

# **Návrh změny layoutu střediska povrchových úprav s cílem redukce mezioperačních balení a prostojů**

Bc. Ondřej Bar

---

Diplomová práce  
2017



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta managementu a ekonomiky

---

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

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Ondřej Bar  
Osobní číslo: M15564  
Studijní program: N6209 Systémové inženýrství a informatika  
Studijní obor: Průmyslové inženýrství  
Forma studia: prezenční

Téma práce: Návrh změny layoutu střediska povrchových úprav s cílem redukce mezioperačních balení a prostojů

Zásady pro vypracování:

### Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

#### I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši související se zvolenou problematikou.

#### II. Praktická část

- Provedte analýzu stávajícího layoutu pracoviště.
- Na základě vypracované analýzy vypracujte návrh nového layoutu pracoviště.
- Zhodnoťte navrhované řešení.

### Závěr

---

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

Seznam odborné literatury:

BADIRU, Adedeji Bodunde. Handbook of industrial and systems engineering. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, c2014. Industrial innovation series. ISBN 978-1-4665-1504-8.  
DELGADO SOBRINO, Daynier Rolando. Material flow and layout: an integrative analysis. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, s.r.o., 2016. Vědecké monografie. ISBN 978-80-7380-600-2.  
KAVAN, Michal. Výrobní a provozní management. 1. vyd. Praha: Grada, 2002. Expert. ISBN 80-247-0199-5.  
MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Cesty k vyšší produktivitě: strategie založená na průmyslovém inženýrství. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1996. ISBN 8090223508.  
KOŠTURIAK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006. Management studium. ISBN 80-86851-38-9.

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.**  
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů  
Datum zadání diplomové práce: **15. prosince 2016**  
Termín odevzdání diplomové práce: **18. dubna 2017**

Ve Zlíně dne 15. prosince 2016

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



prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.  
*ředitel ústavu*

## PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

### Prohlašuji, že

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

### Prohlašuji,

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

Ve Zlíně 18. 4. 2012

Jméno a příjmení: ONDŘEJ BAK

.....

podpis diplomanta

## ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na změnu layoutu v závodě, který je zaměřen na vstřikování plastů a pokovení. Výstupem práce je nový layout, který sníží potřebu mezioperačního balení a sníží vzdálenost manipulačních cest. V úvodu práce jsou definovány cíle a metody. Teoretická část je zaměřena na oblasti, kterými se projekt zabývá, a jsou popsány metody, které byly použity. Praktická část práce začíná představením společnosti a následně je analyzován současný stav středisek, kterých se bude změna layoutu týkat. Na základě analýzy stávajícího stavu je definován projekt a poté zpracován nový layout, kapacity a řízení rizik spojených s novým layoutem. Na závěr je shrnutí celého projektu a dodatečné návrhy.

Klíčová slova: layout, kapacita, simulace, vstřikování plastů, pokovení.

## ABSTRACT

This thesis focuses on the layout change of the plant, which is aimed on injection molding and plating. The outcome of this work is a new layout, which reduces the need for in-process packaging and reduces the distance journeys of handling. Goals and methods are defined in the introduction part. Theoretical part focuses on areas, which the project deal with, and describes the methods that were used. Practical part describes the company. Subsequently analyzes the current situation of centers, which will be involved in change of the layout. Based on the analysis of current situation is defined project and then precessed the new layout, capacity and managing the risks associated with the new layout. At the end is a summary of the project and additional suggestions.

Keywords: Layout, Capacity, Simulation, Injection Molding, Plating.

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucí mé diplomové práce prof. Ing. Felicitě Chromjakové, Ph.D. za odborné rady a připomínky, které mi pomohli při zpracování diplomové práce.

