



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

## ÚSTAV MANAGEMENTU

INSTITUTE OF MANAGEMENT

# ŠTÍHLÁ VÝROBA A JEJÍ IMPLEMENTACE

LEAN MANUFACTURING AND ITS IMPLEMENTATION

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Petra Kolářovcová

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. Marie Jurová, CSc.

BRNO 2019

# Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav managementu
Studentka:	<b>Bc. Petra Kolářovcová</b>
Studijní program:	Ekonomika a management
Studijní obor:	Řízení a ekonomika podniku
Vedoucí práce:	<b>prof. Ing. Marie Jurová, CSc.</b>
Akademický rok:	2018/19

## Štíhlá výroba a její implementace

### Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod

Popis současného stavu podnikání ve vybrané organizaci

Cíle řešení

Vytypování teoretických přístupů k řešení

Analýza současného stavu vybraného výrobního úseku

Návrh štíhlého výrobního procesu ve vybraném úseku

Podmínky realizace a přínosy

Závěr

Použitá literatura

Přílohy

### Cíle, kterých má být dosaženo:

Odstranění prostožů průběhu výrobního procesu k zajištění štíhlých podmínek vyl úseku při zavedení nového produktu a při nové vybavenosti výrobního systému.

### Základní literární prameny:

JUROVÁ, M. a kol. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: GRADA Publis ISBN 978-80-271-9330-1.

---

SYNEK, M. a kol. Podniková ekonomika. 5.vyd. Praha: C.K. Beck 2010, 456 s. IS 0-336-3.

UČEŇ, P. Zvyšování výkonnosti firmy na bázi potenciálu zlepšení. Praha: GRAD, 190 s. ISBN 978-80-247-2472-0.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického

V Brně dne 28.2.2019

L. S.

---

## **Abstrakt**

Diplomové práce je zaměřena na implementaci podmínek štíhlé výroby do stavu výrobního procesu ve vybrané firmě, analyzovat a nalézt úzká místa. Cílem práce je odstranění prostojů výrobního procesu k zajištění štíhlých podmínek vybraného úseku při zavedení nového produktu a při nové vybavenosti pracoviště.

První část práce je věnována literární rešerši a zabývá teoretickou přípravou, porozumění problematiky výrobního procesu, štíhlé výroby a jejími metodami.

Druhá část se zabývá analýzou výroby konkrétního produktu a jednotlivými výrobními operacemi, aplikací metod štíhlé výroby a návrhy nového uspořádání pracoviště.

## **Abstract**

The diploma thesis is focused on the implementation of lean production conditions into the production process of the selected company, analyze and find bottlenecks. Aim of thesis is to eliminate the downtime of the production process to provide lean conditions for the selected section when introducing a new product and new facilities at the workplace.

First part of thesis is devoted to literature review and dealing with theoretical preparation, understanding principles and methods of lean production.

Second part is dealing with analyzing production processes of product and individual production operations, application of lean production methods and proposals for a new organization of the workplace.

## **Klíčová slova**

Výrobní proces, štíhlá výroba, mapování toku hodnot

## **Key words**

Manufacturing process, lean production, value stream mapping

---

## **Bibliografická citace**

KOLÁROVCOVÁ, Petra. Štíhlá výroba a její implementace. Brno, 2019. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/118987>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav managementu. Vedoucí práce Marie Jurová.

---

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma Štíhlá výroba a její implementace jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne 1.5.2019

.....

---

## **Poděkování**

Touto cestou bych chtěla poděkovat zaměstnancům společnosti za poskytnutí svého času a prostoru k realizaci dílčích prací a vstřícný přístup při zpracování práce, vedoucím pracovníkům bych chtěla poděkovat za poskytnutou pomoc, připomínky a odborné rady.

Dále děkuji mé rodině za podporu po celou dobu mého studia a při psaní závěrečné práce.

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod a cíl práce</b>	<b>10</b>
1.1	Úvod.....	10
1.2	Cíl práce.....	11
<b>2</b>	<b>Historie průmyslové výroby</b>	<b>12</b>
2.1	Výrobní proces.....	13
2.1.1	Struktura výrobního procesu.....	13
2.1.2	Řízení výroby.....	14
2.1.3	Cíle řízení výroby.....	15
2.2	Typy řízení výroby.....	15
<b>3</b>	<b>Štíhlá výroba a její zásady</b>	<b>17</b>
3.1.1	Principy štíhlé výroby.....	17
3.1.2	Strategie štíhlé výroby.....	18
3.1.3	Nástroje štíhlé výroby.....	19
	Kaizen 20	
3.1.4	Just in time.....	21
3.1.5	Princip tahu.....	22
3.1.6	Princip tlaku.....	22
3.1.7	Hodnota a hodnotové činnosti.....	22
<b>4</b>	<b>Historie a současnost firmy</b>	<b>24</b>
4.1	Analýza společnosti.....	25
<b>5</b>	<b>Hodnocení produktu a výrobního procesu</b>	<b>28</b>
5.1	Závěry současné analýzy výrobního procesu.....	30
5.2	Mapování hodnotových toků.....	34
5.2.1	Stávající materiálový tok.....	35



---

5.2.2	Budoucí materiálový tok.....	36
5.3	Stávající rozložení pracoviště.....	36
5.3.1	Časy výrobních operací.....	37
5.3.1.1	Extrudér.....	37
5.3.1.2	Pytlovačka.....	38
5.3.1.3	Balení.....	38
5.3.2	Časy přípravných operací.....	39
5.3.2.1	Extrudér.....	39
5.3.2.2	Pytlovačka.....	40
5.3.2.3	Balení.....	41
<b>6</b>	<b>Návrh nového pracoviště</b>	<b>43</b>
6.1	Návrh č.1.....	44
6.2	Návrh č.2.....	48
6.3	Návrh č.3.....	54
6.4	Návrh č.4.....	60
6.5	Návrh č.5.....	66
6.6	Podmínky realizace a přínosy.....	70
<b>7</b>	<b>Závěr</b>	<b>73</b>
<b>8</b>	<b>Seznam literatury</b>	<b>75</b>
<b>9</b>	<b>Seznam zkratk</b>	<b>78</b>
<b>10</b>	<b>Seznam obrázků</b>	<b>79</b>
<b>11</b>	<b>Seznam tabulek</b>	<b>80</b>

# 1 Úvod a cíl práce

## 1.1 Úvod

V současné době, kdy se ekonomika nachází na vrcholu převládá na většině trhů vysoce konkurenční prostředí, které evokuje u klientů požadavky na vyšší kvalitu, nižší cenu, flexibilní zásobování atp. Ve stejné situaci se nachází i společnost TART, která má vedoucí postavení na českém trhu průmyslových obalů. Své prvenství v obalovém průmyslu si firma vybuodovala díky dlouhodobé inovační strategii, která přispívá trvalému uspokojování měnících se požadavků zákazníků.

V praxi to pro firmy znamená, že pokud chtějí prosperovat a udržet si náskok před konkurencí, musejí vyrábět široký sortiment výrobků, s požadovanou kvalitou při co nejnižších nákladech. Zeštíhlení podniků je celosvětový trend, jehož počátky sahají do 50.let minulého století s cílem snížit náklady a zvýšit konkurenceschopnost.

Diplomová práce je zpracována ve společnosti TART se sídlem v Brně, společnost vlastní více výrobních závodů. V diplomové práci je řešena výrobní hala pro výrobu biodegradovatelná fólie a následné konfekce. Společnosti se podařilo získat nového klienta, jehož měsíční objem poptávek zvýší produkci kompostovatelných sáčků o více než polovinu. Je provedena analýza současného stavu výrobní haly, dále je navrženo rozšíření stávajícího strojního vybavení výrobní haly. Následně jsou navrženy možné varianty uspořádání nového pracoviště, které vycházejí ze štíhlých podmínek výroby a mají za cíl eliminaci plýtvání.

Úvodní část práce je zaměřena metodu štíhlé výroby, v následující části je představena společnost, produkt, výrobní proces a jeho analýza. Následně jsou doporučeny návrhy nového pracoviště s rozšířeným strojním zařízením, návrhy si kladou za cíl optimalizaci zeštíhlení výrobního procesu a eliinaci plýtvání.

## 1.2 Cíl práce

Cíl diplomové práce je zaměřen na štihlou výrobu a odstranění prostojů výrobního procesu při nové strojní vybavenosti pracoviště. Štíhlé podmínky výrobního procesu jsou zajištěny pomocí jednotlivých prvků štíhlé výroby - mapováním toku hodnot, bude navrženo jak nejlépe optimalizovat materiálový tok ve výrobní hale. Budou navrženy varianty pro nové uspořádání pracoviště s rozšířením strojním vybavením s implementací prvků štíhlé výroby.

Cílem diplomové práce je nalézt vhodná řešení pro uspořádání nového pracoviště, která povedou k zeštíhlení výrobního procesu a zvýšení efektivity výroby. Dále bude doporučeno, jak minimalizovat rozpracovanost výrobního procesu k dosažení maximální plynulosti výrobního toku.

## 2 Historie průmyslové výroby

Historie průmyslové výroby se datuje od 18. století. Tato doba je mimo jiné provázána velkými společenskými a politickými změnami ve většině vyspělých zemích světa. Do popředí lidského zájmu se dostávají vědecké a technologické objevy, dominantní postavení zemědělství je oslabeno a do popředí se dostává parní pohon. Parní stroj je považován za symbol první průmyslové revoluce. Výroba parního stroje umožnila nahrazení lidské práce a dala prostor ke vzniku velkým manufakturám, kde docházelo k lepšímu rozdělení práce a prohlubující se specializaci. Výroba pomocí strojů se zaváděla celosvětově a na stojní zařízení byly kladeny vyšší nároky, které by umožňovali obsluhu i méně kvalifikovanou pracovní silou a současně zvýšení produkce k uspokojení rostoucí poptávky.

Za druhou průmyslovou revoluci je označováno období konce 19. století, které přímo navazuje na období první průmyslové revoluce. Druhá průmyslová revoluce je spojena se vznikem montážních linek, elektrifikací a masovou výrobou. Z tohoto důvodu je někdy označována jako technologická revoluce a je nejčastěji reprezentována dvěma událostmi, vynálezem žárovky T.A.Edisonem a instalací první elektrifikované montážní linky ve společnosti Cincinnati.

Třetí průmyslová revoluce je spojována s automatizací a rozmachem informačních technologií, někdy je označována jako digitální. Přechod od mechanismu k automatům byl přirozeným vývojem a nelze přesně datovat počátek tohoto procesu. Nejčastěji je uváděn rok 1969, kdy byl vyroben první programovatelný článek. 1.1

V současné době probíhá čtvrtá průmyslová revoluce, která je charakteristická prolínáním informačních technologií pro autonomní stroje. Je charakteristická silná robotizace, totální propojená automatizace, využití internetu věcí a umělé inteligence, tento termín byl poprvé použit v roce 2011 na Hannoverském strojírenském veletrhu. (Veber, 2016).

## 2.1 Výrobní proces

Výrobní proces je systémem všech dílčích procesů v organizaci, a to procesů pracovních (s přímým zapojením lidského kapitálu), automatických (bez přímého zapojení lidského kapitálu) a přírodních (založených na vlivu přírodních sil). Tyto dílčí procesy umožňují přeměnu vstupních surovin a materiálu do podoby finální produkce (Synek, 2006). Podle Keřkovského (2009) je výrobní proces determinován určením produktu (výrobku a služby), množstvím a varetou výrobku, použitou technologií, organizací výroby, stabilitou výroby a schopností adaptovat se na změny v poptávce.

Výrobní proces je dle Synka (2006) složen z:

- hlavní výroby, kdy výsledné výrobky představují hlavní náplň výrobního procesu
- vedlejší výroby zaměřené na produkci náhradních dílů a polotovarů
- doplňkové výroby zpracovávající odpad z vedlejší a hlavní výroby
- přidružené výroby odlišující se zejména charakterem výroby

V rámci výrobního procesu dochází k realizaci úkonů zadaných v rámci výrobního programu. Mezi úkony lze zařadit hotové výrobky, realizované služby, produkty zhotovené dle požadavků trhu či požadavků koncových zákazníků. Zadané úkony jsou realizovány jakožto výslednice všech disponibilních výrobních faktorů (práce, kapitálu, materiálu, služeb) nutných pro uskutečnění daného výrobního procesu. K důležitým faktorům též patří výrobní kapacita organizace (Jurová a kol., 2016).

### 2.1.1 Struktura výrobního procesu

Struktura výrobního procesu může být dle Váchala a Vochozky (2013) věcná, časová a prostorová. Volba struktury se odvíjí od toho, jaký aspekt výrobního procesu (optimalizace či plánování) je předmětem zkoumání.

**Věcné hledisko:** věcná struktura výrobního procesu je dána zejména výrobním profilem a výrobním programem organizace, tzn. souhrnem výrobních kapacit, vyráběných výrobků atd. Z hlediska způsobu, na základě kterého dochází k přetváření vstupních výrobních faktorů do finální produkce, mohou být výrobní procesy členěny na technologické (přímo spojené s výrobou), nebo netechnologické (obslužné, pomocné a dopravní procesy) (Keřkovský a Valsa, 2012).

**Časové hledisko:** zahrnuje řešení různých aspektů řízení výrobního procesu, např. optimalizaci ve využití výrobních kapacit, výrobních a dopravních dávek, časový harmonogram výrobního procesu, průběžnost, prostoje a směnnost, stabilizaci výrobního procesu z hlediska objemu rozpracované výroby atd. (Váchal a kol., 2013).

**Hledisko prostorově-organizační:** tento aspekt struktury výrobního procesu řeší zejména optimalizaci materiálových toků z hlediska rychlosti, vzdálenosti a plynulosti. Dále jde o efektivitu v uspořádání pracovišť dle využitých technologií a předmětu výroby (Váchal a kol., 2013). Keřkovský a Valsa (2012) v této souvislosti hovoří o technologickém uspořádání, kdy jsou pracoviště shromážděna dle druhů. Nevýhodou může být relativně komplikovaný tok výrobků mezi jednotlivými pracovišti. Dalším typem je buňkové uspořádání kombinující předmětné a technologické uspořádání pracovišť. Výroba je v rámci buněk optimalizována, jednotlivé buňky totiž disponují širokou škálou zařízení nutných pro výrobu. Posledním typem je předmětné uspořádání, které zajišťuje plynulost výroby a eliminuje mezioperační přepravu výrobků. Uspořádání pracovišť koresponduje s technologickými postupy.

### 2.1.2 Řízení výroby

Řízení výroby je dle Učeně (2008) zaměřeno na optimálně fungující výrobní systém, který zohledňuje vytyčené strategické cíle. Výrobním systémem je myšlen souhrn všech činitelů účastnících se výrobního procesu, např. provozní zařízení, suroviny, technická a dopravní zařízení, energie, pracovníci, finanční prostředky, informace, rozpracovaná a finální produkce, odpady atd. Efektivní řízení výroby je podmíněno věcnou, prostorovou a časovou koordinací všech výše uvedených činitelů, které se výrobního procesu účastní nebo jej ovlivňují.

Za klíčové aktivity při řízení výroby jsou považovány tyto aktivity:

- Plánování výroby
- Řízení výrobních zakázek
- Řízení a evidence výroby
- Řízení kooperací
- Řízení mezioperačních kontrol

### 2.1.3 Cíle řízení výroby

Cíle řízení výroby jsou dle Keřkovského (2009) zpravidla odvozovány ze strategických firemních cílů, které patří z hlediska hierarchie k nejvyšším cílům organizace a souvisí většinou s dlouhodobým zvyšování bohatství (výnosů, hodnoty firmy) vlastníků organizace. V souvislosti s řízením výroby jsou zpravidla odvozovány dva důležité dílčí cíle, a sice efektivní využití disponibilních výrobních faktorů a maximální spokojenost zákazníků. Konkretizace výše uvedených cílů má přispět k vysoké technicko-technologické úrovni firemní produkce korespondující s potřebami koncových zákazníků, ke včasné realizaci technologických a výrobních inovací, růstu konkurenceschopnosti a optimalizované spotřebě disponibilních výrobních faktorů. K dalším dílčím cílům řízení výroby patří (Keřkovský, 2009):

- kvalita a spolehlivost dodávek
- zkracování dodacích lhůt
- vysoká flexibilita výroby umožňující rychlou adaptaci na měnící se požadavky zákazníků
- vysoká produktivita
- efektivní využití disponibilních výrobních zdrojů a kapacit
- rychlost a plynulost výrobních toků
- zajištění informačních procesů uvnitř organizace

## 2.2 Typy řízení výroby

Výrobní systémy se vyznačují odlišnou typologií danou zejména uplatněnými metodami řízení, evidencí a plánováním, zvoleným výrobním zařízením, organizačním uspořádáním a hierarchickou strukturou uvnitř organizace, atd. Wohe a Kislíngerová (2007), obdobně pak Tomek a Vávrová (2007) rozlišují tyto typy řízení výroby:

Výroba využívající jednotný materiálový tok (pásová výroba): je tvořena vzájemně navazujícími pracovišti, což umožňuje nepřetržitý tok materiálu a výrobků. Výhodou je minimalizace přepravních tras v rámci organizace a eliminace průběžných časů. Díky snadné kontrole výrobního procesu lze zefektivnit plánování výroby. K nevýhodám ovšem patří vysoká náročnost na kapitál a zhoršená adaptace na tržní změny.

- **Výroba v centrech:** dílčí výrobní pracoviště náleží do jednoho předmětově organizovaného prostoru. Je-li výroba automatizována, jde o flexibilní výrobní systémy. Pokud automatizovaná není, jde o tzv. výrobní hnízda, jejichž předností je určitá decentralizace řízení, která zajišťuje zaměstnancům výrobní a řídicí autonomii, což ale klade nároky na jejich kompetence, znalosti a dovednosti.
- **Výroba na stanovišti:** patří ke zvláštnímu organizačnímu typu výroby, kdy jsou výrobní faktory přemísťovány k nehybnému produktu, jenž se nachází uvnitř nebo vně podniku. Analogicky jde o vnitropodnikovou nebo mimopodnikovou výrobu na stanovišti. Tento typ výroby využívaný např. při stavbě domů, lodí, atd., je náročný na plánovací dovednosti zaměstnanců a charakteristická je i nízká upotřebitelnost zařízení a nástrojů.

Dle míry plynulosti výrobního procesu existuje dle Keřkovského (2009) výroba plynulá, která probíhá zejména z technologických důvodů prakticky nepřetržitě (např. těžba a zpracování ropy); a výroba přerušovaná, u které existuje možnost rozdělení výrobního procesu na dílčí etapy (např. na směny nebo na jednotlivé pracovní dny). Tento typ výroby je charakteristický např. pro strojírenská odvětví.

Dle množství a variety produktů existuje dle Tomka a Vávrové (2007) výroba kusová (malosériová), hromadná a sériová. Odlišnost plyne zejména z celkového množství finální produkce a způsobů přidělování výrobních faktorů. Kusová výroba je zpravidla realizována v relativně malých množstvích, přičemž probíhá buď opakovaně nebo neopakovaně. Je-li kusová výroba uskutečňována na základě specifické objednávky ze strany koncového zákazníka, jde o zakázkový typ výroby. U sériové výroby je produkce vyhotovována v dávkách (sériích), které se mohou opakovat (rytmická sériová výroba) nebo nikoliv (nerytmická sériová výroba). U hromadné výroby je produkováno velké množství jednoho druhu výrobku, výrobní proces je průběžně opakován a je do jisté míry stabilizován. Organizačně vrcholnou formou hromadné výroby je výroba proudová, jež je charakteristická plynulým a optimalizovaným tokem produkce.



