využít infračervené pyrometry nebo laserové skenovací systémy. Na měření okolní teploty jsou vhodné odporové snímače teploty.

Infračervené pyrometry, zobrazovací systémy a odporové snímače teploty je možné propojit se softwarem řídicí jednotky výrobní linky a vytvořit tak softwarovou metodu Poka-Yoke. Program může být přizpůsoben potřebám obsluhy zařízení a při nedosažení nebo překročení nastavených hodnot může být opatřen světelnou nebo zvukovou signalizací.

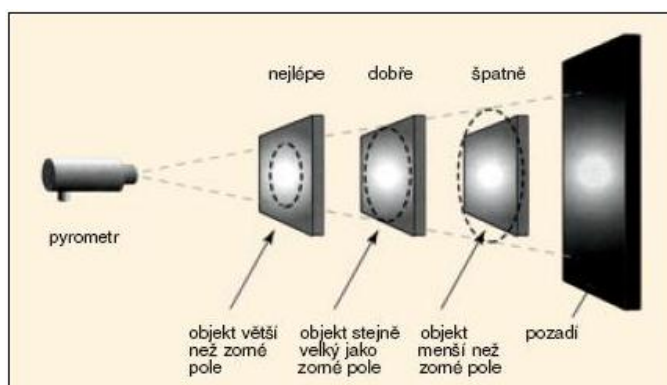
*Teplota je jedním z nejdůležitějších stavových ukazatelů pro řízení téměř všech technologických výrobních procesů a její přesné a optimální monitorování je klíčem k zajištění stálé jakosti mnoha finálních produktů i k dosažení bezpečnosti, hospodárnosti a vysoké produktivity výrobních procesů. [13]*

### 7.5.1 Infračervené pyrometry

Pro měření teploty vytlačované fólie je vhodné využít bezdotykové infračervené snímače. Stále častěji se používají infračervené pyrometry. Ty umožňují měřit teplotu bez dotykově, v širokém rozmezí a v reálném čase. Dají se instalovat do těžko přístupných míst nebo rychle se pohybujících objektů. Princip měření pomocí infračervených pyrometrů je založen na skutečnosti, že všechny formy hmoty při teplotě vyšší než absolutní nula vyzařují tepelné záření. [13]

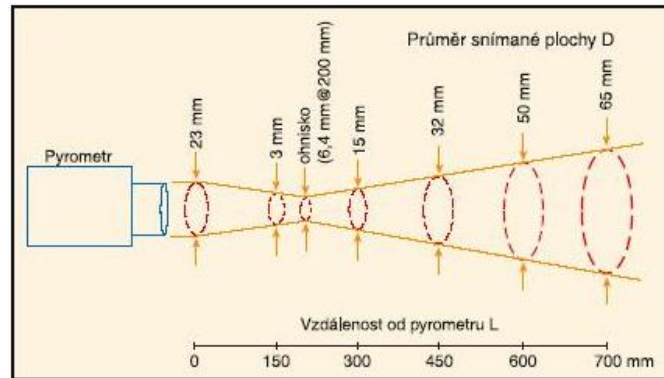
Vyzařovaná energie měřeného objektu je zachycena přes optický systém infračerveného snímače, který infračervenou energii převede většinou na měřitelné napětí. Moderní infračervené pyrometry umožňují zesílení signálu pomocí převodníku, tento přenášený signál se digitalizuje a dále se zpracovává elektronikou s mikroprocesorem, signálovým procesorem apod. Převodníkem se dá měřená teplota převést na analogový signál. Přenos dat v digitálním tvaru je možný přes sériové rozhraní, průmyslovou sběrnici nebo přes síť Ethernet. V současné době se začíná využívat i bezdrátový přenos dat (WLAN, Bluetooth). Pyrometry umožňují číst a archivovat naměřená dat, také vyhodnocovat a analyzovat výsledky měření. Jsou schopny reagovat na jakoukoliv změnu teploty v době kratší než 1 ms. [13]

Součástí infračerveného pyrometru je optický systém, tento senzor určuje velikost snímané (měřené) plochy a tím definuje zorné pole přístroje. Nejdůležitější veličinou je zorný úhel (index zaostření) ten je definován jako poměr průměru snímané plochy na měřeném objektu ke vzdálenosti tohoto měřeného objektu. Výběr velikosti indexu zaostření závisí na velikosti měřeného objektu a vzdálenosti objektu od pyrometru. [13]



Obr 28. Závislost velikosti snímané plochy na vzdálenosti pyrometru [13]



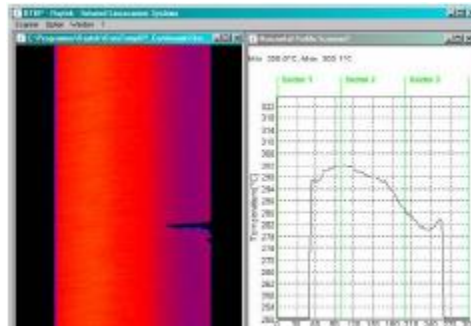


Obr 29. Princip snímače hustoty s radioaktivním zářičem [13]

Každý typ pyrometru je určen pro provoz v určitém rozmezí teploty, okolí a za daných podmínek. Při výběru pyrometru se musí vzít v úvahu vliv okolního prostředí, rušivá elektromagnetická pole, chvění nebo vibrace a to z toho důvodu, že mají přímý vliv na přesnost měření. [13]

### 7.5.2 Laserové skenovací systémy

Tyto systémy jsou známé také pod názvem zobrazovací systémy. Zobrazovací systém ES150 se využívá pro bezkontaktní měření teploty při výrobě a zpracování plastů. Systém měří a vyhodnocuje tepelné vlastnosti a vznik vad. Je vybaven řádkovým skenerem, který měří až 1 024 bodů, obsahuje rotující zrcátko, které skenuje 90° zorného pole až 150 krát za sekundu. Používá se na pohyblivé cíle a v zorném poli skeneru se po změření bodů vytvoří dvourozměrný termogram. K měření teploty se využívá laserové zaměřovací zařízení. Proces výroby je tak nepřetržitě monitorován a vizualizují se teplotní data. Systém je opatřen integrovanou komunikací přes Ethernet a lze propojit téměř se všemi řídicími systémy. Přenos dat je možný přes analogový nebo digitální výstup. Také umožňuje přehrávání uloženého souboru jako filmu. Zobrazuje teplotní profil měřeného pásu v rozsahu 40 000 naměřených bodů za sekundu. [31]



Obr 30. Termogram a teplotní profil pohyblivého cíle [31]

V systému je možné nastavit horní a dolní mez. Překročení horní nastavené meze se zobrazí červeně, nedosažení spodní meze modře. [31]

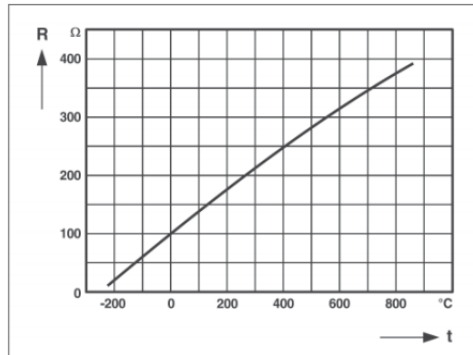
Zařízení je mobilní a dá se využít pro více výrobních linek. Jedná se o komplexní řešení.