Děkuji vedení výrobního družstva Iriša, za umožnění zpracování diplomové práce a získání řady praktických poznatků. Dále bych rád poděkoval pracovníkům společnosti, za ochotu a poskytnutí potřebných informací. Nakonec chci vyjádřit velké poděkování mé rodině, která mi byla po celou dobu důležitou oporou.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>11</b>
<b>CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE</b> .....	<b>12</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>13</b>
<b>1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ</b> .....	<b>14</b>
1.1 PRŮMYSLOVÝ INŽENÝR.....	14
1.2 ŠTÍHLÝ PODNIK.....	14
1.3 ŠTÍHLÁ VÝROBA.....	14
1.3.1 MUDA.....	17
1.3.2 MURA.....	17
1.3.3 MURI.....	17
1.4 PLÝTVÁNÍ.....	17
1.4.1 Nadprodukce.....	18
1.4.2 Nadbytečné zásoby.....	18
1.4.3 Nekvalitní výroba.....	18
1.4.4 Zbytečné pohyby.....	18
1.4.5 Špatné zpracování.....	19
1.4.6 Prostoje.....	19
1.4.7 Doprava.....	19
<b>2 TYPOLOGIE VÝROBNÍCH SYSTÉMŮ</b> .....	<b>21</b>
2.1 ZPŮSOBY USPOŘÁDÁNÍ.....	21
2.1.1 Předmětné uspořádání.....	21
2.1.2 Technologické uspořádání.....	22
2.1.3 Buňkové uspořádání.....	22
2.1.4 Kombinované uspořádání.....	23
2.2 TYPY VÝROB.....	23
2.2.1 Hromadná výroba.....	23
2.2.2 Sériová výroba.....	23
2.2.3 Kusová výroba.....	23
<b>3 LAYOUT</b> .....	<b>24</b>
3.1.1 Buňka ve tvaru U.....	25
3.1.2 Hnízdové uspořádání pracoviště.....	25
3.1.3 Lineární uspořádání.....	26
3.1.4 Kombinované buňky ve tvaru U.....	26
3.2 HODNOTOVÝ TOK.....	27
3.3 NÁSTROJE PRO ANALYZOVÁNÍ HODNOTOVÉHO TOKU.....	28
3.3.1 VSM – mapování toku hodnot.....	29
3.3.2 Procesní analýza.....	31
<b>4 TPM – MANAGEMENT PRODUKTIVITY VÝROBNÍCH ZAŘÍZENÍ</b> .....	<b>32</b>
4.1 OEE – CELKOVÁ EFEKTIVNOST ZAŘÍZENÍ.....	32
4.2 AUTONOMNÍ ÚDRŽBA.....	33
4.3 PLÁNOVANÁ ÚDRŽBA.....	33
<b>5 PLANT SIMULATION</b> .....	<b>35</b>

5.1	IKONY .....	36
5.1.1	Objekty v materiálovém toku.....	36
5.1.2	Mobilní jednotky.....	36
5.1.3	Objekty informačního toku .....	37
5.1.4	SimTalk.....	37
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>38</b>
<b>6</b>	<b>PROFIL SPOLEČNOSTI .....</b>	<b>39</b>
6.1	HISTORIE SPOLEČNOSTI .....	39
6.2	EKONOMICKÉ UKAZATELE .....	40
6.3	POSLÁNÍ.....	40
6.4	CÍLE A VIZE DO BUDOUCNOSTI .....	41
6.5	ZÁVOD 2 - VSTŘIKOVÁNÍ PLASTŮ .....	41
6.5.1	Kvalita a ekologie .....	41
6.6	ORGANIZAČNÍ STRUKTURA .....	42
<b>7</b>	<b>ANALÝZA STÁVAJÍCÍ VÝROBY A VÝROBNÍHO PROGRAMU .....</b>	<b>43</b>
7.1	POPIS PRACOVNÍCH POZIC .....	43
7.1.1	Operátor vstřikovacích strojů.....	43
7.1.2	Operátor planet.....	43
7.1.3	Operátor pokovovacího zařízení Arzuffi.....	43
7.1.4	Manipulant .....	44
7.1.5	Vedoucí střediska pokovení .....	44
7.1.6	Vedoucí výroby.....	44
7.2	STÁVAJÍCÍ LAYOUT.....	45
7.2.1	Stávající layout pokovení .....	46
7.2.2	Stávající layout nové vstřikovny plastů a montáže světlometů .....	47
7.3	PROCES VSTŘIKOVÁNÍ PLASTŮ .....	49
7.3.1	Používané vstřikovací stroje .....	50
7.4	PROCES VAKUOVÉHO POKOVENÍ .....	52
7.4.1	Pokovovací zařízení v Závodě 2 – vstřikování plastů.....	52
7.5	MATERIÁLOVÝ TOK.....	55
7.5.1	Procesní analýza.....	56
<b>8</b>	<b>VYMEZENÍ PROJEKTU .....</b>	<b>58</b>
8.1	SWOT ANALÝZA PROJEKTU .....	58
8.2	LOGICKÝ RÁMEC PROJEKTU .....	60
8.2.1	RIPRAN .....	62
8.3	ČASOVÝ HARMONOGRAM.....	63
<b>9</b>	<b>KAPACITNÍ PLÁNOVÁNÍ.....</b>	<b>64</b>
9.1	KAPACITY VSTŘIKOVACÍCH STROJŮ .....	64
9.1.1	Prostoje.....	67
9.2	KAPACITY POKOVOVACÍHO ZAŘÍZENÍ ARZUFFI.....	68
9.2.1	Prostoje.....	68
<b>10</b>	<b>NÁVRH NOVÉHO LAYOUTU.....</b>	<b>70</b>