## 3 Štíhlá výroba a její zásady

Jak uvádí Váchal a Vochozka (2013), pojem štíhlá ("lean") výroba je úzce spjat s japonskou firmou Toyota v období druhé poloviny minulého století. Vznikala postupně jako soubor dílčích zkušeností a nových metod řízení výroby a postupně se šířila i do dalších průmyslových odvětví ve vyspělých zemích. Jde o novou strategickou koncepci, která důraz klade primárně na zákaznickou spokojenost a úsporné hospodaření s disponibilními zdroji. Keřkovský a Valsa (2012) doplňují, že japonský koncept štíhlé výroby reagoval na princip centralizovaného řízení výroby akcentující vysokou produktivitu a minimalizaci nákladů, který byl uplatňován zejména USA a západoevropských zemích. V rámci tohoto principu byla zákaznickým požadavkům a přáním přiřazována relativně nižší priorita. Japonský přístup naopak představoval silně decentralizovaný způsob řízení výroby, který flexibilně reagoval na požadavky zákazníků, a to při nízké hloubce výroby a prostřednictvím flexibilních pracovních týmů s vysokou dílčí odpovědností za průběh a kvalitu výroby.

Dle Vebera a Srpové (2008) je štíhlá výroba úsilím organizace zaměřeným na omezení plýtvání se zdroji a časem, přičemž prostředkem k tomu má být eliminace všeho, co organizaci brání v růstu. Hlavní filozofií je produkovat pouze tehdy, pokud je to zapotřebí, tzn. o organizaci je třeba uvažovat nikoliv jako o izolovaných produktech, technologiích, útvarech, atd., ale jako o bezbariérovém toku vyprodukovaných hodnot od dodavatelů směrem k zákazníkům.

Štíhlou výrobu lze definovat jako sociotechnický systém, jehož primárním cílem je eliminovat plýtvání se zdroji prostřednictvím neustálého snižování variability ve výrobních procesech, v objemech zásob a u zákazníků (Shah a Ward, 2007).

### 3.1.1 Principy štíhlé výroby

Při implementaci štíhlé výroby je vhodné respektovat doporučený myšlenkový sled složený z několika principů, jenž byly původně navrženy pro výrobní podniky, nicméně mohou být využity i v ostatních odvětvích, např. službách. Jak již bylo výše uvedeno, k základním principům štíhlé výroby patří decentralizace výrobního procesu a rozhodovacích kompetencí, akcentování potřeb zákazníků, vysoká míra odpovědnosti za kvalitu produkce a služeb. K dalším důležitým principům řadí Keřkovský a Valsa (2012):

- využití plánovacího principu tahu

- nepřetržitost: štihlá výroba je charakteristická kontinuálním procesem zlepšování, což platí jak pro technologické aspekty výroby, tak pro zákaznickou spokojenost.

Schopnost efektivně rozpoznat diferencované potřeby zákazníků a navrhnout tvůrčí řešení představují dle filozofie štihlé výroby hlavní determinanty konkurenceschopnosti. Akcentování podstatných aktivit a klíčových schopností, což předpokládá důslednou revizi všech aktivit v rámci hodnototvorného řetězce v organizaci. Konkrétně jde o široké spektrum podnikových činností, jako jsou výzkum a vývoj, montáž, odbyt, likvidace odpadů atd. Řetězec musí být propojen se sítí odbytu, dodavatelů, požadavky koncových zákazníků a s interním tokem informací v organizaci.

### **3.1.2 Strategie štihlé výroby**

Kromě základní filozofie a principů štihlé výroby, které byly vysvětleny v předchozí kapitole, je velmi důležitá správná implementace do výrobního procesu. V této souvislosti upozorňuje Čuhel (2018) na tzv. paměť podniků a jejich zaměstnanců. I když je štihlá výroba postavena na "balíku" technik, postupů a nástrojů, které mohou být principiálně aplikovány prakticky v každém průmyslovém odvětví národního hospodářství, závisí úspěšnost implementace strategie štihlé výroby zejména na lidech uvnitř organizace. Je tedy nezbytné zajistit, aby se kontinuálnímu a dlouhodobě udržitelnému zlepšování přizpůsobily i postoje lidí (manažerů a zaměstnanců). Nejdůležitější strategické kroky efektivní implementace štihlé výroby definují např. Mostafa et al. (2013):

- vytvoření expertního týmu, který bude mít na starosti řízení procesu implementace, podporu a poradenství, konzultační a školicí činnosti atd.
- situační analýza, na základě které bude vyhodnocena současná situace v organizaci, definovány rozdíly mezi skutečnou a očekávanou situací, identifikovány slabé a silné stránky, hrozby a příležitosti, prověřeny veškeré organizační vlastnosti organizace atd.
- komunikační plán, který umožní komunikační propojení všech úrovní řízení a zainteresovaných stran, eliminuje komunikační šumy, definuje jednotlivé kompetence a odpovědnosti

- 
- tréninkový plán, který zahrnuje vzdělání manažerů a zaměstnanců, odbornou přípravu a rozvoj kompetencí, které jsou předpokladem vzniku budoucí odpovědnosti.
  - volba "lean" nástrojů, jejich správné pochopení a uplatnění v praxi je důležité pro budoucí efektivitu štihlé výroby
  - zmapování toku hodnot zaměřené na investigaci klíčových procesů, identifikaci procesů (ne)tvůřících přidanou hodnotu uvnitř organizace. Nutné je též nalezení oblastí pro další zlepšování a odstraňování ztrát
  - posouzení dosažené úrovně a výsledků slouží ke zhodnocení výsledků implementace, srovnání skutečnosti s očekávanými výsledky, porovnání dílčích oblastí efektivity a výkonnosti organizace
  - monitoring a kontrola je součástí plánovací činnosti a cílem je sledovat pokrok implementace, průběžně sledovat skutečnost a plán očekávaného výkonu

### **3.1.3 Nástroje štihlé výroby**

Štihlá výroba je dle Dlabace (2015) souborem metod, principů a také nástrojů, kterými lze řídit výrobu v organizaci, a to např. prostřednictvím výrobních pracovišť a linek, strojních zařízení, výrobních pracovníků atd., přičemž cílem je dosáhnout flexibilní, standardizované a stabilní výroby. Nástroje využívané v rámci štihlé výroby mohou dvojího typu:

- nástroje identifikující zdroje plýtvání,
- nástroje eliminující plýtvání.

V následující části bude pozornost věnována nejdůležitějším typům nástrojů, jež jsou v rámci štihlé výroby využívány.

## Kaizen

Metoda kaizen vychází z potřeby neustále zlepšovat a zdokonalovat stávající stav, nikoliv prostřednictvím zásadních strukturálních změn v organizaci, ale dílčími kroky a nepatrnými změnami, jež mají posléze významné dopady na fungování a výsledky organizace (Imai, 2007). K základním pilířům kaizen patří 5 kroků, tzv. 5S, a sice seiri (příprava), seiton (uspořádání), seiso (úklid), seiketsu (osobní čistota) a shitsuke (disciplína).

První krok předpokládá odstranění zbytečných položek na pracovišti a ponechání věcí skutečně potřebných pro každodenní činnost, které jsou následně uspořádány dle důležitosti a míry využití. Čistota na pracovišti má přispět k lepší a rychlejší orientaci, předcházení poruchám, nedostatkům, atd. Dodržování těchto principů je nutným předpokladem pro dosažení disciplíny (Košturiak, 2010). Dodržování konceptu 5S má ve výsledku přinést odstranění tzv. "muda". Pojem lze chápat jako aktivitu, jež ve výrobním procesu nepřidává žádnou hodnotu. Cílem organizace uplatňující metodu kaizen je eliminace muda na úplné minimum, přičemž může jít o následující kategorie (Imai, 2007):

- **nadprodukce**: výroba přesahuje výrobní plán, což s sebou nese vysoké náklady, zbytečně vázaný kapitál a plýtvání disponibilními zdroji.
- **zásoby**: nadměrná tvorba zásob souvisí s nadvýrobou, nicméně nadměrná úroveň zásob nepřináší žádnou přidanou hodnotu a rovněž přispívá k vysokým nákladům na skladovací kapacity, lidské zdroje atd.
- **opravy a zmetky**: přispívají k prodloužení výrobního procesu, pozastavení výroby, růstu nákladů.
- **pohyb**: nadměrný pohyb zaměstnanců není produktivní, pokud není spjat s tvorbou hodnoty. Řešením je přehledné uložení předmětů na pracovišti, čistota pracoviště atd.
- **zpracování**: je-li zvolena nevhodná výrobní technologie, vede to k plýtvání nebo nevhodnému načasování výrobní činnosti.
- **čekání**: z důvodu neefektivní komunikace, nedostatečné informovanosti, poruch na pracovišti atd., mohou vznikat nerovnováhy a prostoje ve výrobním procesu.
- **doprava**: zbytečné přemísťování produkce je neproduktivní, navíc může vést k poškození, zpoždění, zničení a ztrátě

### 3.1.4 Just in time

Metoda Just in time (JIT) má dle Synka a Kislíngerové (2010) kořeny v Japonsku, přičemž primárním cílem této metody byla maximální efektivita dodavatelsko-odběratelských transakcí a vztahů. To mělo organizacím zajistit, aby nemusely vázat prakticky žádné prostředky v zásobách a byla zajištěna plynulost výroby. Harrison et al. (2004) uvádějí, že cílem JIT je výroba potřebného množství produkce ve správný okamžik, resp. stav zásob má v daném okamžiku korespondovat s aktuální výrobní potřebou.

Metoda JIT má přispívat k eliminaci ztrát v průběhu celého výrobního procesu, který začíná již nákupem materiálu, případně polotovarů, a končí distribucí finální produkce. Organizace fungující na principu JIT též usiluje o minimalizaci zmetkovosti, rovnoměrnou vytiženost výrobních kapacit, nulové časy dodávek a objemy zásob, 100% výrobní dávky, minimální manipulační transakce a seřizovací časy (Stehlík a Kapoun, 2008).

Nezbytným předpokladem efektivního fungování principu JIT je dle Vaněčka (2008) spolehlivost dodavatelů, tzn. včasná distribuce potřebných surovin a materiálu. To zajišťuje, aby organizace nemusela tvořit žádnou pojistnou zásobu a vázat v zásobách firemní kapitál, který může být efektivněji uplatněn v jiných oblastech hospodářské činnosti. Výroba i objednávky jsou v rámci metody JIT realizovány v menších dávkách a objednaný materiál je distribuován přímo do výrobního procesu. Hotová produkce neputuje na sklad, ale je expedována přímo ke smluvním odběratelům.

Implementace metody JIT je vhodná zejména u těch provozů, které jsou charakteristické stabilitou výroby korespondující s výrobním plánem i poptávkou ze strany koncových zákazníků (Harrison et al., 2014). Pro uplatnění JIT jsou též ideální tzv. push provozy (viz další kapitola), které se řídí precizně vypracovanými výrobními plány a produkce je v rámci jednotlivých výrobních článků plynule distribuována k dalšímu zpracování ve výrobním řetězci (Vaněček, 2008). Efektivní synchronizace výroby a včasnost v dodávkách zásob i odběru finální produkce předpokládá kvalitní oboustrannou komunikaci a fungující kooperaci mezi organizací (výrobce), odběrateli (zákazníky) či zprostředkovateli (Bowersox et al., 2010).

Pro implementaci JIT metody jsou dle Vaněčka (2008) méně vhodné tzv. pull výrobní provozy (viz další kapitola), které jsou založeny na posledním článku výrobního řetězce, resp. vyráběno je pouze to množství, které je vyžadováno posledním výrobním článkem. I když principiálně nemusí docházet k tvorbě nedokončené výroby a zásob, je

synchronizace a koordinaci článků v pull výrobním řetězci komplikovanější, např. z důvodu odlišných dodacích lhůt v rámci jednotlivých článků výrobního řetězce.

### **3.1.5 Princip tahu**

Princip tahu, respektive tzv. "pull systém" dle Keřkovského a Valsy (2012) respektuje pravidlo, že výroba má probíhat s požadavky výroby, tzn. dodáno má být pouze to množství, které je požadováno. Výrobní zakázky tedy nejsou "protlačovány" výrobním řetězcem, jako tomu bývá v tradičních výrobních systémech. V rámci principu tahu lze následující výrobní stupeň chápat jako analogii koncového zákazníka, jehož potřeby mají být na daném stupni výroby plně uspokojeny. Hlavní výhodou principu tahu je minimalizace výrobních nákladů, k čemuž dochází díky eliminaci mezioperačního objemu zásob a zkrácení průběžné doby výroby.

### **3.1.6 Princip tlaku**

Princip tlaku, respektive tzv. "push systém" je opakem výše uvedeného principu a spočívá v přesném dodržování výrobního plánu v organizaci. Struktura výrobního plánu přesně určuje harmonogram termínů pro objednávku vstupů (surovin, materiálu, atd.) a zahájení výrobních operací takovým způsobem, aby byl dodržen stanovený termín výroby finální produkce (Basl a Blažíček, 2008). V literatuře se lze dle profesora Rosera (2017) často setkat s chybnou interpretací, podle které je push systém chápán jako výroba na sklad bez předchozího zákaznického požadavku a pull systém oproti tomu na zákaznický požadavek bezprostředně reaguje, tzn. jde o výrobu na zakázku. Tento úhel pohledu je však chybný, protože i u výše zmíněné automobilky Toyota se lze setkat s výrobou na sklad, která však funguje na bázi pull výrobního systému. Zásadním rozdílem je to, že push systém nelimituje množství rozpracované výroby; oproti tomu pull systém toto množství intenzivně reguluje.

### **3.1.7 Hodnota a hodnotové činnosti**

Mapování hodnoty a hodnotového toku patří k nejvýznamnějším nástrojům štihlé výroby. Hodnotu lze charakterizovat jako naplnění očekávání ze strany koncového zákazníka. Důležitá je předchozí komunikace mezi organizací a zákazníkem, která umožní správně a přesně určit hodnotu vnímanou zákazníkem. Vhodnou oblastí pro zkoumání

hodnot jsou např. nákupní kritéria, rozhodovací procesy a chování zákazníků, individuální preference, zákaznická zlost, funkční potřeby atd. (Jurová a kol., 2016).

Důležité je rozlišení činností, které v rámci výrobního procesu nepřinášejí žádnou hodnotu, jde tedy o čistou ztrátu (např. čekání, prostoje atd.); nepřinášejí žádnou hodnotu, ale jsou vyžadovány (např. měření, kontrola, atd.) a činností, které hodnotu tvoří (vznik nového výrobku, služby, atd.). Poslední zmiňovaná kategorie je logicky nejdůležitější pro hospodářskou prosperitu organizace, protože za výsledky této činnosti je zákazník ochoten zaplatit (Červinka, 2013).

## 4 Historie a současnost firmy

Společnost má své počátky společnosti v roce 1991, kdy pánové Michal Hort a Václav Tauber zakládají společnost TART. Zpočátku se jednalo převážně o dovoz a distribuci obalových materiálů, vlastní výroba prvních obalových materiálů byla spuštěna o dva roky později. V prvních letech dominovala převážně lepicí páska s potiskem, který si zvolil zákazník. V roce 1997 následovala výroba vlastního polyetyleny, rok poté výroba vlastní bublinkové fólie. Na přelomu tisíciletí došlo ke kapitálovému spojení s americkou nadnárodní společností a následovalo zahájení exportní činnosti. V roce 2001 byla založena první dceřiná společnost na Slovensku, za čtyři roky následovala akvizice společnosti v Polsku, rok poté založení dceřiné společnosti v Rumunsku.

V roce 2007 poprvé roční obrát firmy přesáhl 1 miliardu Kč. Následovalo divizní členění společnosti a další růst produktového portfolia, kam bylo v roce 2011 začleněn extrudovaný polystyren a v roce 2012 kartonáž. Následovalo otevření logistických center v Brně a Praze. V roce 2015 byla zahájena výroba dřevěných obalů a rok poté vznikla divize Balení2.

Společnost TART je přední český výrobce obalů a obalových materiálů pro oblast střední Evropy. Jakožto moderní společnost jsou aktivity firmy zaměřeny na požadavky zákazníků na kvalitu, spolehlivost dodávek a profesionální poradenský servis v oblasti obalových materiálů. Činnost společnosti je zajištění komplexních služeb pro zákazníky, které zahrnují komplexní balení, exportní balení a dodávky obalových materiálů a balících strojů.

Společnost má vedoucí postavení na českém trhu průmyslových obalů ale i v zahraničí, své postavení společnost udržuje díky soustavným investicím do moderních technologií, technického a informačního zázemí společnosti, což společně se sledování nejnovějších trendů v obalovém průmyslu umožňuje držet náskok před konkurencí. Dlouhodobá inovační strategie napomáhá k uspokojování stále rostoucích požadavků nových ale i stávajících zákazníků, důraz je přikládám i na životní prostředí. Většina know-how je získána vlastními vývojovými aktivitami jednotlivých členů skupiny, společnost spolupracuje i s externími výzkumnými a vývojovými subjekty na akademické půdě či přímo ve výzkumných pracovištích zákazníků. Aktivní přístup společnosti lze demonstrovat například členstvím v české obalové asociaci SYBA.



Výrobní firma ve vlastních výrobních závodech zajišťuje výrobu obalů a obalových materiálů, jde např. o kartonáž a obalů z vlnité lepenky, bublinkové fólie a PE fólie včetně konfekce a potisku, polystyrenových obalů, antikoročních obalů, dřevěných obalů, kompostovatelných obalů, komplexního a zámořského balení.

Zákazníci oceňují vysokou technickou úroveň, spolehlivost a široké spektrum poskytovaných služeb, kompletního portfolia produktů a obalových materiálů. Divizní uspořádání společnosti umožní zákazníkům řešit problematiku balení komplexně a precizně dle svých požadavků. Společnost již mnohokrát získala cenu Obal roku, naposledy v roce 2016. Společnost pružně reaguje na potřeby zákazníků a má spolehlivý zákaznický servis.

Posláním společnosti je nabízet profesionální řešení ochrany výrobků během distribuce.

## 4.1 Analýza společnosti

SWOT analýza je univerzální technika používaná pro zhodnocení vnitřních a vnějších faktorů ovlivňujících úspěšnost organizace.