Infračervená termografie je stále více používána pro zjištění problému a pro účely monitorování v jednotlivých procesech výroby. Díky vizuální podobě je snadno srozumitelná i pro management podniku. Termogram se používá k monitorování aktuálních podmínek, zařízení nebo samotných procesů. Propojením snímacích systémů se speciálním softwarem je možné v počítači vyhodnocovat proces výroby a provádět potřebné analýzy. Tento systém také umožňuje srovnávat a zachytit kritické změny, které často způsobí poruchu stroje nebo vedou k výrobě zmetků. [29]

### 7.5.3 Odporové snímače

Pro měření okolní teploty jsou vhodné odporové snímače. Ty fungují na principu změny odporu v závislosti na teplotě. V současné době jsou u snímačů nejvíce využívány platinové vodiče. Ty se vyznačují nejvyšší stabilitou a přesností. Vrstvy platiny jsou navinuté na vhodný materiál. Tímto podkladovým materiálem může být sklo nebo keramika. [25]

Hodnota měření je ovlivňována odporem vodiče, ke kterému je přístroj připojen. Používají se tři typy obvodů. Odporové teploměry je možné používat od  $-220\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Mezi jejich hlavní výhody patří široký teplotní rozsah, značná odolnost vůči vibracím, také vysoká odolnost vůči elektrickému rušení, vysoká přesnost, dlouhá životnost a jejich robustní provedení. [25]



Obr 31. Závislost odporu na teplotě při použití odporového teploměru [25]

## 7.6 Heijunka

Metoda Heijunka by měla být uplatňována při plánování výroby mistrem. Zakázky by měly být skládány podle podobnosti a to takovým způsobem, aby se daly omezit nájezdy nových zakázek. Pokud jsou za sebou vytlačovány dvě stejné zakázky, odpad je nižší než při nájezdu nové zakázky. Samozřejmě vzhledem k zakázkové výrobě je plánování výroby komplikovanější. Mistr nemá dostatečné informace o budoucích zakázkách. Tato metoda by se dala využít u pravidelných odběratelů, u kterých je možné snadněji předpovědět dobu jejich požadavku a před koncem roku, kdy je větší množství zakázek.

K snížení odpadu by mohlo dojít i propojením výrobní linky s odpovídajícím softwarem. Propojení výrobní linky s odpovídajícím softwarem by umožnilo pravidelné vyhodnocování nastavení výrobní linky při vytlačování. Ve firmě by bylo možné vytvořit expertní systém, který by byl schopen přímo řídit nastavení řídicí jednotky. Propojením dat získaných pomocí optických senzorů teploty by bylo možné vytvořit přesné hodnoty pro vytlačování v různých teplotních podmínkách. Řídicí jednotka by mohla sloužit jako regulátor a sama regulovat chlazení podle aktuální teploty. Tím by došlo k zabránění lidských chyb a předešlo by se pozdním reakcím obsluhy výrobní linky.

## 7.7 Specifikace činností a časový harmonogram

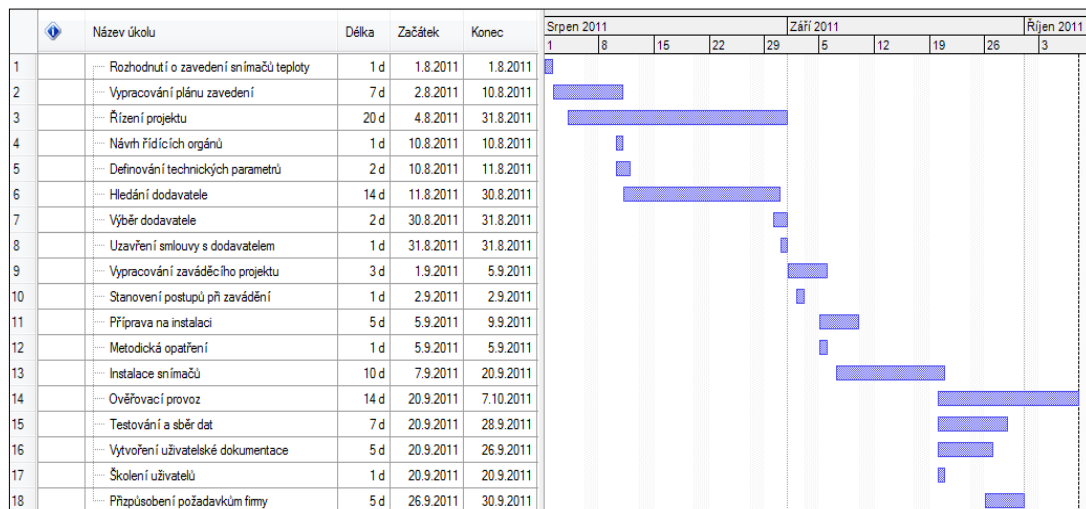
Začátek projektu zavedení totálně produktivní údržby začíná rozhodnutím managementu zavést tuto metodu. Před zavedením je nezbytné provést analýzu stávajícího stavu a stanovit cíle, které bude chtít firma dosáhnout pomocí této metody. Po analýze by se měl vytvořit plán implementace, ve kterém se identifikují ztráty v procesech. Před samotnou implementací se musí vytvořit projektový tým, který bude mít na starosti celý proces implementace. Dále je nezbytné připravit zaměstnance na tuto změnu a poskytnout jim potřebné školení a to hlavně v oblasti autonomní údržby. Jakmile je před implementační část dokončena je možné spustit pilotní projekt. Během této fáze se vyhodnocují přínosy, a pokud se projekt osvědčí, bývá spuštěn hlavní provoz.

