

# **Projekt racionalizace výrobního procesu ve společnosti DECRO BZENEC, spol. s r.o.**

Bc. Jakub Melicher

---

Diplomová práce  
2017



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta managementu a ekonomiky

---

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

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jakub Melicher**  
Osobní číslo: **M15490**  
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**  
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**  
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Projekt racionalizace výrobního procesu ve společnosti DECRO BZENEČ, spol. s r.o.**

Zásady pro vypracování:

### Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

#### I. Teoretická část

- Prostudujte a kriticky zpracujte poznatky z literárních pramenů týkajících se problematiky racionalizace výrobního procesu, štíhlé výroby a průmyslového inženýrství.

#### II. Praktická část

- Analyzujte výrobní proces v dané firmě.
- Vypracujte projekt racionalizace výrobního procesu ve společnosti DECRO BZENEČ, spol. s r. o.
- Projekt podrobte nákladové a rizikové analýze.

### Závěr

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

Seznam odborné literatury:

BADIRU, Adedeji Bodunde. Handbook of industrial and systems engineering. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, c2014, 1452 s. Industrial innovation series. ISBN 978-1-4665-1504-8.  
BARKER, Stephen a Rob COLE. Projektový management pro praxi. Praha: Grada, 2009, 155 s. Management. ISBN 978-80-247-2838-4.  
DE CEUSTER, Luc. Focus on risk management: manage risks to improve project success. 1st ed. Praha: APraCom, 2010, 169 s. Project management. ISBN 978-80-254-8708-2.  
GRASSEOVÁ, Monika, Radek DUBEC a David ŘEHÁK. Analýza podniku v rukou manažera: 33 nejpoužívanějších metod strategického řízení. 2. vyd. Brno: BizBooks, 2012, 325 s. ISBN 978-80-265-0032-2.  
MAŠÍN, Ivan. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Eva Juříčková, Ph.D.**  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů  
Datum zadání diplomové práce: **15. prosince 2016**  
Termín odevzdání diplomové práce: **18. dubna 2017**

Ve Zlíně dne 15. prosince 2016



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



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

## PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

### Prohlašuji, že

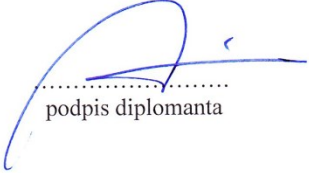
- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová práce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

### Prohlašuji,

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

Ve Zlíně

Jméno a příjmení: Jakub MELICHÉR

  
.....  
podpis diplomanta

## **ABSTRAKT**

Tato práce se zabývá racionalizací výrobního procesu plastových oken ve společnosti DECRO BZENEC, spol. s r. o. Cílem práce je snížit výrobní náklady. První část práce objasňuje teoretická východiska problematiky průmyslového inženýrství. Druhá část představuje společnost a analyzuje její stávající výrobní proces se zaměřením na plýtvání v podobě velkého množství plastového odpadu a nízké efektivitě využití vybraného pracoviště. Na základě této analýzy jsou v poslední části práce navržena opatření k eliminaci plýtvání a zvýšení produktivity. Výsledkem je projekt zavedení změn do způsobu výroby, který má za úkol naplnit stanovený cíl.

Klíčová slova: racionalizace, výrobní proces, průmyslové inženýrství, lineární programování, plýtvání.

## **ABSTRACT**

This thesis is focused on the rationalization of plastic windows production process in a company DECRO BZENEC, Ltd. The aim of the thesis is to reduce production costs. The first part clarifies theoretical solutions to industrial engineering issues. The second part presents the company and analyzes its current system of production concentrating on wasting which consists of a big amount of plastic waste and low utilization efficiency of particular workplace. On the grounds of this analysis there are proposals for future to eliminate the wasting and increase the efficiency in the last part of the thesis. The outcome of this work is a project implementing some changes to the way of the production which should meet determined goal.

Keywords: rationalization, production process, industrial engineering, linear programming, wasting.

Chtěl bych poděkovat především vedoucí práce Ing. Evě Juříčkové, Ph.D, za cenné odborné a teoretické rady, vedoucímu provozu firmy DECRO BZENEC spol. s r.o., Josefu Pavlicovi, za vstřícný přístup během praktické činnosti ve výrobním procesu a v neposlední řadě mé rodinně a blízkým za morální podporu při tvorbě této práce.

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

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>CÍLE A METODY PRÁCE</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 VÝROBNÍ PROCES</b> .....	<b>12</b>
1.1 PROCES .....	12
1.2 VÝROBA.....	14
1.3 TYPOLOGIE VÝROBNÍHO PROCESU.....	14
<b>2 PRODUKTIVITA</b> .....	<b>19</b>
2.1 TYPY PRODUKTIVITY .....	19
2.1.1 Parciální produktivita .....	19
2.1.2 Index produktivity.....	20
2.1.3 Celková produktivita .....	21
2.2 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ PRODUKTIVITY .....	22
<b>3 RACIONALIZACE</b> .....	<b>24</b>
<b>4 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ</b> .....	<b>25</b>
4.1 HISTORIE .....	26
4.2 KLASICKÉ PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	27
4.2.1 Studium práce.....	27
4.2.2 Operační výzkum .....	29
4.3 MODERNÍ PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ .....	29
<b>5 LEAN MANAGEMENT</b> .....	<b>31</b>
5.1 PLÝTVÁNÍ.....	32
5.1.1 Zbytečné pohyby .....	33
5.1.2 Čekání .....	33
5.1.3 Zbytečná manipulace .....	33
5.1.4 Zmetky .....	34
5.1.5 Zbytečné pracovní postupy .....	34
5.1.6 Nadbytečné zásoby.....	34
5.1.7 Nadvýroba .....	35
5.1.8 Nevyužitý potenciál pracovníků .....	35
5.2 METODA 5S.....	35
5.3 SMED.....	36
<b>6 LINEÁRNÍ PROGRAMOVÁNÍ</b> .....	<b>39</b>
<b>7 ANALÝZA SWOT</b> .....	<b>40</b>
<b>8 PROJEKTOVÝ MANAGEMENT</b> .....	<b>41</b>

8.1	PROJEKTOVÝ TROJ-IMPERATIV .....	41
8.2	FÁZE PROJEKTU .....	41
8.3	ŘÍZENÍ RIZIK .....	43
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>44</b>
<b>9</b>	<b>PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI DECRO BZENEC, SPOL. S R. O. ....</b>	<b>45</b>
9.1	SWOT ANALÝZA .....	45
9.2	VÝROBNÍ PORTFOLIO .....	46
9.2.1	Plastová okna .....	47
9.2.2	Hliníková okna .....	48
9.3	TECHNOLOGIE VÝROBNÍHO PROCESU PLASTOVÝCH OKEN .....	49
9.3.1	Kaširovací linka .....	49
9.3.2	Linka na výrobu plastových oken .....	50
9.3.3	Ostatní linky .....	51
9.4	IT PODPORA VÝROBNÍHO PROCESU .....	51
<b>10</b>	<b>ANALÝZA VÝROBNÍHO PROCESU .....</b>	<b>53</b>
10.1	TYPLOGIE VÝROBNÍHO PROCESU .....	53
10.2	ANALÝZA ODPADU VÝROBNÍHO PROCESU .....	54
10.2.1	Plastový odpad .....	54
10.3	ANALÝZA KAŠIROVACÍ LINKY .....	56
10.4	ZMETKOVITOST .....	56
10.5	SHRNUTÍ ANALÝZY VÝROBNÍHO PROCESU .....	56
<b>11</b>	<b>PROJEKT RACIONALIZACE VÝROBNÍHO PROCESU .....</b>	<b>58</b>
11.1	CÍLE PROJEKTU .....	58
11.2	PROJEKTOVÝ TÝM .....	58
11.3	RIZIKOVÁ ANALÝZA .....	59
11.4	ČASOVÝ HARMONOGRAM PROJEKTU .....	59
11.5	NÁVRH ŘEŠENÍ REDUKCE PLASTOVÉHO ODPADU .....	60
11.5.1	Nebarvené profily .....	60
11.5.2	Barvené profily .....	66
11.6	RACIONALIZACE PROCESU KAŠIROVÁNÍ .....	68
11.7	NÁVRH POŘÍZENÍ AUTOMATIZOVANÉ KAŠIROVACÍ LINKY .....	70
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>72</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>73</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>75</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>76</b>
	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>77</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>78</b>



## ÚVOD

Dnešní velmi dynamicky se měnící prostředí staví podniky před nemalý počet výzev, kterým musí čelit, aby byly schopny uspět na trhu a prodat svůj výrobek nebo službu za odpovídající cenu. Na jedné straně se do ceny výrobku promítají faktory trhu, na straně druhé prodejní cenu ovlivňuje samotný producent výrobku či služby a to tím, jak je schopen efektivně využít zdroje, a v neposlední řadě v jaké kvalitě je schopen produkt dodat zákazníkovi.

Efektivnost a kvalita jsou dnes nejčastěji skloňované pojmy ve výrobním procesu, jelikož rozhodují o úspěchu každé firmy. Dnešní vysoká konkurence na trhu nutí výrobce racionalizovat své vlastní procesy a poskytovat zákazníkům produkty v co možná nejvyšší kvalitě, protože jen tak jsou schopni si zákazníky udržet a uspět v tržním prostředí.

Problematikou racionalizačních opatření se zabývá průmyslové inženýrství, které se řadí k relativně mladým vědním disciplínám. O to větší zažívá tento obor rozvoj a průmysloví inženýři se stávají nedílnou součástí středního managementu firem, protože díky jejich znalostem a zásahům do výrobního procesu ušetří firmy nemalých finančních, materiálních ale i personálních kapacit.

Tato práce pojednává o racionalizaci výrobního procesu ve společnosti DECRO BZENEK, spol. s r.o., která se zabývá výrobou plastových a hliníkových oken a dveří a jejich následnou montáží. Na trhu se pohybuje od roku 1995 a od té doby se z ní stal významný hráč na trhu s plastovými okny u nás.

Diplomová práce je rozdělena do tří částí. První, teoretická, charakterizuje výrobní proces a produktivitu. Zabývá se též disciplínou průmyslového inženýrství a jejími nástroji, které se v praxi běžně aplikují a budou realizovány v druhé části této práce. Poslední problematikou teoretické části jsou metodiky analýz podniku a procesů a projektový management. Druhá, praktická, je rozdělena na analytickou a projektovou část. Analytická se zabývá představením společnosti DECRO BZENEK spol. s r.o. a analyzuje její výrobní proces. Stěžejní projektová část vychází z analytické a navrhuje opatření, která pomocí projektu a všech jeho atributů mají za úkol naplnit stanovené cíle a metody této práce. Poslední bod zhodnocuje realizovaná opatření z finanční a časové perspektivy a identifikuje možná rizika, která by tato opatření mohla negativně ovlivnit.

## CÍLE A METODY PRÁCE

Cíle stanovené v této práci vedou k racionalizaci výrobního procesu, která bude prioritně spočívat v analýze výroby plastových oken, se zaměřením na velké množství odpadu. Hlavní cílem je tedy dílčí snížení množství plastového odpadu, který při momentálním způsobu výroby vzniká a způsobuje firmě nemalé finanční ztráty. Další řešenou problematikou bude racionalizace procesu kaširování, která bude mít za cíl snížit prostoje na kaširovací lince.

V úvodu této práce je nastíněna celá problematika racionalizace, kterou lze řešit pomocí metod průmyslového inženýrství a přístup tzv. štíhlé výroby.

Teoretická část kriticky hodnotí různé literární a internetové zdroje, které se touto problematikou zabývají.

Praktická část obsahuje analýzu stávajícího výrobního procesu. Ta spočívala v metodách pozorování, studia dokumentů a měření. Na základě této analýzy byla navržena opatření v podobě projektu, který má za úkol splnit stanovené cíle práce.

V závěru je celý projekt zhodnocen a jsou navrženy možné způsoby řešení stávajících problémů a nedostatků při výrobě plastových oken.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 VÝROBNÍ PROCES

Pro správné pochopení pojmu „výrobní proces“ je nejprve nutné porozumět, co představuje samotný „proces“. Každý člověk se s tímto pojmem ve svém životě setkal, ovšem ne všichni jsou schopni jej v krátkosti definovat a popsat, co vše zahrnuje a jak je principiálně chápan. Procesy nás obklopují v pracovním i osobním prostředí a jejich existenci si v drtivé většině ani neuvědomujeme. Jelikož ale procesy zasahují do pracovních sfér všech sektorů ekonomiky, je třeba je chápat v kontextu a mnoho pracovníků se procesy a jejich sledováním odborně a profesně zabývá.

## 1.1 Proces

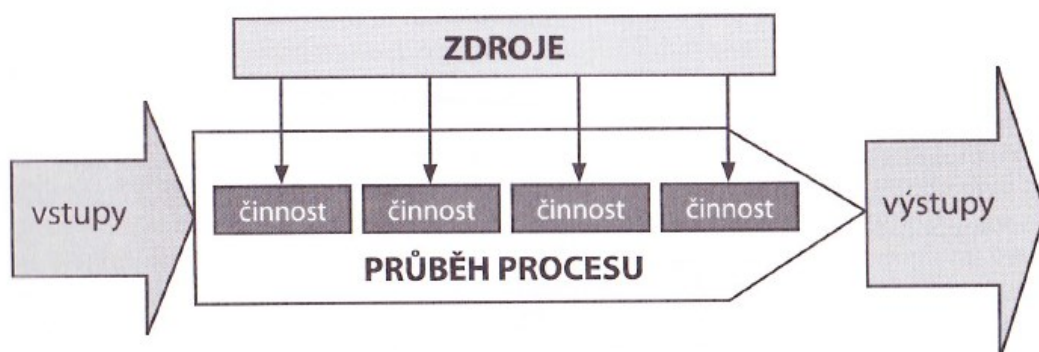
I když definicí procesu existuje nespočet, všechny tyto definice spojuje jádro problematiky. Svozilová (2011, s. 14) vymezuje proces následovně:

*„Proces je série logicky souvisejících činností nebo úkonů, jejichž prostřednictvím – jsou-li postupně vykonány – má být vytvořen předem definovaný soubor výsledků.“*

Fiala (2002, s. 12) definuje proces velmi stroze ovšem jeho popis je výstižnější:

*„Proces je způsob transformace vstupů na požadované výstupy.“*

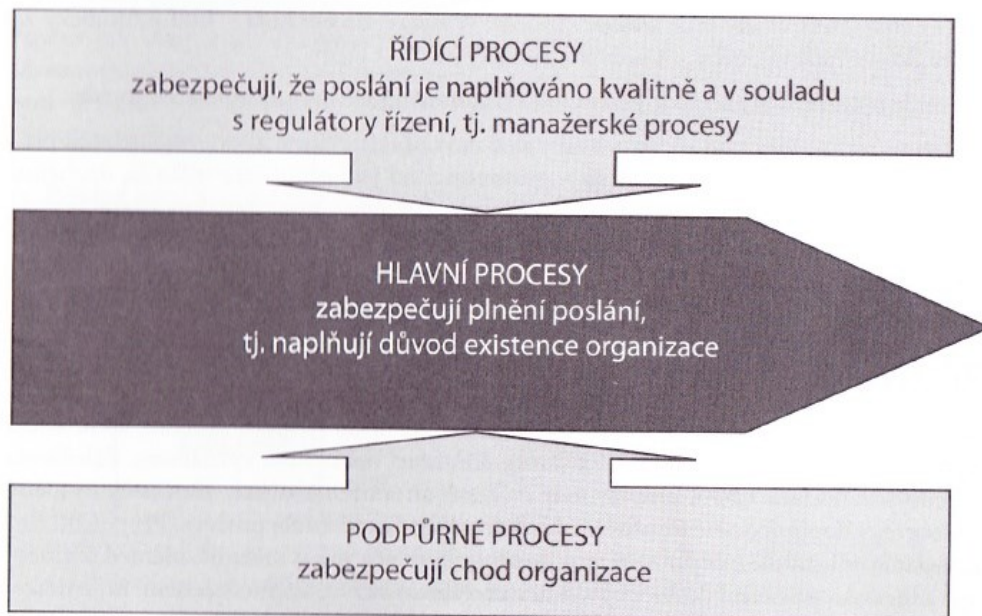
Řepa (2012, s. 15) klade důraz na roli času v procesu. Jednotlivé činnosti procesu je tak možné jasně zachytit na časové ose a tím je uspořádat do logické posloupnosti. Grasseová a kol. (2008, s. 7) popisuje proces jako přeměnu vstupů, kterým je činnostmi přidávána hodnota, na výstupy za pomoci zdrojů. Tyto výstupy mají určeného zákazníka (osoba, organizace, proces). Vstupy a výstupy jsou ve formě výrobku nebo služby, kdežto zdroje jsou pracovníci, materiál, technika apod.



Obrázek 1 – Schéma procesu (Grasseová a kol., 2008, s. 7)

Je také třeba zdůraznit další atribut procesu, kterým je opakovatelnost, čímž se liší od projektu (Grasseová a kol., 2008, s. 9). Projekt bude blíže specifikován v Kapitole 8.

Procesy je možno dělit podle mnoha hledisek. Základním způsobem dělení procesů je hledisko důležitosti a účelu (Grasseová a kol., 2008, s. 13).

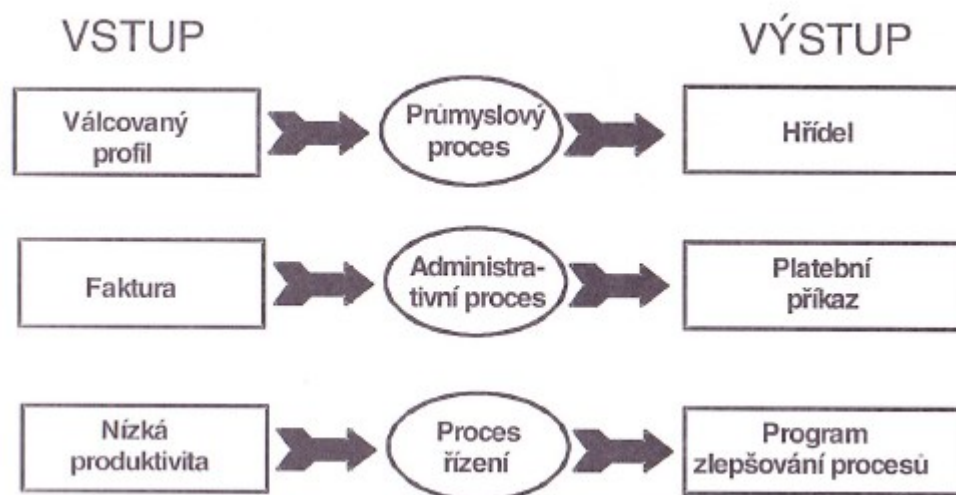


Obrázek 2 – Základní členění procesů (Grasseová a kol., 2008, s. 14)

Další dělení uvádí Mašín a Vytlačil (2000, s. 23) a pojmenovávají je jako obecné. Definují tři skupiny procesů rozdělené podle podstaty vstupů a výstupů:

- Průmyslové procesy;
- Administrativní procesy;
- Řídící procesy.