10.1	LAYOUT MALÝCH VSTŘIKOVACÍCH STOJŮ .....	71
10.1.1	Procesní analýza malých vstřikovacích strojů .....	73
10.1.2	Kapacita pracoviště .....	74
10.2	LAYOUT VELKÝCH VSTŘIKOVACÍCH STOJŮ .....	76
10.3	PROCESNÍ ANALÝZA VELKÝCH VSTŘIKOVACÍCH STOJŮ .....	78
10.3.1	Kapacita pracoviště .....	79
10.4	SHRnutí NÁVRHŮ LAYOUTŮ .....	80
<b>11</b>	<b>PLANT SIMULATION .....</b>	<b>82</b>
11.1	SIMULACE VÝROBY LAYOUTU MALÝCH VSTŘIKOVACÍCH STOJŮ .....	82
11.1.1	Vytíženost operátorů vstřikovacích strojů .....	82
11.1.2	Vytíženost operátora pokovovacího zařízení Arzuffi .....	83
11.1.3	Vytíženost operátorů planet .....	84
11.1.4	Vytíženost pokovovacího zařízení Arzuffi .....	84
11.1.5	Vytíženost zásobníků .....	85
11.1.6	Vyhodnocení simulace layoutu malých vstřikovacích strojů.....	85
11.2	SIMULACE VÝROBY LAYOUTU VELKÝCH VSTŘIKOVACÍCH STOJŮ .....	86
11.2.1	Vytíženost operátorů vstřikovacích strojů .....	86
11.2.2	Vytíženost operátora pokovovacího zařízení Arzuffi .....	87
11.2.3	Vytíženost operátorů planet .....	88
11.2.4	Vytíženost pokovovacích zařízení Arzuffi.....	88
11.2.5	Vytíženost zásobníků .....	89
11.2.6	Vyhodnocení simulace layoutu velkých vstřikovacích strojů.....	89
<b>12</b>	<b>NÁKLADY A NÁVRATNOST INVESTICE.....</b>	<b>90</b>
12.1	POTŘEBNÉ INVESTICE .....	90
12.2	ÚSPORY .....	90
12.3	DOBA NÁVRATNOSTI .....	92
<b>13</b>	<b>ŘÍZENÍ RIZIK .....</b>	<b>93</b>
13.1	RIPRAN .....	94
13.2	PORUCHY VSTŘIKOVACÍCH STOJŮ .....	96
13.2.1	ISO 9001:2015 .....	97
13.2.2	TPM.....	98
13.2.3	Nedostatek pracovníků.....	100
<b>14</b>	<b>ZHODNOCENÍ PROJEKTU .....</b>	<b>101</b>
14.1	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ.....	101
14.2	OSTATNÍ PŘÍNOSY .....	101
14.2.1	Skladování.....	101
14.2.2	Manipulace .....	101
14.2.3	Kapacity .....	102
14.2.4	Průběžná doba výroby.....	102
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>103</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>104</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>107</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>108</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>109</b>

<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>	<b>110</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>111</b>
<b>PŘÍLOHA P III: SIMULACE MALÝCH VSTŘIK. STROJŮ .....</b>	<b>114</b>
<b>PŘÍLOHA P IV: SIMULACE VELKÝCH VSTŘIK. STROJŮ.....</b>	<b>115</b>
<b>PŘÍLOHA P V: VYTÍŽENÍ ZÁSOBNÍKŮ VELKÝCH VSTŘIKOVACÍCH STROJŮ .....</b>	<b>116</b>

## ÚVOD

V dnešní době je stále více kladen důraz na co nejefektivnější výrobu, aby byla společnost konkurence schopná. Obzvláště pokud jde o automotive. Pro společnosti je důležité, aby mohly dodržovat často neúprosné dodací termíny, mít co nejplynulejší, a tím i rychlou výrobu, mít co nejnižší procento nekvalitních dílů, bezporuchový provoz a další faktory, které napomáhají ke snižování nákladů. Je tedy žádoucí, aby hledaly způsoby a metody, kterými těchto cílů dosáhnou.