Tab. 7. Časový harmonogram se specifikací činností při zavádění metody TPM [vlastní]

Název úkolu	Délka	Začátek	Konec	29.VIII.'11							5.IX.'11							12.IX.'11							19.IX.'11							26.IX.'11							3.X.'11																			
				P	Ú	S	Č	P	S	N	P	Ú	S	Č	P	S	N	P	Ú	S	Č	P	S	N	P	Ú	S	Č	P	S	N	P	Ú	S	Č	P	S	N	P	Ú	S	Č	P	S	N													
1. Rozhodnutí o zavedení TPM	1 d	1.9.2011	1.9.2011																																																							
2. Analýza procesů údržby	4 d	1.9.2011	6.9.2011																																																							
3. Vytvoření plánu implementace	2 d	7.9.2011	8.9.2011																																																							
4. Identifikace ztrát v procesech	1 d	7.9.2011	7.9.2011																																																							
5. Vytvoření projektového týmu	1 d	9.9.2011	9.9.2011																																																							
6. Školení pracovníků	3 d	12.9.2011	14.9.2011																																																							
7. Zavedení autonomní údržby	2 d	15.9.2011	16.9.2011																																																							
8. Určení cílů pro zlepšování	1 d	15.9.2011	15.9.2011																																																							
9. Spuštění pilotního projektu	14 d	15.9.2011	4.10.2011																																																							
10. Standardizace procesů	5 d	16.9.2011	22.9.2011																																																							
11. Vizualizace	5 d	16.9.2011	22.9.2011																																																							
12. Vyhodnocení přínosů zavedení TPM	2 d	26.9.2011	27.9.2011																																																							
13. Ukončení pilotního projektu, spuštěn provoz s TPM	1 d	4.10.2011	4.10.2011																																																							

Druhý projekt, který souvisí se zavedením snímačů teploty, také začíná rozhodnutím managementu o jejich zavedení. Pokud se management rozhodne snímače zavést, je nezbytné vypracovat plán jejich zavádění a stanovit odpovědné osoby za realizaci projektu. Nejdříve se definují technické parametry, které by mělo zařízení splňovat. Poté se stanoví další požadavky na zařízení a dodavatelskou firmu. Dále následuje výběr vhodného dodavatele a uzavření smlouvy. Vypracuje se zaváděcí projekt, metodická opatření a stanoví se postup instalace. Po instalaci snímačů následuje ověřovací provoz a školení pracovníků. Při ověřovacím provozu je instalované zařízení přizpůsobováno požadavkům firmy.

Tab. 8. Časový harmonogram se specifikací činností při zavádění snímačů teploty [vlastní]



## 7.8 Náklady projektu

Součástí každého projektu je ekonomické vyhodnocení navržených variant. K hodnocení jsou využívány různé ukazatele. Nejčastěji se ukazatele rozdělují na finanční a nefinanční. Finanční ukazatele jsou měřitelné a jsou hmatatelné. Proto často bývají nazývány tvrdými ukazateli. Nefinanční ukazatele jsou nehmatatelné a spolu s kvalitativními ukazateli patří mezi měkké ukazatele.

Při hodnocení projektů bývají směrodatné právě finanční ukazatele. Většinou i management firmy jim přikládá obrovskou váhu a jsou základem pro rozhodování. Při rozhodování, zda zavést metody průmyslového inženýrství není vhodné posuzovat jen finanční stránku. Nefinanční ukazatele jsou schopny zachytit zvýšení produktivity, zkrácení průběžné doby výroby, snížení počtu prostojů. Jsou schopny odhalit tržní podíl společnosti a posoudit konkurenceschopnost firmy.

### 7.8.1 Ekonomické vyhodnocení

Zavedení metod průmyslového inženýrství sebou přináší minimální náklady. Náklady souvisí se školením pracovníků a standardizací jednotlivých činností. Další položku tvoří doporučené propojení informačního systému s řídicí jednotkou. Toto propojení je finančně nákladnější, ale postupem času je schopné přinést velikou úsporu výrobních nákladů.

Zavedení optických senzorů do výroby se týká oblasti výrobního inženýrství a pro stanovení přesné cenové nabídky a návrhu instalace je nezbytné oslovit realizující firmu. Firma na základě prohlídky výrobní linky a po diskuzi s mistrem vypracuje projekt a doporučí vhodná místa pro instalaci jednotlivých senzorů. Cena jednoho platinového odporového snímače s příslušenstvím se pohybuje od 2 220 Kč. U infračervených pyrometrů se cena jednoho pyrometru pohybuje od 25 000 do 35 000 Kč. Při ekonomickém vyhodnocení budu počítat s cenou 25 000 Kč. Ceny se liší u jednotlivých firem. Zobrazovací systém je nabízen za cenu 502 180 Kč bez DPH.

Při ekonomickém hodnocení projektu se nejčastěji hodnotí návratnost investice, čistá současná hodnota, doba splácení a vnitřní výnosové procento. V tomto finančním vyhodnocení jsou porovnávány dvě investice a to do zobrazovacího zařízení a infračervených pyrometrů. Obě varianty se dají využít pro měření teploty vytlačované fólie.

### 7.8.2 Pořízení zobrazovacího zařízení

Návrh projektu spočívá v investici do nové technologie, která umožní měřit teplotu vytlačené fólie. Živostnost projektu je odhadována na dobu 5 let, která je shodná s dobou odpisování pořízeného zařízení. Odpisy jsou rovnoměrné. Průměrné náklady na kapitál jsou odhadovány na 14 % p. a. Roční výnosy po realizaci projektu jsou odhadovány na 124 580 Kč.

#### Rentabilita investice ( $r_I$ )

Rentabilita investic se vypočítá podle vzorce [32]:

$$r_I = \frac{Zr}{IN} \quad (1)$$

Kde  $Zr$  – je průměrný výnos plynoucí z investice,

$IN$  – jsou investiční náklady.

$$r_I = \frac{124\,580}{502\,180} = 24,81 \%$$

Roční návratnost investice je 24,81 %.

#### Čistá současná hodnota projektu (ČSH)

Čistou současnou hodnotu počítáme podle vzorce [30]:

$$\check{C}SH = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} - IN \quad (2)$$

Kde  $CF_t$  – je hodnota cash flow v období  $t$ ,

$IN$  – jsou investiční náklady,

$k$  – je podniková diskontní sazba.