Do průmyslových procesů vstupují věci (materiál, suroviny, komponenty apod.) a stejně tak věci i vystupují (surovina, polotovary apod.). Do těchto procesů řadí také přestavby, modernizace, opravy aj. Administrativní procesy produkují sestavy, data a informace. Nakonec řídicí (manažerské) procesy využívají výstupů z procesů administrativních a produkují rozhodnutí, která zásadně ovlivňují celý chod firmy (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 23 – 25).



Obrázek 3 – Tři základní typy procesů (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 23)

## 1.2 Výroba

Představit si výrobu není zase až tak nic složitého. Záleží ovšem na pohledu, jak výrobu chápat. Tato práce pojednává o zhotovování hmotných výrobků a poskytování služeb, tudíž je zde výroba chápána v nejužším možném pojetí, které zahrnuje výstupy v podobě materiální a v podobě služeb. Širší pojetí obsahuje také procesy související s pořizováním výrobních faktorů a financí, investice, skladování, dopravu a odbyt výrobků a služeb. (Synek a kol., 2007, s. 242).

Spojením podstaty procesu s pojmem výroby vzniká **výrobní proces**. Lze jej tedy chápat jako určitou transformaci vstupních (výrobních) faktorů na produkty (výrobky, služby) za pomoci zdrojů (stroje, zaměstnanci aj.)

## 1.3 Typologie výrobního procesu

Synek a kol. (2007, s. 242) vidí v organizaci výrobního procesu zásadní míru, kterou firma rozhoduje o své efektivnosti a tím pádem následně ovlivňuje svoji konkurenceschopnost na trhu. Výrobní proces rozděluje do tří po sobě jdoucích etap:

- Předvýrobní etapa;
- Výrobní etapa;
- Odbytová etapa.

Samotnou výrobu, chápáno jako proces ve výrobní etapě, lze rozdělit podle nespočtu kritérií. Důležité je vždy při pohledu na výrobní proces pochopit, který typ výroby skýtá své

výhody či nevýhody, jaké prostředky a zdroje jsou k ní potřeba, jaké druhy výrobků, kolik a za jakou dobu jich je schopna produkovat apod.

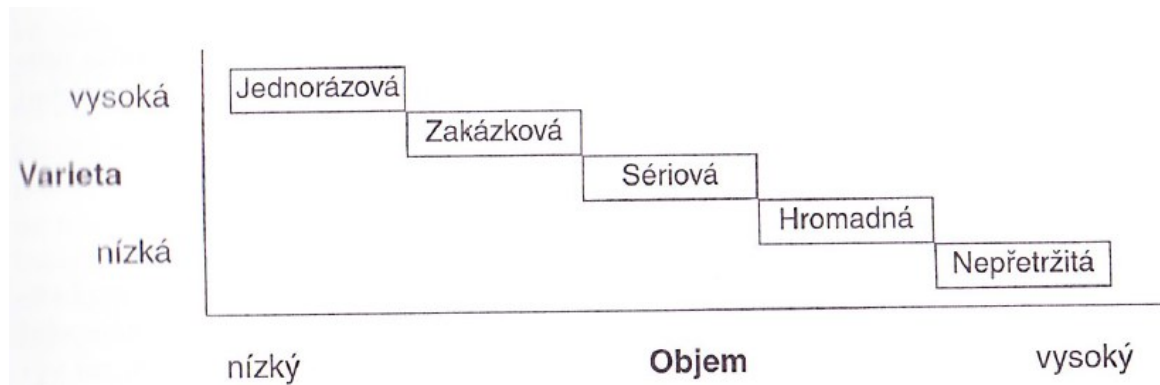
Hledisko podílu dané výroby na celkovém produkčním portfoliu rozděluje základní výrobní procesy následovně (Synek a kol., 2007, s. 242 - 243):

- **Hlavní výroba** – výrobky tvoří hlavní náplň výroby firmy;
- **Vedlejší výroba** – polotovary, náhradní díly;
- **Doplňková výroba** – zpracování odpadu, výroba na nevyužitých kapacitách;
- **Přidružená výroba** – charakteristicky se liší od ostatních.

Dalším hlediskem je úroveň standardizace výroby, která zohledňuje problematiku počtu a druhů výrobků (Kavan, 2002, s. 22 – 23):

- **Projekt** směřuje k výrobě unikátního produktu, který je časově omezen. Více k projektu v kapitole Projektové řízení;
- **Kusová výroba** produkuje více různých výrobků v menších množstvích. Reflektuje tak měnící se požadavky zákazníka;
- **Sériová výroba** naopak zajišťuje produkci jednoho nebo menšího množství produktů, které jsou si velmi podobné. Vyznačuje se vyšší standardizací a automatizací zařízení a lze jí dosáhnout vysoký stupeň efektivnosti;
- **Hromadná výroba** slouží k produkci vysoce unifikovaných výrobků ve velkém množství. Automatizace je na nejvyšším stupni a efektivnost dosahuje maximálních hodnot.

Synek a kol. (2007, s. 243) například řadí projektovou výrobu do kusové, jako její zvláštní typ. Hromadnou výrobu dále doplňuje o **proudovou**, která umožňuje nepřetržitý provoz a plynulý tok produktů, a na **pásovou**, ve které výrobky putují po pracovištích na pásech. Také zdůrazňuje u hromadné výroby vysoký stupeň automatizace a mechanizace. Graficky lze druhy výroby dle standardizace zobrazit následovně:



Obrázek 4 – Typy výroby (Fiala, 2002, s. 23)

V tomto kontextu lze chápat jednorázovou výrobu jako projekt a zakázkovou jako kusovou.

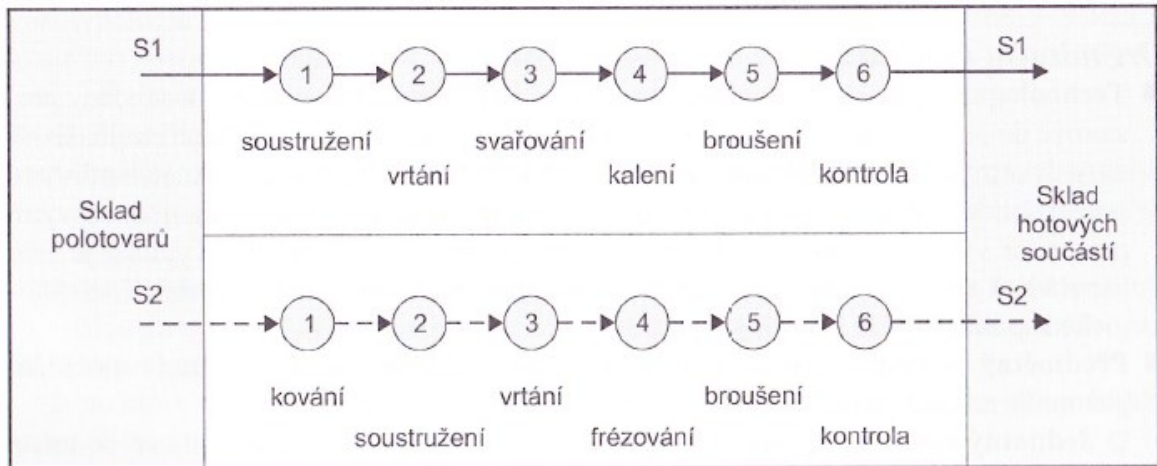
Výrobu lze také dělit podle rozvržení zařízení potřebného k samotné výrobě. Zde se lze setkat s různými pojmy, ovšem princip i účel dělení je neměnný. Synek a kol. (2007, s. 243) rozděluje výrobu na **předmětnou** a **technologickou**. Fiala (2002, s. 26 - 27) vidí způsoby dělení více detailně:

- **Pevná pozice** – výrobek zůstává na místě a veškeré potřebné zařízení, suroviny a lidské zdroje jsou k němu přemísťovány. Tento způsob rozvržení se prioritně využívá u projektové výroby;
- **Rozvržení výroby podle procesu (technologické)** – zde velký počet výrobků má vždy svůj vlastní proces zpracování. Aplikuje se především u zakázkové, neboli kusové výrobě;
- **Rozvržení podle produktu (předmětné)** – jedná se o uspořádání výroby jednoho nebo malého počtu výrobků produkovaných ve velkých sériích. V tomto případě hraje důležitou roli takt linky;
- **Skupinové rozvržení** – jedná se o kompromis mezi produkčním a procesním rozvržením. Principem je tvorba výrobních zařízení s podobnými operacemi, kudy jednotlivé výrobky prochází.

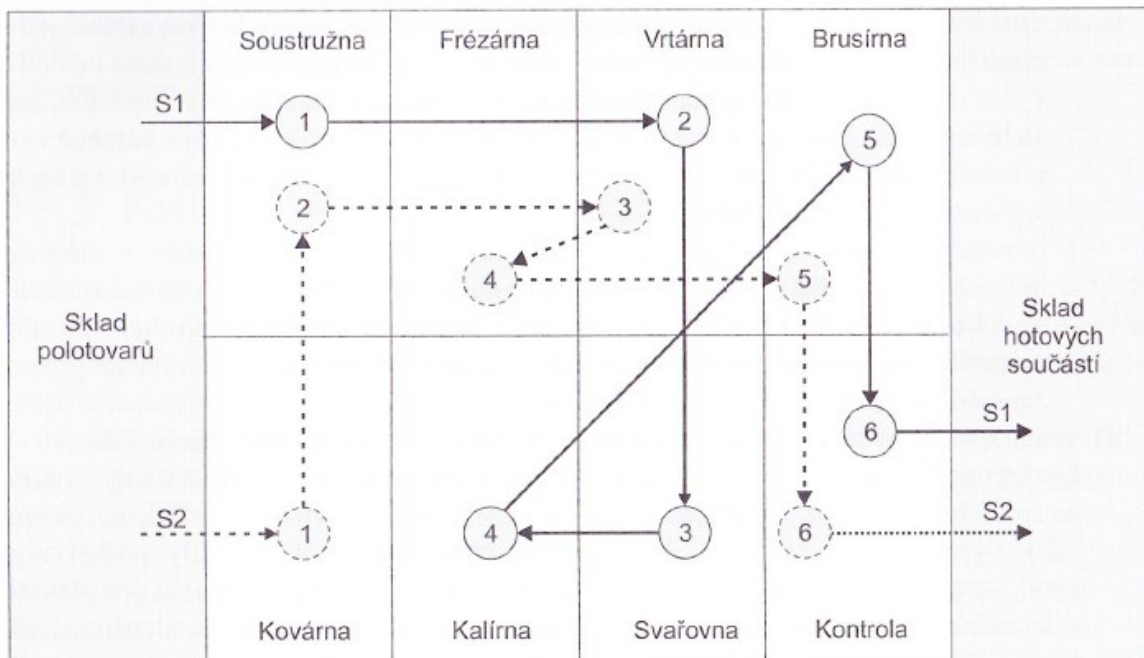
Kavan (2002, s. 188) doplňuje uspořádání pracovišť o tzv. buňkovou výrobu. Jedná se o autonomní a flexibilní podobu předmětného uspořádání. Buňky jsou uspořádány s minimálními požadavky na přepravu materiálu a výrobků. Potom skupina podobných výrobků putuje stejnou cestou.

Pro přehlednější zobrazení a pochopení rozdílu mezi předmětným a technologickým uspořádáním poslouží následující obrázky:





Obrázek 5 – Předmětné uspořádání výroby (Tomek a Vávrová, 2007, s. 198)



Obrázek 6 – Technologické uspořádání výroby (Tomek a Vávrová, 2007, s. 198)

Poslední uvedené dělení výrobního procesu spočívá ve způsobu vzniku výrobku nebo meziproduktu (Badiru, 2014, s. 338):

- Odlévací procesy;
- Tvarovací a formovací procesy;
- Obráběcí procesy;
- Spojovací procesy;
- Dokončovací procesy;
- Netradiční výrobní procesy.

Poslední jmenované sestávají z následujících procesů, které zažily rozmach až v posledních desetiletích (Badiru, 2014, s. 372):

- Obrábění na elektrické bázi;
- Laserové obrábění;
- Ultrazvukové svařování;
- Řezání vodním paprskem;
- Práškové hutnictví;
- Přesná výroba;
- Přísadová výroba;
- Bio – výroba.

Jak už bylo zmíněno v úvodu kapitoly, kritérií pro dělení je nespočet. Důležitá je především znalost jednotlivých charakteristik typů výroby, neboť v zásadní míře ovlivňují rozhodování managementu v plánování a řízení. Jelikož si dnešní dynamické prostředí vyžaduje kombinace několika typů výrobního procesu, podrobná analýza je nezbytná k dosažení požadovaných výsledků na odpovídající úrovni a v požadující kvalitě neboť jen tak lze dosáhnout konkurenčních výhod a zajistit firmě dostatečný odbyt produktů. Komplexní přehled výše zmíněných hledisek dělení znázorňuje Příloha I.

## 2 PRODUKTIVITA

Jedním z hlavních pilířů konkurenceschopného podniku je jeho produktivita. Mnoho lidí se produktivitou zaobírá a ještě více mají v oblibě ji používat pro hodnocení výrobních i nevýrobních procesů. Není však jednoduché určit její míru a v praxi je to bohužel běžný fenomén, že odpovědní manažeři neovládají dostatečně odvození. Jako velmi obecné vyjádření produktivity lze použít poměr mezi výstupem z daného procesu a vstupem, který vyjadřuje potřebné zdroje (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 27):

$$\text{produktivita} = \frac{\text{výstup}}{\text{vstup}}$$

### 2.1 Typy produktivity

Průmysloví inženýři, kteří mají jako jeden z hlavních úkolů produktivitu sledovat a zvyšovat, musí znát veškeré faktory, které produktivitu ovlivňují a pro další a detailnější potřeby ji lze dělit následovně (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 27):

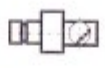

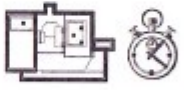

- Parciální produktivita;
- Index produktivity;
- Celková produktivita.

#### 2.1.1 Parciální produktivita

Pro poměření každého zdroje zvláště používáme právě parciální, neboli dílčí, produktivitu. Výstup je kvantifikován pomocí jednotek vůči každému zvolenému zdroji. Zdroje je možné rozkládat do větších detailů zejména tehdy, pokud je vytipována oblast, která by mohla produktivitu zvýšit. Vzorec pro její výpočet je následující (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 28 – 29):

$$\text{parciální produktivita} = \frac{\text{celkový měřitelný výstup}}{1 \text{ třída měřitelného vstupu}}$$

Pro názornější pochopení poslouží obrázek níže:

<b>Výstup</b>  2400 výrobků	<b>Parciální produktivita</b>  $\frac{2400}{40} = 60$ výrobků na 1 hodinu pracovníka  $\frac{2400}{8} = 300$ výrobků na 1 strojní hodinu  $\frac{2400}{120} = 20$ výrobků na 1 m materiálu
<b>Vstup 1</b>  5 x 8 = 40 hodin	
<b>Vstup 2</b>  1x8 strojních hodin	
<b>Vstup 3</b>  120 m materiálu	

Obrázek 7 – Příklady výpočtu parciální produktivity (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 29)

### 2.1.2 Index produktivity



Produktivita a její měření dostávají smysl pouze v časovém horizontu, aby byla možnost porovnávat různá období. K tomu slouží index produktivity, který vyjadřuje poměr aktuální produktivity k tzv. **standardu produktivity** v procentech (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 30):

$$\text{index produktivity} = \frac{\text{aktuální produktivita}}{\text{standard produktivity}} \times 100$$

Podle Mašína a Vytlačila (2000, s. 30) lze standard produktivity určit několika způsoby pomocí:

- Výsledků minulých období;
- Výjimečných výsledků předchozích období;
- Výsledků dosahovaných konkurencí;
- Analýz a měření průmyslových inženýrů.

Opět pro názornější představu poslouží následující obrázek:

Stávající produktivita	Standard produktivity	Index produktivity
 <b>Vstup 1</b> 60 výrobků na 1 hodinu pracovníka	 <b>Vstup 1</b> 80 výrobků na 1 hodinu pracovníka	$\frac{60 \times 100}{80} = 75\%$
 <b>Vstup 2</b> 300 výrobků na 1 strojní hodinu	 <b>Vstup 2</b> 300 výrobků na 1 strojní hodinu	$\frac{300 \times 100}{300} = 100\%$
 <b>Vstup 3</b> 20 výrobků na 1 m materiálu	 <b>Vstup 3</b> 25 výrobků na 1 m materiálu	$\frac{20 \times 100}{25} = 80\%$


Obrázek 8 – Příklad výpočtu indexu produktivity (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 29)

### 2.1.3 Celková produktivita

Pokud je nutnost zaměřit se na celkovou produktivitu podniku, je nutné uvažovat více ekonomicky a pohled na produktivitu musí zahrnovat podnik jako celek. Jedná se tedy o poměr celkového výstupu vůči všem spotřebovaným zdrojům a nazývá se celková (totální) produktivita (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 32):

$$\text{celková produktivita} = \frac{\text{celkový měřitelný výstup}}{\text{celkový měřitelný vstup}}$$

Při jejím výpočtu je ovšem nutné přetransformovat veškeré vstupy na společnou jednotku, kdy se z praktického hlediska nejvíce využívá finanční měřítko. Z celé koncepce totální produktivity plyne základní poučka pro manažery, která hovoří o tom, že ne nutně pokles produkce musí ovlivňovat celý výrobní plán (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 32). Jsou tedy brány zřetele na všechny dílčí vstupy a nemusí poklesem parciální produktivity jednoho klesnout produktivita celková. Faktory, které celkovou produktivitu ovlivňují, jsou natolik rozmanité, a proto je nutné uvažovat také finanční ukazatele a vlivy z okolí firmy, jako jsou tržní ceny výstupů, legislativní změny apod. Názorně lze pojetí celkové produktivity vyjádřit následovně:

<b>Výstup</b>  2400 výrobků	<b>Stávající totální produktivita</b>  $\frac{2400}{4800+6400+24000} = 0,068$  tzn. 0,068 výrobku na jednu vloženou Kč
<b>Vstup 1</b>   5 x 8 = 40 hodin (1 hodina = 120 Kč) 4800 Kč	
<b>Vstup 2</b>   1x8 strojních hodin (1 hodina = 800 Kč) 6400 Kč	
<b>Vstup 3</b>  120 m materiálu (1 m = 200 Kč) 24000 Kč	

Obrázek 9 - Příklad výpočtu celkové produktivity (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 33)

## 2.2 Faktory ovlivňující produktivity

Cílem každého podniku je produktivitu zvyšovat a tím naplnit již zmíněnou konkurenceschopnost. Pokud je zvyšování úspěšné, zajistí si tím podnik mnoho následujících výhod (Mašín a Mašín, 2012, s. 11):

- Vyšší konkurenceschopnost díky nižším cenám;
- Lepší využití kapitálu a zdrojů;
- Zlepšení podnikových procesů;
- Větší zisk;
- Možnost financovat rozvoj podniku a inovace;
- Zvýšení spokojenosti akcionářů i zaměstnanců.