### Silné stránky (Strengths)

- Dlouhodobé zkušenosti v obalářském průmyslu
- Technické profesionální a ekonomické zázemí
- Zkušenosti s výzkumem a vývojem nových technologií
- Podrobný zpracovaný plán činností
- Velká síť partnerských institucí pro vývoj a výzkum
- Silný tým (obalových) specialistů (navrhování nových řešení)
- Pravidelné vzdělávací workshopy, konference a semináře (udržitelnost obalů)

### Slabé stránky (Weaknesses)

- Vysoké náklady na vývoj
- Vytížení klíčových pracovníků
- Časová náročnost experimentů souběžně s výrobou
- Obtížná návratnost vývojových nákladů (obal jako zboží s nízkou marží)

**Příležitosti (Opportunities)**

- Prozatím nezvládnuté technologie (ve světovém měřítku) – poptávka po hi-tech technologiích
- Zpřísnění odpadkové legislativy s cílem snížit skládkování
- Celospolečenské preference ekologických řešení u konečných spotřebitelů
- Rychlejší a efektivnější prosazení udržitelných obalů v různých průmyslových odvětví (mimo oblast odpadkového hospodářství)
- Podpora ekologičtějších trendů EU / Ministerstva průmyslu a obchodu

**Hrozby (Threats)**

- Vyšší cena ekologických obalů – těžší vstup na trh
- Získávání základních surovin z potravinářských plodin
- všichni konkurenti vstupují na trh s produkty, které se drží trendu
- Ztráta klíčových pracovníků, odběratelů
- Roztříštěnost obchodních týmů
- Relativní zastaralost výrobní parku
- Závislost některých klíčových surovin a komponentů na jediném dodavateli



## 5 Hodnocení produktu a výrobního procesu

Ve své práci se zaměřím na nový produkt, který byl vyvinut v polovině roku 2018, v této práci jej pojmenuji jako WRAP . Jde se o kompostovatelný sáček, jehož vstupní materiál je vyroben z rostlinných škrobů, případný potisk fólie je z nezávadných barev. Vstupní materiály jsou v poměru, který byl stanoven na základě nesčetných testů, aby finální produkt splňoval požadavky zákazníka. Mezi požadavky patří převážně lehká manipulace při balení vlastních výrobků, jenž by snižovala mezičasy potřebné k balení a následné expedici ve vlastních výrobních tz.sáčky lehce rozevíratelné, nelepivé, nekluzké aniž by byla snížena kvalita ochrany či fixace výrobků při přepravě. Další podmínkou je rozložitelnost produktu přírodními organismy.

Výroba sáčků probíhá ve více pracovištích, která jsou rozmístěna ve výrobní hale společnosti. Výroba sáčku začíná výrobou fólie požadovaných vlastností tedy správného poměru vstupních materiálů a aditiv. Biodegradovatelná fólie stejně jako všechny ostatní polyetylenové fólie je vyráběna extruzí neboli vytlačováním. Vstupní materiál (granulát) je v požadovaném procentuálním složení za pomoci tlaku a vysoké teploty roztaven a přes vyfukovací hlavu vytlačen do výsledného tvaru fólie. Následuje schlazení fólie vzduchem a její složení přes válce a rolování. Vstupním materiálem pro kompostovatelné fólie je bio granulát, který je vyráběn z obnovitelných zdrojů tj.kukuřičný, sojový či bramborový škrob a splňují normu ČSN EN 13432 (Požadavky na obaly využitelné ke kompostování a biodegradaci).

Vyrobená fólie se následně přesouvá k pracovišti s pytlovacím strojem. Fólie na roli na operátorem nasazena na odvíjecí válec, dále je fólie pomocí dalších válců a svařovacích lišt přetvořena v sáčky požadovaného tvaru. Operátor zadá na stroji vstupní informace o výšce a šířce sáčku. Po svaření fólie svařovací lištou je výstupem určitý počet sáčků zadaných rozměrů.

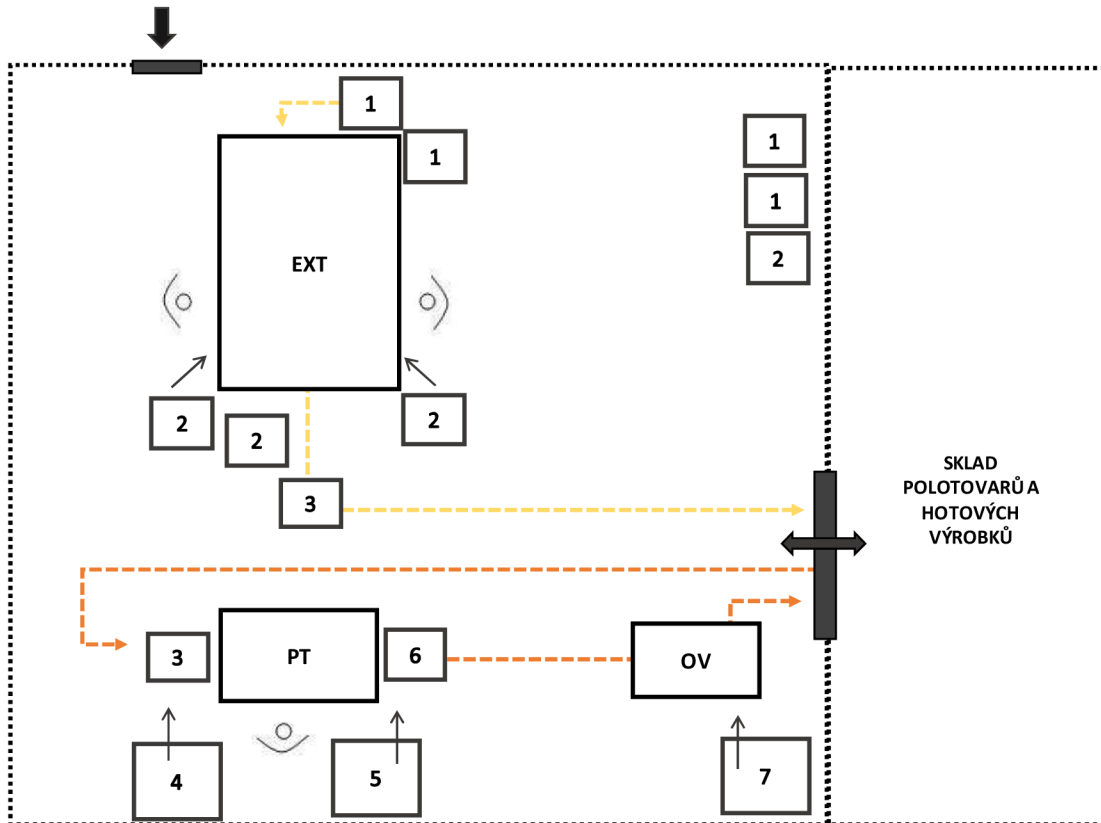
Následuje odebrání hotových sáčků operátorem a balení do krabic dle zadaného množství, při balení rovněž probíhá vizuální výstupní kontrola sáčků operátorem. Jsou kontrolovány převážně sváry a to v dolní či boční části sáčku a celkový vzhled sáčku.

Krabice se sáčky jsou následně uzavřeny pomocí lepící pásky označeny a s průvodními listy připraveny k uskladnění.

Produkt byl vyvinut na základě požadavků konkrétního zákazníka. Skupina WRAP má následující rozměry: délka 30 cm a šířka: 30-50 cm. Balení je vyžadováno po 25 kusech v krabicích z vlnité lepenky po 1 000ks. Tyto rozměry jsou vymezeny přesně tak, aby uspokojili poloautomatické balení, které dále využívá zákazník.

Stávající měsíční objem výroby konfekce se dosahuje 1 000 000 kusů. Při plném využití stávajících pytlovacích strojů. Zákazník uvádí měsíční odběr ve výši 600 000 kusů, dle požadavků specifikovaných výše. Společnost předpokládá, že reálně odebrané množství bude v budoucnu ještě vyšší.

## 5.1 Závěry současné analýzy výrobního procesu



Obr. 1 Půdorysná dispozice výrobní haly

### Popisek:

Tok výroby fólie je znázorněn žlutou šipkou, vyrobené fólie jsou následně uskladněny.

**EXT** – pracoviště vyfukovací linky (extrudér) s dvěma zaměstnanci

**1** – palety s granulátem, vstupním materiál pro extrudér

**2** – krabice s dutinkami a prostor pro izolepu k uchycení návinnu fólie k dutince

**3** – paleta s vyrobenými fóliemi, které budou následně uskladněny

Tok výroby sáčků je znázorněn oranžovou šipkou, vstupním materiálem je uskladněná fólie, ta je zpracována na pytlovacím stroji.

**PT** –pytlovací stroj se zaměstnancem

**4, 5** – pracovní prostor pro pytlovací stroj s krabicemi a gumičkami

**6** – paleta s hotovými sáčky, které jsou naskládány v krabicích

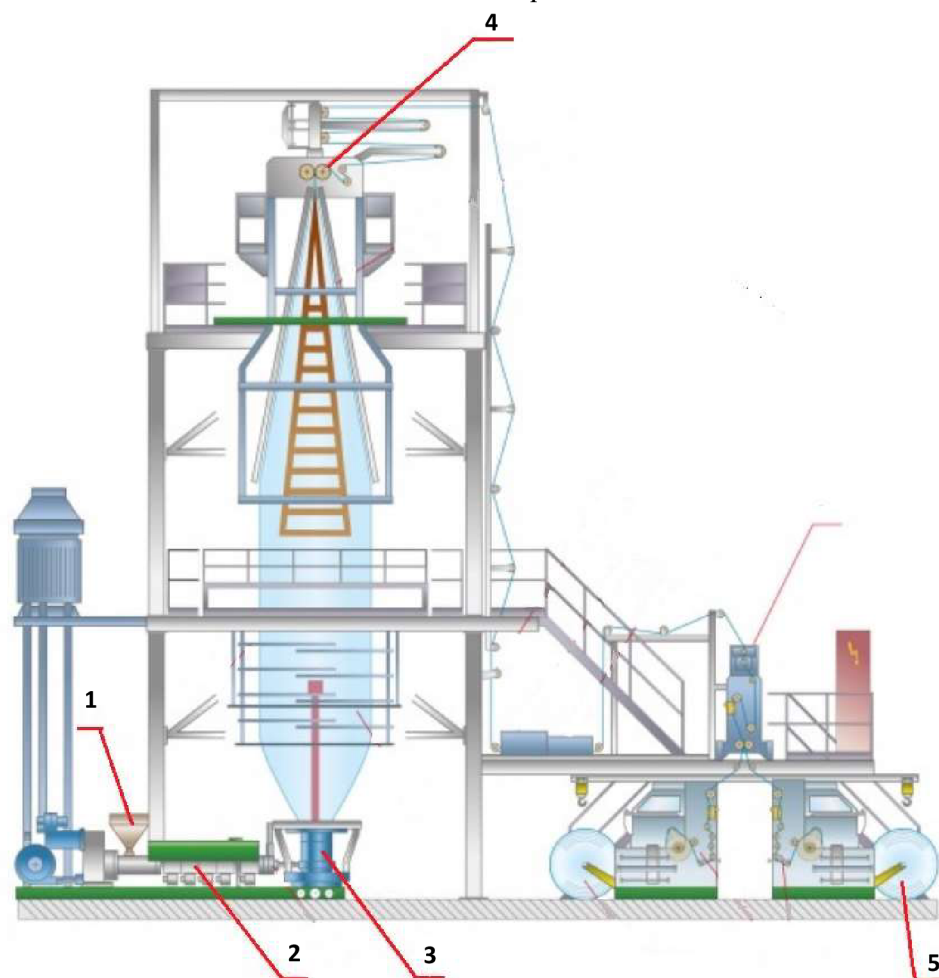
**OV** – ovíjecí stroj

**7** – paleta se stretch fóliemi k ovinovacímu stroji

Černé šipky označují vchod do výrobní haly a vrata do skladovacích prostorů.

Sávající výrobní hala má rozměry 12 x 14 m a jsou zde umístěny tři druhy výrobních strojů. Obsazenost výrobní plochy je 59 m<sup>2</sup>.

Prvním strojem je vyfukovací linka neboli extrudér, vstupním materiálem je granulát, ten je za vysokých teplot roztaven a vytlačen do výsledného tvaru fólie, která je schlazena vzduchem. Tento stroj má rozměry 3 x 6 metrů a je pevně ukotven k zemi výrobní haly, vzduchotechnika ve výrobní hale je řešena na základě umístění stroje. Není proto možné v dalších úvahách o rozložení pracoviště měnit umístění extrudéru.

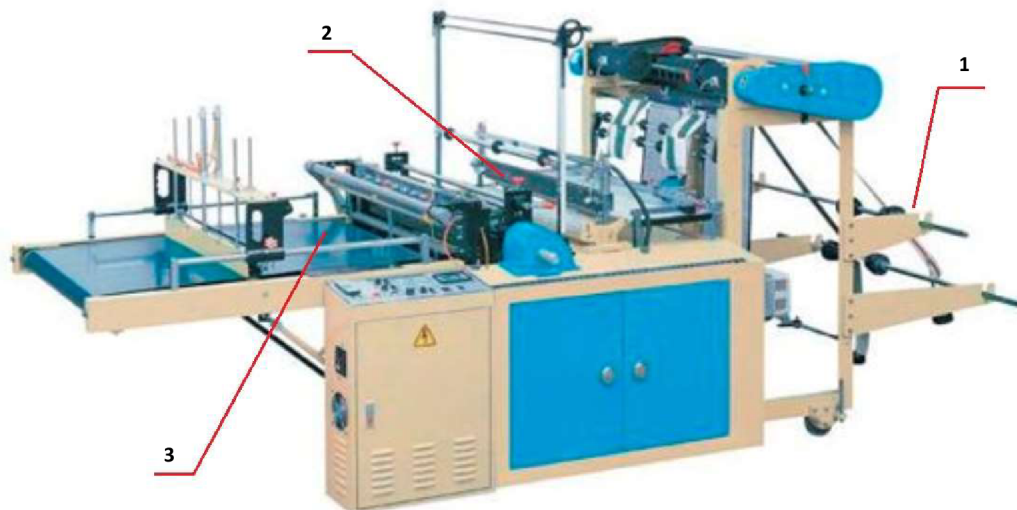


Obr. 2 Průřez vytlačovacím strojem  
Zdroj : [www.merylplast.cz/technologie](http://www.merylplast.cz/technologie)

### Popisek

- |                                    |                         |
|------------------------------------|-------------------------|
| 1 – Dávkování granulátu            | 4 – Odtah               |
| 2 – Vytlačovací stroj (šnek)       | 5 – Navíjení na dutinky |
| 3 – Vytlačovací (vyfukovací) hlava |                         |

Druhým strojem je pytlovací stroj, vstupním materiálem je fólie na dutince. Pomocí válců je fólie rozložena, a pomocí svařovacích lišt je fólie rozporcována na jednotlivé sáčky.



Obr. 3 Pytlovací stroj  
Zdroj: [i.pining.com/originals](http://i.pining.com/originals)

#### Popisek

- 1 – Odvíjecí válec pro fólii
- 2 – Svařovací lišty
- 3 – Prostor s hotovými sáčky

Poslední typ stroje je nejjednodušší na obsluhu, jde o ovíjecí stroj. Paleta naplněná krabicemi s hotovými výrobky je přesunuta na plošinu a následně ovinuta stretch fólií. Níže je ilustrativní obrázek ovíjecího stroje.



Obr. 4 Ovíjecí stroj  
Zdroj: [dir.indiamart.com/impcat](http://dir.indiamart.com/impcat)



---

Na základě uvedených skutečností je provedena SWOT analýza současné výrobní haly vzhledem k rozšíření technologického vybavení.

#### **Silné stránky (Strengths)**

- Firma již vlastní jeden pytlovací stroj a má zkušenosti s uvedením takového stroje do provozu, zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví pro práci proběhne rychleji a lze předpokládat i snadněji
- Stávající provoz je již uzpůsoben technologiím pro výrobu obalových materiálů

#### **Slabé stránky (Weaknesses)**

- Výrobní hala má tvar čtverce, což pravděpodobně znemožní uspořádání všech strojů do výrobní linie
- Vstup do haly a vrata do skladu jsou neměnně proměnné, při plánování nového uspořádání musí zůstat dostatečné šíře východů z haly
- Extrudér je usazený do podlahy a není tedy možné v novém návrhu jeho polohu měnit

#### **Příležitosti (Opportunities)**

- Efektivním uspořádáním dalších strojů a minimalizací lze dosáhnout vyšší produktivity bez větších investic, jakými jsou stavební úpravy

#### **Hrozby (Threats)**

- Navýšením počtu strojního vybavení může vést k narušení nastavených procesů a zvýšení prostojů

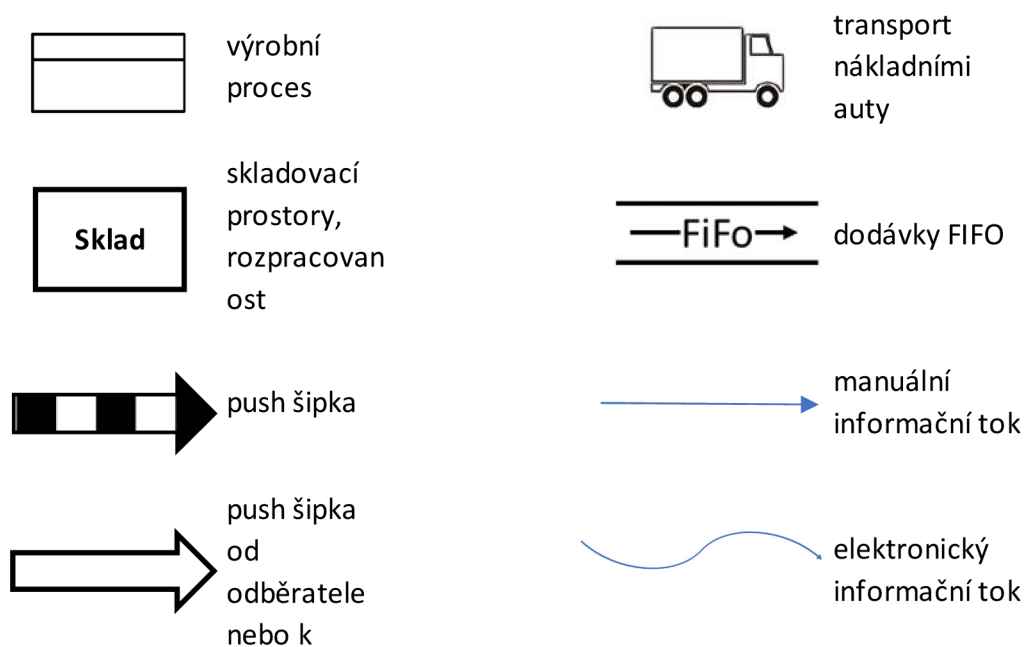
## 5.2 Mapování hodnotových toků

Mapa toku hodnot zobrazuje proudění toku materiálu a informací v layoutu dílny. Pro zvýšení efektivity v řízení materiálových toků a eliminaci plýtvání bude sestaven diagram materiálového toku. Záměrem je sledování celkového průběhu materiálu od zákazníků přes výrobce až k dodavatelům a pomocí grafických symbolů ztvárnit komplexní obraz výrobního procesu a identifikaci procesů, které přidávají hodnotu produktu. Mapování se využívá k synchronizaci materiálových a informačních toků.

**Materiálový tok** (*material flow*) lze chápat jako fyzický pohyb materiálu, surovin, polotovarů, náhradních dílů, rozpracované výroby a hotových výrobků a umožňuje charakterizovat dynamiku výroby v prostoru a čase.

**Informační tok** (*information flow*) je sled přenosu informací v informačních systémech. Kritériem hodnocení kvality informačního toku je rychlost a kvalita uspokojení informačních potřeb uživatele.

Následující obrázky zobrazují vysvětlivky, které se k mapování toku hodnot využívají.