Tab. 9. Výpočet současné a budoucí hodnoty cash flow [vlastní]

Ekonomický ukazatel	Rok					
	0	1	2	3	4	5
Investiční náklad	-502 180	0	0	0	0	0
EBIT		124 580	124 580	124 580	124 580	124 580
Daň (19 %)		23 670	23 670	23 670	23 670	23 670
EAT		100 910	100 910	100 910	100 910	100 910
Odpisy		55 240	111 735	111 735	111 735	111 735
Budoucí hodnota CF	-502 180	156 150	212 645	212 645	212 645	212 645
Současná hodnota CF	-502 180	136 973	163 623	143 529	125 903	110 441

$$\check{C}SH = \frac{156\,150}{(1+0,14)^1} + \frac{212\,645}{(1+0,14)^2} + \frac{212\,645}{(1+0,14)^3} + \frac{212\,645}{(1+0,14)^4} + \frac{212\,645}{(1+0,14)^5} - 502\,180 =$$

$$\check{C}SH = 178\,289 \text{ Kč}$$

Pokud je  $\check{C}SH$  projektu vyšší než 0, je vhodné projekt přijmout.  $\check{C}SH$  projektu je kladná, projekt lze přijmout.

### Doba splacení (DS)

Doba splacení (návrtnosti) se vypočítá podle vzorce [30]:

$$DS = \frac{IN}{\text{roční CF}} \quad (3)$$

Kde  $IN$  - jsou investiční náklady.

$$DS = \frac{502\,180}{201\,346} = 2,49 \text{ let}$$

Doba návratnosti je taková doba, za kterou nám příjem z čistého cash flow přinese hodnotu rovnající se nákladům na investici. Čím je tato doba kratší, tím je investice výhodnější.

**Doba splacení s faktorem času**

Tab. 10. Doba splacení investičních nákladů s faktorem času [vlastní]

Počet let	CF	Diskontované CF	Kumulované CF
0	-502 180	-502 180	-502 180
1	156 150	143 257	-358 923
2	212 645	163 623	-195 300
3	212 645	143 529	-51 771
4	212 645	125 903	74 132
5	212 645	110 441	184 573
125 903.....12. měsíců 51 771.....x <hr/> x = 4,93 * 30 = 148			

Kapitálové výdaje na investiční projekt budou zaplacený za 3 roky a 148 dnů (4 měsíce a 28 dnů). Čím je doba splacení kratší, tím je investice výhodnější.

**Index výnosnosti (IV)**

Index výnosnosti počítáme podle vzorce [30]:

$$IV = \frac{SHCF}{IN} \quad (4)$$

Kde SHCF – je současná hodnota cash flow,

IN – jsou investiční náklady.

$$IV = \frac{680\,469}{502\,180} = 1,36$$

Index výnosnosti je vyšší než 1, proto je vhodné investici přijmout.

**Vnitřní výnosové procento (VVP)**

Vnitřní výnosové procento vypočítáme podle vzorce [35]:

$$VVP = i_n + (\check{C}SH_n / (\check{C}SH_n - \check{C}SH_v)) * (i_v - i_n) \quad (5)$$

Kde  $i_n$  – je nižší úroková míra,

$i_v$  – je vyšší úroková míra,

$\check{C}SH_n$  – je čistá současná hodnota při nižší úrokové míře,

$\check{C}SH_v$  – je čistá současná hodnota při vyšší úrokové míře.



$$VVP = 26 + (13\,317 / (13\,317 + 7\,898)) * (28 - 26) = 27,26 \%$$

$$i_n = 26 \% \dots \dots \dots \check{C}SH_n = 13\,317 \text{ Kč}$$

$$i_v = 28 \% \dots \dots \dots \check{C}SH_v = - 7\,898 \text{ Kč}$$

Při výpočtu vnitřního výnosového procenta hledáme takovou úrokovou míru, při níž se čistá hodnota z cash flow rovná investičním nákladům. Čistá současná hodnota v tomto případě se rovná nule. Výsledek 27,26 % nám říká, že investovaný kapitál se během životnosti vrátí a investice přinese výnos 27,26 %.

### 7.8.3 Nákup infračervených pyrometrů

Tab. 11. Vyhodnocení podle počtu pyrometrů [vlastní]

Ekonomické ukazatelé	Počet pyrometrů		
	9	12	15
<b>Investiční náklady v Kč</b>	225 000	300 000	375 000
<b>Rentabilita investic</b>	55,37 %	41,53 %	33,22 %
<b>Doba splacení v letech</b>	2,27	2,75	3,15
<b>Čistá současná hodnota v Kč</b>	271 097	245 985	220 873
<b>Index výnosnosti</b>	2,20	1,82	1,59
<b>Vnitřní výnosové procento</b>	55,76 %	43,44 %	35,44 %

Při pořízení infračervených pyrometrů, je nejvýhodnější varianta první, kdy pořizujeme 9 kusů. Návratnost investic je nejvyšší, doba splacení je nejrychlejší, čistá současná hodnota je opět nejvyšší, tak i index výnosnosti a vnitřní výnosové procento. Při srovnání ekonomických ukazatelů u zobrazovacího zařízení a pyrometrů je instalace 9, 12 nebo 15 kusů pyrometrů výhodnější než pořízení zobrazovacího zařízení.

Další velice významný ukazatel je ukazatel produktivity. Průmyslové inženýrství se snaží o její zvyšování. Produktivita vyjadřuje, s jakou mírou jsou využívány vstupy při tvorbě výstupu (finálního výrobku) [32]. Současná produktivita je 87,99 %. Po zavedení metod průmyslového inženýrství by produktivita vzrostla na 91,19 % a zvýšila by se o 3,2 %.

Tab. 12. Výpočet produktivity [vlastní]

Produktivita	Výpočet produktivity v %
Současná produktivita	87,99 %
Produktivita po zavedení metod PI	91,19 %

## 7.9 Závěr z projektu

Při snižování odpadu je vhodné využít tzv. holistický přístup. Tento přístup vychází z tvrzení, že systém a vlastnosti nelze vysvětlit zkoumáním jednotlivých částí, ale pouze zkoumáním celku. A proto při snižování odpadu je nezbytné využít, jak metod průmyslového inženýrství, tak i poznatků z výrobního inženýrství. Oba tyto vědní obory jsou vzájemně propojeny a doplněny o ekonomickou stránku.