Aby tedy bylo dosaženo jejího zvýšení, je zapotřebí důsledně sledovat všechny faktory, které ji ovlivňují, aby je bylo možné co nejvíce eliminovat. Podle Mašína a Mašína (2012, s. 12) lze faktory obecně rozdělit na **vnitřní** (lze je z hlediska podniku v krátkodobém horizontu ovlivňovat) a **vnější** (managementem firmy neovlivnitelné). Mezi vnitřní řadí tyto:

- Efektivnost výrobních postupů;
- Úroveň a stav strojů;
- Motivační systém.

Mezi vnější řadí následující:

- Ceny nakupovaných materiálů;
- Měnové kurzy;
- Stav infrastruktury.

Autoři uvádí ještě další dva faktory, které ovšem ovlivňuje jak okolí podniku, tak je může výrazně ovlivnit i podnik sám. **Náklady zajištění personálu** mohou být výrazně ovlivněny legislativním rámcem v podobě minimální mzdy, daňových odvodů aj., ale samozřejmě je ovlivňuje i podnik svými platovými podmínkami. **Znalosti pracovníků** pochází parciálně ze vzdělávacího systému daného státu, velkou měrou ovšem může jejich znalosti rozvíjet i podnik sám vlastními prostředky, kapacitami a politikou vzdělávání. Mašín a Vytlačil (2000, s. 34) ještě doplňují tyto faktory o **úroveň metod průmyslového inženýrství, využívání kapitálu a stavu národního hospodářství a ekonomiky**.

### 3 RACIONALIZACE

Pojem racionalizace je obecně známý, ovšem je třeba si vysvětlit, kde se tento pojem vzal a na čem je založen. Využití racionalizace není samozřejmě jen ve výrobních procesech, ovšem v této práci tak bude na ni pohlíženo. Zelenka a Preclík (2004, s. 3) definují racionalizaci následovně:

*„Racionalizace je nauka o metodách racionálního řešení úkolů, která zahrnuje cílevědomou a systematickou činnost, zkoumá, třídí, posuzuje a kriticky hodnotí všechny činnosti ve výrobním procesu a jeho podstatném okolí a to jak jednotlivě, tak ve vzájemných vztazích, a na jejich podkladě navrhuje řešení, která umožní zvýšit technicko-organizační úroveň všech činností potřebných pro produktivní a efektivní realizaci řešeného úkolu“*

Dnešní racionalizační projekty se zaměřují na komplexní okolí podniku a odráží logistický řetězec subdodavatel – výrobek – zákazník.

Cílem racionalizace je zamezit jakémukoli druhu plýtvání, které je spojeno s vývojem, výrobou, kontrolou a prodejem produktů. Tento princip systémového uvažování a realizace opatření se nazývá štíhlá výroba, z anglického lean production (Zelenka a Preclík, 2004, s. 4). Touto problematikou se zabývají v podnicích průmysloví inženýři.



## 4 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Konkurenceschopnost dnešních podniků již byla zmíněna v předchozích kapitolách nejednou. Jako stěžejní oblast konkurenceschopnosti figuruje produktivita a efektivnost. Právě těmito pojmy a hlavně realizací jejich zvyšování se zabývá průmyslové inženýrství (dále jen „PI“). Definic toho relativně nového oboru existuje nespočet. Jelikož se tato disciplína vyvíjí se změnami okolí podniků a dynamiky trhů, oblasti, které PI řeší, se neustále rozšiřují. Obecně známou a velmi výstižnou definici prezentuje Badiru takto (2014, s. 3 – 4, vlastní překlad):

*„Průmyslový inženýr – ten, kdo se zabývá tvorbou, zaváděním a zlepšováním integrovaných systémů lidí, materiálů, informací, vybavením a energií pomocí speciálních znalostí a dovedností v matematických, fyzikálních a sociálních vědách společně s principy a metodami inženýrských analýz a specifikuje, předpovídá a vyhodnocuje výsledky získané z těchto systémů.“*

Jak je z definice patrné, PI zahrnuje mnoho poznatků z několika vědních oborů. Proto se jedná o tzv. interdisciplinární obor. Průmyslový inženýr podle Mašina a Vytlačila (2000, s. 84 – 86) musí disponovat širokými znalostmi a schopnostmi komunikace. Na podnik se dívá celostně a stmeluje řadu odborníků v něm do fungujícího celku, který má za cíl maximalizovat zisk pomocí svých zařízení, znalostí a kapitálu. Projektuje práci pro zaměstnance hledáním nových cest ke zvyšování produktivity, dodržení bezpečnosti práce a zaváděním ergonomie.

Chromjaková (2013, s. 5 – 6) vyzdvihuje v práci průmyslového inženýra využívání moderních technologií, jako jsou 3D simulace či počítačově podporované plánování a rozvrhování výroby. Tím se mění profilace průmyslového inženýra na jakéhosi organizátora vzájemných vazeb v podniku. Je na něj kladen větší požadavek na kreativitu, inovativnost a pragmatismus. Na PI se dívá jako na systém o třech dimenzích.



Obrázek 10 – Trojdimenzionální rozměr PI  
(Chromjaková, 2013, s. 6)

#### 4.1 Historie



Obrázek 11 – F. W. Taylor (Mašín  
a Vytlačil, 2000,  
s. 87)

První stopy PI můžeme hledat v přelomu 19. a 20 století v USA. Za průkopníka je považován Frederick Winslow Taylor, který své poznatky a metody shrnul v díle Principy vědeckého řízení (1911). Celá jeho práce spočívala ve stanovení časových standardů výrobních operací, hledání správného způsobu práce, zaučování dělníků a stanovení jejich odpovídajících odměn (Badiru, 2014, s. 7).

Dalšími významnými představiteli rozvoje PI byli manželé Frank a Lilian Gilberthovi. Zabývali se tzv. „pohybovými studii“, kde stanovili 17 základních pohybů, pomocí kterých lze popsat veškeré manuální činnosti. Těmto pohybům se říká „therbligý“ (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 87)

Pomocí nástrojů a metod předchozích autorů lze provádět tzv. „časové studie“. Methods-Time Measurement (dále jen MTM), čili metody měření času, byly plně rozvinuty Haroldem B. Maynardem. Jedná se o kombinaci časových a pohybových studií. Každému druhu pohybu je přiřazena odpovídající časová délka na základě dlouhodobého měření a pozorování v praxi (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 88).



Obrázek 12 – ShingeoShingo  
(Mašín a Vytlačil, 2000, s. 87)

V Japonsku se za zakladatele PI považuje Shingeo Shingo. Je spojován s takovými pojmy jako je SMED (Single-Minute Exchange of Die), neboli systém rychlých změn, JIT (Just In Time) aj. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 88).

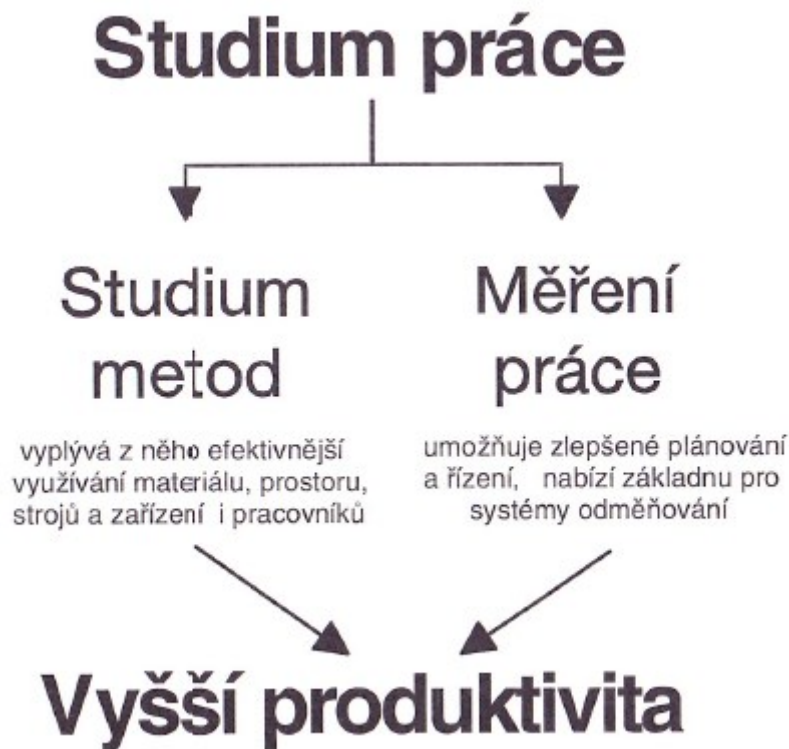
U nás lze považovat za prvního představitele PI Tomáše Baťu. Čerpal z poznatků získaných na cestách do USA, které pak aplikoval ve svých závodech nejen v tehdejšímu Československu, ale po celém světě.

## 4.2 Klasické průmyslové inženýrství

Od dob vzniku samotného PI došlo v tomto oboru k mnoha změnám, které byly vyvolány vývojem prostředí kolem podniků. Klasické PI se podle Mašína a Vytlačila (2000, s. 89) zaměřuje na dvě základní disciplíny, a to **studium práce** a **operační výzkum**.

### 4.2.1 Studium práce

Cílem tohoto oboru PI je docílení optimálního využití lidské práce a materiálu, které jsou podniku dostupné. K tomu využívá studia **pracovních metod** a **měření práce**. Obě tyto disciplíny jsou kombinovány současně a pomocí nich je možno odhalit skryté plýtvání, které lze následně eliminovat nebo úplně odstranit (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 90).



Obrázek 13 – Studium práce (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 90)

Konceptem studia metod je rozložení lidské činnosti na co možná nejmenší elementy, které je možné poté analyzovat. K tomu se využívají pohybové studie, procesní analýzy, dotazníky, videozáznamy aj. Důležitým přístupem je kritické posuzování potřebnosti činností ve výrobním procesu (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 90).

Měření práce sleduje čas potřebný k provedení určité činnosti. Výstupem jsou potom normy spotřeby času, které se pak využívají při plánování výroby, sestavování linek apod. Důležitým aspektem je zde odbourání subjektivity, protože celý princip stanovení norem je postaven na průměrnosti znalostí a výkonu dělníka. Pro stanovování norem se nejvíce využívá následujících technik:

- Hrubé odhady;
- Kvalifikované odhady;
- Využití historických údajů;
- Časové studie pomocí přímého měření;
- Systém předem určených časů.

V dnešní podnikové realitě se maximálně využívají dva poslední jmenované nástroje, které stanoví optimální pohybový vzorec a čas potřebný k jeho vykonání (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 92).

#### 4.2.2 Operační výzkum

Dík rozvoji výpočetní techniky v 2. polovině 20. století a exaktního rozhodování ve vojenském prostředí nastala doba kvantitativního přístupu, který byl pojmenován operačním výzkumem. Důraz byl kladen na matematické řešení problematiky PI a modelování. Mezi nejpoužívanější metody operačního výzkumu v PI patří (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 94):

- Síťové grafy;
- Sekvenční úlohy;
- Matematická statistika;
- Modely hromadné obsluhy;
- Teorie zásob;
- Teorie obnovy a údržby.

Následný vývoj prostředí a rozmach globalizace ovšem vyžadoval komplexnější přístup k problematice PI, jenž zahrnuje v sobě také sociologické a organizační aspekty, které už klasické PI nepokrývá (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 94 - 95).

#### 4.3 Moderní průmyslové inženýrství

Konkurenční prostředí se koncem 20. století rozrostlo do celosvětových rozměrů a donutilo podniky na něj reagovat prostřednictvím inovací, re-engineeringem podnikových procesů a vzděláváním vlastních zaměstnanců. Moderní PI všechny tyto problémy řeší a funguje jako kvalitní obrana proti konkurenci. Rozšiřuje exaktní metody o problematiku lidského faktoru, který se stal nedílnou součástí průmyslu. Zaměřuje se na investice do lidského kapitálu a jeho rozvoje. Moderní PI se orientuje na následující aktivity v interní podnikové oblasti (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 97):

- Zvýšení kvalifikace a účasti zaměstnanců na řízení;
- Zlepšení organizačních systémů;
- Zlepšování procesů a eliminace plýtvání;
- Zajišťování kvality po celou dobu existence produktu;
- Měření a hodnocení produktivity.

V externím prostředí se zabývá zlepšováním procesů spojeným s dodavateli pomocí dočasně vytvářených projektových organizačních struktur, které v sobě zahrnují zaměstnance

dodavatele i zákazníka, čím je možné obstarat komplexní pohled na dodavatelsko-odběratelské vztahy (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 98).

## 5 LEAN MANAGEMENT

S pojmem Lean Management se začalo pracovat v 90. letech 20. století jako s myšlenkou firmy Toyota v Japonsku. Liker ho popisuje štíhlým řízením, které je bráno jako komplexní koncepce, z níž vychází výrobní systém Toyoty (Toyota Production System – dále jen TPS) (2007, cit. podle Poláková a Bobák, 2013, s. 25). Štíhlým podnikem se rozumí prostředí příznivé pro zlepšování procesů a prevenci jakýchkoli ztrát. Štíhlý systém je zaměřen na zákazníka a odráží jeho aktuální potřeby, čili dělá výrobní systém pružnější a snaží se vyrábět pouze dle odbytových potřeb (MacInnes, 2006, s. 1). Badiru spatřuje v pojmu „*lean*“ schopnost vyrábět více s menším množstvím zdrojů (2014, s. 291).

Pro správnou aplikaci štíhlého přístupu je nutno „*selského rozumu*“ a cyklického přístupu, který spočívá v malých a postupných krocích zlepšování (inkrementálních změn) což má za úkol eliminovat negativní dopady pokusných řešení. K tomu je využíváno následujících principů (Svozilová, 2011, s. 32):

- Určení hodnoty podle zákaznických požadavků a potřeb;
- Identifikace činností přidávajících hodnotu danému produktu;
- Rozpohybování procesů sahajících i mimo organizaci (subdodavatelé a zákazníci);
- Řízení výroby výhradně dle potřeb zákazníka;
- Neustálá snaha o dosažení ideálního stavu bez ztrát a plýtvání.

Chromjaková a Rajnoha (201, s. 44) doplňují tyto principy štíhlého podniku o další:

- Výroba na objednávku;
- Malé velikosti výrobních dávek;
- Implementace buňkové výroby;
- Rychlé přetypování;
- Multifunkční týmy;
- Vizuelní signalizace aj.

Z těchto principů pak následně vznikají dílčí cíle štíhlého podniku, které definuje MacInnes takto (2006, s. 3 – 4):

- Zlepšit kvalitu;
- Eliminovat ztráty;
- Zkrátit dobu realizace;
- Snížit náklady.

Mezi některé účinné a praktikované metody, které naplňují filozofii „lean“, řadí Wilson tyto (2009, cit. podle Poláková a Bobák, 2013, s. 28 – 29):

- Value Stream Mapping (dále jen VSM) – mapování hodnotového toku;
- Identifikace plýtvání;
- Implementace metody 5S;
- Zavedení tažného systému ve výrobním procesu;
- Aplikace metody SMED;
- Poka – yoke – identifikace lidské chyby;
- Jidoka – systém zastavení stroje v případě detekce nekvalitního výrobku;
- TPM – Total Productive Maintenance – Systém údržby strojů a zařízení.

## 5.1 Plýtvání

V Kapitole 2 byly zmíněny faktory, které mají na její výši nemalý vliv. Jakékoli zbytečné a neefektivní činnosti ať už fyzického nebo psychického charakteru plýtvají podnikovými zdroji. Mašín a Mašín (2012, s 15) zdůrazňují i rozdíl mezi „zjevným“ a „skrytým“ plýtváním. Zjevné lze snadno identifikovat a odstranit, ovšem skryté chápou jako největší problém. Vymezuji je jako činnosti, které je nutné vykonávat, aby byl dodržen technologický postup, ale jejich eliminace a redukce už není tak viditelná a hmatatelná. Doslovně plýtvání definují takto:

*„Plýtvání je vše, co nepřidává produktu hodnotu, anebo ho nepřibližuje zákazníkovi.“*

Klasifikaci plýtvání do osmi druhů definuje Liker (2007, cit. podle Mašín a Mašín, 2012, s. 15 – 16):

- Zbytečné pohyby;
- Čekání;
- Zbytečná manipulace;
- Zmetky;
- Zbytečné pracovní postupy;
- Nadbytečné zásoby;
- Nadvýroba;
- Nevyužitý potenciál pracovníků.



### 5.1.1 Zbytečné pohyby

Spočívají v pohybech pracovníků i strojů, které nejsou nezbytně nutné. Zasahuje do nich i problematika ergonomie, tudíž nastavení individuálního pracoviště a jeho okolí. Řadí se sem nahýbání, natáčení, přecházení apod.



Obrázek 14 – Zbytečné pohyby (Mašín a Mašín, 2012 s. 16)

### 5.1.2 Čekání

Jestliže pracovník čeká během pracovního cyklu stroje nebo dojde k jeho prostojům díky nedodání potřebného materiálu, jedná se o čekání, které nepřidává žádnou přidanou hodnotu během transformačního procesu a tím odporuje elementární myšlence štíhlé výroby.