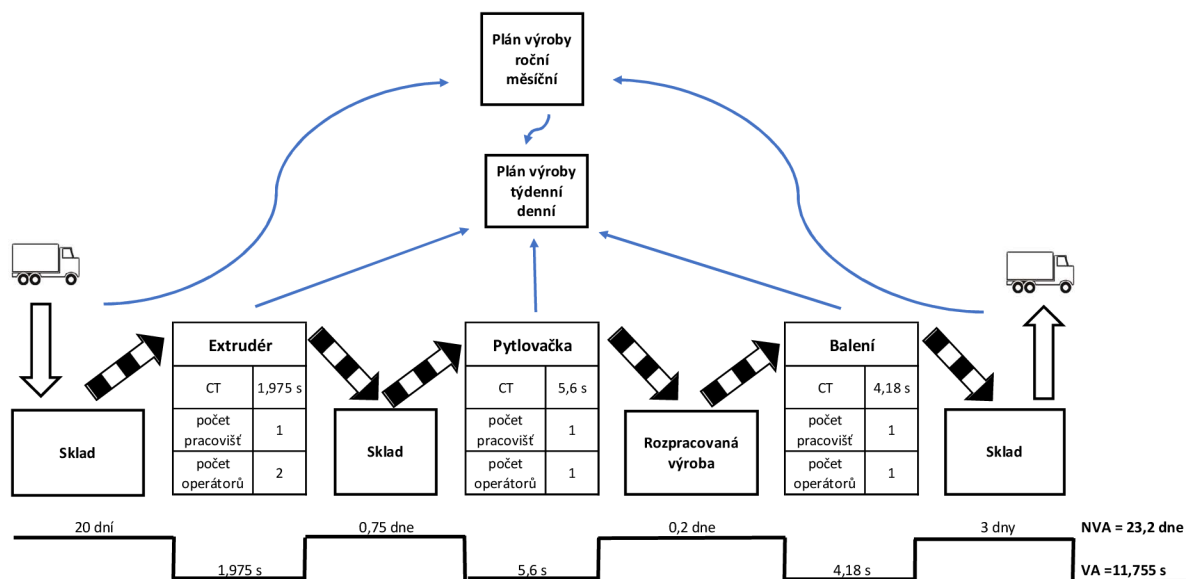


Obr. 5 Značky používané ke zmapování toku výroby

### 5.2.1 Stávající materiálový tok

Pro zmapování současného materiálového toku je nutné projít výrobu od konce po začátek a zakreslit jednotlivá pracoviště. Použitím stopek změřit čas operací a následné zakreslení pomocí univerzálních značek, uvedených v předchozí kapitole.

Jednotlivá pracoviště, počty zaměstnanců, pracovišť a časy na jeden kus výrobku pro výrobní skupin výrobků WRAP jsou zobrazeny níže, pracovní čas je 11,755s.

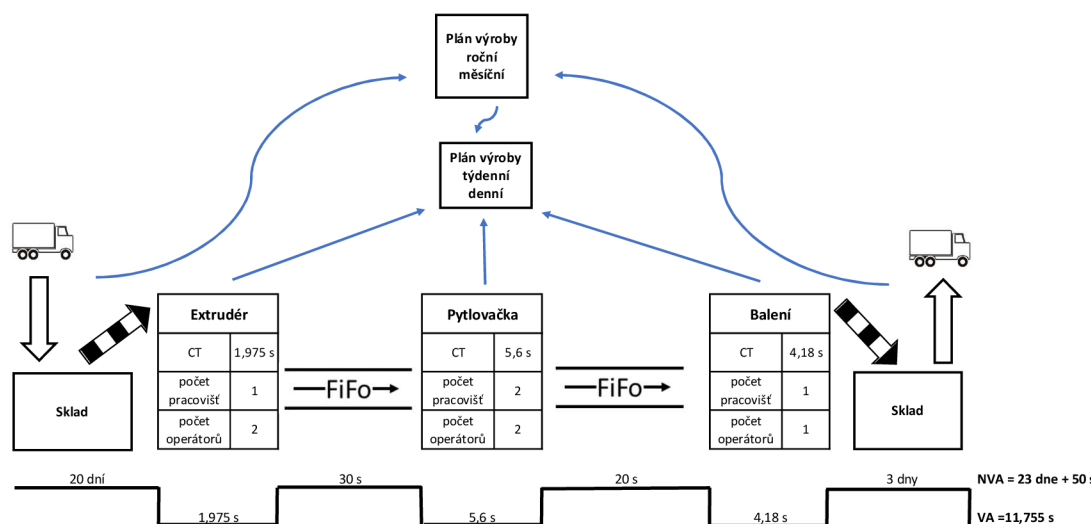


Obr. 6 VSM současný materiálový tok

## 5.2.2 Budoucí materiálový tok

Po zakreslení stávajícího materiálového toku jsou navrženy změny ve stávajícím technologickém vybavení. Hlavní změna je v rozšíření technologického parku a navýšení kapacity pracoviště pytlovaček. V návrhu nového pracoviště je kladen důraz na eliminaci prostojů a zavedení kontinuálního toku materiálu, snížit rozpracovanost výroby.

Pro zavedení kontinuálního toku materiálu při pořízení nového stroje je nutné nejdříve podrobně analyzovat stávající rozložení výroby a snažit se zavést nové stroj při zachování principů a metody štíhlé výroby. Návrhy nového pracoviště vycházejí z ideálního budoucího stavu, který je zobrazen na obrázku níže.



Obr. 7 VSM budoucí materiálový tok

## 5.3 Stávající rozložení pracoviště

Obsluhu extrudéru tvoří 2 zaměstnanci z nichž jeden má v popisu práce i pomocné práce u ostatních stanovišť, dále pak pytlovačka je vždy obsluhována jedním zaměstnancem. Čísla níže označují jednotlivá pracoviště. Jak je vidět na obrázku v současném stavu není dosaženo kontinuálního toku materiálu. Dochází k rozpracovanosti mezi jednotlivými pracovišti, nadbytečná manipulace a plýtvání představuje jevy, které se jednotlivými návrhy nového pracoviště pokusím co nejvíce eliminovat. V souvislosti se zvýšením objemu výroby sáčků, dochází k největší rozpracovanosti mezi u pytlovaček.

### 5.3.1 Časy výrobních operací

Při provádění časové analýzy pracoviště je třeba dodržovat postup:

1. Připravit tabulku
2. Seznámit se s pracovištěm a operacemi na něm prováděnými
3. Zakreslit si rozložení pracoviště
4. Pozorovat sled pracovních úkonů (nejlépe natočit na video)
5. Identifikovat a zaznamenat jednotlivé elementy
6. Změřit časy elementů
7. Změřit časy operací, které souvisejí s výrobou
8. Zpracovat výsledky a analyzovat je

V následujících podkapitolách jsou uvedeny časy výrobních operací pro konkrétní pracoviště.

#### 5.3.1.1 Extrudér

Činnost	Čas [s]
násun dutinky na odtahový válec	5
spuštění stroje	3
začátek návínu	4
kontrola kvality fólie 1	10
uchycení fólie k dutince	5
návin fólie 100m	58
odebrání fólie	30
kontrola kvality fólie 2	10
<b>suma</b>	<b>125</b>

Tab. 1 Výrobní časy vyfukovacího stroje

Obsluha extrudéru je obstarána 2 zaměstnanci, kteří se v průběhu směny střídají v odběru rolí fólií, kontroly kvality a dalších přípravných operacích. Kontrola fólie probíhá vždy na začátku a konci návínu. Kontroluje se tloušťka fólie mikrometrem, protože firma garantuje v technická specifikaci maximální odchylku 3% pro zajištění smluvních mechanických vlastností. Výsledný čas je dělen počtem pracovníků.

### 5.3.1.2 Pytlovačka

Činnost	Čas [s]
výroba sáčku	0,67
odebrání sady sáčku	0,33
přetažení gumičkou	0,67
<b>suma</b>	<b>1,67</b>

Tab. 2 Výrobní časy pytlovacího stroje

Výroba sáčků probíhá po 3 sadách při šířce vstupní fólie 100 cm, uvedené časy jsou přepočítány na 1 kus sáčku. Čas výroby sáčku je uveden na 1 kus, protože se ve výsledku nemění.

### 5.3.1.3 Balení

Činnost	Čas [s]
přetažení gumičkou	0,5
uložení do krabice	1,2
<b>suma</b>	<b>1,7</b>

Tab. 3 Výrobní časy balení

Balení sáčků probíhá následovně, 25 kusů sáčků je manuálně přetaženo gumičkou a uloženo do krabice z vlnité lepenky. Jedna krabice obsahuje 40 takto rozdělených sad sáčků po 25 kusech. Celkový obsah krabice je smluvně stanoven na 1 000 kusů.

Krabice na paletě jsou následně přesunuty k poloautomatickému ovíjecímu stroji, kde jsou pomocí stretch fólie krabice naskládány na paletě a označeny ID štítkem, připraveny k přesunu k zákazníkovi.

## 5.3.2 Časy přípravných operací

### 5.3.2.1 Extrudér

Činnost	Čas [s]	počet rolí	Čas na 1 roli [s]
dovoz granulátu A ze skladu k extrudéru	100	10	10
roztržení pytle A a dávkování do granulátu	30		3
dovoz granulátu B ze skladu k extrudéru	100	10	10
roztržení pytle B a dávkování do granulátu	30		3
nachystání dutinek	120	50	2,4
přínos dutinek ze skladu	180		3,6
nachystání izolep k dutince	2	1	2
zadání dat z průvodky do stroje	30	50	0,6
označení fólie ID štítkem	2	1	2
složení fólie ze stroje	15	1	15
dovoz zářezek	40	50	0,8
uložení fólie na paletu	10	1	10
odvoz fólie do skladu	120	12	10
<b>suma</b>			<b>72,4</b>

Tab. 4 Přípravné časy vyfukovacího stroje

U výroby fólie je čas přepočítán opět na 1 roli s rozměry 100mx100cm. Produktová řada WPAR je vyrobena z dvou biodegradovatelných vstupních granulátů, je tedy nutné tento poměr dodržet. Pytle granulátu jsou baleny po 50 kg aby bylo možné s nimi lehce manipulovat ve výrobní hale. Dle jednoduchého propočtu bylo vypočteno, že z 50kg pytle granulátu je postačující na 9,4 rolí fólie.

Dutinky jsou nakupovány externě, jsou skladovány ve skladu a jsou dodávány v balení po 50 kusech.

Při prvním uchycení je nutné každou jedinou fólii uchytit k dutince, aby návin mohl pokračovat bez protáčení, krčení fólie či případnému nesourodému návinu. Nesourodý návin následnou výrobu konfekce, v případě prodeje fólie zákazníkovi nesourodý návin nepůsobí vzhledně a je s ním obtížnější manipulace.

Zadání vstupních dat z průvodky do stroje probíhá vždy při změně zakázky. Kromě šířky fólie, délky návinu a tloušťky se rovněž zadávají informace o granulátu a tedy teplota tavení a rychlost odvíjecích válců, tedy zchlazení. Tyto data ovlivňují mechanické vlastnosti fólie a je nutné zadávat je přesně. Minimální výrobní zakázka je

interními předpisy stanovena na 50 rolí, proto byl tento údaj použit i u výpočtu přípravných operací.

Fólie, které slouží k další výrobě konfekce, jsou skladovány po 12 kusech na paletě. Počet rolí fólie k další výrobě na paletě je stanoven vnitropodnikovými předpisy. Toto číslo vychází z dlouhodobého pozorování a výpočtu optimálního počtu rolí pro výrobu konfekce, současně zohledňuje omezené prostory výrobní haly. K uchycení fólie na paletě slouží zarážky. Každá fólie na paletě je označena ID štítkem. Následně jsou palety s fólií odváženy

### 5.3.2.2 Pytlovačka

Činnost	Čas [s]	počet ks	Čas na 1 ks [s]
nasazení fólie na válec	150	610	0,30
kontrola fólie dle PR	100		0,20
přívoz fólie ze skladu	650		1,30
nastavení šíře a výšky sáčku dle průvodky	40		0,08
provlečení fólie k liště	30		0,06
příprava gumičky k sáčkům	600	300	2,0
<b>suma</b>			<b>3,94</b>

Tab. 5 Přípravné časy pytlovacího stroje

Nasazení fólie na válec a kontrola tloušťky fólie mikrometrem probíhá vždy u další fólie, celkový čas je opět vydělen počtem sáčků. Fólie jsou dováženy ze skladu po 12 kusech jak bylo uvedeno v předchozí kapitole. Gumičky k oddělení 25 kusů sáčků jsou rovněž nakupovány externě, jsou rovněž skladovány ve skladě a barevně rozděleny dle šířky balených sáčků. Gumičky jsou baleny po 300 kusech, ze dlouhodobých zkušeností firmy neobjednává balení po více kusech, protože často docházelo k zamotání jednotlivých gumiček mezi sebou a zbytečnému zdržení operátorů u pytlovacích strojů.



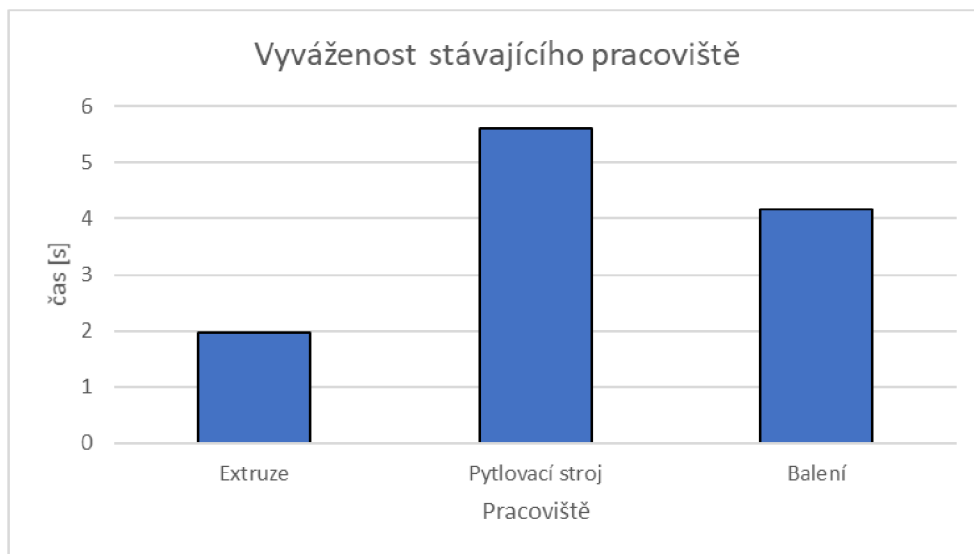
### 5.3.2.3 Balení

Činnost	Čas [s]	počet ks	Čas na 1 ks [s]
přínos krabice dle průvodky	100	50	2,00
složení krabice	30	1000	0,03
uložení krabice na paletu	20		0,02
zalepení krabice	60		0,06
označení krabice ID	30		0,03
vypsání průvodky	100		0,10
odvod převodky	120		0,12
označení palety ID	200		16000
přesun palety k ovíjecímu stroji	500	0,03	
zabalení stretch fólií na ovíjecím stroji	500	0,03	
odvoz palety do skladu	250	0,02	
zadání do systému	160	0,01	
vložení výplně	4	250	0,02
<b>suma</b>			<b>2,48</b>

Tab. 6 Přípravné časy balení

Balení probíhá dle smluvního ujednání do krabic z vlnité lepenky po 1000 kusech, proto jsou jednotlivé operace přepočteny na 1 kus sáčku. Šířka a délka krabice zůstává u všech rozměrů sáčku stejná, je navržena tak aby bylo možné dát 4 krabice na jednu EUR paletu do 4 vrstev. Přípravné operace, které se týkají již celé palety jsou rovněž přepočteny na 1 kus sáčku. Výška krabice se mění dle šířky sáčku. Krabice s konkrétním rozměrem si operátor přinese ze skladu, stejně jako barva gumiček označuje délku gumičky, stejně tak i barva štítku u krabic značí pro jaký rozměr sáčku jsou určeny. Krabice jsou baleny po 50 kusech. Plocha stávajícího rozložení pracovišť je 43m<sup>2</sup>.

Stávající časy výrobních činností po přičtení pomocných činností jsou pro vyfukovací stroj 1,97s, pytlovací stroj 5,61s a balení 4,18s.



Obr. 8 Vyváženost stávajícího pracoviště

Po analýze jednotlivých činností se zabýváme vyhodnocováním časů základních úkonů neboli pracovních elementů (work element), ten je definován jako malý počet pracovních pohybů prováděných v přirozeném sledu jedním člověkem nebo zařízením.

Časová a pohybová analýza umožňuje řadit tyto pracovní elementy v optimálním pořadí a umožňuje vytvořit nejlepší způsob jak a kdy danou práci provádět. Podkladem ke zpracování časové analýzy je strojní dokumentace a výrobní schémata.

## 6 Návrh nového pracoviště

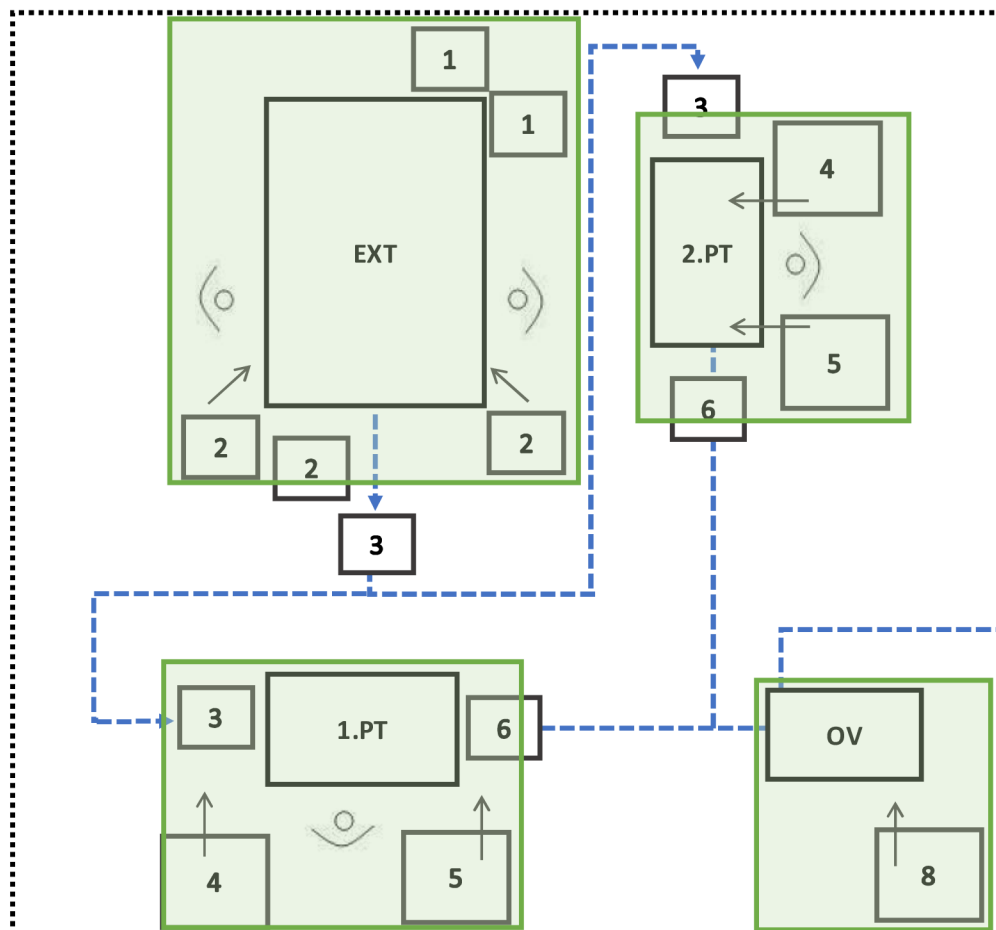
Po identifikaci a rozčlenění jednotlivých časů u všech probíhajících operací, můžeme přejít k vyhodnocení a návrhu nového rozložení stávajícího pracoviště, které již bude zahrnovat rozšíření stávajícího strojního vybavení o jeden pytlovací stroj. V první řadě jde o časovou synchronizaci práce do série elementárních úkonů, tak aby úkony proběhly rychle, bez ztrát časových i materiálových a rutinně.