V návrhu projektu je popsána metoda TPM a tři hlavní pilíře, které jsou v počátku její implementace pro firmu prioritní při budování efektivního systému údržby. Pro snížení odpadu z důvodu utržení fólie lze využít metodu Poka-Yoke. Nejčastěji dochází k utržení vytlačované fólie z důvodu jejího přechlazení. Pořízením infračervených pyrometrů nebo zobrazovacího systému ES150 je možné přechlazení zabránit. Po ekonomickém vyhodnocení se jeví jako nejvýhodnější pořízení 9 kusů infračervených pyrometrů. Propojením infračervených pyrometrů s vhodným softwarem je možné data přenášet, analyzovat a využít je při výrobě. Poslední navrženou metodou je metoda Heijunka, která má vést k racionálnímu skládání výrobních zakázek. Zavedení metod průmyslového inženýrství by vedlo ke zvýšení produktivity o 3,2 %.

## 8 VYHODNOCENÍ NÁVRHU SNÍŽENÍ ODPADŮ

Pro vyhodnocení navrhovaných metod jsem využila jednu z metod vícekritériálního rozhodování. Použita byla metoda pořadí, při které jsem přiřadila kritéria od nejvýznamnějšího po nejméně významné. Jednotlivá kritéria byla obodována. Metoda, která nejvíce plnila kritéria, získala 1 bod. Metoda, která měla nejmenší vliv na splnění kritéria, získala 3 body. Nejvyšší vliv na snížení odpadu by měla mít metoda Heijunka, která je schopna pomocí dobře poskládaných zakázek snížit odpad o 10,56 % při vytlačování dvou stejných zakázek za sebou. Druhou metodou je TPM, která omezí odpad vlivem poruchy stroje, zamezí vzniku odpadu při seřizování výrobní linky a v souvislosti s údržbou. Metoda Poka-Yoke by po zavedení optických senzorů byla schopna snížit odpad o dalších 6,9 %. Dalším posuzovaným kritériem byly náklady na zavedení těchto metod. Nejlépe byla hodnocena metoda Heijunka, poté TPM a nejhůře Poka-Yoke. Posledním kritériem byl čas potřebný na zavedení těchto metod. Nejlepší hodnocení získala metoda Heijunka, poté Poka-Yoke a na posledním místě je TPM. Při konečném hodnocení je nejlépe hodnocena metoda Heijunka, TPM a poté metoda Poka-Yoke.

Tab. 13. Vyhodnocení jednotlivých metod metodou pořadí [vlastní]

Metoda	Kritéria			Σ kritérií	Pořadí
	Snížení odpadu	Náklady na zavedení	Čas na zavedení		
TPM	2	2	3	7	2
Poka-Yoke	3	3	2	8	3
Heijunka	1	1	1	3	1
Váhy	0,5	0,33	0,16		

## 9 EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ

Při ekonomickém vyhodnocení budu používat průměrnou cenu surovin. A to z toho důvodu, že ve firmě probíhá zakázková výroba a nedá se přesně určit struktura materiálů, které budou používány. V odhadu průměrné ceny výrobních nákladů je zahrnuta spotřeba elektrické energie a materiálu.

Tab. 14. Náklady u jednotlivých typů odpadů [vlastní]

Odpad	Náklady v Kč
Zpracovatelný	1 390 759
Nezpracovatelný	234 803
Prodejný	180 618

Pomocí metody Poka-Yoke je možné snížit odpad o 6 229 kilogramů a ušetřit 124 580 Kč části výrobních nákladů. Pomocí metody TPM je možné snížit odpad ve firmě přibližně o 11 184,25 kilogramů a získat 223 685 Kč. Uplatněním metody Heijunka při skládání výroby lze eliminovat odpad přibližně o dalších 6 545 kg a ušetřit 130 903 Kč.

Po zavedení navrhovaných metod by bylo možné snížit odpad při výrobě z 12,01 % na 8,82 %. Také by došlo ke snížení výrobních nákladů přibližně o 479 168 Kč a k poklesu odpadu téměř o 24 tun. Současné náklady při výrobě odpadu by se snížily z 1 806 180 Kč na 1 327 012 Kč. Snížením nákladů by bylo dosaženo vyššího zisku. Omezením prostojů by bylo možné vyrábět na výrobní lince více výrobků a to by vedlo ke zvýšení využitelného časového fondu výrobního zařízení. Dále by se zvýšila kvalita vyráběných produktů. Došlo by i k eliminaci nákladů v souvislosti s dalším zpracováním odpadu a náklady by dále klesly o dodatečné mzdy vyplácené pracovníkům. Snižování odpadu by se projevilo i v růstu produktivity o 3,2 %.

## ZÁVĚR

V každé společnosti bez ohledu na předmět podnikání vzniká odpad. Problémy s odpadem řeší mnoho společností a to nejen z důvodu finančních. Odpad má negativní vliv na životní prostředí a firmy se při nakládání s odpadem musí řídit Zákonem o odpadech a snažit se předcházet jeho vzniku.

Likvidace nebo další zpracování odpadu sebou přináší značné finanční výdaje. Na druhé straně výroba nových polymerů je energeticky náročná. Na výrobu 1 tuny polymerů je potřeba zpracovat přibližně 2,5 tun ropy. Zpracovávání odpadu a jeho další využití při výrobě přináší konkurenční výhodu. Vede ke snížení negativních dopadů na životní prostředí, snižuje ztráty a umožňuje vytvářet zisk. Zpracování odpadu uzavírá transformační proces a vytváří zpětnou vazbu.

V praktické části této diplomové práce jsem stručně představila společnost a výrobky, které jsou ve firmě vyráběny a technologii využívanou při výrobě. Poté jsem provedla analýzu podnikových dat za období od 1. 6. 2009 do 31. 7. 2010. Zkoumala jsem vznik odpadu podle jednotlivých výrobků a dále podle důvodů, které vedly ke vzniku odpadu. Odhalila jsem, že výrobek Základní tašky s potiskem má nejvyšší podíl na vzniku celkového odpadu. Tento výrobek je vyráběn nejčastěji a ve velkém množství. Některé další výrobky vytváří vyšší odpad, protože jsou náročnější na výrobu. Tyto výrobky nejsou vyráběny ve větších objemech, a proto tolik neovlivňují celkový odpad. Pro větší přehlednost je odpad u každého výrobku vyjádřen v tabulce za jednotlivé měsíce. Společnost by u těchto výrobků měla zvážit, zda je pro ni ekonomicky výhodné tyto produkty dále vyrábět.