### 5.1.3 Zbytečná manipulace

Pohyb materiálu v rámci výrobního podniku je nutný, nesmí ovšem být nadbytečný a neúčelový. Správným layoutem podniku a zmenšením výrobní dávky lze pohyby materiálu redukovat na minimální úroveň. Nesmí se ani zapomínat na zbytečnou manipulaci v rámci jednotlivých pracovišť.

#### 5.1.4 Zmetky

Úsilí a zdroje vynaložené na opravu neshodných výrobků klasifikují tento druh plýtvání, jelikož zvyšují náklady, kterými pak podniky dosahuje kvality pro zákazníka. Plánování a řízení kvality je účinným nástrojem, jak zmetkům předcházet.

#### 5.1.5 Zbytečné pracovní postupy

Vznikají v oblastech, kde se díky nadměrnému a hlavně nepotřebnému technickému přístupu komplikuje technologie výroby. Pokud není potřeba pro pokrytí potřeb zákazníka využívat přebytečná technická úroveň, není důvod ji aplikovat, protože odporuje hodnotové idey plýtvání.

#### 5.1.6 Nadbytečné zásoby

Udržování zbytečných zásob díky špatnému plánování výroby výrazně zvyšuje náklady na jejich uchování. Zahrnují se do nich materiály, rozpracovaná výroba, suroviny aj. Dnešní rychle se měnící požadavky zákazníků nutí řídit výrobu tahem, čili od zákazníka ke zdrojům. Nadbytečné zásoby vznikají opačným principem tlaku, kdy je výroba plánována se zbytečným předstihem a pro dílčí výrobní úseky.



Obrázek 15 - Nadbytečné zásoby (Mašín a Mašín, 2012 s. 18)

### 5.1.7 Nadvýroba

Se spojením předchozího případu plýtvání souvisí i nadvýroba. Cokoli, co je vyrobeno, a není následně hned zpeněženo, zvyšuje náklady v podobě skladování, udržování vlastností výrobků apod.

### 5.1.8 Nevyužitý potenciál pracovníků

V případech, kde není vhodně nastavena horizontální i vertikální komunikace mezi pracovníky, nedochází k předávání zkušeností a znalostí, které mohou být využity pro zlepšování procesů v podniku. Takový stav je pro zaměstnance demotivující a neumožňuje jim vlastní realizaci v tvorbě námětů, které mají plýtvání eliminovat a předcházet mu.

Některé zdroje považují za plýtvání také nevhodné nakládání se zdroji, jako je například elektřina, voda apod. Ne jen že způsobují podniku náklady, ale jsou také břemenem pro životní prostředí, které se dnes stává jedním z hlavních pilířů výroby moderních firem (Lean Manufacturing Tools, © 2017).

## 5.2 Metoda 5S

Dalším podstatným nástrojem principů štíhlého podniku je metoda 5S, která podle MacInnese (2006, s. 29) spadá do problematiky **vizuálního managementu**, který definuje takto:

*„Vizuální management je soubor metod, které odhalují ztráty, takže je můžete eliminovat a zabránit jejich výskytu v budoucnosti, seznamují všechny zaměstnance s provozními normami podniku, takže je zaměstnanci mohou snadno dodržovat a zlepšují účinnost pracoviště v celé organizaci“*

Metoda 5S se skládá z 5 po sobě jdoucích kroků. Název získala právě podle názvu jednotlivých kroků z japonštiny, které jsou následující (Košturiak a Gregor, 2002, s. E / 11 – 1):

- **Separace** (*seiri*) – cokoli, co je na pracovišti nepotřebné, se musí odstranit;
- **Systematizace** (*sezon*) – uspořádání potřebných věcí na dosah;
- **Čištění** (*seiso*) – kompletní očištění pracoviště a strojů;
- **Standardizace** (*seiketsu*) – udržování nastavených standardů;
- **Sebedisciplína** (*shitsuke*) – výcvik všech pro dodržování standardů.

Využití této metody je možné nejen ve výrobě, ale kdekoli v jiném profesním zařazení od ředitele až po uklízečku (Košturiak a Gregor, 2002, s. E / 11 – 3).

Imai (2005, s. 98 – 100) doplňuje vizuální management o **metodu 5M**, které název vychází z pěti anglických slov. Má za úkol upozornit a zviditelnit jakékoli abnormality v podniku.

Náplní tohoto přístupu jsou:

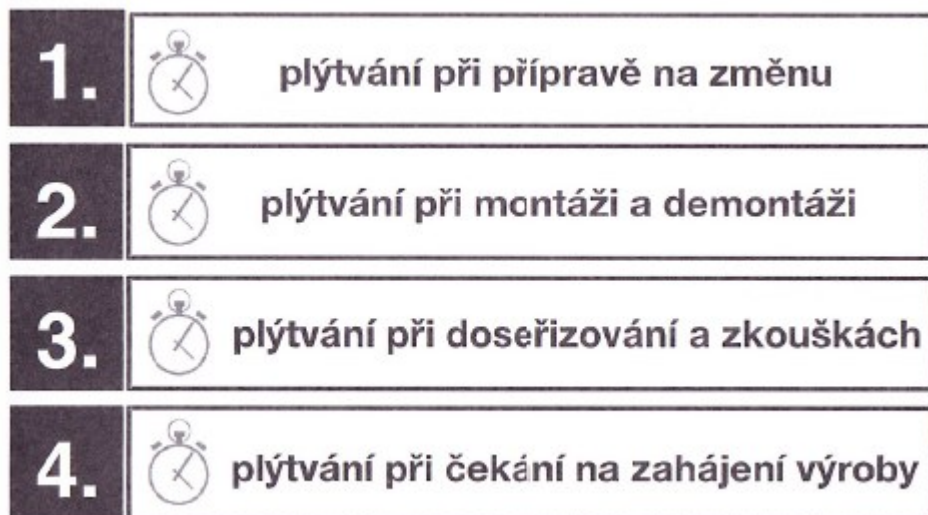
- **Lidé** (*manpower*) – pracovní morálka, absence, znalosti, standardy
- **Stroje** (*machines*) – poruchy, opravy, kvalita výrobků, frekvence údržby
- **Materiály** (*materials*) – plynulost toku, kanban, způsob skladování, zásoby
- **Metody** (*methods*) – pracovní postupy, bezpečnost, doba pracovního cyklu
- **Měření** (*measurement*) – měřidla, nastavení strojů, bezpečnost provozu strojů

### 5.3 SMED

Jedním z kroků zvyšování produktivity je snižování času nutného pro seřízení stroje. V klasickém pojetí se tomuto podniky vyhýbali tím, že zvyšovaly výrobní dávky a tím se poměr času seřízení několikanásobně zmenšil oproti průběžné době výroby stanovené dávky. Takto se tedy čas projevoval do produktivity nevýrazně. Tato logika čerpá ze selského rozumu a není na ní nic zvláštního (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 206)

Košťuriak a Gregor (2002, E / 1- 1) uvádí, že redukce časů potřebných k přetypování zařízení může znamenat až 80 % úsporu výrobních nákladů. To už určitě stojí za zvážení.

Jelikož dnešní doba vyžaduje velkou pružnost výroby na základě požadavků zákazníků, seřizování se stává běžnou praxí ve výrobním procesu a vyskytuje se čím dál častěji. Proto je nutné se na něj zaměřit jako na příležitost ke zlepšení (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 209). Obrázek níže uvádí čtyři hlavní skupiny plýtvání zahrnující veškeré činnosti zpomalení seřízení a časových prostojů (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 211).

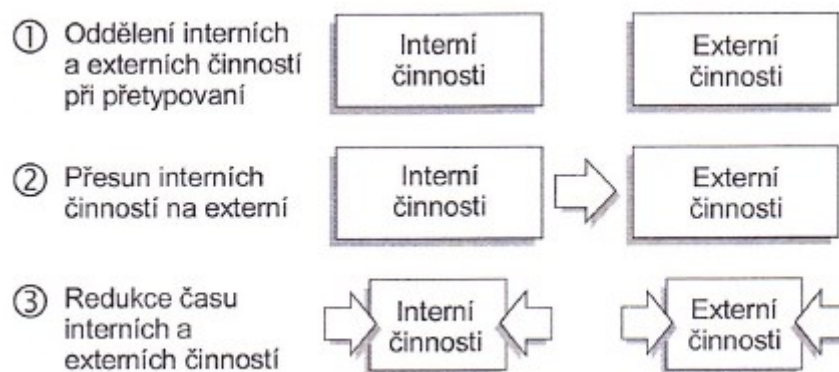


Obrázek 16 – Čtyři druhy plýtvání při SMED (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 211)

Radikální změnu do systému seřizování strojů vnesl ShingeoShingo počátkem 50. let minulého století. Operace rozdělil do dvou základních kategorií (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 212 - 214):

- Interní (provádí se při vypnutí stroje) – např. vlastní seřizování nástroje
- Externí (mohou být provedeny i během chodu stroje) – např. příprava nástroje

Aplikace samotné metody SMED potom spočívá v následujících třech krocích (2002, E / 1- 2).



Obrázek 17 – Tři kroky SMED (Košturiak a Gregor, 2002, E / 1- 2)

Tímto postupem se pak stanoví jízdní řád, který přesně popisuje tu kterou činnost a slouží seřizovačům a pracovníkům k provedení rychlé změny podle požadavku (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 221).

Nutno ještě dodat, že celý systém zavádění SMEDu je týmovou prací a výsledky se nedostavují ihned. Pouze opětovným trénováním lze ale po určité době dosáhnout časů pro seřízení řádově v minutách (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 219).

## 6 LINEÁRNÍ PROGRAMOVÁNÍ

Pro řešení mnoha výrobních problémů se hojně využívá lineárního programování (dále jen LP), které spočívá v optimalizačním principu. Snaží se tedy najít odpovědi na otázky potřeby času, materiálu, množství výrobků apod. Jako nejrozšířenější metoda se používá tzv. *simplexová metoda* (Kavan, 2002, s. 176).

Kavan také stanovuje čtyři základní součásti a předpoklady LP (2002, s. 176).

Součásti LP:

- Cíl (maximalizace, minimalizace);
- Proměnné;
- Vlastní omezení;
- Parametry.

Předpoklady LP:

- Linearita;
- Dělitelnost;
- Jistota;
- Nezápornost.

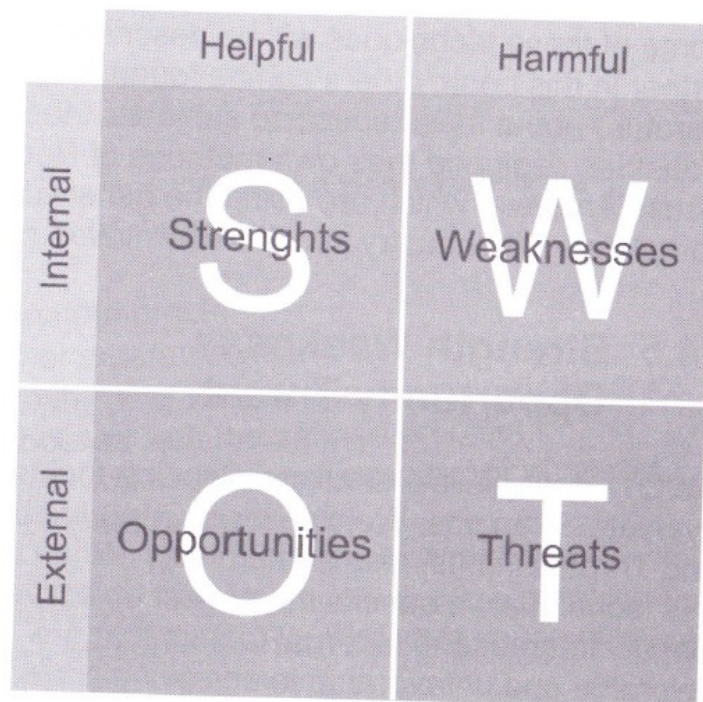
Celý proces LP je rozdělen do čtyř fází (Kavan, 2002, s. 176 – 178):

1. **Formulace ekonomického modelu** – spočívá ve stanovení výrobní, odbytové, nákladové aj. činnosti;
2. **Převod na matematický model** – převedení ekonomického problému na matematické řešení pomocí soustavy několika rovnic o několika neznámých. Zde se promítají proměnné, omezení a parametry, které musí být v modelování soustavy rovnic vzaty v potaz. Výsledkem je *účelová funkce*;
3. **Výpočet** – Pomocí výpočetní techniky lze soustavu rovnic vyřešit relativně rychle a hlavně přesně. Důležité je ale správně zvolit a převést jednotky, protože aplikace pro řešení LP zpravidla s jednotkami nepracují;
4. **Interpretace výsledků** – na základě výpočtu a správně zvolených jednotek můžeme výsledky interpretovat do praxe a zaujmout příslušná opatření k řešené problematice.



## 7 ANALÝZA SWOT

Jako velmi univerzální a užitečný nástroj pro orientaci v problematice lze využít SWOT analýzu. Využívá se jako nástroj strategického řízení organizace. Byla vytvořena Albertem Humphreym v 60. a 70. letech minulého století při výzkumném projektu na Stamfordské univerzitě. Název SWOT vznikl zkratkou z anglických výrazů Strengths – silné stránky, Weaknesses – slabé stránky, Opportunities - příležitosti a Threats – hrozby. (Grasseová, 2012, s. 295). Využití má tato metoda také v projektovém řízení, kdy hraje nemalou roli při analýze vnitřního prostředí firmy a jejího okolí, jelikož právě tyto významně ovlivňují splnění stanovených cílů projektu (De Ceuster, 2010, s. 69). Vnitřní prostředí firmy spočívá v analýze silných a slabých stránek. Faktory vnějšího prostředí představují příležitosti a hrozby. Jako vodítko pro správné rozdělení těchto dvou prostředí slouží rozdělení faktorů působících na firmu podle možnosti ovlivňování. Vnější prostředí je okolí podniku, které je činností firmy neovlivnitelné a fenomény, trendy či události, které se v něm dějí, jsou nezávislé na činnosti organizace (Grasseová, 2012, s. 297 - 298). Podle Fialy (2002, s. 16) by podniky měly věnovat obzvláště velkou pozornost vnějším faktorům týkajících se dodavatelů, zákazníků a konkurence. Jako výsledný produkt může posloužit grafické zobrazení matice SWOT doplněné o číselné zhodnocení závažnosti jednotlivých faktorů.



Obrázek 18 – Matice SWOT (De Ceuster, 2010, s. 70)



## 8 PROJEKTOVÝ MANAGEMENT

Pojem projekt byl už zmiňován v Kapitole 1. Jeho definice spočívala v časově ohraničené jednorázové činnosti sledující předem stanovený cíl při využití zdrojů. Dalším případem klasifikace projektu je podle De Ceustera tato (2010, s. 8, vlastní překlad):

*„Projekt je dočasná, organizovaná a řízená činnost vedoucí k vytvoření nového jedinečného výrobku nebo služby.“*

Tato definice více poukazuje na podstatu jedinečnost a unikátnosti každého projektu, což se sebou nese mnoho problémů a rizik.

### 8.1 Projektový troj-imperativ

Problematika projektového řízení vyžaduje systémový přístup, který umožní protnutí tří oblastí týkajících se projektu samotného. Dává podklad k tomu, aby kvantitativní nástroje byly vhodně transformovány do běžného života a byly možné aplikovat do praxe projektového řízení (Badiru, 2014, s. 721). Aspekty troj-imperativu jsou znázorněny na obrázku níže:



Obrázek 19 – Magický trojúhelník projektu  
(vlastní zpracování)

### 8.2 Fáze projektu

Jelikož je projekt časově omezen, lze jej rozdělit do několika fází, které logicky na sebe navazují. Každá fáze má svá specifika, vstupy a výstupy, odpovědné osoby aj. Badiru klasifikuje tyto následující kroky projektu (2014, s. 724 – 726):

1. **Identifikace problému** – iniciační fáze, ve které je zjištěna potřeba projektu spočívající v zavedení nového výrobku, implementaci nového procesu nebo zlepšení stávajícího zařízení;
2. **Definice projektu** – účel projektu je ujasněn a výstupem je stanovení cílu;
3. **Plán projektu** – vizualizace všech postupných kroků nutných k dosažení cíle projektu v určitém časovém horizontu. Barker a Cole (2009, s. 22) doplňují plán projektu o „*minimální obsah*“, který by každý plán měl zahrnovat:
  - a. **Cíle projektu a požadavky;**
  - b. **Vymezení předmětu projektu;**
  - c. **Výstupy projektu;**
  - d. **Zdroje;**
  - e. **Časový rozvrh s milníky.**
4. **Organizace projektu** – běžně probíhá současně s plánováním a stanovuje role v projektovém týmu;
5. **Alokace zdrojů** – vymezuje druhy a množství zdrojů potřebných k realizaci projektu, jako jsou peníze, lidé, informace, zařízení aj.;
6. **Časové rozvržení projektu** – čas je v projektu esenciálním atributem a je nutné všechny zdroje a činnosti pečlivě zasadit do časového rámce, aby nedocházelo ke konfliktům mezi potřebami v daných časových úsecích. Využívá se metody kritické cesty (dále jen CPM) nebo metody PERT (Program Evaluation and Review Technique), která je obdobou CPM, ovšem mající stochastickou povahu;
7. **Sledování projektu** – porovnávání reality s plánem projektu pomocí organizovaných zpráv o stavu projektu v určitém čase;
8. **Řízení projektu** – provádění odpovídajících akcí, které povedou k naplnění cíle projektu. Tyto akce vychází z plánu. Na základě výsledků předchozího kroku lze upravovat časové rozvržení činností, re – alokovat zdroje nebo změnit úkoly členů projektového týmu;
9. **Ukončení projektu** – závěrečná fáze, která musí odpovídat časově plánu projektu a musí být splněn cíl projektu. Výstupem pak může být den předání závěrečné zprávy, spuštění nového zařízení apod.

### 8.3 Řízení rizik

Každá činnost v běžném životě je ohrožena určitými riziky. Nejinak je tomu i u projektu, který může být rizikům vystaven. Barker a Cole nazývají rizikem tento případ (2009, s. 35):

*„Riziko je taková událost, která může nastat. Když nastane, ohrozí úspěšnou realizaci projektu.“*

Z definice je zřejmé, že událost, která je vyhodnocena, jako riziko, může nebo nemusí nastat. Má tedy stochastickou povahu, kterou lze vyjádřit pravděpodobnostní, s jakou může nastat. Pokud už se riziko objeví, má na projekt negativní vliv. Pokud by nemělo, nelze ho ani za riziko považovat.