Výrobní družstvo IRISA a její závod na vstřikování plastů se v posledních letech zaměřuje na metody zefektivňující výrobu. Jedním ze způsobů, jak docílit lepších výsledků je změna layoutu, na kterou je tato diplomová práce zaměřena.

V teoretické části je popsán pojem průmyslové inženýrství a koncept štíhlého podniku a výroby. Dále jsou rozepsány podrobně druhy plýtvání, které mohou vznikat, pokud se společnost problematice nevěnuje. V druhé kapitole jsou uvedeny různé druhy uspořádání výroby, které mohou vzniknout a princip, na kterém jsou založeny. Ve třetí kapitole je vysvětlen pojem layout a podoby, které jsou nejčastěji používány pro zefektivnění výroby. K layoutu také patří hodnotový tok a nástroje, kterými se hodnotový tok analyzuje. V poslední části je řešeno TPM a SMED, které souvisí s plynulým tokem výroby.

Tyto teoretické poznatky jsou použity jako podklad pro další část diplomové práce.

V analytické části jsou uvedeny informace o společnosti a její základní charakteristika. Poté je rozebrán stávající stav výrobního procesu, stávající layout a jeho nevýhody. Důležitou částí je i popis technologických popisů zařízení, aby bylo přiblíženo, jak zařízení fungují.

Na základě nedostatků zjištěných v analytické části je definován projekt a zpracován nový návrh layoutu, který by měl redukovat potřebu mezioperačního balení a zajistit snížení nekvalitní výroby. Zajištění plynulosti výroby je věnována kapitola řízení rizik a je navrženo, jak určitá rizika snížit, aby nedošlo k nečekanému přerušení výroby.

## CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Hlavním cílem diplomové práce je návrh změny layoutu s cílem redukce mezioperačního balení a prostojů. Vedlejšími cíli, které s hlavním cílem souvisí, je snížení nekvalitní výroby a optimální vytížení kapacit. V návaznosti na tyto cíle je na konci řešeno řízení rizik.

V teoretické části diplomové práce je zpracována literární rešerše českých a zahraničních zdrojů. V analytické části je provedena analýza stávajícího stavu s cílem pochopit výrobní proces a najít jeho nedostatky. Pro analýzu stávajícího stavu byly vypracovány:

- Layouty v AutoCADu
- Zaznačen materiálový tok
- Procesní analýza

V projektové části byla využita pro definování projektu:

- Kriteriaální SWOT analýza
- Logický rámec
- RIPRAN
- Harmonogram.

V projektu byly dále zpracovány návrhy nového layoutu v AutoCADu, které byly následně schváleny vedením společnosti. Na základě těchto layoutů byly vypočítány kapacity zařízení a procesní analýzy nového stavu. Pro ověření nového layoutu byla vypracována simulace výroby v Technomatix Plant Simulation. Pro vyčíslení nákladů na nový layout a úspory, které přinese nový layout, byla vypracována analýza nákladů a návratnost investic. V poslední části řízení rizik je opět definována riziková analýza RIPRAN a částečně navržena metoda TPM.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Co když se spojí dohromady informační technologie, výrobní a produkční systémy, servisní systémy, design organizace a práce, ergonomie, řízení projektu, plánování výroby, plánování zdrojů lidského kapitálu, systémů a zařízení pro projektování, plánování a řízení, kvalita, řízení dodavatelského řetězce a logistiky, pravděpodobnostní modely, statistiky, ekonomické zhodnocení, počítačové simulace a optimalizace? Všechny tyto techniky spojuje průmyslové inženýrství (Salvendy, 2001, s. 5)

Přesněji podle (Mašín, 2005) jde o vědní obor, který se zabývá hledáním, jak důmyslněji vykonávat práci. Zaměřuje se na odstraňování plýtvání, nepravidelností, iracionality a přetěžování pracovišť. Cílem těchto aktivit je, že tvorba vysoce kvalitních produktů i poskytování vysoce kvalitních služeb je snadnější, rychlejší a levnější. Jelikož je průmyslové inženýrství nejmladší inženýrský obor, tak má výhodu, že se oproti tradičním inženýrským oborům neustále vyvíjí a také pružněji reaguje na změny v jeho okolí.