Větší výskyt odpadu je způsoben typem výrobní linky. Tento odpad není možné eliminovat při použití stávající technologie. Odpad, který je možné omezit, vzniká z důvodu utržení fólie, poruchy stroje, seřizování a rýhování fólie. Tento odpad se dá snížit pomocí některých metod průmyslového inženýrství.

K utržení fólie nejčastěji dochází přechlazením vyfouknutého rukávu. Během výroby není měřena teplota, proto jsem navrhla instalaci optických senzorů a využití metody Poka-Yoke. Ve firmě vzniká odpad i z důvodu poruchy stroje. V současné době dochází k opravě po poruše a není zaveden žádný plán údržeb, proto bych zavedla metodu TPM. Tato metoda by omezila odpad vzniklý z důvodu poruchy stroje, při seři-

zování, rýhování a výskytu nečistot. Poslední navrženou metodou je metoda Heijunka, která by vedla k racionálnímu skládání výrobních zakázek.

Pomocí navržených metod TPM, Poka-Yoke a Heijunka je možné snížit odpad při výrobě z 12,01 % přibližně na 8,82 %. Také by došlo k zvýšení produktivity o 3,2 %.

K dalšímu snížení odpadu by mohlo dojít po propojení řídicí jednotky strojního zařízení s podnikovým softwarem. Výrobní data by měla být zaznamenávána a dále analyzována. Získáním potřebných výrobních dat by mohla být zajištěna výroba v těch nejlepších podmínkách a při nejlepším nastavení strojů. Při výrobě by mělo být vše měřeno a průběžně zaznamenáváno. Tyto data tvoří podklad pro efektivní systém údržby a jsou nezbytná pro rozhodování vrcholového managementu. Získání a další využívání těchto znalostí vede k vyšší konkurenceschopnosti podniku.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] ANDRÝSEK, L. Možnosti průmyslového inženýrství. *Moderní řízení* [online]. 13. 10. 2006., 10, [cit. 2011-03-19]. Dostupné z WWW: <<http://modernirizeni.ihned.cz/c1-19494840>>.
- [2] BARTOŠ, V. a kol. *Příručka k vnitřní kontrole kvality*. [online]. [cit. 2011-03-24]. Dostupné z WWW: <[http://www.cskb.cz/res/file/doporuceni/VKK\\_pub\\_08.pdf](http://www.cskb.cz/res/file/doporuceni/VKK_pub_08.pdf)>.
- [3] ČERNÝ, J. *Řízení a organizace výroby: Příklady a případové studie*. 2. vydání. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2001. 82 s. ISBN 80 -7318-036-7.
- [4] ČERNÝ, J. *Úvod do studia metod průmyslového inženýrství a systémů služeb*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2004. 96 s. ISBN 80-7318-227-0.
- [5] FREHR, H. *Total Quality Management: Zlepšení kvality podnikání. Příručka vedoucích sil*. Brno: UNIS, 1995. 258 s. ISBN 3-446-17135-5.
- [6] GREŇČÍK, J. Hodnotenie výkonnosti údržby. Management údržby. In *Údržba 2010. Maintenance 2010: Sborník mezinárodní odborné konference*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2010. s. 10 - 15. ISBN 978-80-213-2115-1.
- [7] Interní dokumenty Invos spol. s. r. o.
- [8] Invos, spol. s. r. o. [online]. [cit. 2010-11-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.invos.cz>>.
- [9] Invos, spol. s. r. o. [online]. [cit. 2011-01-30]. Dostupné z WWW: <<http://www.invos.cz/ke-stazeni.html>>.
- [10] Invos, spol. s. r. o. [online]. [cit. 2011-01-30]. Dostupné z WWW: <<http://www.invos.cz/o-spolecnosti/technologie.html>>.
- [11] Invos, spol. s. r. o. *Výroční zpráva 2009*. [online]. [cit. 2011-02-26]. Dostupné z WWW: <<http://www.justice.cz/xqw/xervlet/insl/index?sysinf.@typ=sbirka&sysinf.@strana=documentList&vypisListin.@cEkSub=181394&sysinf.klic=bf21634ff10e29118e95fc1dc67068dc&sysinf.spis.@oddil=C&sysinf.spis.@vlozka=3197&sysinf.spis.@soud=Krajsk%FDm%20soudem%20v%20Brn%EC&sysinf.platnost=25.02.2011>>.

- [12] JANEČEK, Z. *Management jakosti*. 2. vydání. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2007. 146 s. ISBN 978-80-7043-621-9.
- [13] KABEŠ, K. Články: Infračervené pyrometry: přehled trhu. *Automatizace* [online]. 2005, 48, 9, [cit. 2011-06-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.automatizace.cz/article.php?a=827>>.
- [14] KOŠTURIÁK, J., FROLÍK, Z., a kol. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. 238 s. ISBN 80-86851-38-9.
- [15] KUTA, A. *Technologie a zařízení pro zpracovávání kaučuků a plastů*. Praha: VŠCHT, 1999. 203 s. ISBN 80-7080-367-3.
- [16] LENFELD, P. *Technologie II.: Část 2. Zpracování plastů* [online]. 2. vydání. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2009 [cit. 2010-12-22]. Plasty a jejich zpracovatelské vlastnosti. Dostupné z WWW: <[http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta\\_tkp/sekce\\_plasty/01.htm](http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/01.htm)>.
- [17] LENFELD, P. *Technologie II.: Část 2. Zpracování plastů*. [online]. 2. vydání. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2009 [cit. 2010-12-22]. Rozdělení technologií na zpracování plastů. Dostupné z WWW: <[http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta\\_tkp/sekce\\_plasty/02.htm](http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/02.htm)>.
- [18] LENFELD, P. *Technologie II.: Část 2. Zpracování plastů*. [online]. 2. vydání. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2009 [cit. 2010-12-22]. Přípravné zpracování plastů. Dostupné z WWW: <[http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta\\_tkp/sekce\\_plasty/03.htm](http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/03.htm)>.
- [19] LENFELD, P. *Technologie II.: Část 2. Zpracování plastů*. [online]. 2. vydání. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2009 [cit. 2011-06-17]. Vytlačování. Dostupné z WWW: <[http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta\\_tkp/sekce\\_plasty/06.htm](http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/06.htm)>.
- [20] LIKER, J. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Management Press, 2007. 392 s. ISBN 978-80-7261-173-7.
- [21] MACÁK, T. *Vytváření spotřebitelské hodnoty*. Praha: Wolters Kluwer ČR, 2010. 216 s. ISBN 978-80-7357-570-0.