Rizika se definují ještě před jeho zahájením projektu. K tomu slouží mnoho metod, jako brainstorming projektového týmu, interview se stakeholdery projektu, delfská metoda, identifikace kořenu příčiny problému, metoda FMEA, analýza příčin a následků aj. (De Ceuster, 2010, s. 64 – 77).

Nutná je také klasifikace rizik, aby je bylo možné seřadit a zaujmout k nim patřičná opatření proti jejich výskytu a opatření, pokud se již vyskytnou. Z definice rizika plynou dvě kategorie, které lze kvantifikovat, a tím každému identifikovanému riziku přidělit číselnou hodnotu. První kategorií je pravděpodobnost, s jakou riziko může nastat, a druhou je rozsah negativního dopadu na úspěšnou realizaci projektu. U každé kategorie se zvolí škála a následně se u každého rizika tyto dvě hodnoty v obou kategoriích mezi sebou vynásobí, čímž je riziku přidělena hodnota. Potom rizika s nejvyššími hodnotami zasluhují největší pozornost a je nutné přijmout patřičná opatření, která mohou být zahrnuta i do plánu projektu (Barker a Cole, 2009, s. 42 – 43).

Důležitým aspektem řízení rizik je i fáze průběžného sledování projektu, která byla zmíněna výše.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## **9 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI DECRO BZENEC, SPOL. S R. O.**

Společnost DECRO BZENEC, spol. s r. o. se zabývá výrobou, prodejem a montáží plastových a hliníkových oken a dveří. Zapsána do obchodního rejstříku byla v roce 1995. Firma původně začínala v pronajatých prostorech v Moravském Písku s 16 zaměstnanci. Na základě zvyšující se poptávky po segmentu plastových oken si společnost koupila a zrekonstruovala výrobní halu a postavila sklad v Bzenci, kde sídlí dodnes. Následně si koupila další budovu pro svou administrativní část zaměstnanců a nakonec výrobní halu zmodernizovala a vybavila moderní CNC linkou. Od roku 2004 zavedla systém řízení kvality ISO 9001. Následovala další zavádění norem ISO řady 14 001 a 18 001. Společnost si zakládá na nejvyšší kvalitě komorových profilů TROCAL od německého dodavatele HT TROPLAST AG, která jako první na světě sériově vyrobila plastové okno již v roce 1954 (DECRO BZENEC, 2016). Dnes má firma 140 zaměstnanců, z toho 100 dělníků a 40 technicko-hospodářských pracovníků (dále jen THP). Obrat za rok 2016 činil 287 miliónů korun (Interní dokumentace DECRO BZENEC).

### **9.1 SWOT analýza**

Jelikož je SWOT analýza velmi univerzální nástroj, byla využita i pro výrobní proces plastových oken. Spočívala v identifikaci silných a slabých stránek, příležitostí a hrozeb. Na základě důležitosti byly poté přiřazeny jednotlivým identifikovaným faktorům známky od 1 do 5 a byly také rozděleny podle podílu k jejich celkové váze, která byla 1. Výsledkem je potom rozdíl výsledků silných slabých stránek a rozdíl příležitostí a hrozeb.

Tabulka 1 - SWOT analýza (vlastní zpracování)

<b>Silné stránky</b>	Váha	Hodnocení	<b>Slabé stránky</b>	Váha	Hodnocení
CNC linka	0,2	3	Neochota ke změnám	0,2	2
Mnoho variant výrobků	0,3	5	Velké množství opadu	0,4	5
Vlastní finanční zdroje	0,2	2	Malé využití metod PI	0,2	1
Vlastní prostory	0,2	4	Nízká ergonomie	0,2	1
Vysoká kvalita	0,1	2			
<b>Součet</b>	<b>3,5</b>		<b>Součet</b>	<b>2,8</b>	
<b>Příležitosti</b>	Váha	Hodnocení	<b>Hrozby</b>	Váha	Hodnocení
Zavedení metod PI	0,2	1	Velké zimní slevy	0,2	3
Automatizace procesu kaširování	0,3	2	Pokles oboru stavebnictví	0,3	1
Růst zájmu o hliníkové produkty	0,4	5	Variabilita objednávek	0,2	4
Noví zaměstnanci	0,1	4	Zelená úsporám	0,3	2
<b>Součet</b>	<b>3,2</b>		<b>Součet</b>	<b>2,3</b>	

Jak je zřejmé z tabulky, převažují silné stránky i příležitosti, což znamená, že by se firma na ně měla cíleně orientovat a naplnit jejich předpoklady pro celkové zlepšení výrobního procesu.

## 9.2 Výrobní portfolio

Společnost DECRO BZENEC, spol. s r. o. nabízí širokou škálu výrobků na výplně otvorů z plastu a hliníku. Vyrábí také plastové zimní zahrady založené na hliníkové nosné konstrukci doplněné plastovými dveřmi a okny. Ve svém portfoliu má také doplňky v podobě žaluzií, rolet, parapetů, sítí, madel a sušáků na prádlo. Veškeré tyto doplňky prodává prostřednictvím subdodavatelů. Mezi strategické subdodavatele pro výrobu řadí společnost už výše zmíněnou firmu HT TROPLAST AG, která zajišťuje dodávky plastových profilů. Skleněné výplně odebírá od firmy AGC a sestavy kování od firmy ROTO.

# DECRO

## BZENEČ, spol. s r.o.

Obrázek 20 – Logo firmy (DECRO BZENEČ, 2016)

### 9.2.1 Plastová okna

Plastová okna představují hlavní výrobní artikl firmy, a to 75 procent celkové produkce. Konkrétně se jedná o cca 250 kusů za dvě osmihodinové směny. V rámci možností výrobní linky doplněné o linku kaširovací lze vyrobit velký počet variant výrobků, co se týká druhu profilu, velikosti okna, barvy rámu, druhu skleněné výplně aj. Okna jsou charakterizována několika vlastnostmi, od kterých se odvíjí jejich využití a také cena. Mezi tyto vlastnosti se řadí především stavební hloubka, statické vlastnosti, součinitel prostupu tepla, vodotěsnost, vzduchotěsnost a vzduchová neprůzvučnost. K výrobě oken firma využívá šesti druhů šesti-komorových profilů a dvou druhů pěti-komorových, které už ale ztrácí na významu a v blízké době budou z nabídky vyloučeny pro jejich velmi malý podíl na výrobě.



Obrázek 21 – Šesti-komorový profil

TROCAL 88+

(DECRO BZENEČ, 2016)

Skleněné výplně jsou prováděny v podobě dvojskla nebo trojskla, které jsou plněny argonem. Zajímavostí u plastových oken je podíl barevných profilů na celkovém sortimentu. Dnes tento podíl tvoří cca 60 procent celkového počtu vyrobených oken, kdy ještě před patnácti lety to bylo pouhých 5 procent.

### 9.2.2 Hliníková okna

Za zmínku určitě stojí výrobky z hliníku, které sice představují jen zlomek firemního portfolia, ovšem nárůst zájmu o tento druh produktu rapidně stoupá. Momentálně se jedná o asi 10% z celkové produkce firmy. I když je cena u těchto výrobků dvojnásobná než u plastových, zákazníků stále přibývá a lze očekávat v horizontu pár let významnější podíl na objemu celkové výroby. Vlastnostmi mají hliníková okna mírně horší koeficient prostupu tepla, na druhou stranu disponují vyšší odolností proti větru a lepšími statickými vlastnostmi. Firma nabízí dvě varianty tří-komorových profilů v různých barvách. Skleněná výplň je stejně jako u plastových v provedení dvojskla nebo trojskla.



Obrázek 22 – Tří-komorový  
hliníkový profil Heroal 065.1  
(DECRO BZENEK, 2016)



### 9.3 Technologie výrobního procesu plastových oken

Technologický postup výroby plastových oken ve firmě DECRO BZENEC, spol. s r. o. sestává z mnoha kroků spočívajících jak v přípravě výroby, samotného výrobního procesu, tak i z konečné přípravy na dopravu k zákazníkovi. Celý proces začíná odebráním profilových tyčí ze skladových prostorů. Jedná se o 6,5 metru dlouhé plastové tyče v bílé barvě, které firma odebírá od svého strategického dodavatele. V případě, že je tyč určena pro výrobu bílých plastových oken, jde rovnou do výrobní haly k prvnímu pracovišti na CNC linku. Tyče, které jsou předurčeny pro výrobu barevných oken, putují nejprve do haly s kaširovací linkou. Zde jsou polepeny příslušnou barevnou fólií podle objednávky a typu profilu a až poté putují k CNC lince.

#### 9.3.1 Kaširovací linka

Pracovní postup na této lince začíná strhnutím ochranné folie z profilu. Následně se profil umístí na válečkovou dráhu, odkud je vpuštěn do procesu kaširování. To spočívá v nanesení látky Primer, která naleptá hladký povrch plastu, a slouží k lepšímu přilnutí lepidla. Po vysušení Primeru dochází k nanesení tavného PUR lepidla a nalepení pásky příslušné barvy, přebytek pásky je odřezán a na polepený profil je opět nalepena ochranná fólie, která má za úkol zabránit mechanickému poškození profilu během manipulace, výroby a montáže hotového okna. Tuto linku obsluhují tři pracovníci. U linky je k dispozici i manuální řezačka plastových tyčí, kterou je možné 6,5 metrové tyče řezat na kratší délky podle konkrétní zakázky.

Mnoho konkurenčních firem využívá kaširování pomocí outsourcingu od dodavatelů profilů. Firma DECRO BZENEC, spol. s r. o. se rozhodla jít vlastní cestou a investicí do této linky si barví profily sama.



Obrázek 23 – Kaširovací linka (vlastní zpracování)

### 9.3.2 Linka na výrobu plastových oken

Moderní CNC linka na výrobu plastových oken je hlavním zařízením celé společnosti. Samotná výrobní fáze je složena z několika na sebe navazujících kroků. Základní členění linky spočívá v rozdělení do dvou proudů, kde na jednom se vyrábí rám okna, na druhém křídla. Na konci linky se oba proudy setkají a dojde ke smontování kompletního okna, které dále už pokračuje jen v jednom proudu k dalšímu opracování.

Prvním pracovištěm linky je obráběcí a nářezové centrum. Každý z dvou zmíněných proudů linky má své vlastní centrum. Zde jsou profily nařezány na požadovanou délku podle zakázky a opracovány vrtáním odvodňovacích drážek. Paralelně vedle tohoto centra je zařízení na řezání armatury, která se po projití centrem zasouvá do profilu a slouží k jeho vyztužení a zásadní měrou určuje statické vlastnosti hotového výrobku. Armatura je řezána po 50 kusech najednou na požadované délky, které jsou rozmezí 350 až 2400 mm. Řezací délky jsou odstupňovány po 50 mm. Důležité je, aby nebyla armatura delší, než délka nařezaného profilu bez 10 mm, jelikož kvůli svařování musí být v rozích požadovaná vůle. Jakmile je armatura ručně zasunuta do profilu, je na profil nalepen termoštítek s čárovým kódem, který nese na sobě údaje o profilu a zakázce. Poté je armatura

k profilu strojově přivrtána a pracovník kompletuje díly do stojanu podle předepsaného pořadí.

Tento stojan je pak převezen na pracoviště svařování, kam musí být opět podle předepsaného pořadí vložen do čtyřhlavého svařovacího automatu. Proces svařování zajišťují celkově 3 stroje, které pod tlakem 0,65 MPa a za teploty 230 °C pomocí čtyřhlavého svářecího automatu svaří najednou všechny čtyři rohy, které následně ochladí.

Svařený polotovár je strojově opracován od přebytku roztaveného plastu ve svárech a u barevných oken se tyto sváry ručně zatírají příslušnou barvou rámu nebo křídla.

Dle typu výrobku se v proudu na rámy případně vkládají do rámu sloupky, u křidel dochází ze stejného důvodu k vkládání klapáček. Dalším krokem je osazení meziprojektu kováním, což je posledním pracovním procesem před kompletací. Při sestavení se oba proudy potkají a kompletní okno s rámem putuje k pracovišti řezání a vkládání zasklívacích lišt. Potom je do okna vloženo sklo a konečný produkt je zafixován pomocí fólie a pásky do stojanu, který je určen k expedici. Veškeré doplňky jako kliky, madla, žaluzie apod. jsou na okno přimontovány až po osazení do otvoru na stavbě. Vizualizaci výrobního procesu znázorňuje Příloha III.

### 9.3.3 Ostatní linky

Dveře se vyrábějí na lince, která je stejná jako na plastová okna, ale jejich výroba je z technologického pohledu zdlouhavější. Proto jsou vyráběny na lince vlastní, aby nebrzdily výrobu oken, která je výrazně časově kratší.

Hliníkové výrobky mají taky svou linku, která už se technologicky liší. Linka nedisponuje tak vysokou automatizací. Například spojování rohů se provádí pomocí vkládání hliníkových rohovníků a pomocí dvousložkového lepidla a lisu se rohy slisují.

## 9.4 IT podpora výrobního procesu

Pro řízení celého výrobního procesu využívá firma softwarový nástroj Klaes. Tento software byl vyvinut německou společností Horst Klaes GmbH & Co. KG. Je přímo určen pro řízení výrobního procesu plastových oken. Program se využívá i pro výrobu oken dřevěných. Zajišťuje informační zpracování cenové kalkulace, smlouvy, objednávky všech komponentů, přes konstrukci a výrobu až po konečné doručení zákazníkovi. Je propojen s CNC linkou na dílně a tím umožňuje přehledné sledování každého dílu, provedených

operací a neshod na výrobcích bez jakékoli papírové dokumentace. Zaveden byl zároveň s již zmiňovanou CNC linkou z důvodu vyšší automatizace výrobního procesu a eliminace lidských chyb.

## 10 ANALÝZA VÝROBNÍHO PROCESU

Pro orientaci v problematice bude využita SWOT analýza. V kapitole bude dále provedena detailní analýza problémových oblastí výrobního procesu plastových oken. Analýza bude dále pokračovat hlubším poznáním efektivním spotřebováváním zdrojů. Proto, aby mohl být rozbor výrobního procesu proveden, je třeba nejdříve typologicky charakterizovat celý výrobní proces, jelikož podle jeho klasifikace vyplynou problematické oblasti, na které je třeba se zaměřit.

### 10.1 Typologie výrobního procesu

Prvním základním parametrem výrobního procesu plastových oken ve firmě DECRO BZENEK spol. s r. o. je tzv. zakázková výroba. Znamená to, že veškerý sortiment je vyráběn výhradně a pouze na základě objednávek a nic není vyráběno na sklad. Jelikož existuje vysoký počet variant a typů výrobků, logicky ani nedává smysl na sklad vyrábět, protože neexistuje v podstatě žádná normovaná velikost výplně, kterou by firma mohla na trhu prodat. Orientací na zakázkovou výrobu přesně odráží aktuální poptávku a tím naplňuje princip tahového systému výroby.

Z hlediska posloupnosti výroby sestává celý výrobní proces z tří etap. Předvýrobní etapa zahrnuje konstrukci výrobků na základě objednávky, přípravu a zajištění materiálu a technologickou přípravu. Výrobní etapa začíná v obráběcím a nářezovém centru a končí zasklením. V případě barevných profilů předchází první obráběcí operaci proces kašírování. Odbytová etapa spočívá v zabalení a zafixování výrobků do dopravního stojanu, umístění do skladu hotových výrobků, dovozu k zákazníkovi a konečně samotnou montáží a předáním díla.

Jelikož plastová okna figurují jako produkt s největším podílem na vyráběných produktech, je tento proces brán jako hlavní výroba. Co se týče úrovně standardizace, řadí se výroba plastových oken mezi kusovou, v některých případech malosériovou. Malosériová výroba se uskutečňuje při realizaci oprav velkých budov, jako jsou panelové domy, školy, administrativní budovy, budovy velkých firem apod. Zde dochází k výrobě malých sérií oken stejných barev, velikostí, druhů profilů, a druhů skleněných výplní. Výroba je kombinována znaky jak technologického, tak i předmětného uspořádání zařízení. Poslední charakteristikou výrobního procesu je způsob, jakým výrobky vznikají. Zde se využívá obráběcích procesů, jako jsou řezání a vrtání, spojovacích procesů, jako je svařování, kování

nebo sklení a nakonec procesů dokončovacích, které spočívají v osazení příslušenství nebo v začíšťování a zbarvování svárů.

## 10.2 Analýza odpadu výrobního procesu

Jako velký nedostatek v rámci výrobního procesu byl identifikován relativně velký podíl odpadu. Tento odpad se týká především odřezků z plastových tyčí. Plastový odpad firma zpeněžuje polskému odběrateli, jelikož kvalita plastu je velmi vysoká a materiál je žádaný k dalšímu zpracování.



*Obrázek 24 – Sklad plastového odpadu (vlastní zpracování)*

Samotné množství odpadu není ve firmě sledováno. Z účetního hlediska se sleduje pouze celoroční sumarizace množství odprodáného materiálu. Tyto získané prostředky se účtují jako tržby a zahrnují se do finančního bilancování společnosti.

### 10.2.1 Plastový odpad

Odpad je po nějakou dobu skladován z důvodu možnosti využití k výrobě, pokud by typ profilu a barva byla vhodná pro určitý typ okna nebo dveří. Potom je odsunut před výrobní



halu do přichystaných palet a do kontejneru, který má přistavený odběratel tohoto druhu odpadu. Tento kontejner si na vlastní náklady také odveze, což firmě nezpůsobuje žádné další náklady. Ovšem dochází tak ke zdvojené manipulaci s odpadem do skladu odpadu, ven před halu a následně do kontejneru.

Cena tyčí od dodavatele se liší podle typu profilu. Průměrně lze stanovit cenu 2,50 Euro za 1 metr i vzhledem k ceně nejvíc používaných profilů. Polský odběratel odpadu jej vykupuje za 12 korun za 1 kilogram. 1 metr tyče váží v průměru asi 1,6 kilogramu.