Nejtěžším úkolem je zajistit vyrovnaní úzkých míst a vytvoření hladkého výrobního toku. Minimalizací časových a materiálových ztrát zajistíme zvýšení produktivity i kvality.

Vedení společnosti již schválilo vzhledem k nárustu poptávky o nákupu druhého pytlovacího stroje. Dle předběžných propočtů vedení společnosti bude tento stroj dostatečný k pokrytí zvýšené poptávky po konfekci. Určitým omezením návrhů na nové uspořádání technologií ve výrobní hale je fakt, že jednotlivá pracoviště jsou již postavena a jejich kompletní reorganizace by vyžadovala větší objem investic a současně by vyžadovala i velké časové rozmezí pro realizaci takto velkých změn. Práce v návrzích bere v úvahu i tuto výchozí situaci a bude se snažit zohlednit požadavky vedení společnosti na co nejnižší náklady na realizaci změn, které povedou k uvedení do provozu druhého pytlovacího stroje.

Návrhy jsou popsány a zobrazeny v následujících podkapitolách.

## 6.1 Návrh č.1



Obr. 9 Layout pracoviště prvního návrhu

### Popisek:

**EXT** – pracoviště vyfukovací linky (extrudér) s dvěma zaměstnanci

**1.PT** – původní pytlovací stroj se zaměstnancem

**2.PT** – nově pořízený pytlovací stroj se zaměstnancem

**OV** – ovíjecí stroj

Jednotlivá pracoviště (Extrudér, Pytlovačka, Balení) jsou podbarveny zeleným podkladem. Tok výroby je ve směru modrých přerušovaných šipek. Šedé souvislé šipky znázorňují směr podávání materiálu

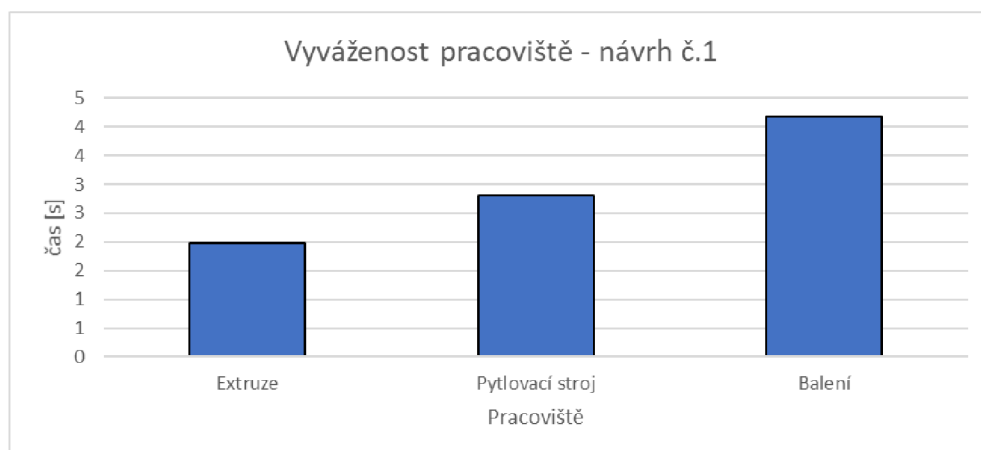
**1** – palety se vstupním materiál pro extrudér, produkt WRAP je vyráběn ze dvou granulátů, proto jsou zde 2 palety vstupního bio granulát

- 2 – dvě krabice s dutinkami, jedna pro každého zaměstnance u extrudéru, kteří se střádají v nandávání dutinek. Společně mají oba zaměstnanci prostor pro izolaci k uchycení návinu.
- 3 – rozpracovaná výroba, paleta s vyrobenými fóliemi, které budou následně uskladněny
- 4 – pracovní prostor pro krabicemi z vlnité lepenky, hotové výrobky, sáčky v krabicích připravené k expedici pro zaměstnance u pytlovacího stroje
- 5 – pracovní prostor s gumičkami, současně slouží pro vyplnění průvodních listů zakázek pro zaměstnance u pytlovacího stroje
- 6 – paleta s hotovými výrobky, na tuto paletu jsou skládány jednotlivé krabice se sáčky po 1 000ks. Jakmile je na paletě 16 kusů krabic je paleta přepravena k balení.
- 8 – paleta se stretch fólií pro ovíjecí stroj

První návrh nového uspořádání pracoviště vychází z požadavku vedení na minimalizaci nákladů, které přímo souvisí s uvedením druhého balícího stroje do provozu ve stávajícím uspořádání.

Pytlovací stroj je umístěn do místa, které doposud sloužilo pro dočasné skladování vedle extrudéru, což zapříčiní vznik dvou pracovišť s pytlovacími stroji. Obě pracoviště musí disponovat prostorem pro vstupní materiál, hotový produkt a plochou pro pomocné činnosti. Plocha obsazená výrobou se zvýšila o 14 m<sup>2</sup>, ve srovnání s původním uspořádáním výrobní haly je nutné pouze minimum nadbytečných zásahů k uvedení stroje do provozu

Výroba fólie na extrudéru je obstarána 2 zaměstnanci. Každý pytlovací stroje je obsluhován jedním zaměstnancem. Výrobní časy a časy přípravných operací se nezměnily a zůstaly stejné jako v předchozím návrhu (viz kapitola 5.2.1 a 5.2.2), zdvojnásobila se výrobní kapacita pytlovacích strojů, což povede ke snížení rozpracovanosti ve formě zásob polotovaru fólie o rozměrech 100m x100cm.

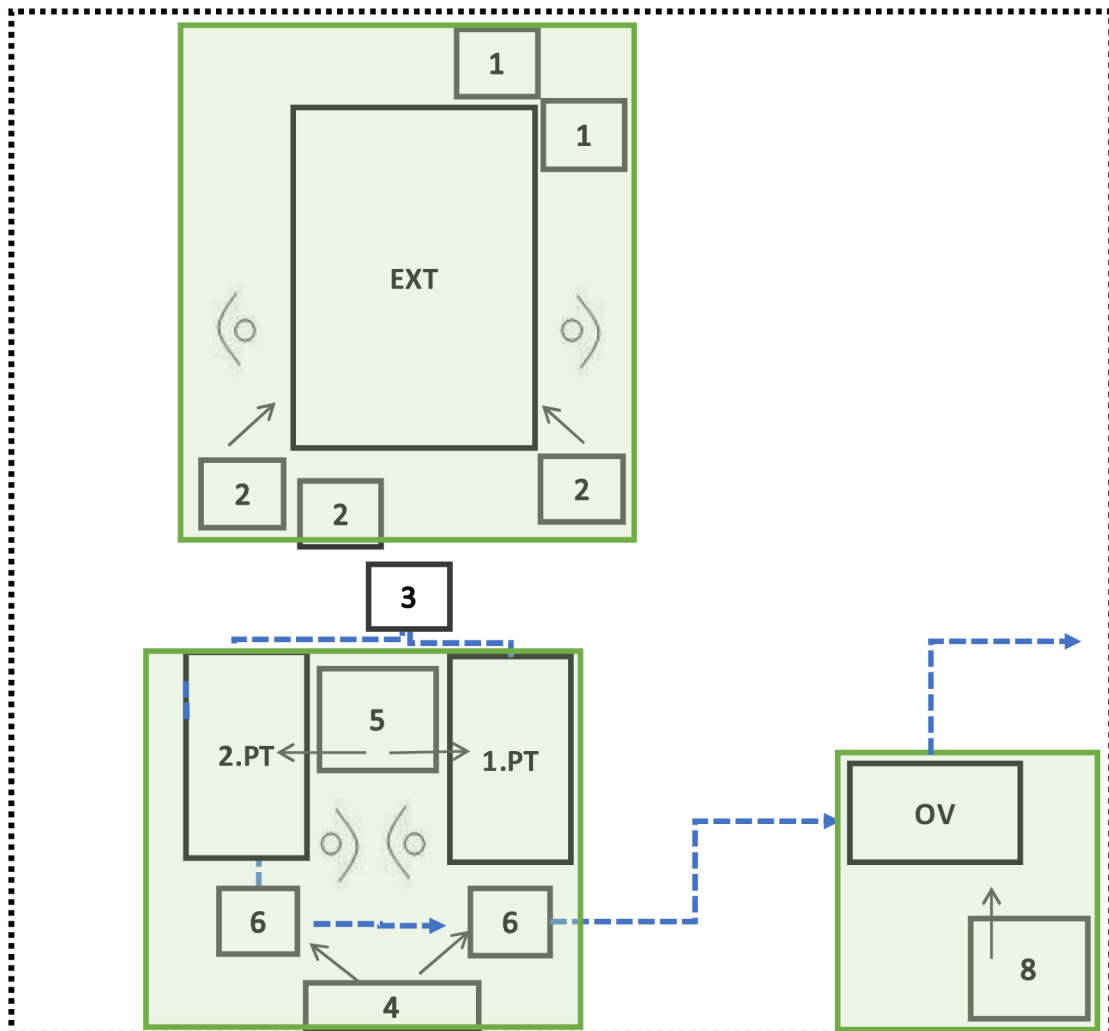


Obr. 10 Vyváženosť pracovišť prvého návrhu

Zásoba, ktorá vznikala v pôvodnom usporiadaní pracovišť s jedným pytlovacím strojom bola znížená navýšením kapacity pracovišť. I přes navýšení kapacity pytlovacích strojů zůstává pracoviště s pytlovacími stroji, společně s balením nejvytíženějšími pracovišti. Nesourodé rozložení strojního vybavení neodpovídá principům štíhlého pracoviště a tedy ani štíhlé výroby. Při tomto rozložení strojního vybavení je větší pravděpodobnost, že bude docházet k prostojům spojeným s přenosem informací mezi jednotlivými zaměstnanci u pytlovacích strojů. Nebude možné vyrábět na pytlovacích strojích současně jednu zakázku, balení sáčků do krabic probíhá u stroje, bude tedy růst rozpracovanost výroby. Současně můžeme ze zkušeností od pracovníků uvést, že tímto uspořádáním dochází k zvýšení časů jednotlivých přípravných činností.



## 6.2 Návrh č.2



Obr. 11 Layout pracoviště druhého návrhu

### Popisek:

**EXT** – pracoviště vyfukovací linky (extrudér) s dvěma zaměstnanci

**1.PT** – původní pytlovací stroj se zaměstnancem

**2.PT** – nově pořízený pytlovací stroj se zaměstnancem

**OV** – ovíjecí stroj

Jednotlivá pracoviště (Extrudér, Pytlovačka, Balení) jsou podbarveny zeleným podkladem. Tok výroby je ve směru modrých přerušovaných šipek. Šedé souvislé šipky znázorňují směr podávání materiálu



- 1** – palety se vstupním materiál pro extrudér, produkt WRAP je vyráběn ze dvou granulátů, proto jsou zde 2 palety vstupního bio granulát
- 2** – dvě krabice s dutinkami, jedna pro každého zaměstnance u extrudéru, kteří se střádají v nandávání dutinek. Společně mají oba zaměstnanci prostor pro izolaci k uchycení návinu.
- 3** – rozpracovaná výroba, paleta s vyrobenými fóliemi, které se přesouvá na pytlovací stroje
- 4** – pracovní prostor pro krabicemi z vlnité lepenky, hotové výrobky, sáčky v krabicích připravené k expedici pro zaměstnance u pytlovacího stroje
- 5** – pracovní prostor s gumičkami, současně slouží pro vyplnění průvodních listů zakázek pro zaměstnance u pytlovacího stroje
- 6** – paleta s hotovými výrobky, na tuto paletu jsou skládány jednotlivé krabice se sáčky po 1 000ks. Jakmile je na paletě 16 kusů krabic je paleta přepravena k balení.
- 8** – paleta se stretch fólií pro ovíjecí stroj

Druhý návrh uspořádání technologií ve výrobní hale vyplývá z metody Just in time, která organizuje logistické toky, aby byly minimalizovány náklady spojené s přepravou. Principem metody Just in time je zajištění jednotlivých materiálových subdodávek do výrobního procesu v moment, kdy má být materiál použit. Minimalizace pohybu materiálu v podniku, tedy vynechání skladování mezi jednotlivými pracovišti vede ke snížení skladovací zásoby a eliminace nadbytečné manipulace, aby se dosáhlo co nejplynulejšího materiálového toku. V návrhu pracoviště se předpokládá eliminace prací spojených s dopravou rolí fólií do skladu obsluhou extrudéru a současně eliminace prací souvisejících s dopravou fólií k pytlovačkách obsluhy pytlovacích strojů (více k problematice JIT v kapitole 3.3.5)

Obsluha extrudéru je prováděna dvěma zaměstnanci stejně jako ve původním rozvržení. Zpracování vyrobených fólií probíhá rovněž dvěma zaměstnanci obsluhujících pytlovací stroje. Čísla označují jednotlivé části výrobního procesu, od vstupního materiálu po hotové výrobky připravené k uskladnění. Přesunutím druhého pytlovacího stroje se snížil prostor vyhrazený pro přípravné práce, pro oba stroje. Plochy vyhrazená v předešlém návrhu pro paletu s fóliemi, prostor s krabicemi, manipulační prostor s gumičkami a průvodkami pro druhý pytlovací stroj byly sloučeny pracovními prostory pro prvním pytlovací strojem a celková plocha obsazená výrobou se snížila na 53m<sup>2</sup>.

Jednotlivé výrobní i přípravné činnosti zůstaly nezměněny. V souvislosti s uspořádáním obou pytlovacích strojů, v duchu zavedení metody JIT je dalším předpokladem eliminace činností souvisejících se značení fólií ID štítky a eliminace vstupní a výstupní kvality u pytlovacích strojů. Nepodařilo se rozdělit obsluhu pytlovacího stroje a balení, kde jsou jednotlivé kroky řazeny za sebou a přeorganizování jednotlivých činností zde není možné.

Výsledné časy přípravných operací jsou následující:

### Extrudér

Činnost	Čas [s]	počet rolí	Čas na 1 roli [s]
dovoz granulátu A ze skladu k extrudéru	100	10	10
roztržení pytle A a dávkování do granulátu	30		3
dovoz granulátu B ze skladu k extrudéru	100	10	10
roztržení pytle B a dávkování do granulátu	30		3
nachystání dutinek	120	50	2,4
přínos dutinek ze skladu	180		3,6
nachystání izolep k dutince	2	1	2
zadání dat z průvodky do stroje	30	50	0,6
složení fólie ze stroje	10	1	10
uložení fólie na paletu	6	1	6
<b>suma</b>			<b>50,6</b>

Tab. 7 Přípravné časy vyfukovacího stroje prvního návrhu

### Pytlovací stroj

Činnost	Čas [s]	počet ks	Čas na 1 ks [s]
nasazení fólie na válec	10	667	0,01
nastavení šíře a výšky sáčku dle průvodky	40		0,06
provlečení fólie k liště	30		0,04
příprava gumičky k sáčkům	600	300	2
<b>suma</b>			<b>2,1</b>

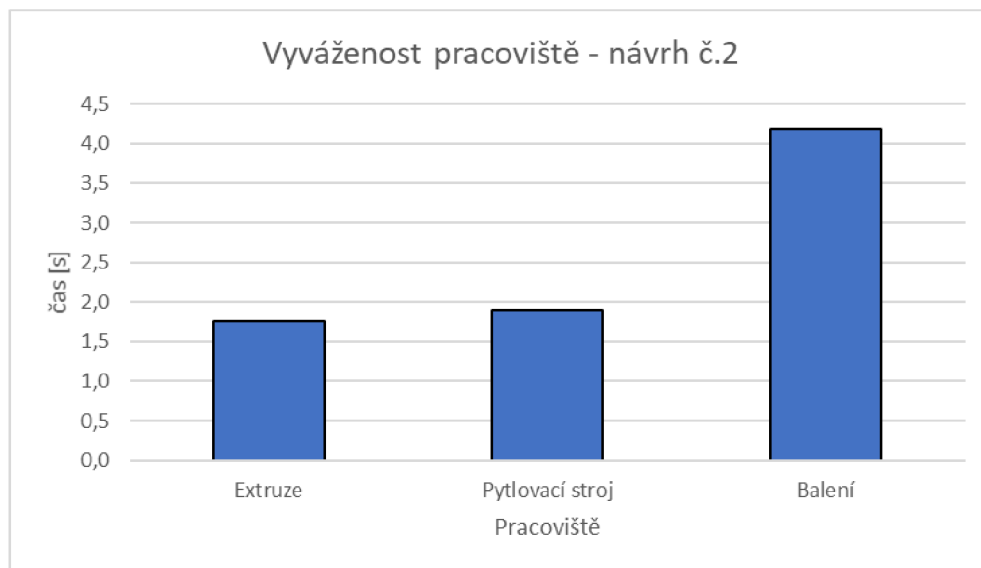
Tab. 8 Přípravné časy pytlovacího stroje prvního návrhu

## Balení

Činnost	Čas [s]	počet ks	Čas na 1 ks [s]
přínos krabice dle průvodky	100	50	2
složení krabice	30	1000	0,03
uložení krabice na paletu	20		0,02
zalepení krabice	60		0,06
označení krabice ID	30		0,03
vypsání průvodky	100		0,1
odvod převodky	120		0,12
označení palety ID	200		16000
přesun palety k ovíjecímu stroji	500	0,031	
zabalení stretch fólií na ovíjecím stroji	500	0,031	
odvoz palety do skladu	250	0,016	
zadání do systému	160	0,010	
vložení výplně	4	250	0,016
<b>suma</b>			<b>2,48</b>

Tab. 9 Přípravné časy balení prvního návrhu

Výsledné časy jednotlivých pracovišť získáme přičtením přípravných časů k výrobním časům, které jsou uvedeny v předchozí kapitole (5.2.1 a 5.2.2). Čas vyfukovacího stroje je 1,7s , pytlovacího stroje 1,89s a balení 4,18s.