### 1.1 Průmyslový inženýr

Definice průmyslové inženýra podle (Salvendy, 2001, s. 5) je osoba, která má zájem o design, zavedení a zlepšování integrovaného systému lidí, materiálu, informací, zařízení a energií čerpající z odborných znalostí a dovedností v matematických, fyzických a sociálních věd. Dohromady s principy a metodami inženýrských analýz a projektů upřesňují, předvídají a hodnotí výsledky získané ze systémů. (Womack and Jones 1996)

### 1.2 Štíhlý podnik

Koncept štíhlého podniku je znám už po dlouhou dobu, i když často používaný pod jinými názvy. Základní princip štíhlého podniku byl zpracován ve spoustě obchodních a výrobních publikací po mnoho let a mnoho výrobců tuto teorii nastudovalo, rozuměli konceptu štíhlého podniku a potenciálním výhodám pro jejich společnosti. Myšlenka eliminace plýtvání, které nepřidává hodnotu, je pro ně logická a spousta z nich se o eliminaci plýtvání pokoušela hned od otevření podniku. Ovšem i když tyto souvislosti chápou a vidí výhody tohoto konceptu, je jejich úspěch při snaze zavedení často mizivý. (Hobbs, 2011, s. 4)

### 1.3 Štíhlá výroba

Jedním z hlavních konceptů, realizovaných v posledních letech v průmyslových podnicích je i koncept „Lean Production“ – štíhlá výroba. Je to komplexní systém, který je orientovaný

převážně na změnu myšlení v oblasti řízení a organizace výrobních konceptů, jejichž realizace vzniká na podnět lidí, manažerů a s podporou technologického vybavení. Záměrem je optimalizovat výrobní procesy, které jsou efektivně řízeny a s tím související operace na základě uvědomování si reálných potenciálů v oblasti zvyšování podílu produktivních složek, které tvoří přidanou hodnotu a efektivnost podnikových procesů. Koncept metody štíhlé výroby se postupně více dostává i do oblasti administrativních a obslužných procesů, které jsou založeny na podobných principech. Klíčový faktor pro úspěšnost implementace konceptu je správně motivovat zaměstnance do veškerých procesů optimalizace a zlepšování.

Koncept štíhlé výroby může být také návod, jak správně plánovat, organizovat a řídit podnikové procesy, které když jsou správně implementovány, tak mohou představovat nové příležitosti pro zásadní změny v podnikových procesech pro realizaci inovačních strategií a kontinuálního zlepšování. Mimo jiné může také zvýšit konkurenceschopnost firmy cestou flexibilních rozhodovacích procesů a produkcí produktů, které zákazník požaduje s vysokou přidanou hodnotou.

Koncept štíhlé výroby využívá následující klíčové principy:

- Výroba na objednávku
- Plynulý tok informací a materiálu ve výrobě
- Malé velikosti výrobních dávek
- Standardizace rodiny dílců
- Vykonávání výrobních operací správně napoprvé
- Implementace buňkové výroby
- Zavedení TPM
- Rychlé přetypování
- Strategie nulové chyby pro každý proces
- JIT
- Redukce variability dílců, procesů
- Aktivní zapojení a motivace pracovníků pro tvorbu přidané hodnoty
- Multifunkční týmy
- Znalí a zruční pracovníci
- Vizuální signalizace a statistická kontrola procesů