Během analýzy množství odpadu bylo zjištěno, že se ve skladu a v paletách před výrobní halou momentálně nachází cca 3000 metrů plastových tyčí. Po týdenním sledování výroby byl zaznamenán denní nárůst odpadu o 590 metrů, z čehož vyplývá, že za jeden týden se celý sklad i palety před halou kompletně obmění. Jedná se tedy o relativně rychlou obrátku tyčí ve skladu odpadu a venkovních prostorech a tím pádem i rychle se měnící strukturu odpadu, což jsou typy a barvy profilů. Z pohledu plýtvání se tedy jedná o samotné skladování odpadu a nadbytečnou manipulaci.

Na základě zjištěných dat lze vyčíslit ztráty vyplývající z množství a způsobu nakládání s odpadem. Následující údaje odpovídají týdennímu cyklu výroby.

Tabulka 2 - Cenové vyjádření plastového odpadu (vlastní zpracování)

Množství vyprodukovaného odpadu	3 000 m
Nákupní cena za 1 metr	2,5 €/m * 27 Kč/€ = <b>67,50 Kč/m</b>
Výkupní cena za metr	12 Kč/kg * 1,6 kg/m = <b>19,20 Kč/m</b>
Ztráta na 1 metru tyče	<b>67,50 Kč</b> – <b>19,20 Kč</b> = <b>48,30 Kč</b>
<b>Celková ztráta</b>	3 000 m * 48,30 Kč/m = <b>144 900 Kč</b>

Vyčíslená ztráta jednoho metru tyče činí 48,30 korun, což při momentální produkci odpadu činí 144 900 korun za jeden týden.

Jediný údaj, který sleduje množství odpadu, je už zmíněný celkový odprodej za rok. V roce 2016 činilo množství odprodáného plastového odpadu 151 256 kilogramů.

### 10.3 Analýza kašírovací linky

Kašírovací linka je jedno z nejvytíženějších pracovišť. Díky velké rozmanitosti barevných profilů produkuje širokou škálu tyčí, které nejsou efektivně využívány k výrobě oken a ostatních výrobků z plastu a tím vzniká nemalé množství odpadu.

Velká část pracovního času je věnována přenastavování linky. Jedná se o dva druhy přenastavení. V případě změny druhu profilu je třeba ručně pomocí šestihranného klíče seřadit 65 přítlačných kol, které mají za úkol udržovat tyč v přímém pohybu a mechanicky dotlačit přilepenou barevnou pásku. Druhé seřízení spočívá ve výměně barvy pásky nebo její šířky, podle daného typu profilu.

Co se týká průměrných cenových nákladů, materiál potřebný k nakašírování 1 metru bílé tyče zvyšuje její cenu o 20 %.

Po týdenním sledování obou seřízení a měření jejich časů vyšel průměrný čas prvního případu seřízení linky na 8 minut a 48 vteřin. Výměna pásky trvá průměrně 1 minutu a 51 vteřin. Počet prvního seřízení za týden byl 131, druhý typ seřízení se vyskytl 1086 krát. Jedná se tedy o významný časový úsek. Jelikož celý pracovní týden má 10 směn, za jednu takovou osmihodinovou směnu proběhne průměrně 13 seřízení prvního typu, u druhého tento počet činí průměrně 109. Tato realita vychází z podstaty funkce této linky, která je schopna produkovat velmi širokou škálu profilů připravených pro výrobu oken a dveří. Celkový součet obou časů za jednu směnu činí přibližně 5 hodiny a 16 minut, což je více než polovina celé směny, kdy je kašírovací linka zastavena z důvodu přenastavování.

### 10.4 Zmetkovitost

Díky vysoké automatizaci a propojení s plánovacím softwarem Klaes v podstatě nedochází během výrobního procesu ke vzniku zmetkům. Celá linka je velmi spolehlivá. Jeden z důvodů jejího pořízení byla právě i eliminace zmetků způsobených lidským faktorem. Servis linky probíhá třikrát do roka. Jelikož mnohá zařízení ve výrobní hale jsou dublicitní, nedochází prakticky k zastavení linky, protože pracoviště se mohou vzájemně nahrazovat.

### 10.5 Shrnutí analýzy výrobního procesu

Analytická část spočívala v orientaci v problematice výrobního procesu plastových oken a v identifikaci jeho největších nedostatků. Ty se ukázaly v obrovském množství převážně



plastového odpadu, v menší míře v množství kovového odpadu a ve velkých prostojích při seřizování kaširovací linky.

Předcházení takovému množství odpadního materiálu lze nalézt v uplatnění metod lineárního programování. Správným nastavením nářezového schématu bude možno odpad redukovat na minimum, v ideálním případě eliminovat úplně.

Jako opatření pro zefektivnění procesu kaširování se nabízí využití týdenního rozvrhu kaširovaných profilů namísto denního plánování, který bude mít za úkol snížit počet přenastavování linky. Pomocí plánu kaširování na jeden týdenní cyklus lze dosáhnout značných úspor v prostojích. Skladové prostory na předbarvené profily určené k výrobě oken a dveří firma má, tudíž jí nevzniknou žádné skladovací náklady.

Nabízí se také pořízení plně automatizované kaširovací linky, která by seřizovací časy zkrátila na minimum. Tím by se prostoje výrazně eliminovaly. Jelikož její pořízení by vyžadovalo investici kolem 10 milionů korun, bude tato varianta kalkulována v projektové části, jelikož musí být bráno v potaz více faktorů, které by její nákup opodstatnily, a její pořízení by bylo rentabilní.

## 11 PROJEKT RACIONALIZACE VÝROBNÍHO PROCESU

Inicializace projektu byla započata nutností řešit situaci kolem velkého množství plastového odpadu. Orientací v problematice průmyslového inženýrství a jeho aplikace v praxi dospěl autor k rozhodnutí, navrhnout realizaci zmíněného projektu vedení firmy DECRO BZENEC spol. s r. o. Oslovené vedení společnosti návrh projektu přijalo s nadšením a tak vznikly ideální podmínky pro jeho zplánování.

### 11.1 Cíle projektu

Jako hlavní cíl projektu byla vymezena racionalizace výrobního procesu s výsledkem snížení dílčích nákladů na výrobu plastových oken a dveří alespoň o 5 %. Tento cíl byl odsouhlasen po první schůzce s vedením firmy s ohledem na autorovi odborné znalosti, praktické zkušenosti a reálné možnosti ve výrobě tlumočené vedoucím provozu.

Na základě vymezení projektu a jeho hlavního cíle byly stanoveny cíle dílčí, které mají všechny směřovat k úspěšné realizaci celého projektu. Ty jsou následující:

- Seznámení se a pochopení výrobního procesu plastových oken a dveří;
- Analyzovat nedostatky ve výrobním procesu;
- Analyzovat a kvantifikovat vznik odpadu z výrobního procesu;
- Navrhnout nápravná opatření vedoucí k racionalizaci zjištěných nedostatků;
- Navrhnout realizaci nápravných opatření;
- Zhodnotit přínosy celého projektu.

### 11.2 Projektový tým

Tým pro realizaci byl ustanoven na celou dobu projektu. Projektový tým tvořili tyto členové:

Bc. Jakub Melicher	Nositel projektu, student UTB
František Kyjovský	Ředitel společnosti DECRO BZENEC spol. s r. o., konzultant
Josef Pavlica	Vedoucí provozu společnosti DECRO BZENEC spol. s r. o., konzultant

### 11.3 Riziková analýza

Součástí projektu je také riziková analýza, kterou je třeba zpracovat ještě před započítáním projektu a po celou jeho dobu sledovat identifikované hrozby, které mohou projekt významně ovlivnit nebo dokonce ohrozit jeho realizaci. V práci bude využito analýzy RIPRAN (Risk Project ANalysis). Neméně důležité je také monitorovat během projektu potencionální nová vzniklá rizika. Po jejich objevení je třeba analýzu rizik znovu přehodnotit. Každému riziku je doplněn scénář, který jeho objevením nastane a v neposlední řadě musí být každé riziko opatřeno činností, která se má za úkol jemu předcházet a minimalizovat tak negativní dopady na celý projekt. Tabulka identifikovaných rizik, jejich pravděpodobností nastání, scénářů, které způsobím a opatřením, jak těmto rizikům předcházet, obsahuje Příloha II.

### 11.4 Časový harmonogram projektu

Jedním z podstatných rysů projektu je jeho časové ohraničení a přesné rozdělení činností a spojení do logicky navazujících etap. Po zevrubném seznámení s aktuální situací ve firmě a po dohodě s vedoucím provozu, který figuroval v projektu jako hlavní konzultant, byl začátek projektu stanoven hned na první týden v lednu. Celkový časový rozvrh činností a jejich délky znázorňuje tabulka níže.

Tabulka 3 – Časový harmonogram projektu (vlastní zpracování)

Činnost	Měsíc	Leden				Únor				Březen				Duben			
	Týden	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Studium teorie k problematice		■	■							■	■						
Seznámení se s výrobním procesem				■													
Analýza nedostatků ve výrobě					■	■	■	■	■								
Prezentace nedostatků vedení firmy								■									
Stanovení nápravných opatření									■	■							
Návrh realizace opatření pro zlepšení												■					
Konzultace opatření s vedením firmy												■					
Celkové zpracování projektu												■	■	■	■	■	
Předání projektu																	■

## 11.5 Návrh řešení redukce plastového odpadu

Řešení, jak docílit snížení plastového odpadu lze rozdělit do dvou oblastí. První oblast se zaměřuje na nebarvené tyče, které jsou určeny přímo do nářezového centra. Druhá oblast řeší tyče, které nejprve prochází kašírovací linkou, kde jsou polepeny příslušnou barevnou páskou a až poté směřují na hlavní výrobní linku. Principem redukce odpadu u obou případů je aplikace metod lineárního programování, konkrétně problematikou řezných schémat, ovšem každá z oblastí se vyznačuje určitými specifiky.

### 11.5.1 Nebarvené profily

U nebarvených profilů probíhá technologický postup dodáním 6,5 metrové tyče přímo k prvnímu pracovišti hlavní linky. Zde jsou tyče nařezány na požadovanou délku podle typu zakázky. Délky, které budou nařezány, určuje software Klaes, představený v kapitole 9.3. Ten reflektuje postupné zadávání zakázek s ohledem na požadavky zákazníka, ovšem už nezahrnuje proces rozložení řezných schémat s ohledem na množství vzniklého odpadu. Právě tento nedostatek lze odstranit aplikací metody řezných schémat. Množství odpadu nelze eliminovat úplně, ovšem při dodržení následujících postupů ho lze výrazně snížit.

Aby mohla být metoda řezných schémat aplikována, je třeba nejprve jasně stanovit, z jakého množství zakázek budou tyče řezány. Nyní jdou zakázky jedna za druhou podle času, kdy jsou v konstruktérském oddělení zkompletovány a zadány do systému, který pak v nářezovém centru provádí samotné řezání 6,5 metrových profilů na požadované délky, potřebné k výrobě zadaných oken a rámců. Tato skutečnost tedy nebere dostatečně v potaz délku normované tyče. Proto je navrženo sumarizovat zakázky každý den a setřídít je až na druhý den pomocí výsledků z řezných schémat. Tato schémata mohou být navrhována v mnoha aplikacích, které jsou v drtivé většině zdarma. Jako doporučený nástroj pro názorný příklad bylo využito aplikace Quantitative Methods for Windows. Lze ale také využít například WinQSB. Všechny aplikace pracují na stejném principu lineárního programování a tudíž nalézání ideální účelové funkce podle zadaných požadavků a parametrů. Jelikož je výroba plastových oken velmi rozmanitá, co se týče řezaných délek tyčí, je vhodné primárně lineární programování pro malosériové dávky, které se provádí pro velké budovy – školy, úřady aj., kde je mnoho oken stejných. V těchto malých sériích nebude totiž tak náročné sestavit řezné plány, které jsou nutné pro sestavení účelové funkce.

Na příkladu, který vychází z výrobní situace, bude znázorněno praktické využití metod lineárního programování. Situace spočívala v potřebě vyrobit 2 druhy oken. První, větší okno, mělo mít rozměry 150 x 90 cm a druhé 90 x 50 cm. Požadované množství výrobků bylo 50 velkých oken a 20 malých. V případě stávající metody řezání tyčí dochází k postupnému nářezu podle oken, jak jdou za sebou. První byla nařezána okna větší. To znamená, že na každé okno bylo třeba dohromady 480 cm profilu ( $2 \times 150 + 2 \times 90$ ). Z každé takto rozřezané tyče zůstalo tedy 170 cm odpadu. Dohromady bylo takových tyčí 50, jelikož se vyrobilo 50 oken. Tento odpad byl použit jako surovina pro okna menší. U nich byla třeba na jedno okno dohromady 280 cm profilu. Jelikož se ale využilo odpadu z oken větších, nařezala se z každé odpadové tyče polovina okna, tedy jedna délka 90 cm a jedna délka 50 cm. Takto z každé odpadové 170 cm tyče zbylo už jen 30 cm odpadu, který dále nebyl využit. Celkový počet odpadu byl tedy 40 kusů 30 cm odpadu a 10 kusů 170 cm odpadu. Přehledný výpočet je znázorněn v Tabulce 4.

Tabulka 4 – Postup vzniku odpadu stávající metodou (vlastní zpracování)

	Vstupní materiál	Řezný proces	Aktuální odpad	Nevyužitý odpad
1.	50 x 650 cm	50 x 480 cm	50 x 170 cm	10 x 170 cm
2.	40 x 170 cm	40 x 140 cm	40 x 30 cm	40 x 30 cm
3.				<b>10x170+40x30=2900 cm</b>

Celkově na tuto variantu bylo spotřebováno 50 kusů tyčí o normované délce 650 cm, což činí 32 500 cm materiálu. Odpad z tohoto procesu je 2900 cm. Procentuálně ho lze vyjádřit jako 8,92 % odpadu ze vstupního materiálu.

Nyní by na tuto variantu bylo využito principu lineárního programování. Podstatou řezného plánu je postupovat od největší potřebné délky po nejmenší a sestavit všechny možné varianty, jak je možno 6,5 metrovou tyč nařezat. Pak závisí, jestli z kombinace různých délek zůstane nějaký odpad nebo ne. Výsledek počtu možných variant plánu řezání i s odpadem vychází z následující tabulky:

Tabulka 5 – Řezný plán plastových oken (vlastní zpracování)

Délka[cm]/Plán	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
150	4	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1
90	0	2	1	0	3	2	1	0	5	4	3
50	1	0	2	4	1	3	5	7	1	2	4
Odpad [cm]	0	20	10	0	30	20	10	0	0	40	30
Délka[cm]/Plán	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
150	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
90	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
50	6	8	10	0	2	4	5	7	9	11	13
Odpad [cm]	20	10	0	20	10	0	40	30	20	10	0

Z tabulky vyplývá, že existuje 22 možných způsobů, jak je možné 6,5 metrovou tyč rozřezat na 3 požadované délky. Následně by tedy podle tohoto řezného plánu bylo využito softwaru pro lineární programování. Zadání příkladu znázorňují obrázky níže.

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22	RHS	
Minimize	0	20	10	0	30	20	10	0	0	40	30	20	10	0	20	10	0	40	30	20	10	0		
150 cm	4	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	= 100
90 cm	0	2	1	0	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	0	= 140
50 cm	1	0	2	4	1	3	5	7	1	2	4	6	8	10	0	2	4	5	7	9	11	13	0	= 40

Obrázek 25 – Zadání stávající situace v QM for Windows (vlastní zpracování)

		Equation form
Min		$20X2 + 10X3 + 30X5 + 20X6 + 10X7 + 40X10 + 30X11 + 20X12 + 10X13 + 20X15 + 10X16 + 40X18 + 30X19 + 20X20 + 10X21$
		$4X1 + 3X2 + 3X3 + 3X4 + 2X5 + 2X6 + 2X7 + 2X8 + X9 + X10 + X11 + X12 + X13 + X14 = 100$
		$2X2 + X3 + 3X5 + 2X6 + X7 + 5X9 + 4X10 + 3X11 + 2X12 + X13 + 7X15 + 6X16 + 5X17 + 4X18 + 3X19 + 2X20 + X21 = 140$
X1		$2X3 + 4X4 + X5 + 3X6 + 5X7 + 7X8 + X9 + 2X10 + 4X11 + 6X12 + 8X13 + 10X14 + 2X16 + 4X17 + 5X18 + 7X19 + 9X20 + 11X21 + 13X22 = 40$

Obrázek 26 – Zadání účelové funkce (vlastní zpracování)

Obrázek 25 znázorňuje zadání stávající situace. První řádek je minimalizací odpadu vzniklého z jednotlivých 22 možných způsobů řezu. V dalších třech řádcích jsou opsány zbývající hodnoty z Tabulky 5. Na konci těchto tří řádků je vždy zadán počet jednotlivých naře-

zaných tyčí, které jsou potřeba pro výrobu oken. Výsledek této možnosti v podobě účelové funkce ukazuje Obrázek 27.

Variable	Status	Value
X1	Basic	20
X2	NONBasic	0
X3	NONBasic	0
X4	NONBasic	0
X5	NONBasic	0
X6	NONBasic	0
X7	NONBasic	0
X8	NONBasic	0
X9	Basic	20
X10	NONBasic	0
X11	NONBasic	0
X12	NONBasic	0
X13	NONBasic	0
X14	NONBasic	0
X15	Basic	5,7143
X16	NONBasic	0
X17	NONBasic	0
X18	NONBasic	0
X19	NONBasic	0
X20	NONBasic	0
X21	NONBasic	0
X22	NONBasic	0
artfcl 1	NONBasic	0
artfcl 2	NONBasic	0
artfcl 3	NONBasic	0
Optimal Value (Z)		114,2857

Obrázek 27 – První varianta řešení situace

(vlastní zpracování)

Z výsledků v Obrázku 27 lze vidět, že pro výrobu požadovaného množství jednotlivých tyčí bude využito 20 nářezů číslo 1, 20 nářezů číslo 9 a 6 nářezů číslo 15. Na řešení této situace lze pohlížet dvojím náhledem. V první variantě bylo v zadání nastaveno, že musí být vyrobeno přesný počet tyčí, kterých je třeba na výrobu oken. Výsledek ale zahrnuje desetinné číslo u nářezu číslo 15. Zde tedy musí být číslo zaokrouhлено nahoru, aby bylo možné provést celý nářez. Z toho pak vyplývá dodatečný odpad, který je celkově vyjádřen níže. Nabízí se také varianta řešení pomocí modulu, který pracuje s celočíselnými výrazy, ovšem ten ani po 1000 iterací celočíselné řešení nenalezl.