- [22] MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. *Cesty k vyšší produktivitě: Metody průmyslového inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. 312 s. ISBN 80-902235-6-7
- [23] MAŠÍN, J., VYTLAČIL, M. *Cesty k vyšší produktivitě: Strategie založené na průmyslovém inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1996, 256 s. ISBN 80-902235-0-8.
- [24] MAYNARD, H., ZANDIN, K. *Maynard's Industrial Engineering Handbook*. 5. vydání. New York: McGraw-Hill, 2001. 2048 s. ISBN 0-07-041102-6.
- [25] *Odporové teploměry a sestavy termočlánků*, září 2001. [online]. [cit. 2011-06-23]. Automation, Control, and Optimization Technology and Services. Dostupné z WWW: <<http://staging.emersonprocess.com/rosemount/document/man/00809-0301-2654.pdf>>.
- [26] PLURA, J. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. Praha: Computer Press, 2001. 244 s. ISBN 80-7226-543-1.
- [27] RAKYTA, M., BUBENÍK, P. Nástroje Managementu údržby: Postup efektivnej implementácie TPM. In *Údržba 2010. Maintenance 2010: Sborník mezinárodní odborné konference*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2010. s. 49 -54. ISBN 978-80-213-2115-1.
- [28] *Reliable automation and optimization of extrusion processes*. [online]. [cit. 2011-02-21]. Plastcontrol. Prospekt. Dostupné z WWW: <<http://www.plastcontrol.com/pdf/Prospekt-GB.pdf>>.
- [29] SALVENDY, G. *Handbook of Industrial Engineering*. 3. vydání. New York: Wiley, 2001. 2798 s. ISBN 978-0-470-24182-0.
- [30] SYNEK, M. *Manažerská ekonomika*. 4. vydání. Praha: Grada, 2007. 452 s. ISBN 978-80-247-1992-4.
- [31] *Systémové bezkontaktní teploměry. Zobrazovací systémy. Systém ES150*. [online], citováno: [2011-06-23]. TSI System. Dostupné z WWW: <<http://www.tsisystem.cz/produkty/system-es150--262>>.
- [32] TUČEK, D., BOBÁK, R. *Výrobní systémy*. 2. Vydání. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. 298 s. ISBN 80-7318-381-1.

- [33] VALENT, O. Diagnostika a technologie údržby: Revoluce v moderní údržbě. In *Údržba 2010. Maintenance 2010: Sborník mezinárodní odborné konference*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2010. s. 98 - 103. ISBN 978-80-213-2115-1.
- [34] VEBER, J. a kol. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce: Legislativa, metody, systémy, praxe*. 2. vydání. Praha: Management Press, 2010. 360 s. ISBN 978-80-7261-210-9.
- [35] *Vnitřní výnosové procento*. [online], citováno: [2011-08-02]. Miraslebl. Dostupné z WWW: <<http://www.miras.cz/seminarky/podnikove-finance-vnitri-vynosove-procento.php>>.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

apod.	A podobně
tzn.	To znamená
UCL	Upper control limit – horní regulační limit
LCL	Lower control limit – dolní regulační limit
TPM	Totálně produktivní údržba
resp.	Respektive
atd.	A tak dál
tzv.	Tak zvaně
ms	Milisekunda
Zr	Průměrný výnos plynoucí z investice
IN	Investiční náklady
CF <sub>t</sub>	Cash flow za období t
SHCF	Současná hodnota cash flow
k	Podniková diskontní sazba
t	Počet let
$i_n$	Nižší úroková míra
$i_v$	Vyšší úroková míra
ČSH <sub>n</sub>	Čistá současná hodnota při nižší úrokové míře
ČSH <sub>v</sub>	Čistá současná hodnota při vyšší úrokové míře

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr 1.	Základní prvky TPM .....	19
Obr 2.	Základní typy reakcí pro přípravu polymerů.....	23
Obr 3.	Příklad struktury polyethylenu a uspořádání atomů v řetězci. ....	24
Obr 4.	Granuláty .....	28
Obr 5.	Typy výrobních linek .....	30
Obr 6.	Jednošnekový vytlačovací stroj.....	31
Obr 7.	Průběh tlaku ve šnekovém vytlačovacím stroji.....	31
Obr 8.	Fotografie firmy .....	33
Obr 9.	Ukázka některých produktů firmy.....	35
Obr 10.	Vyfukovací linka s horním odtahem .....	38
Obr 11.	Zásobník granulátu .....	39
Obr 12.	Usměřovačka.....	40
Obr 13.	Dělení vytlačovaného materiálu.....	40
Obr 14.	Tiskový válec s polymerním štočkem.....	41
Obr 15.	Potiskovací linka .....	41
Obr 16.	Řídící jednotka .....	42
Obr 17.	Výrobní linka s optickými senzory .....	42
Obr 18.	Kontrola profilu vytlačovaného materiálu pomocí řídicí jednotky.....	43
Obr 19.	Volitelná sestava průběhu výroby.....	44
Obr 20.	Atest kvality .....	45
Obr 21.	Materiálový list .....	45
Obr 22.	Vývojový diagram - výrobek základní tašky s potiskem.....	50
Obr 23.	Diagram příčin a následků I. ....	51
Obr 24.	Diagram příčin a následků II. ....	55
Obr 25.	Vývojový diagram stupňů údržby, průběh opotřebení.....	58
Obr 26.	Eliminace vlivu vzniklé poruchy.....	58
Obr 27.	Formulář pro řešení vzniklého odpadu.....	59
Obr 28.	Závislost velikosti snímané plochy na vzdálenosti pyrometru.....	64
Obr 29.	Princip snímače hustoty s radioaktivním zářičem.....	65
Obr 30.	Termogram a teplotní profil pohyblivého cíle .....	66
Obr 31.	Závislost odporu na teplotě při použití odporového teploměru .....	67

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1.	Rozdělení činností při budování TPM .....	20
Tab. 2.	Hodnoty obsahu vlhkosti vzduchu v závislosti na ročním období.....	27
Tab. 3.	Vývoj tržeb, nákladů, výsledku hospodaření a přidané hodnoty v tisících Kč.....	36
Tab. 4.	ABC analýza – odpadovost při výrobě .....	46
Tab. 5.	Výskyt odpadu u jednotlivých výrobků za sledované období.....	47
Tab. 6.	Důvod vzniku odpadu a jeho podíl na celkovém odpadu .....	54
Tab. 7.	Časový harmonogram se specifikací činností při zavádění metody TPM .....	68
Tab. 8.	Časový harmonogram se specifikací činností při zavádění snímačů teploty .....	69
Tab. 9.	Výpočet současné a budoucí hodnoty cash flow.....	71
Tab. 10.	Doba splacení investičních nákladů s faktorem času .....	72
Tab. 11.	Vyhodnocení podle počtu pyrometrů .....	73
Tab. 12.	Výpočet produktivity.....	73
Tab. 13.	Vyhodnocení jednotlivých metod metodou pořadí .....	75
Tab. 14.	Náklady u jednotlivých typů odpadů .....	76