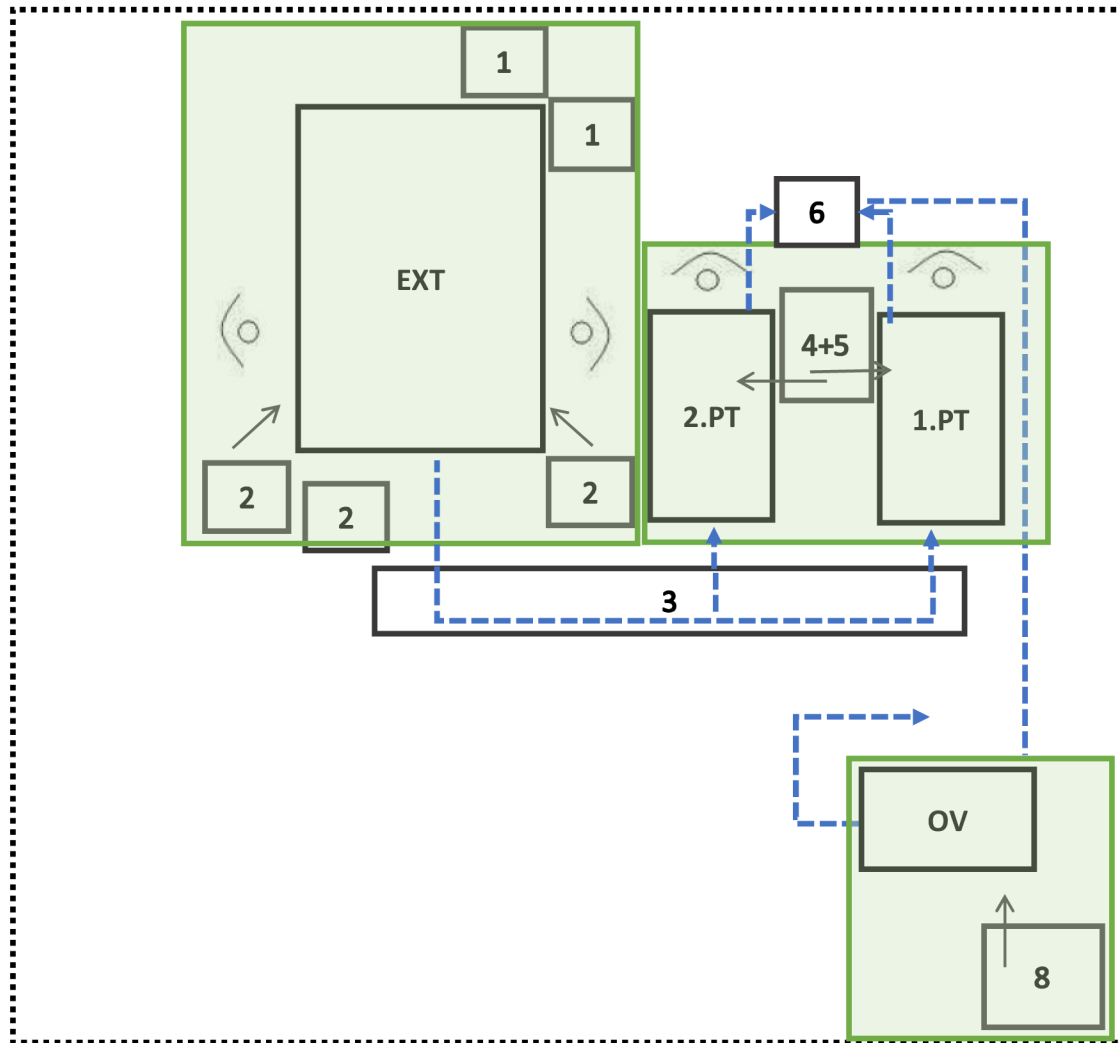


Obr. 12 Vyvážení pracovišť druhého návrhu

Výrobní časy mezi pracovištěm vyfukovacího a pytlovacích strojů jsou kratší, vzhledem k odstranění úkonů souvisejících s mezi uskladněním a značením fólií. Snížení těchto časů rovněž značí snížení rozpracovanosti mezi pracovišti vyfukovacího a pytlovacího stroje. Hromadění je dle grafu patrné u posledního pracoviště balení.



### 6.3 Návrh č.3



Obr. 13 Layout pracoviště třetího návrhu

*Popisek:*

**EXT** – pracoviště vyfukovací linky (extrudér) s dvěma zaměstnanci

**1.PT** – původní pytlovací stroj se zaměstnancem

**2.PT** – nově pořízený pytlovací stroj se zaměstnancem

**OV** – ovíjecí stroj

Jednotlivá pracoviště (Extrudér, Pytlovačka, Balení) jsou podbarveny zeleným podkladem. Tok výroby je ve směru modrých přerušovaných šipek. Šedé souvislé šipky znázorňují směr podávání materiálu

- 
- 1** – palety se vstupním materiál pro extrudér, produkt WRAP je vyráběn ze dvou granulátů, proto jsou zde 2 palety vstupního bio granulát
  - 2** – dvě krabice s dutinkami, jedna pro každého zaměstnance u extrudéru, kteří se střádají v nandávání dutinek. Společně mají oba zaměstnanci prostor pro izolepu k uchycení návínu.
  - 3** – instalovaná plošina pro vyrobené fólie. Nakloněná plošina, která zajistí přesun fólií k pytlovacím strojům FIFO.
  - 4+5** – pracovní prostor pro krabicemi z vlnité lepenky, gumičky a hotové výrobky, jednoduchou konstrukcí se docílí v dolní části prostoru kro krabice a jejich výplně, nahoře vznikne odkládací prostor pro gumičky a dokumentaci
  - 6** – paleta s hotovými výrobky, na tuto paletu jsou skládány jednotlivé krabice se sáčky po 1 000ks. Jakmile je na paletě 16 kusů krabic je paleta přepravena k balení. Za předpokladu, že oba pytlovací stroje vyrábí tutéž zakázku, je nožné krabice se sáčky skládat na jedinou paletu. V případě, že budou vyráběny dvě zakázky současně nebo pouze jiný rozměr sáčku, budou zde umístěny dvě palety pro rozpracovanou výrobu
  - 8** – paleta se stretch fólií pro ovíjecí stroj

Tento návrh vychází z předchozího návrhu, instalací plošiny je dosaženo přímého toku materiálu mezi pracovištěm vyfukovacího a pytlovacích strojů. Instalací této plošiny se eliminují činnosti pracovníků extrudéru i u pytlovacích strojů. Současně je navrženo reorganizování přípravných činností u pracoviště balení mezi pracovníky extrudérů. Vzhledem k přerozdělení činností balení byly pytlovací stroje umístěny vedle vyfukovacího stroje do přímky, aby pracovníci vyfukovacího stroje měli snadnější přístup k ovíjecímu stroji.

Rozdělení činností pro pracovníky jednotlivých pracovišť i s časy je následující:

### Pracovníci vyfukovacího stroje

Činnost	Čas [s]	počet rolí	Čas na 1 roli [s]
dovoz granulátu A ze skladu k extrudéru	100	10	10
roztržení pytle A a dávkování do granulátu	30	10	3
dovoz granulátu B ze skladu k extrudéru	100	10	10
roztržení pytle B a dávkování do granulátu	30	10	3
nachystání dutinek	120	50	2,4
přínos dutinek ze skladu	180		3,6
nachystání izolep k dutince	2	1	2
zadání dat z průvodky do stroje	30	50	0,6
složení fólie ze stroje	10	1	10
uložení fólie na plošinu	6	1	6
přesun palety k ovíjecímu stroji	1200	1000	1,2
zabalení stretch fólií na ovíjecím stroji	500		0,5
odvoz palety do skladu	250		0,3
zadání do systému	160		0,2
přínos krabice dle průvodky	100	50	2
nasazení fólie na válec	10	1	10
<b>suma</b>			<b>54,7</b>

Tab. 10 Činnosti obsluhy vyfukovacích strojů druhého návrhu

### Pracovníci pytlovačky

Činnost	Čas [s]	počet ks	Čas na 1 ks [s]
nastavení šíře a výšky sáčku dle průvodky	40	667	0,06
provlečení fólie k liště	30		0,04
příprava gumičky k sáčkům	600	300	2
<b>suma</b>			<b>2,1</b>

Tab. 11 Činnosti obsluhy pytlovacích strojů druhého návrhu



## Pracovníci balení

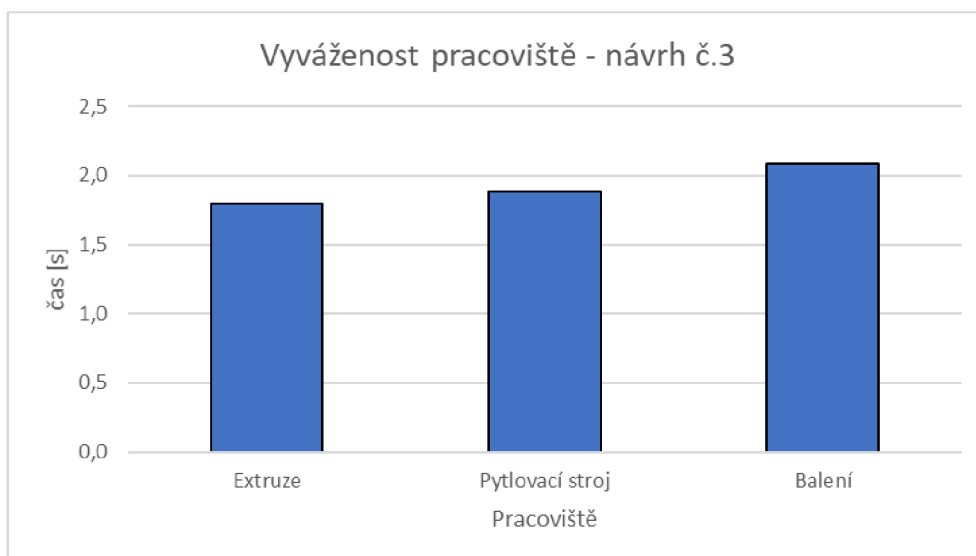
Činnost	Čas [s]	počet ks	Čas na 1 ks [s]
složení krabice	30	1000	0,03
uložení krabice na paletu	20		0,02
zalepení krabice	60		0,06
označení krabice ID	30		0,03
vypsání průvodky	100		0,1
odvod převodky	120		0,12
označení palety ID	200	16 000	0,013
vložení výplně	4	250	0,016
<b>suma</b>			<b>0,39</b>

Tab. 12 Činnosti obsluhy balení druhého návrhu

Po přerozdělení některých činností na jiné zaměstnance, došlo i k změně časů jednotlivých operací. Nejvíce činností bylo delegováno na zaměstnance pracující u extrudérů, ti díky instalaci plošiny již nemusí manipulovat s rolemi fólií, naopak jim byla přidělena manipulace související s odvodem hotových výrobků na paletě a její zabalení na odvíjecím stroji.

Vzhledem k delší trase, po kterou je nutné paletu přesunout byl čas zvýšen o polovinu a následně přepočítám na jednotlivé kusy. Rovněž zde vznikají prostoje mezi dokončením balení palety a jejím odvozem, protože nejsou tyto činnosti již vykonávány jedním zaměstnancem. Dále je v tomto návrhu výroby problém s prostorem u jednotlivých strojů, instalací plošiny, kde není nutné měnit směr role bylo nutné stroje přesunout do horní části haly, přičemž spodní část haly je nevyužita. Obsazená plocha této varianty je zvýšená plachou plošiny, která je o rozměrech 1,5x9m, celkem tedy 66 m<sup>2</sup>.

Výsledné časy jsou extrudér 1,79s, pytlovačka 1,89s a balení 2,1 s.



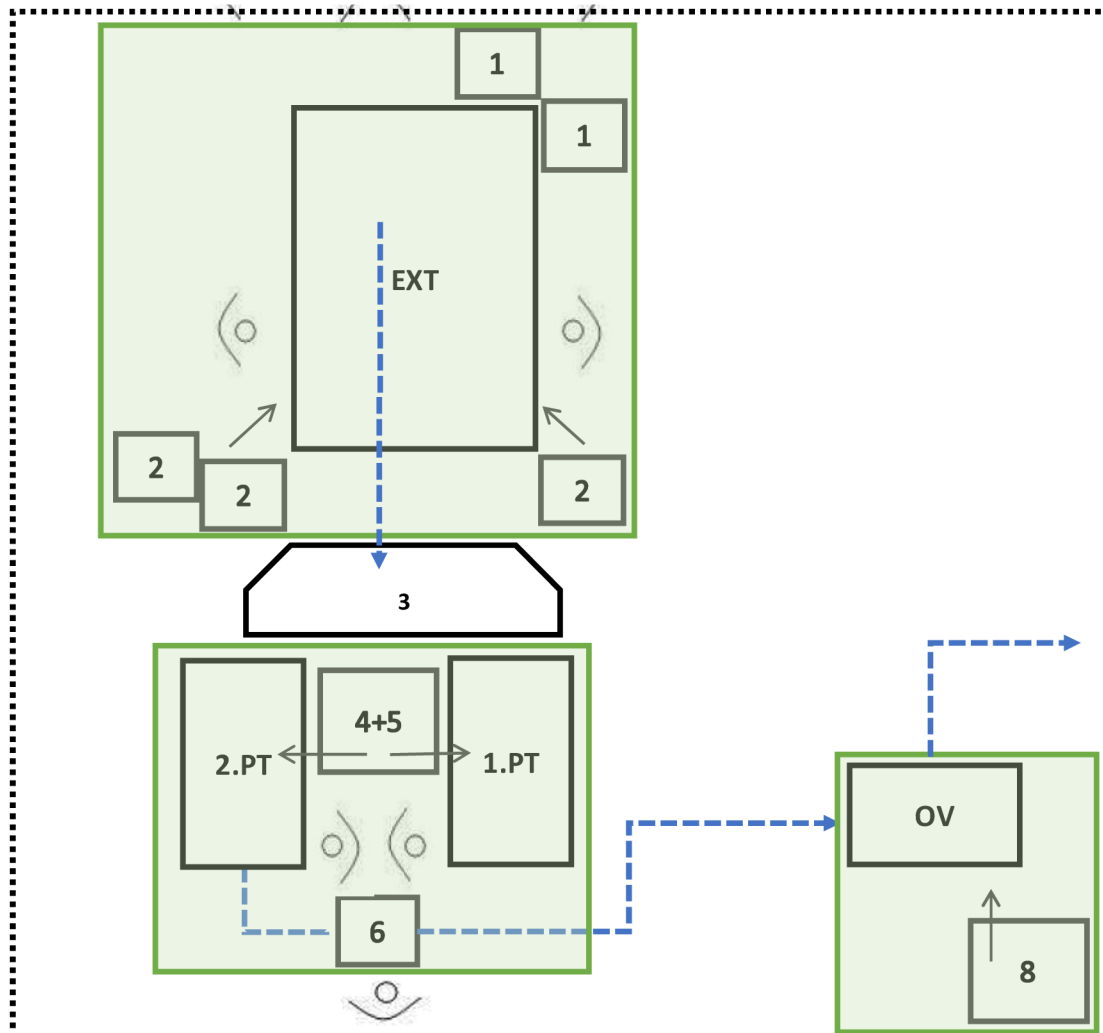
Obr. 14 Vyváženost pracovišť třetího návrhu

Dle grafu vyváženosti jednotlivých pracovišť po změně bylo dosaženo neoptimálnějšího materiálového toku. Ve skutečnosti je tento návrh realizovatelný pouze velice obtížně, V případě instalace plošiny budou zaměstnanci u vyfukovacího stroje rozdělení a jeden bude vždy mít na starost i odvoz a balení palet z pytlovacích strojů. V čase, když bude první zaměstnanec odvázet paletu a balit ji, bude muset druhý zaměstnanec sám odebírat již hotovou roli a současně navlékat dutinku a uchyťovat návin nové role to vše současně. Aby nedocházelo k zastavení stroje, je nezbytné, aby při těchto činnostech byly u stroje přítomni oba zaměstnanci. To je za takto rozdělených činností nereálné, proto by zaměstnanec, jenž bude obsluhovat stroj musel stroj u každé hotové role zpomalit tak, aby mohl provést všechny uvedené úkony a následně stroj opět uvést do původní rychlosti.

U předchozích návrhů bylo donášení a odnášení materiálu a hotových výrobků řešeno vždy zaměstnanci. Následující návrhy jsou doplněny o zaměstnance, který obstará tyto přípravné činnosti a stávající zaměstnanci, tak budou oprostěni od nadbytečných povinností souvisejících donášením a odnášením, což povede k eliminaci nadbytečných pohybů a tedy i snížení výrobních časů.



## 6.4 Návrh č.4



Obr. 15 Layout pracoviště čtvrtého návrhu

### Popisek:

**EXT** – pracoviště vyfukovací linky (extrudér) s dvěma zaměstnanci

**1.PT** – původní pytlovací stroj se zaměstnancem

**2.PT** – nově pořízený pytlovací stroj se zaměstnancem

**OV** – ovíjecí stroj

Jednotlivá pracoviště (Extrudér, Pytlovačka, Balení) jsou podbarveny zeleným podkladem. Tok výroby je ve směru modrých přerušovaných šipek. Šedé souvislé šipky znázorňují směr podávání materiálu

**1** – palety se vstupním materiál pro extrudér, palety vstupního bio granulát

**2** – dvě krabice s dutinkami, jedna pro každého zaměstnance u extrudéru, kteří se střádají v nandávání dutinek. Společně mají oba zaměstnanci prostor pro izolepu k uchycení návinu.

**3** – instalovaná plošina pro vyrobené fólie. Nakloněná plošina, která zajistí přesun fólií k pytlovacím strojům FIFO.

**4+5** – pracovní prostor pro krabicemi z vlnité lepenky, gumičky a hotové výrobky, jednoduchou konstrukcí se docílí v dolní části prostoru kro krabice a jejich výplně, nahoře vznikne odkládací prostor pro gumičky a dokumentaci

**6** – paleta s hotovými výrobky, jakmile je do krabice naskládáno 1 000ks sáčku, je připravářem krabice přesunuta na paletu. Při 16 ks krabicích na paletě je paleta přesunuta k balení. Tyto úkony zajišťuje pátý zaměstnanec tzv.připravář výroby

**8** – paleta se stretch fólií pro ovíjecí stroj

Návrh č.4 se svým uspořádáním strojů vrací k návrhu č.2, přičemž je stejně jako v návrhu č.3 použita plošina pro přepravu fólie k pytlovacím strojům. Mimo jiné je návrh doplněn o zaměstnance, který zajišťuje donášení materiálu a přebírá část přípravných činností. Zaměstnanci, kteří vykonávají výrobní operace budou zbaveni části nadbytečných přípravných činností (časů).

Podobně jako u návrhu č.2 instalací plošiny byly eliminovány činnosti související s uskladněním fólie, značením fólie pomocí ID štítku a vstupní kontrola fólie u pytlovacích strojů.