Tabulka 6 - Sumarizace první varianty řešení (vlastní zpracování)

Počet nářezů	20	20	6					
Délka [cm]/Plán	1	9	15				CELKEM	ODPAD
150	4	1	0	80	20	0	100	
90	0	5	7	0	100	42	142	180
50	1	1	0	20	20	0	40	
Odpad [cm]	0	0	20	0	0	120	120	120

Po dosazení celočíselného výrazu k nářezu číslo 15 se změnilы hodnoty celkového počtu 90 cm tyčí a odpadu. Výsledný odpad tedy činí celkově 300 cm a je složen z 6 tyčí o délce 20 cm a 2 tyčí o délce 90 cm.

Celkově na tuto variantu bylo spotřebováno 46 kusů tyčí o normované délce 6 500 cm, což činí 29 900 cm materiálu. Odpad z tohoto procesu je 300 cm. Procentuálně ho lze vyjádřit jako 1 % odpadu ze vstupního materiálu, což je rapidní zlepšení oproti stávající metodice řezání.

Druhá možná varianta řešení v softwaru spočívá ve změně zadávaných parametrů. Bude bráno v potaz, že nemusí být vyrobeno přesný počet požadovaných tyčí, ale je možné vyrobit i některé navíc. Tento princip by měl dosáhnout nulové odpadu z řezání. V konečné fázi se pak porovná množství tyčí, které jsou navíc, s množstvím odpadu z předchozí varianty.

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22	RHS	
Minimize	0	20	10	0	30	20	10	0	0	40	30	20	10	0	20	10	0	40	30	20	10	0		
150 cm	4	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	>= 100
90 cm	0	2	1	0	3	2	1	0	5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0	0	>= 140
50 cm	1	0	2	4	1	3	5	7	1	2	4	6	8	10	0	2	4	5	7	9	11	13	0	>= 40

Obrázek 28 - Zadání situace v QM for Windows druhé varianty (vlastní zpracování)

Výsledek této varianty řešení zobrazuje obrázek 29.



Variable	Status	Value
X1	Basic	18
X2	NONBasic	0
X3	NONBasic	0
X4	NONBasic	0
X5	NONBasic	0
X6	NONBasic	0
X7	NONBasic	0
X8	NONBasic	0
X9	Basic	28
X10	NONBasic	0
X11	NONBasic	0
X12	NONBasic	0
X13	NONBasic	0
X14	NONBasic	0
X15	NONBasic	0
X16	NONBasic	0
X17	NONBasic	0
X18	NONBasic	0
X19	NONBasic	0
X20	NONBasic	0
X21	NONBasic	0
X22	NONBasic	0
surplus 1	NONBasic	0
surplus 2	NONBasic	0
surplus 3	Basic	6
Optimal Value (Z)		,0

Obrázek 29 - Druhá varianta řešení situace

(vlastní zpracování)

V druhé variantě řešení vyplývá, že k nařezání požadovaného množství tyčí bude využito pouze dvou nářezů, a to 18 nářezů číslo 1 a 28 nářezů číslo 9. Spotřebuje se opět 46 kusů 6,5 metrových tyčí. Vzniklý odpad bude nulový, ovšem navíc bude nařezáno 6 kusů 50 cm tyčí, čili konečný odpad bude opět 300 cm. Struktura odpadu bude ovšem rozdílná než u první varianty.

Tabulka 7 - Sumarizace druhé varianty řešení (vlastní zpracování)

Počet nářezů	18	28				
Délka [cm]/Plán	1	9			CELKEM	ODPAD
150	4	1	72	28	100	
90	0	5	0	140	140	
50	1	1	18	28	<b>46</b>	300
Odpad [cm]	0	0	0	0	0	

Obě řešení mají tedy stejné množství odpadu, liší se pouze v jeho struktuře. Nyní se nabízí otázka, který způsob odpadu bude vhodnější. První varianta nabízí dodatečné využití 2 tyčí o délce 90 cm. Zbylé 20 cm tyče už další využití nenabízí. Druhá varianta nabízí využití všech 6 tyčí, ovšem jejich délka je pouze 50 cm.

Celkový přínos aplikace metody řezných schémat je zřejmý v porovnání množství odpadu. Ten byl zredukován asi desetinásobně, což vedlo i k menší spotřebě původních 6,5 metrových tyčí a to o 4 kusy v rámci řešené situace. Z Tabulky 2 vyplývá ztrátová cena 1 metru odpadové tyče ve výši 48,30 Kč a cena 1 metru spotřebované tyče ve výši 67,50 Kč. Na základě těchto údajů lze vypočítat cenová náklady obou procesů. Cenová vyjádření úspory uvádí následující tabulka.

Tabulka 8 – Úspora navrhovaného opatření (vlastní zpracování)

	Stávající proces		Navrhovaný proces	
Použité tyče [m], [Kč]	296	19980,00	296	19980,00
Množství odpadu [m], [Kč]	29	1400,70	3	144,90
<b>CELKEM [Kč]</b>		<b>21380,70</b>		<b>20124,90</b>

Při porovnání cenových nákladů stávajícího procesu a procesu navrhovaného dojde ke snížení nákladů díky nižšímu odpadu o 1255,80 Kč, což činí pokles o 5,87 %.

### 11.5.2 Barvené profily

Tato kapitola popisuje možnost využití metod lineárního programování pro kaširované profily. Technologický postup výroby těchto oken je doplněn procesem kaširování. Kaširovací linka disponuje vlastní řezačkou, která ale není napojena na software Klaes. Ta se využívá k částečnému nářezu, aby se nemusely barvit 6,5 metrové tyče v celé své délce. V případě stejné situace z předchozí kapitoly, se podle nynějšího postupu nařezou nejprve 6,5 metrové tyče na požadované délky tak, aby nebyl odpad zbytečně kaširován. Z Tabulky 4 vyplývají následující délky. Dle rozvržených délek se 10 tyčí zkrátí z 6,5 m o 170 cm, jelikož tento zbytek nebude dále využit. Zbylých 40 tyčí se zkrátí o 30 cm na 620 cm ze stejného důvodu. Z tohoto postupu vyplývá potřeba provést 50 řezů před samotným procesem kaširování. Následně se pak všechny zkrácené tyče nakaširují a putují na první pracoviště, kde jsou v nářezovém centru nařezány stejně, jako tyče nebarvené.

V případě aplikace navrhované metody dojde podle úplně stejného principu jako v minulé kapitole k snížení počtu potřebných tyčí, které se musí nakaširovat. Fakticky se jedná o 4 kusy. Jelikož u obou variant vyšel odpad stejně velký, naskytá se otázka, kolik bude třeba u každé varianty řezů, aby nedošlo ke zbytečnému nakaširování nepotřebného odpadu.

Tabulka 6 ukazuje vzniklý odpad jako 2 nadbytečné kusy 90 cm tyčí, a 6 kusů 20 cm tyčí. Těchto 8 přebytečných tyčí nebude třeba pro výrobu oken kaširovat. Jelikož odpad vzniká u řezného schématu 15 a zároveň jsou v něm řezány i 90 cm tyče, dojde ke zkrácení dvou 6,5 m tyčí právě z výsledku tohoto schématu. 2 tyče se tedy zkrátí o 110 cm a 4 další tyče o 20 cm. Výsledný počet tyčí ke kaširování by činil 40 kusů po 6,5 m, 2 kusy po 5,4 m a 4 kusy po 6,3 m. Výsledný počet řezů u první varianty by byl tedy 6.

U druhé varianty plyne z Tabulky 7, že vznikne 6 kusů nadbytečných 50 cm tyčí, čili bude potřeba provést 6 zkrácení 6,5 m tyčí právě o zmíněných 50 cm. Kaširovat se tedy bude 40 tyčí v plné původní délce a 6 tyčí zkrácených na 6 m.

Obě varianty tedy potřebují provést 6 řezů, ovšem v rozdílných délkách. Z pohledu složitosti řezů vyjde lépe varianta první, jelikož by se řezalo 6 stejných délek. U druhé varianty dojde ke dvěma řezům jedné délky a čtyřem řezům délky druhé.

Z pohledu odpadu opět záleží na možnosti využití odpadu pro další výrobu. První varianta nabízí stejně jako u nebarvených profilů 6 kusů 50 cm tyčí. Druhá varianta vytvoří 2 tyče o délce 110 cm a 4 tyče o délce 20 cm. Kratší z nich už v žádném případě nebudou použity k další výrobě, jelikož jsou velmi krátké, ovšem 110 cm tyče lze využít k nařezání delších tyčí, než 50 cm, jako u varianty první.

Výsledkem je tedy opět rapidní snížení odpadu, dále pak potřeby počtů řezání na kaširovací dílně a v neposlední řadě i samotného počtu kaširovaných tyčí, což snižuje časovou náročnost procesu kaširování. Porovnání stávajícího procesu s procesem navrhovaným vyjadřuje následující tabulka.

Tabulka 9 – Porovnání procesů řezání barvených profilů (vlastní zpracování)

	Stávající proces	Navrhovaný proces
<b>Počet použitých tyčí</b>	50	46
<b>Množství odpadu [cm]</b>	2900	300
<b>Počty řezání</b>	50	6
<b>Počet kaširování</b>	50	46

Oba procesy lze porovnat také z finančního hlediska. To bude navíc zohledňovat také nadbytečné operace, které musí dělníci provést. Jelikož hodinová mzda dělníka i s odvody je 156 Kč na hodinu, minutová mzda lze vyjádřit nákladově na 2,60 Kč. K jednomu řezu je v průměru potřeba jednoho dělníka, kterému trvá nařezání 20 sekund. Kašírování jednoho profilu o délce 6,5 metru trvá průměrně 30 sekund dvěma dělníkům. Cenové vyjádření spotřebovaných profilů a odpadu je stejné jako u nebarvených profilů.

Tabulka 10 – Cenové náklady porovnávaných procesů (vlastní zpracování)

	Stávající proces		Navrhovaný proces	
<b>Použité tyče [m], [Kč]</b>	296	19980,00	296	19980,00
<b>Množství odpadu [m], [Kč]</b>	29	1400,70	3	144,90
<b>Počty řezání [ks], [Kč]</b>	50	43,30	6	5,20
<b>Počet kašírování [ks], [Kč]</b>	50	130,00	46	119,60
<b>CELKEM [Kč]</b>		<b>21554,00</b>		<b>20249,70</b>

Opětovným porovnáním cenových nákladů stávajícího a navrhovaného procesu dojde ke snížení nákladů o 1304,30 Kč, což činí pokles o 6,05 %. Oproti nebarveným profilům se zvýšil rozdíl mezi procesy počtu řezání a kašírování.

Z hlediska nákladů u obou navrhovaných opatření lze počítat s velmi malou částkou. Navržení řezného schématu zabere jednomu THP pracovníkovi řádově jednotky minut. V případě úvahy, že by mu tato činnost zabrala až 10 min, jsou náklady spočívající v jeho mzdě 240 Kč na hodinu i s odvody pouhých 40 Kč na jedno takové řezné schéma. V porovnání s ušetřenou částkou se jedná o zanedbatelnou položku.

V úvahu lze brát počáteční zaškolení na metodu řešení takové problematiky a schopnost ovládat doporučený software. Toto by ovšem nemělo zabrat více než jednu hodinu a tudíž náklady spojené se zaškolením pomocí nositele projektu jsou opět velmi nízké vzhledem k rozpočítání na několik takových aplikací metod využitých v dalších případech.

## 11.6 Racionalizace procesu kašírování

Kašírovací linka vykazuje největší nedostatek v četném seřizování. Z analýzy tohoto procesu bylo vyvozeno, že více než jednu polovinu 8 hodinové směny linka stojí. Konkrétně byla průměrná doba prostoje vypočítána z měření na 5 hodin a 16 min, což činí ze 7,5 pracovních hodin směny 70 %. Takto vysoké číslo pramení z denního plánování kašírování.

Navrhované řešení spočívá v sumarizaci objednávek za jeden celý týden. Tato varianta má dva pohledy. Na jednu stranu lze pomocí ní snížit počet přenastavení, na stranu druhou to ale znamená zpoždění doby výroby od zadání. Jelikož ovšem rozvoz hotových oken není realizován po jednotlivých zakázkách, ale dochází k jejich kumulaci podle geografické oblasti montáže a v neposlední řadě také podle kapacity nákladového prostoru vozidel. Podle sledovaných zakázek zůstalo 80 % vyrobených barevných oken ve skladu 3 pracovní dny, než byly vyexpedovány k zákazníkovi. Což znamená, že pouze objednávky z prvních dvou dnů týdne by se zpozdily maximálně o dva dny, než drtivá většina oken při stávajícím řešení. V rámci objednávek by varianta s týdenním plánovacím cyklem musela být zahrnuta do nabídky podmínkou prodloužení termínu dodání. Jelikož ovšem už nyní firma deklaruje dodání do 10 dnů od zadání, nijak by se toto řešení neprojeвило do požadavků zákazníka. Doba 10 dnů je stanovena jako nejzazší čas dodání, který v sobě zahrnuje rizika spojená s výrobou, dopravou a vytížením montážních dělníků.

Monitorování zakázek realizovaných stávajícím způsobem proběhlo během dvou týdnů. Za každý týden byly zakázky shrnuty do jedné. Stejné profily se stejnými barevnými páskami, které se během jednoho týdne vyskytly v zakázkách, byly kumulovány. Následně pro každý týden bylo už podle kumulovaných dat spočítáno potřebné množství přenastavení linky pro jiný druh profilu a zároveň i pro jinou barvu. Jelikož některé druhy profilu byly vyráběny v různých barvách, princip shlukování procesu kaširování spočíval v nastavení linky na určitý druh profilu a poté teprve vystřídání barevných pásek. Touto metodou bylo vyhodnoceno, že na první týden by bylo třeba 9 seřízení na jiných druh profilu za směnu a 78 seřízení na jinou barvu pásy. V druhém týdnu by bylo třeba 11 seřízení, respektive 82. Zprůměrováním výpočtů za tyto dva týdny došlo k závěru, že průměrně stačí při týdenním plánování 10 seřízení na druh profilu a 80 seřízení na jinou pásku. Přehled stávajícího a navrhovaného řešení za jednu směnu vyobrazuje tabulka níže.

*Tabulka 11 – Porovnání denního a týdenního plánu (vlastní zpracování)*

	<b>Stávající proces</b> (denní plán)	<b>Navrhovaný proces</b> (týdenní plán)
<b>Profilové seřízení</b>	13 x	10 x
<b>Páskové seřízení</b>	109 x	80 x

Časově vyjadřuje porovnání obou procesů Tabulka 12.

Tabulka 12 – Časové vyjádření procesů za směnu (vlastní zpracování)

	<b>Stávající proces</b> (denní plán)	<b>Navrhovaný proces</b> (týdenní plán)
<b>Profilové seřízení za směnu</b>	13 x 8,8 min = 114,4 min	10 x 8,8 min = 88 min
<b>Profilové seřízení za směnu</b>	109 x 1,85 min = 201,65 min	80 x 1,85 min = 148 min
<b>Celkem za směnu</b>	316,05 min = <b>5,27 h</b>	236 min = <b>3,93 h</b>

Z tabulky vyplývá značná úspora času, který je potřebný k seřízení. Z 5 hodin a 16 minut za jednu směnu by navrhovaným řešením byl snížen tento čas na 3 hodiny a 56 minut, což je zkrácení doby prostojů o 25,4 %.

Z finanční perspektivy lze toto zkrácení vyjádřit jako úsporu, kdy se prodlouží doba, po kterou je výrobku přidávána hodnota. Linku obsluhují 3 dělníci s náklady 156 Kč/h za jednoho. Jelikož bude linka přidávat hodnotu o 1,34 hodiny více, náklady prostojů se zmenší o korunovou mzdu těchto tří dělníků za tento rozdílový časový úsek, konkrétně o 627,10 Kč za jednu směnu. Za jeden týden dvousměnného provozu by činila úspora 6 271 Kč. Za 50-ti týdenní roční provoz by úspora vyšplhala na 313 560 Kč.

Náklady spojené s tímto opatřením jsou také velmi nízké. Spočívají jen v postupném kumulování jednotlivých objednávek do týdenního rozvrhu. Čas potřebný k sestavení konečného plánu kaširování je využit z časové rezervy za každý jeden pracovní den předcházejícího týdne, jelikož odpovědný THP pracovník nestráví každý den dobu přípravou jednotlivých denních plánů.

### 11.7 Návrh pořízení automatizované kaširovací linky

Vzhledem k významnému času seřizování na kaširovací lince se nabízí varianta pořízení automatizované kaširovací linky, která by tyto časy rapidně snížila. Tuto linku nabízí hned několik výrobců, ovšem její cena se pohybuje kolem 10 miliónů korun. Linka není plně automatizovaná, čili opět by ji museli spolu s řezačkou obsluhovat 3 dělníci. Časy seřízení se u ní však významně snižují. U seřízení na jiný druh profilu jde průměrně o čas asi 2 minut, u seřízení na jinou pásku v rádu asi 30 vteřin. Investice do takového zařízení je ovšem vysoká a je třeba spočítat její návratnost. Životnost takové linky je deklarována na 15 let. Aktuální vytížení linky je 10 směn za týden. Každou tuto směnu dochází průměrně k 5 hodinám a 16 minutám prostojů, což činí 70,3 % prostojů z celkové 7,5 hodinové pracovní doby. V případě pořízení automatizované linky by tyto prostoje klesly na 1 hodinu a 20 minut, což činí pouze 17,9 % prostojů z celkové pracovní doby

směny. Z toho plyne navýšení kaširovaných profilů z této linky 2,76 krát. Znamená to, že při momentálním objemu výroby by postačila na kaširování pouhá jedna směna. Tím by došlo k úspoře na mzdách 3 dělníků za jednu směnu denně (náklady na směnu =  $3 \cdot 7,5 \text{ h} \cdot 156 \text{ Kč/h} = 3510 \text{ Kč}$ ). Za celý rok, který má 50 pracovních týdnů činí úspora 877 500 Kč. Tolik by tedy činila úspora nákladů.

Při momentálním objemu výroby lze spočítat dobu návratnosti takové investice jako podíl výše investovaných prostředků a výši roční úspory vzniklé touto investicí. Tato varianta výpočtu je pro názornost nejjednodušší. Obvykle se využívá vztah, který zohledňuje využití finančních prostředků na jinou, alternativní možnost investice, která se vyčísluje zpravidla pomocí výše úrokové míry. Ta je ovšem nyní na minimálních hodnotách, tudíž nebude brán na ni zřetel, jelikož se projeví v prodloužení délky návratnosti jen zanedbatelně.