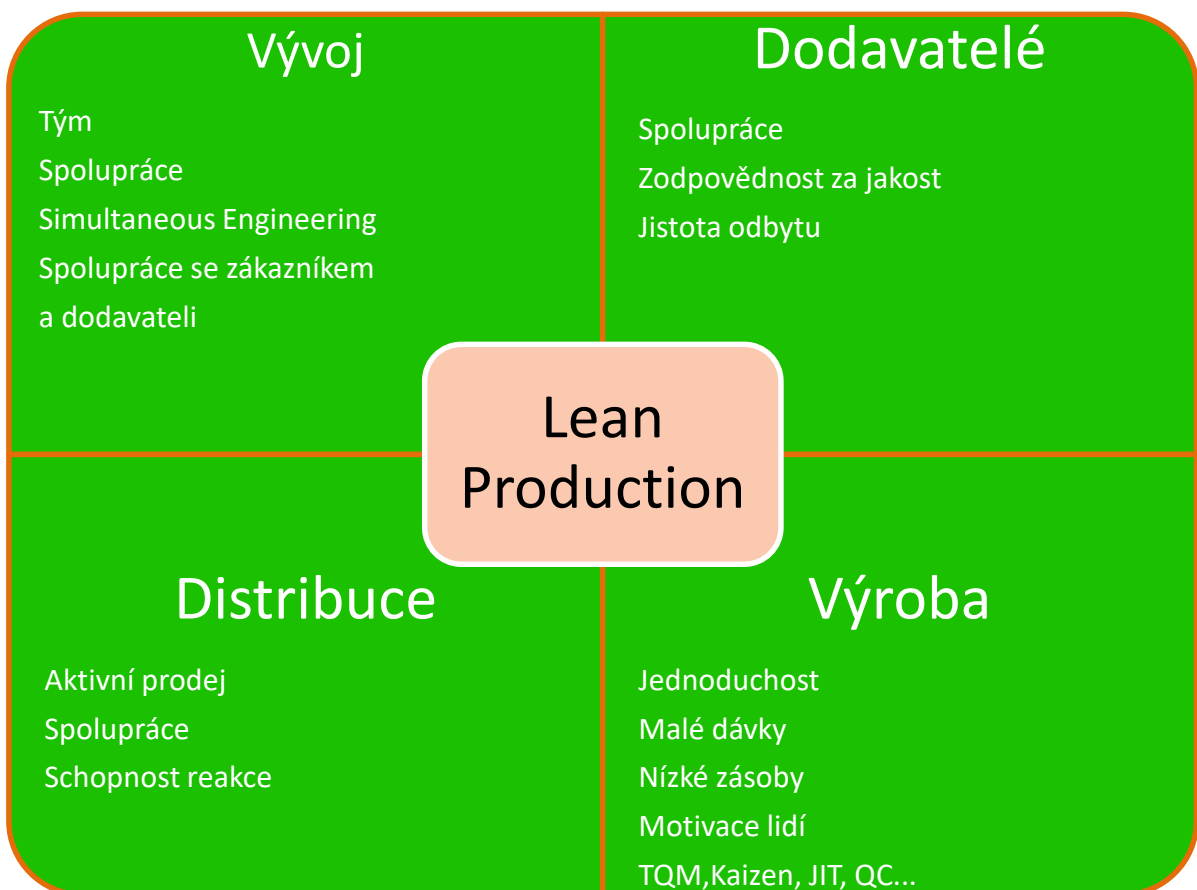
(Chromjaková, Rajnoha; 2011, s. 44)

(Plevný, Daněk; 2009, s. 111) uvádí, že Lean Production je snahou o přenesení některých činností a problémů mimo vlastní výrobní proces pomocí spolupráce s dodavateli, nebo přímo některé problémy na dodavatele přesunout. Zdokonalené verze Lean Production dokonce využívají podněty a požadavky odběratelů.

Výsledkem přísného zeštíhlení ve všech možných oblastech je:

- Redukce složitosti výrobku a výroby
- Zmenšení a odstraňování mezioperačních zásobníků a skladů
- Zjednodušení výrobních procesů, materiálových a informačních toků

Předpoklad pro úspěšnou implementaci této technologie je komplexní, celosíťový pohled na podnik a jeho okolí, motivování všech pracovníků.



Obr. 1. Princip štíhlé výroby. (vlastní zpracování)



### 1.3.1 MUDA

Muda je jedno z Japonských slov, které je třeba znát. Muda znamená plýtvání, nebo aktivity, které nepřidávají zákazníkovi žádnou hodnotu, za kterou by byl ochoten zaplatit. Muda je opak hodnoty, kterou zákazník vyžaduje. Zákazník je ochoten zaplatit za ohnutí kusu oceli, svaření, nabarvení atd. Ale není ochoten zaplatit za čekání, opravy, manipulaci a další formy plýtvání.