Vyfukovací stroj je obsluhován dvěma zaměstnanci, pytlovací stroje jsou rovněž obsluhováni dvěma zaměstnanci. Zaměstnanec, který má na starosti donášení materiálu a odvážení výrobků, může rovněž přebrat funkci lepení ID štítků popřípadě i chystání izolep. Vzhledem k navržení pracoviště a strojnímu vybavení není možné, aby zaměstnanec přímo ovlivnil výrobní činnosti. Na nového zaměstnance, kterého můžeme označit jako připraváře, mohou být delegovány následující činnosti:

<b>Činnost</b>
dovoz granulátu A ze skladu k extrudéru
roztržení pytle A a dávkování do granulátu
dovoz granulátu B ze skladu k extrudéru
roztržení pytle B a dávkování do granulátu
nachystání dutinek
přínos dutinek ze skladu
nachystání izolep k dutince
nasazení fólie na válec
přínos krabice dle průvodky
složení krabice
uložení krabice na paletu
přesun palety k ovíjecímu stroji
zabalení stretch fólií na ovíjecím stroji
odvoz palety do skladu
přívoz fólie ze skladu

Tab. 13 Činnosti delegované na přípraváře

Při předání výše uvedených činnosti na pátého zaměstnance tzv. přípraváře budou přípravné časy na jednotlivých pracovištích zkráceny následovně:

### Extrudér

<b>Činnost</b>	<b>Čas [s]</b>	<b>počet rolí</b>	<b>Čas na 1 roli [s]</b>
zadání dat z průvodky do stroje	30	50	0,6
složení fólie ze stroje	15	1	15
nasazení fólie na válec	10	1	10
<b>suma</b>			<b>15,6</b>

Tab. 14 Přípravné činnosti vyfukovacího stroje čtvrtého návrhu

### Pytlovačka

Činnost	Čas [s]	počet ks	Čas na 1 ks [s]
nastavení šíře a výšky sáčku dle průvodky	40	667	0,06
provlečení fólie k liště	30		0,04
příprava gumičky k sáčkům	600	300	2
<b>suma</b>			<b>2,10</b>

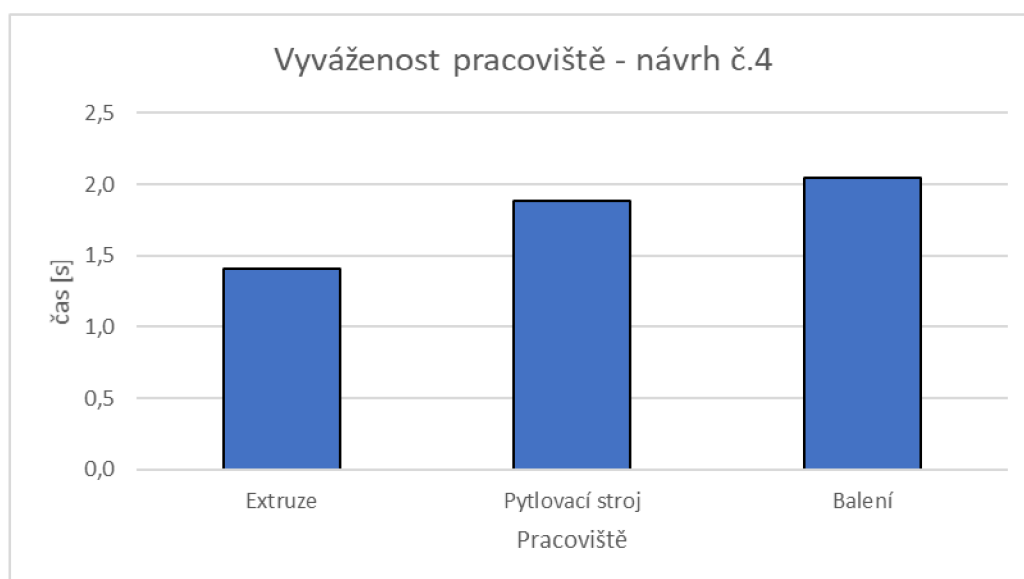
Tab. 15 Přípravné činnosti pytlovacího stroje čtvrtého návrhu

### Balení

Činnost	Čas [s]	počet ks	Čas na 1 ks [s]
zalepení krabice	60	1000	0,06
označení krabice ID	30		0,03
vypsání průvodky	100		0,10
odvod převodky	120		0,12
označení palety ID	200	16000	0,01
zadání do systému	160		0,01
vložení výplně	4	250	0,02
<b>suma</b>			<b>0,3</b>

Tab. 16 Přípravné činnosti balení čtvrtého návrhu

Výsledné časy výrobních operací při započítání zaměstnance navíc jsou vyfukovací stroj 1,4s, pytlovací stroj 1,8s a balení 2,1s.



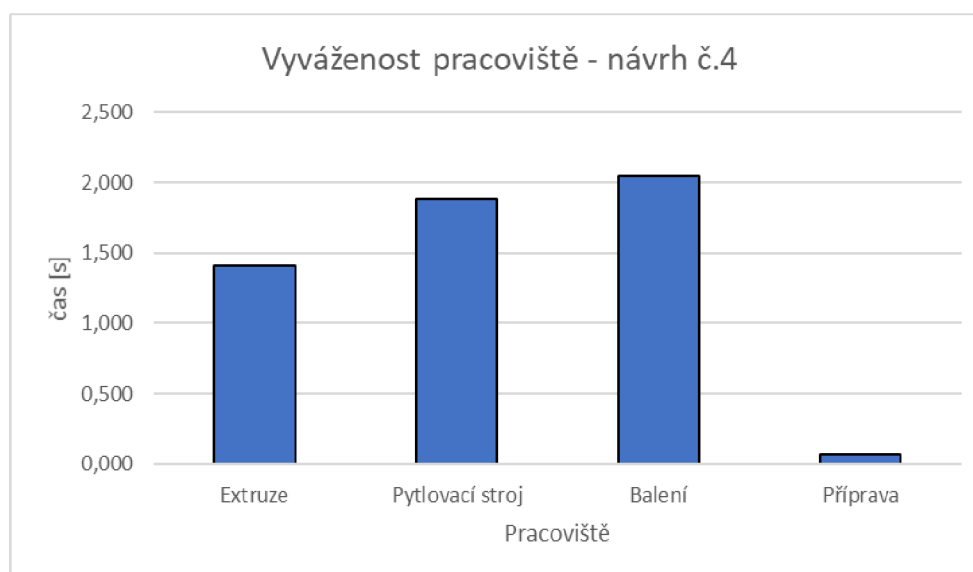
Obr. 16 Vyváženost pracoviště čtvrtého návrhu

Časy přípravných činností pro přípraváře jsou uvedeny v následující tabulce byly vypočteny na základě opakování a časové náročnosti vztažené k 1 roli fólie, po přepočítání na 1 kus sáčku vychází čas přípravy 0,06s.

Činnost	Čas [s]	počet ks	Čas na 1 ks [s]
dovoz granulátu A ze skladu k extrudéru	100	26	3,8
roztržení pytle A a dávkování do granulátu	30		1,2
dovoz granulátu B ze skladu k extrudéru	100		3,8
roztržení pytle B a dávkování do granulátu	30		1,2
nachystání dutinek	120	50	2,4
přínos dutinek ze skladu	180		3,6
nachystání izolep k dutince	2	1	2,0
nasazení fólie na válec	30	610	0,0
přínos krabice dle průvodky	100	50	2,0
složení krabice	360	26	13,8
uložení krabice na paletu	0,32	26	0,0
přesun palety k ovíjecímu stroji	60	26	2,3
zabalení stretch fólií na ovíjecím stroji	50	26	1,9
odvoz palety do skladu	90	26	3,5
<b>suma</b>			<b>41,6</b>

Tab. 17 Přepočítané časy přípravných činností pro pozici přípraváře



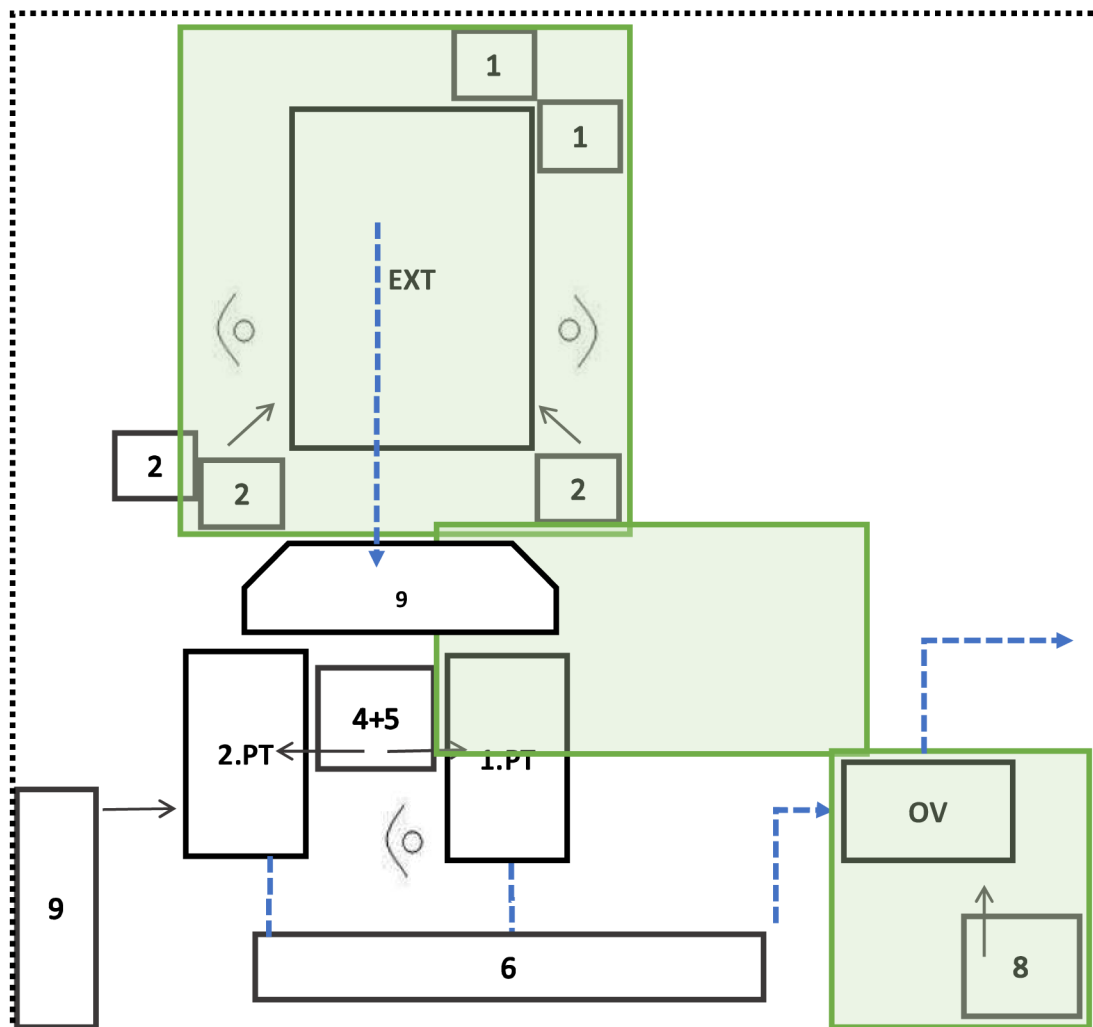


Obr. 17 Výrobní časy pracovišť se zahrnutím přípravy

Zahrnutím pátého zaměstnance se snížili výrobní časy na všech pracovištích. Nejvíce se pak snížil čas na pracovišti balení o 2,08s. Zařazení přípraváře urychlilo činnosti i na ostatních pracovištích. Materiálový tok je plynulejší než v návrzích, která byly představeny doposud.

Pozice přípraváře není v tomto případě zcela využita, jak je vidět na i na grafu. Zaměstnanec, který má na starosti pouze dovážení a odvážení materiálu a skládání krabic je celkem nepravděpodobná a je zde uvedena spíše pro porovnání s ostatními variantami návrhů pracoviště. Jiné rozložení činností a časů u pytlovacího stroje je nevhodné vzhledem k návaznosti jednotlivých kroků a udržení si přehledu na pracovišti. Každý zaměstnanec hotové výrobky označí svým ID štítkem, tato zpětná adresnost by mohla být narušena začleněním dalšího zaměstnance na přímé výrobní činnosti a to není v zájmu společnosti. U této varianty je materiálový tok teoreticky nejplynulejší, obsazená plocha je 49 m<sup>2</sup>, plošina instalovaná v této variances má rozměry 1,5x5m.

## 6.5 Návrh č.5



Obr. 18 Layout pracoviště pátého návrhu

### Popisek:

**EXT** – pracoviště vyfukovací linky (extrudér) s dvěma zaměstnanci

**1.PT** – původní pytlovací stroj se zaměstnancem

**2.PT** – nově pořízený pytlovací stroj se zaměstnancem

**OV** – ovíjecí stroj

Jednotlivá pracoviště (Extrudér, Pytlovačka, Balení) jsou opět podbarveny zeleným podkladem. Tok výroby je ve směru modrých přerušovaných šipek. Šedé souvislé šipky znázorňují směr podávání materiálu

- 1 – palety se vstupním materiálem pro extrudér, stejně jako u předchozích návrhů jde o 2 palety vstupního bio granulát
- 2 – dvě krabice s dutinkami, jedna pro každého zaměstnance u extrudéru, kteří se střádají v nandávání dutinek. Společně mají oba zaměstnanci prostor pro izolepu k uchycení návínů.
- 3 – instalovaná plošina pro vyrobené fólie. Nakloněná plošina, která zajistí přesun fólií k pytlovacím strojům FIFO.
- 4+5 – pracovní prostor pro krabicemi z vlnité lepenky, gumičky a hotové výrobky, jednoduchou konstrukcí se docílí v dolní části prostoru kro krabice a jejich výplně, nahoře vznikne odkládací prostor pro gumičky a dokumentaci
- 6 – instalovaná plošina pro hotové výrobky. Nakloněná plošina zajistí přesun naplněných krabic k ovíjecímu stroji metodou FIFO.
- 8 – paleta se stretch fólií pro ovíjecí stroj
- 9 – instalované regály pro krabice z vlnité lepenky

Vyfukovací stroj je obsluhován dvěma zaměstnanci, pytlovací stroje jsou rovněž obsluhováni dvěma zaměstnanci. Další zaměstnanec by měl na starosti pouze činnosti spojené s ovíjením krabic na ovíjecím stroji a následné uskladnění. Zbývající část pracovní doby bude mít vyplněnou jinou činností na jiném úseku. Současně byly navrženy regály pro uskladnění materiálu k pytlovacím strojům, díky kterým se zkrátí časy přípravných operací balení. Dále byla instalována plošina, pro již hotové a označené krabice, které díky plošině budou přepraveny rovnou k ovíjecímu stroji, kdy je pátý zaměstnanec přeskládá na paletu a ovije stretch fólií na ovíjecím stroji.

Díky instalovaným regálům a přidělení činností spojených s balení palet se snížil čas přípravných operací o 0,173 tedy o téměř 50 % na 1 kus.

Čas vyfukovacího stroje je 1,75, pytlovacího stroje 1,89 a balení 1,87.

Rozdělení přípravných činností při instalaci dvou plošin a regálů u pytlovacích strojů je následující:

## Extrudér

Činnost	Čas [s]	počet rolí	Čas na 1 roli [s]
dovoz granulátu A ze skladu k extrudéru	100	10	10
roztržení pytle A a dávkování do granulátu	30		3
dovoz granulátu B ze skladu k extrudéru	100	10	10
roztržení pytle B a dávkování do granulátu	30		3
nachystání dutinek	120	50	2,4
přínos dutinek ze skladu	180		3,6
nachystání izolep k dutince	2	1	2
zadání dat z průvodky do stroje	30	50	0,6
složení fólie ze stroje na plošinu	13	1	13
<b>suma</b>			<b>47,6</b>

Tab. 18 Přípravné činnosti vyfukovacího stroje pátého návrhu

## Pytlovací stroje

Činnost	Čas [s]	počet ks	Čas na 1 ks [s]
nastavení šíře a výšky sáčku dle průvodky	40	610	0,07
provlečení fólie k liště	30		0,05
příprava gumičky k sáčkům	600	300	2
<b>suma</b>			<b>2,11</b>

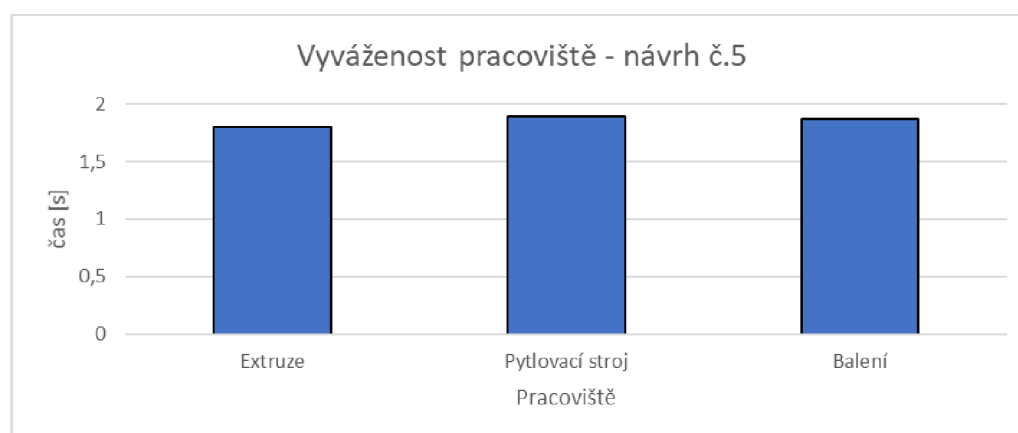
Tab. 19 Přípravné činnosti pytlovacího stroje pátého návrhu

## Balení

Činnost	Čas [s]	počet ks	Čas na 1 ks [s]
přínos krabice dle průvodky	20	1000	0
složení krabice	30		0,03
uložení pás	20		0,02
zalepení krabice	60		0,06
označení krabice ID	30		0,03
vložení výplně	4	250	0,02
<b>suma</b>			<b>0,2</b>

Tab. 20 Přípravné činnosti balení pátého návrhu

Z výsledků časů je patrné, že obsluha pytlovacích strojů a balení je nejdelší a časově nejnáročnější operace. Vzniká zde rozpracovanost v pobobě krabic sáčků, které čekají na zabalení na paletě, což není žádoucí. Přepočítání časů proběhlo stejným způsobem, jako tomu bylo v předchozích návrzích. Plocha obsazená výrovou je v tomto případě 68m<sup>2</sup>.



Obr. 19 Vyváženost pracoviště pátého návrhu

## 6.6 Podmínky realizace a přínosy

Na základě získaného seznamu všech výrobních a pomocných operací byla provedena analýza jednotlivých činností a jejich časů, viz předcházející kapitoly.

Jednotlivé časy jsou vypočteny jako průměr, u některých operací se časy zkracují (například u pytlovacích strojů probíhá souběžně výroba tří kusů sáčku, také u vyfukovacího stroje jelikož zde pracují dva zaměstnanci). Současně byly jednotlivé časy získány průměrem z více měření, protože každý zaměstnanec má odlišné tempo pracovního nasazení. Tímto případem se zabývá návrh pracoviště č.1 (kapitola 5.1), který vychází z požadavků vedení společnosti na rychlé uvedení stroje do stávajícího pracoviště s minimálními náklady na uvedení do provozu a minimálním omezením probíhající výroby.

Nezanedbatelnou roli v získaných časech hrají i individuální charakteristiky zaměstnanců, zručnost, dovednost, cvik, praxe či flexibilita jednotlivých zaměstnanců může ovlivnit chod celého výrobního procesu. Tyto charakteristiky se projevují nejčastěji u činností jako jsou donášení, nandávání a skládání rolí fólií, rozkládání krabic apod. Časy vzniklé tímto způsobem zabírají ve výrobě nemalou část, kterou je nutné systematicky redukovat. V průběhu analýzy bylo vyzorováno, že přípravné činnosti mají nemalý podíl na celkovém výrobním čase. V návrhu pracoviště č.4 a č.5 byl proto navržen další zaměstnanec, který se ujme konkrétních přípravných činností.