**Doba návratnosti** =  $10\,000\,000 \text{ Kč} \div 877\,500 \text{ Kč/rok} = \mathbf{11,4 \text{ let}}$

Toto období by trvalo, než se investice v plné výši navrátí. Předpokladem takové doby návratnosti jsou ale stálá výše úrokové míry po celou dobu, stále mzdové náklady včetně odvodů a v neposlední řadě i stálý objem výroby.

Životnost nové automatizované linky stanovuje výrobce na 10 let. Neznamená to, že by linka po této době byla už dále nepoužitelná, ale byly by třeba provést práce v rámci generálního servisu, která by se pohybovaly v rádu statisíců až miliónů korun podle míry opotřebení. Proto ve vztahu k výpočtu doby návratnosti bude uvažována doba právě 10 let. Vypočítaná doba návratnosti je delší, než doba životnosti, což vypovídá o nevýhodnosti pořízení takové linky.

Jelikož momentální objem výroby je asi o třetinu nižší než v roce 2007, kdy byl nejvyšší, nejví se ani podle tohoto parametru investice jako racionální. V případě, že by objem výroby stoupl na výši zmiňovaného roku 2007, mohla by kaširovací linka obsloužit dvě směny. Tím by se ovšem zvýšily požadavky na linku pro výrobu plastových oken, která by musela fungovat v trojsměnném provozu plus i dvě směny v sobotu, aby byla schopna nakaširované profily zužitkovat.

## ZÁVĚR

Hlavním cílem projektu bylo snížit dílčí výši odpadu alespoň o 5 %, což se pomocí navrhovaných opatření podařilo. Dílčí hodnoty odpadu byly sníženy o výrazně vyšší hodnotu, než která byla určena v počátku projektu.

Navrhovaný týdenní plán kaširování neohrozil dodavatelskou schopnost firmy. Přínosem tohoto opatření byla významná úspora času a tím pádem i finančních prostředků. Analýza a kalkulace možné investice do automatizované kaširovací linky ukázala, že momentální výše produkce tuto investici neopodstatňuje, ovšem dává do budoucna hmatatelnou představu o zvýšení efektivity procesu kaširování v případě, že by se firmě podařilo dostat na objem výroby z roku 2007, který silně ovlivnil dotační program Zelená úsporám.

K identifikovaným rizikům byly stanoveny opatření, která by jim měla předcházet anebo eliminovat jejich dopad na celkovou realizaci projektu. Problematika průmyslového inženýrství a přístup štíhlé výroby má v dnešní praxi svoji nezastupitelnou funkci. Podniky, které chtějí uspět v dnešní velké a dravé konkurenci, se bez těchto praktik a metod neobejdou. Důkazem toho je i projekt navržený v této práci. Vedení společnosti bylo přístupem diplomanta spokojeno a přínosy jeho práce hodnotilo velmi pozitivně. Po ukončení projektu vedení firmy DECRO BZENEC spol. s r. o. navrhlo možnost budoucí spolupráce v rámci racionalizačních opatření ve výrobním procesu.

Z pohledu diplomanta se jednalo o nezaplatitelnou zkušenost, díky které mohl aplikovat akademické znalosti do praktického života průmyslového inženýra a v neposlední řadě také přispět ke zlepšení procesu výroby plastových oken společnosti DECRO BZENEC spol. s r. o.



**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

BADIRU, AdedejiBodunde. *Handbook of industrial and systems engineering*. 2nd ed. BocaRaton: CRC Press, c2014, xxvi, 1452 s. Industrialinnovationseries. ISBN 9781466515048.

BARKER, Stephen a Rob COLE. *Projektový management pro praxi*. Praha: Grada, 2009. Management (Grada). ISBN 978-80-247-2838-4.

DE CEUSTER, Luc. *Focus on risk management: manage risks to improve project success*. Praha: APraCom, 2010. Project management. ISBN 978-80-254-8708-2.

FIALA, Petr. *Modelování a analýza produkčních systémů*. Praha: Professional Publishing, 2002. ISBN 80-86419-19-3.

GRASSEOVÁ, Monika, Radek DUBEC a David ŘEHÁK. *Analýza podniku v rukou manažera: 33 nejpoužívanějších metod strategického řízení*. 2. vyd. Brno: BizBooks, 2012. ISBN 9788026500322.

CHROMJAKOVÁ, Felicita. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů*. Žilina: Georg, 2013. ISBN 978-80-8154-058-5.

CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: Georg, 2011. ISBN 978-80-89401-26-0.

IMAI, Masaaki. *Gemba Kaizen*. Brno: ComputerPress, 2005. Business books (ComputerPress). ISBN 80-251-0850-3.

KAVAN, Michal. *Výrobní a provozní management*. Praha: Grada, 2002. Expert (Grada). ISBN 80-247-0199-5.

KOŠTURIK, Ján a Milan GREGOR. *Jak zvyšovat produktivitu firmy*. Žilina: in FORM, 2002, 1 sv (různé stránkování). ISBN 8096858319

MACINNES, Richard L. *Štíhlý podnik MemoryJogger: vytvářejte hodnotu a eliminujte ztráty v celém vašem podniku*. Praha: Česká společnost pro jakost, 2006. ISBN 80-02-01849-4.

MAŠÍN, Ivan a Jaroslav MAŠÍN. *Analýza procesů*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2012. ISBN 978-80-7372-865-6.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. ISBN 80-902235-6-7.

POLÁKOVÁ, Veronika a Roman BOBÁK. *Priemyselné inžinierstvo ako faktor konkurenčieschopnosti výrobných podnikov*. Žilina: Georg, 2013. ISBN 978-80-8154-051-6.

ŘEPA, Václav. *Procesně řízená organizace*. Praha: Grada, 2012. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-4128-4.

SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 2011. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.

SYNEK, Miloslav. *Manažerská ekonomika*. 4., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2007. Expert (GradaPublishing). ISBN 978-80-247-1992-4.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby a nákupu*. Praha: Grada, 2007. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-1479-0.

ZELENKA, Antonín a Vratislav PRECLÍK. *Racionalizace výroby*. V Praze: Vydavatelství ČVUT, 2004. ISBN 80-01-02870-4.

#### **Internetové zdroje:**

DECRO BZENEC, spol. s r. o. *Registr Firem* [online]. ©2008 [cit. 2017-02-01]. Dostupné z: <http://www.registrfirem.cz/decro-bzenecspol-s-ro-p77262.html>

Profil společnosti. *DECRO BZENEC* [online]. 2016 [cit. 2017-02-01]. Dostupné z: <http://www.decrobzenec.cz/profil-spolecnosti>

The Seven Wastes – 7 Mudas. *Lean Manufacturing Tools* [online]. © 2017 [cit. 2017-03-30]. Dostupné z: <http://leanmanufacturingtools.org/77/the-seven-wastes-7-mudas/>

#### **Další zdroje:**

Interní dokumentace DECRO BZENEC

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

CPM	Critical Path Method
MTM	Methods - Time Measurement
PERT	Program Evaluation and Review Technique
PI	Průmyslové inženýrství
RIPRAN	Risk Project Analysis
SMED	Single – Minute Exchange of Die
THP	Technicko - hospodářský pracovník
TPM	Total Productive Maintenance
TPS	Toyota Production System
VSM	Value Stream Mapping

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 – Schéma procesu (Grasseová a kol., 2008, s. 7).....	12
Obrázek 2 – Základní členění procesů (Grasseová a kol., 2008, s. 14).....	13
Obrázek 3 – Tři základní typy procesů (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 23).....	14
Obrázek 4 – Typy výroby (Fiala, 2002, s. 23).....	16
Obrázek 5 – Předmětné uspořádání výroby (Tomek a Vávrová, 2007, s. 198).....	17
Obrázek 6 – Technologické uspořádání výroby (Tomek a Vávrová, 2007, s. 198).....	17
Obrázek 7 – Příklady výpočtu parciální produktivity (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 29).....	20
Obrázek 8 – Příklad výpočtu indexu produktivity (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 29).....	21
Obrázek 9 - Příklad výpočtu celkové produktivity (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 33).....	22
Obrázek 10 – Trojdimenzionální rozměr PI.....	26
Obrázek 11 – F. W. Taylor (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 87).....	26
Obrázek 12 – ShingeoShingo (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 87).....	27
Obrázek 13 – Studium práce (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 90).....	28
Obrázek 14 – Zbytečné pohyby (Mašín a Mašín, 2012 s. 16).....	33
Obrázek 15 - Nadbytečné zásoby (Mašín a Mašín, 2012 s. 18).....	34
Obrázek 16 – Čtyři druhy plýtvání při SMED (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 211).....	37
Obrázek 17 – Tři kroky SMED (Košturiak a Gregor, 2002, E / 1- 2).....	37
Obrázek 18 – Matice SWOT (De Ceuster, 2010, s. 70).....	40
Obrázek 19 – Magický trojúhelník projektu.....	41
Obrázek 20 – Logo firmy (DECRO BZENEC, 2016).....	47
Obrázek 21 – Šesti-komorový profil.....	47
Obrázek 22 – Tří-komorový.....	48
Obrázek 23 – Kaširovací linka (vlastní zpracování).....	50
Obrázek 24 – Sklad plastového odpadu (vlastní zpracování).....	54
Obrázek 25 – Zadání stávající situace v QM for Windows (vlastní zpracování).....	62
Obrázek 26 – Zadání účelové funkce (vlastní zpracování).....	62
Obrázek 27 – První varianta řešení situace.....	63
Obrázek 28 - Zadání situace v QM for Windows druhé varianty (vlastní zpracování).....	64
Obrázek 29 - Druhá varianta řešení situace.....	65

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 - SWOT analýza (vlastní zpracování).....	46
Tabulka 2 - Cenové vyjádření plastového odpadu (vlastní zpracování).....	55
Tabulka 3 – Časový harmonogram projektu (vlastní zpracování).....	60
Tabulka 4 – Postup vzniku odpadu stávající metodou (vlastní zpracování).....	61
Tabulka 5 – Řezný plán plastových oken (vlastní zpracování) .....	62
Tabulka 6 - Sumarizace první varianty řešení (vlastní zpracování) .....	64
Tabulka 7 - Sumarizace druhé varianty řešení (vlastní zpracování).....	65
Tabulka 8 – Úspora navrhovaného opatření (vlastní zpracování) .....	66
Tabulka 9 – Porovnání procesů řezání barvených profilů (vlastní zpracování) .....	67
Tabulka 10 – Cenové náklady porovnávaných procesů (vlastní zpracování) .....	68
Tabulka 11 – Porovnání denního a týdenního plánu (vlastní zpracování) .....	69
Tabulka 12 – Časové vyjádření procesů za směnu (vlastní zpracování) .....	70

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha I - Přehled hledisek dělení výrobního procesu

Příloha II – RIPRAN analýza

Příloha III – Schéma výrobního procesu plastových oken

## PŘÍLOHA P I: PŘEHLED HLEDISEK DĚLENÍ VÝROBNÍHO PROCESU

Hledisko elementárního typu	Elementární typ výroby			
<b>Výrobek</b>				
počet nabízených jednotek	jednotlivá výroba		výroba více výrobků	
vliv odběratele	výroba přímo orientovaná na zákazníka		výroba nepřímo orientovaná na zákazníka	
stupeň specifikace konečného výrobku zákazníkem	zákaznická produkce		tržní produkce	
<b>Proces</b>				
počet použitých výrobních jednotek	jednostupňová		vícetupňová	
opakovanost	kusová	sériová	hromadná	
organizace	díleňská (výkonový princip)		proudová (objektový princip)	
uspořádání	pracoviště	produkční centra	proudová linka	
časový soulad	globálně	částečně	podle taktu	
časové přiřazení výroby k výrobní jednotce	výměnná výroba		paralelní výroba	
kontinuita materiálového toku	diskontinuální		kontinuální	
spojitost	nespojité		spojité	
stupeň vývoje výrobní techniky	ruční	strojní	částečně automatizovaná	plně automatizovaná
působení na vstupy	analytický proces	syntetický proces	analyticko-syntetický proces	neutrální proces
procesní technologie	fyzikální	chemická	jaderná	biologická
ovladatelnost procesu	plná		neúplná	
<b>Faktory</b>				
spojení s místem	faktory spojené s místem		výrobek spojený s místem	
ekonomická váha	pracovně intenzivní	materiálově intenzivní		intenzivní na zařízení
opakovatelnost nákupu	jednorázově	ohraničeně		neohraničeně

Zdroj: Tomek a Vávrová, 2007, s. 202

## PŘÍLOHA P II: RIPRAN ANALÝZA

	Hrozba	Pravděpodobnost hrozby	Scénář	Pravděpodobnost scénáře	Celková pravděpodobnost	Dopad	Hodnota rizika	Opatření
1	Nezájem ze strany firmy	5 %	Nemožnost získání relevantní dat	70 %	3,5 %	SD	MHR	akceptace rizika
			Projekt nebude realizován	60 %	3 %	VD	SHR	Pohovor s vedením firmy před zahájením projektu
2	Narušení časového harmonogramu projektu	30 %	Nedokončení projektu	90 %	27 %	VD	VHR	Důkladné dodržování harmonogramu
3	Nedosažení cílů projektu	50 %	Výrobní proces nebude racionalizován	100 %	50 %	VD	VHR	Důkladné zpracování projektu, odborný dozor
			Nespokojenost vedení firmy	50 %	25 %	SD	SHR	Průběžné konzultace a vyhodnocování s vedením firmy
4	Nerealizovatelnost projektu	20 %	Výrobní proces nebude racionalizován	80 %	16 %	SD	MHR	akceptace rizika

Pravděpodobnost		
MP	Malá	1 – 20 %
SP	Střední	21 – 60 %
VP	Velká	61 – 100 %

Dopad		
MD	Malý	Vyžaduje mírné zásahy do projektu.
SD	Střední	Vyžaduje velké zásahy do projektu. Nutnost přehodnocení celého projektu.
VD	Velký	Ohrožuje celkové splnění projektu.

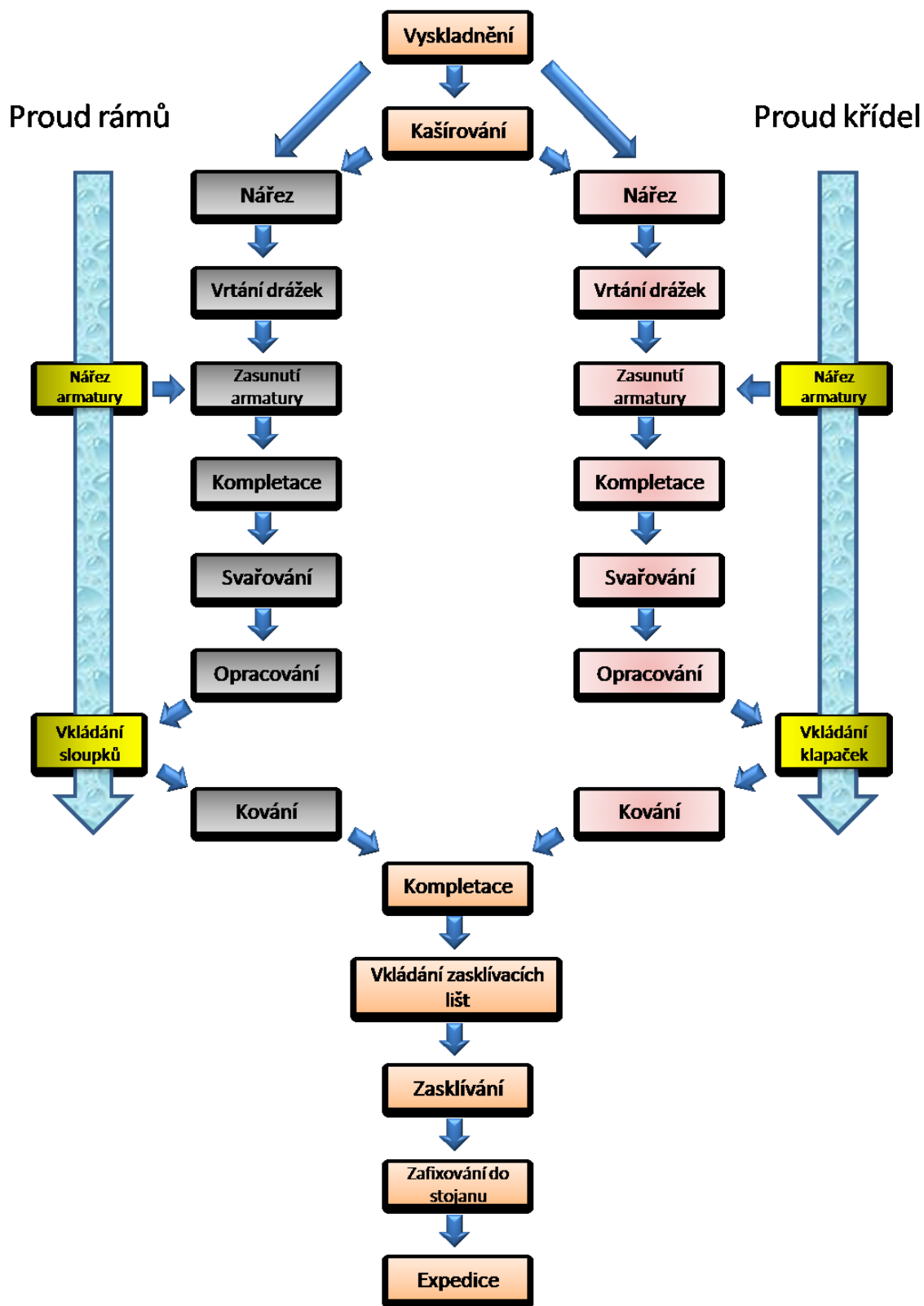
Hodnota rizika a reakce na něj		
MHR	Malá	Akceptace
SHR	Střední	Tvorba rizikového plánu
VHR	Vysoká	Vyhnutí se riziku

	MD	SD	VD
MP	MHR	MHR	SHR
SP	MHR	SHR	VHR
VP	SHR	VHR	VHR

Zdroj: vlastní zpracování



# PŘÍLOHA P III: SCHÉMA VÝROBNÍHO PROCESU PLASTOVÝCH OKEN



Zdroj: vlastní zpracování