**SEZNAM GRAFŮ**

Graf 1.	Sušení a navlhání plastů .....	27
Graf 2.	Vývoj tržeb a nákladů .....	37
Graf 3.	Vývoj výsledku hospodaření a přidané hodnoty .....	37
Graf 4.	Odpad podle dalšího využití.....	47
Graf 5.	Četnost výskytu odpadu u jednotlivých výrobků – Paretův diagram I. ....	48
Graf 6.	Četnost výskytu odpadu u jednotlivých výrobků – Paretův diagramII.....	49
Graf 7.	Vznik odpadu podle období .....	55
Graf 8.	Čas poruchy stroje podle období.....	56
Graf 9.	Četnost poruchy stroje podle období.....	56
Graf 10.	Prostoje podle období.....	57

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Seznam vyráběných výrobků ve firmě .....	88
Příloha P II: Vybrané klíčové ukazatele používané při údržbě .....	89

**PŘÍLOHA P I: SEZNAM VYRÁBĚNÝCH VÝROBKŮ VE FIRMĚ [7]**

<b>Kód skupiny</b>	<b>Název výrobku</b>
<b>010</b>	Bariérová hadice
<b>011</b>	Bariérová folie
<b>013</b>	Bariérová folie s potiskem, řezaná
<b>014</b>	EVOH sáček
<b>015</b>	Bariérové tašky, sáčky s tiskem
<b>020</b>	Černobílá folie bez tisku
<b>021</b>	Černobílá folie, řezaná
<b>022</b>	Černobílá folie s potiskem
<b>023</b>	Černobílá folie s potiskem, řezaná
<b>024</b>	Černobílý sáček
<b>025</b>	Černobílý sáček s potiskem
<b>030</b>	Prášková folie bez tisku
<b>033</b>	Prášková folie s potiskem, řezaná
<b>060</b>	Mincovní fólie
<b>061</b>	Mincovní folie, řezaná
<b>063</b>	Mincovní fólie s potiskem, řezaná
<b>070</b>	Základní folie bez tisku
<b>071</b>	Základní folie, řezaná
<b>072</b>	Základní folie s potiskem
<b>073</b>	Základní folie s potiskem, řezaná
<b>074</b>	Základní tašky na sítotisk
<b>075</b>	Základní tašky s potiskem
<b>080</b>	Recyklátová folie bez tisku
<b>082</b>	Recyklátová folie s potiskem
<b>084</b>	Recyklátové tašky bez tisku
<b>085</b>	Recyklátové tašky s potiskem
<b>090</b>	Laminát bez tisku
<b>091</b>	Laminát, řezaný
<b>093</b>	Laminát s potiskem, řezaný
<b>110</b>	Jiný výrobek - vytlačování v naší režii
<b>175</b>	Základní tašky ""BIO"" s potiskem
<b>200</b>	Speciální
<b>Přejezd</b>	Přejezd



## PŘÍLOHA P II: VYBRANÉ KLÍČOVÉ UKAZATELE POUŽÍVANÉ PŘI ÚDRŽBĚ [6]

Ukazatelé EN 15341		Metriky
E1	Celkové náklady na údržbu * 100 / Reprodukční hodnota majetku	Roční náklady na údržbu a na reprodukční hodnotu majetku
E2	Celkové náklady na údržbu Množství výstupů	Jednotkové náklady na údržbu
E7	Průměrná inventární hodnota materiálu na údržbu * 100 / Reprodukční hodnota majetku	Inventární hodnota skladovaného materiálu na údržbu jako procento reprodukční hodnoty majetku
E8	Celkové vnitřní osobní náklady na údržbu * 100 / Celkové náklady na údržbu	Vnitřní osobní náklady na údržbu
E10	Celkové dodavatelské náklady * 100 / Celkové náklady na údržbu	Náklady na dodavatelskou údržbu
E11	Celkové materiálové náklady na údržbu * 100 / Celkové náklady na údržbu	Materiálové náklady na údržbu
E12	Celkové materiálové náklady na údržbu * 100 / Průměrná inventární hodnota materiálu na údržbu	Obrat skladového inventáře
E13	Náklady na režijní pracovníky údržby * 100 / Celkové náklady na údržbu	Nepřímé osobní náklady údržby
E15	Náklady na údržbu po poruše * 100 / Celkové náklady na údržbu	Náklady na údržbu po poruše
E17	Náklady na údržbu na základě stavu * 100 / Celkové náklady na údržbu	Náklady na údržbu na základě stavu
E18	Náklady na předem stanovenou údržbu * 100 / Celkové náklady na údržbu	Náklady na preventivní údržbu
E20	Náklady na údržbu po dobu odstávky * 100 / Celkové náklady na údržbu	Náklady na údržbu po dobu odstávky
E21	Náklady na školení v oblasti údržby / Počet pracovníků údržby	Náklady na školení v oblasti údržby
T2	Doba funkčnosti po dobu požadovaného času * 100 / Požadovaný čas	Pohotovost
T17	Celkový čas provozu * 100 / Počet poruch	MTBF – střední doba mezi poruchami
T21	Celkový čas do obnovy Celkový počet poruch	MTTR – střední doba do obnovy
O8	Hodiny pracovníků použité na trvalé zlepšování * 100 / Celkové hodiny pracovníků údržby	Hodiny trvalého zlepšování
O10	Pracovníci vykonávající údržbu ve změnách * 100 / Celkový počet přímo výkonných pracovníků údržby	Podíl zapojených technických pracovníků ve změnách
O16	Hodiny údržby po poruše * 100 / Celkové hodiny údržby	Hodiny údržby po poruše
O19	Hodiny pracovníků údržby na základě stavu * 100 / Celkové hodiny pracovníků údržby	Hodiny údržby na základě stavu
O20	Hodiny dopředu stanovené údržby * 100 / Celkové hodiny pracovníků údržby	Hodiny preventivní údržby