Bylo navrženo těchto pět variant rozložení pracoviště s novým strojním vybavením. U některých variant byly jednotlivé činnosti převedeny mezi pracovišti, u některých byly naopak některé operace (elementy práce) pozměněny nebo dokonce zcela vynechána. Všechny návrhy zohledňují neměnné usazení vyfukovacího stroje v prostoru výrobní haly.

Návrh č.1 respektuje nařízení vedení společnosti, na snížení více nákladů při uvádění nového stroje do provozu a minimálnímu omezení stávající výroby. Pořizovaný stroj byl umístěn do volného prostoru vedle vyfukovací stroj a sklad. Plocha, která je potřebná pro nový stroje je 8 m<sup>2</sup> a dalších 6 m<sup>2</sup> pro materiál a rozpracované výrobky. Celková obsazená plocha výroby je 57 m<sup>2</sup>. Výrobní časy vyfukovacích strojů a balení pro návrh č.1 původní stav se neliší, hlavní změna nastala ve výrobní kapacitě pytlovacích strojů a prudkým snížením výrobních časů pytlovacího stroje. V tomto návrhu je patrná velká rozpracovanost výroby, která odráží nesourodé a neorganizované rozložení strojního vybavení ve výrobní hale. Tento návrh můžeme považovat za novou výchozí

situaci se kterou budou postupně srovnávány přínosy následujících návrhů uspořádání nového pracoviště.

Návrh č.2 vychází z principů metody JIT a zásad štíhlého pracoviště. Za přesunem pytlovacích strojů za vyfukovací stroj je záměr eliminovat nadbytečnou manipulaci s rolemi fólie, které doposud vždy bylo nutné zaměstnanci uložit ve skladu, tím vznikaly nežádoucí ztráty a hromadění. Obsazená plocha u návrhu č.2 je menší o 6 m<sup>2</sup>, rozdíl oproti první variantě je převážně ve spojení přípravného prostoru pro oba pytlovací stroje na jednom místě. Jde převážně o prostor, kde jsou detaily k zakázce, manuály, jsou zde uloženy ID štítky, gumičky a další potřeby k balení. Sloučením dvou prostorů určených k přípravným činnostem do jednoho prostoru, byla snížena rozpracovanost a celková obsazená plocha 53 m<sup>2</sup>. Celkový výrobní i přípravný čas této varianty se snížil, o 0,61s díky eliminaci činností spojených s nadbytečnou manipulací rolí fólie. Pracovní čas (VA time) je 7,82s.

Návrh č.3 je rovněž výrobní linka, tentokrát s instalovanou skluznou plochou, která má zajistit pouštění fólií FIFO. Plošina má za úkol zachytávat rozpracovanou výrobu určenou ke zpracování na pytlovacích strojích. Zaměstnanci jsou ušetřeni označováním fólií ID štítky, odvážení fólií do skladu a vstupních kontrolách tloušťky u pytlovacích strojů. Sloučením přípravných ploch s krabicemi a gumičkami pro oba pytlovací stroje byla snížena obsazená plocha výroby. Za předpokladu, že bude na obou pytlovacích strojích probíhat výroba stejné zakázky, je nutná pouze jedna paleta pro hotové výrobky. V opačném případě, kdy bude docházet k rozdílné výrobě, může nastat problém s hromadění krabic s hotovými výrobky a růstu rozpracovanosti. K dokončení pomyslného tvaru U výrobní linky chybí přesunutí ovíjecího stroje za pytlovací stroje, toto bohužel neumožňují prostory výrobní haly. Celkově obsazená plocha třetího návrhu je 66 m<sup>2</sup>. Pracovní čas (VA time) této varianty je 7,49s.

Návrh č.4 je vychází z návrhu č.2 a kalkuluje s pátým zaměstnancem. Na tohoto zaměstnance tzv.přípraváře výroby bude delegována většina přípravných činností ze všech pracovišť. Jde převážně o činnosti spojené s dovozem a dávkování granulátů a dutinek k vyfukovacímu stroji, přínosy krabic, výplní krabic ze skladu k pytlovacím strojům a převzetí činností spojených s balením palet s hotovými výrobky na ovíjecím stroji a následné uskladnění. Míra rozpracovanosti v tomto návrhu je závislá na dovednostech přípraváře. V případě, že by tento zaměstnanec stíhal všechny delegované činnosti spojené s odvozy palety od pytlovacích strojů, současně s dávkováním granulátu a odváděním hotových výrobků přes interní systém, by se jednalo o variantu s nejmenší

obsazenou plochou 49 m<sup>2</sup> a nejplynulejším tokem materiálu. Rozpracovanost by v tomto případě neměla vznikat. Jde rovněž o variantu s nejnižším pracovním časem 5,34s.

Návrh č.5 vychází z návrhu č.4 v uspořádání strojů i přerozdělení některých přípravných činností na patého zaměstnance. Oproti této variantě počítá s instalací další posuvné plošiny, které povede ke snížení rozpracovanosti u pytlovacích strojů a balení. Plošina nahradí paletu s hotovou výrobou, které byla v návrzích uváděna doposud. Jednotlivé krabice s 1 000ks sáčků budou skládány na tuto plošinu, ta povede k ovíjecímu stroji, kde jednotlivé krabice budou naskládány na paletu a ovity stretch fólií. Instalací druhé plošiny bude eliminován čas strávený manipulací s vozíkem vedoucí pro odvozu palety od pytlovacích strojů k ovíjecímu stroji. Pro snížení přípravných časů balení byly instalovány u pytlovacích strojů regály pro uložení krabic z vlnitých lepenek, tím bude zkrácen čas přinášením jednotlivých balení krabic ze skladu. Pátý zaměstnanec bude mít na starosti pouze skládání krabic na paletu a její ovití a uskladnění, žádné další přípravné operace. Záměrem bylo dosáhnout liniového tvaru výrobní linky, i když vzhledem k rozměrovým možnostem to není možné a ovíjecí stroj je mimo zamýšlenou křivku. Rozpracovanost této varianty je závislá na pátém zaměstnanci, v případě, že bude k práci vykonávat dle rozpisu, neměla by rozpracovanost vznikat. Pokud se pátý zaměstnanec nedostaví včas ze svého hlavního pracoviště, bude vznikat rozpracovanost na druhé plošině, při skládání jednotlivých hotových krabic. Obsazená plocha tohoto návrhu je 68 m<sup>2</sup>, pracovní čas varianty je 5,49s.



## 7 Závěr

Cílem diplomové práce byla optimalizace výrobního procesu společnosti TART při rozšíření stávajícího technologického vybavení výrobní haly pro výrobu kompostovatelné fólie a následné konfekce. V práci byla nejdříve představena společnost a její výrobní portfolio. V této práci jsem se zaměřila na produkt, který byl vyvinut pro konkrétní skupinu zákazníků, jde o kompostovatelné sáčky o šířce 30 cm s konkrétním požadavkem na balení po 1000ks v krabicích z vlnité lepenky. Byl popsán produkt a jeho výroba, které probíhá na třech pracovištích – vyfukovací stroje, pytlovací stroj, balení. Na vyfukovacím stroji je vyrobena kompostovatelná fólie, ta je následně na pytlovacím stroji rozřezána a svařena na sáček, ten je uložen do krabice z vlnité lepenky. Následně byly popsány jednotlivé operace a výrobní a přípravné činnosti s nimi spojené. Úzké místo bylo identifikováno u pytlovacích strojů, proto společnost rozhodla o pořízení druhého pytlovacího stroje.

Vzhledem k půdorysné dispozici výrobní haly bylo navrženo pět variant možného uspořádání strojního vybavení. Jednotlivé návrhy mají za cíl eliminovat plýtvání a rozpracovanost ve výrobním procesu pomocí implementace prvků štíhlé výroby.

První návrh pracoviště vychází z požadavků společnosti na minimalizaci nákladů spojených s uvedením pytlovacího stroje do provozu. Pytlovací stroj je v layoutu zakreslen do volného prostoru, vzniknou tak dvě oddělené pracoviště pro jednu výrobní operaci. V tomto návrhu nejsou dodrženy základní pravidla štíhlé výroby a slouží spíše jako výchozí bod pro porovnání s dalšími návrhy.

Druhý návrh uspořádání pracoviště vychází z metody JIT a pytlovací stroje v layoutu zařadil za vyfukovací stroj. Cílem je eliminace činností spojených se skladováním rozpracované výroby - fólie. Prostorovým sjednocením pracoviště pytlovacích strojů byla snížena obsazená plocha výrobní haly. Obě pracoviště čerpají materiál a pomocné nástroje ze společného prostoru. V tomto návrhu vznikalo hromadění mezi vyfukovacím strojem a pytlovacími stroji.

Třetí varianta také vychází z metody JIT, pytlovací stroje jsou v layoutu zařazeny vedle vyfukovacího stroje a byla navržena instalace plošiny mezi vyfukovací a pytlovací stroj. Plošina zajistí odběr fólií metodou FIFO. Současně byly některé pomocné činnosti spojené s balením delegovány na obsluhu vyfukovacího stroje. Vzhledem k půdorysu haly je u tohoto návrhu vysoká pravděpodobnost zdržení, při odvážení palet od pytlovacích

strojů. Současně není v provozu reálné delegovat pomocné činnosti balení v takovém rozsahu na obsluhu vyfukovacího stroje. Obsazená plocha je 62 m<sup>2</sup>. Výrobní čas varianty je 7,49s.

Ve čtvrtém návrhu jsou pytlovací stroje umístěny za vyfukovací stroj a je zde kalkulováno s pátým zaměstnancem, tzv. přípravěm výroby na kterého je delegována většina pomocných činností ze všech pracovišť. Mezi vyfukovacím a pytlovacími stroji je rovněž instalovaná plošina. V této variantě díky pátému zaměstnanci nevzniká rozpracovanost, čas výroby je nejkratší ze všech variant 5,34s a rovněž je v této variantě nejméně obsazená plocha výroby na 57 m<sup>2</sup>. Pozice přípraváře není zcela využit a vzhledem k delegovaným činnostem není reálné aby byl využit u v jiném úseku.

Pátý návrh je oproti čtvrtému doplněn další plošinou za pytlovací stroje a regály pro uskladnění krabic v blízkosti pytlovacích strojů. I zde je počítáno s pomocí pátého zaměstnance, ale pouze u pracoviště balení, zaměstnance tak může být dále využit v jiném úseku. Obsazená plocha této varianty je 59 m<sup>2</sup>, pracovní čas je 5,49s.

První varianta je nevhodná vzhledem k velké rozpracovanosti a obsazené ploše výroby. Při druhé variantě vznikalo nežádoucí hromadění materiálu mezi jednotlivými pracovišti. Třetí návrh řešil přerozdělení pomocných činností balení mezi obsluhu vyfukovacího stroje a pytlovacích strojů, toto delegování činností se společně s omezeným manipulačním prostorem ukázalo jako těžce proveditelné. Je pravděpodobné, že by docházelo k prostojům u pracoviště extrudéru. Čtvrtý návrh pracoviště se jeví jako nejoptimálnější možnost, nedochází zde k rozpracovanosti ani hromadění hotových výrobků, je dosaženo optimálního materiálového toku a je dosaženo nejnižšího výrobního času. Je zde ovšem počítáno s pátým zaměstnancem, který by nebyl zcela využit. Proto doporučuji společnosti realizovat návrh pátý.

## 8 Seznam literatury

- (1) BASL, Josef a Roman BLAŽÍČEK. *Podnikové informační systémy: podnik v informační společnosti*. 2., výrazně přeprac. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2008. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-2279-5.
- (2) BOWERSOX, Donald J. et al. *Supply chain logistics management*. 3rd ed. Boston: McGraw-Hill, 2010. ISBN 978-0-07-127617-7.
- (3) ČERVINKA, Michal. *Štíhlá výroba* [online]. 2013 [cit. 17. 1. 2019]. Dostupné z: <http://www.stihlavyroba.sk/2013/04/zakaznik-hodnota-hodnotovy-tok.html>
- (4) ČUHEL, Martin. *Lean s tebou. Štíhlá výroba a její principy*. Talentica [online]. 12. 3. 2018 [cit. 16. 1. 2019]. Dostupné z: <https://www.talentica.cz/lean-stihlavyroba-a-jeji-principy/>
- (5) DLABAČ, Jaroslav. *Štíhlá výroba - používané metody a nástroje*. Academy of Productivity and Innovations [online]. 2015 [cit. 16. 1. 2019]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25786n-stihlavyroba-pouzivane-metody-a-nastroje>
- (6) HARRISON, Alan et al. *Logistics management and strategy: competing through the supply chain*. 5th ed. Harlow: Pearson, 2014. Always learning. ISBN 978-1-292-00415-0.
- (7) IMAI, Masaaki. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Brno: Computer Press, 2007. ISBN 978-80-251-1621-0.
- (8) JUROVÁ, Marie a kol. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 9788027193301.
- (9) KEŘKOVSKÝ, Miloslav. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2. vyd. Praha: C. H. Beck, 2009. C. H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7400-119-2.
- (10) KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3., dopl. vyd. Praha: C. H. Beck, 2012. C. H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-319-9.
- (11) KOŠTURIÁK, Ján. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press, 2010. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 9788025123492.
- (12) MOSTAFA, Sherif et al. *A framework for lean manufacturing implementation*. In *Production & Manufacturing Research* [online]. 2013, 1 (1), p. 44-64 [cit. 16. 1. 2019]. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21693277.2013.862159>

- (13) ROSER, Christoph. *Push vs. Pull: Rozdíl mezi výrobními systémy Push a Pull*. Průmyslové inženýrství [online]. 2017 [cit. 17. 1. 2018]. Dostupné z: <http://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/push-vs-pull-rozdil-vyrobnimi-systemy-push-a-pull/>
- (14) SHAH, Rachna a Peter WARD. Defining and developing measures of lean production. In *Journal of Operations Management* [online]. 2007, 25(4), p. 785-805 [cit. 15. 1. 2019]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0272696307000228>
- (15) STEHLÍK, Antonín a Josef KAPOUN. *Logistika pro manažery*. Praha: Eko-press, 2008. ISBN 978-80-86929-37-8.
- (16) O společnosti: O nás . *TART* [online]. [cit. 2019-01-04]. Dostupné z: <https://www.tart.cz/o-nas/>
- (17) O nás: Obal roku. *TART* [online]. [cit. 2019-01-04]. Dostupné z: <https://www.tart.cz/obal-roku/>
- (18) RASTOGI, M. K. *Production and operation management*. Bangalore: University science press, 2010. ISBN 978-938-0386-812.
- (19) SYNEK, Miloslav. *Podniková ekonomika*. 4., přeprac. a dopl. vyd. Praha: C. H. Beck, 2006. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 80-7179-892-4.
- (20) SYNEK, Miloslav a Eva KISLINGEROVÁ. *Podniková ekonomika*. 5., přeprac. a dopl. vyd. Praha: C. H. Beck, 2010. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 978-80-7400-336-3.
- (21) TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby a nákupu*. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1479-0.
- (22) UČEŇ, Pavel. *Zvyšování výkonnosti firmy na bázi potenciálu zlepšení*. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2472-0.
- (23) VÁCHAL, Jan a Marek VOCHOZKA. *Podnikové řízení*. Praha: Grada, 2013. Finanční řízení. ISBN 978-80-247-4642-5.
- (24) VANĚČEK, Drahoš. *Logistika*. 3. vyd. České Budějovice: Jihočeská Univerzita, 2008. ISBN 978-80-7394-085-0.
- (25) VEBER, Jaromír a Jitka SRPOVÁ. *Podnikání malé a střední firmy*. 2. aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2409-6.
- (26) VEBER, Jaromír. *Management inovací*. Praha: Management Press, 2016. ISBN 978-80-7261-423-3.

- (27) WÖHE, Günter a Eva KISLINGEROVÁ. Úvod do podnikového hospodářství. 2. přeprac. a dopl. vyd. Praha: C. H. Beck, 2007. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 978-80-7179-897-2.

## 9 Seznam zkratek

PR – průvodka

JIT – just in time

EXT – extrudér, vyfukovací stroj

PYT – pytlovačka, pytlovací stroj

OV – ovíjecí stroj

VSM – Value Stream Mapping (mapování toku hodnot)

## 10 Seznam obrázků

Obr. 1	Půdorysná dispozice výrobní haly.....	30
Obr. 2	Průřez vytlačovacím strojem.....	31
Obr. 3	Pytlovací stroj.....	32
Obr. 4	Ovíjecí stroj.....	32
Obr. 5	Značky používané ke zmapování toku výroby .....	34
Obr. 6	VSM současný materiálový tok.....	35
Obr. 7	VSM budoucí materiálový tok.....	37
Obr. 8	Vyváženost stávajícího pracoviště.....	42
Obr. 9	Layout pracoviště prvního návrhu .....	44
Obr. 10	Vyváženost pracoviště prvního návrhu.....	46
Obr. 11	Layout pracoviště druhého návrhu .....	48
Obr. 12	Vyváženost pracoviště druhého návrhu.....	52
Obr. 13	Layout pracoviště třetího návrhu.....	54
Obr. 14	Vyváženost pracoviště třetího návrhu.....	58
Obr. 15	Layout pracoviště čtvrtého návrhu.....	60
Obr. 16	Vyváženost pracoviště čtvrtého návrhu .....	64
Obr. 17	Výrobní časy pracovišť se zahrnutím přípravy.....	65
Obr. 18	Layout pracoviště pátého návrhu.....	66
Obr. 19	Vyváženost pracoviště pátého návrhu .....	69

## 11 Seznam tabulek

Tab. 1	Výrobní časy vyfukovacího stroje .....	37
Tab. 2	Výrobní časy pytlovacího stroje.....	38
Tab. 3	Výrobní časy balení .....	38
Tab. 4	Přípravné časy vyfukovacího stroje.....	39
Tab. 5	Přípravné časy pytlovacího stroje .....	40
Tab. 6	Přípravné časy balení .....	41
Tab. 7	Přípravné časy vyfukovacího stroje prvního návrhu.....	50
Tab. 8	Přípravné časy pytlovacího stroje prvního návrhu .....	50
Tab. 9	Přípravné časy balení prvního návrhu .....	51
Tab. 10	Činnosti obsluhy vyfukovacího stroje druhé varianty.....	56
Tab. 11	Činnosti obsluhy pytlovacího stroje druhé varianty.....	56
Tab. 12	Činnosti obsluhy balení stroje druhé varianty.....	57
Tab. 13	Činnosti delegování na přípraváře.....	62
Tab. 14	Přípravné činnosti vyfukovacího stroje čtvrté varianty.....	62
Tab. 15	Přípravné činnosti pytlovacího stroje čtvrté varianty.....	63
Tab. 16	Přípravné činnosti balení čtvrté varianty.....	63
Tab. 17	Přepočítané časy přípravných činností pro pozici přípraváře.....	64
Tab. 18	Přípravné činnosti vyfukovacího stroje pátého návrhu .....	68
Tab. 19	Přípravné činnosti pytlovacího stroje pátého návrhu .....	68
Tab. 20	Přípravné činnosti pátého návrhu .....	69