Lidské pohyby mohou být rozděleny do tří kategorií:

- Aktuální práce: je to jakýkoliv pohyb, který přidává hodnoty produktu nebo službě
- Pomocná práce: pohyb, který podporuje aktuální práci. Většinou nastává před nebo po aktuální práci
- Muda: pohyb, který nevytváří hodnotu

(Pascal, 2016, s. 29)

### 1.3.2 MURA

Mura znamená nestejnomyšlnost nebo kolísání v práci, obvykle způsobené kolísajícími výrobními plány. Jednoduchým příkladem může být výrobní linka, která vyrábí složité modely v první polovině směny a jednoduché modely v druhé polovině směny, takže pracovníci musí vynakládat hodně úsilí v jedné polovině směny a ve druhé naopak téměř žádné. Štíhlá výroba má za cíl snížit Mura pomocí heijunka nebo vyrovnáváním produkce. (Pascal, 2016, s. 35)

### 1.3.3 MURI

Muri znamená přetěžování a může být způsobeno variabilitou produktů, slabým návržením práce nebo ergonomií, špatnými součástkami, nevhodnými nástroji, nejasnými specifikacemi a dalšími. (Pascal, 2016, s. 36)

## 1.4 Plýtvání

Plýtvání pro podnik představuje ztráty, a proto je cílem průmyslového inženýrství plýtvání eliminovat. Je třeba rozlišovat plýtvání výrobní a v administrativních procesech.

Při eliminaci plýtvání je třeba brát v úvahu viditelné zlepšení a reálné zlepšení. Viditelné zlepšení, jako je například manipulace s materiálem využitím automatických dopravníků,

využití regálových skladů při velkých zásobách apod. nemusí znamenat zlepšení. Zlepší se pouze organizace, ovšem problém jako je třeba velké mezioperační zásoby zůstává. Reálného zlepšení je dosaženo, až když jsou známy problémy a jejich příčiny. K tomu je třeba analyzovat stávající stav a až poté provést zlepšení. Plýtvání lze rozdělit do sedmi skupin.

#### **1.4.1 Nadprodukce**

Jde o druh plýtvání, které vzniká výrobou většího množství, než je poptávka po daném produktu. Nadprodukce vzniká většinou z důvodu zaplnění výrobních kapacit, nebo aby měla společnost „nouzovou zásobu“ v případě, že by došlo k poruše zařízení, nezvykle vysoké zmetkovitosti atd. Z důvodu nadprodukce poté vznikají zbytečně vysoké nároky na skladování, které zvyšují náklady, náklady na přepravu a také administrativní náklady. Společnost si musí stanovit priority, co je pro ně důležitější, zda celopodniková produktivita, nebo pojistná zásoba pro případ poruchy linky a vysoké zmetkovitosti.

#### **1.4.2 Nadbytečné zásoby**

Plýtvání způsobené nadbytečnými zásobami vzniká skladováním náhradních dílů, materiálu, nedokončené výroby, hotové výroby atd. Veškeré tyto zásoby zabírají zbytečně místo a vytváří potřebu dalších nákladů, jako jsou například vysokozdvizné vozíky, regály, další pracovníci atd. Pro udržení těchto zásob společnost musí obětovat zbytečně finanční prostředky, které jsou s těmito zásobami spojené. Finanční prostředky, které by společnost mohla daleko lépe využít. Ve filozofii štíhlé výroby jde o jeden z nejhorších druhů plýtvání.

#### **1.4.3 Nekvalitní výroba**

Plýtvání vzniklé výrobou nekvalitních, nebo neshodných výrobků vytváří několik zbytečných nákladů. Oprava nekvalitní výroby vyžaduje dodatečný čas, práci zaměstnanců i finanční prostředky. Navíc zaplňuje kapacitu zařízení. Některé neshodné výrobky mohou také poškodit výrobní zařízení. Další riziko vzniká, pokud se neshodné výrobky dostanou k zákazníkovi, následky mohou být i fatální. Správné vedení v lean koncepci by mělo vést k nulové zmetkovitosti.

#### **1.4.4 Zbytečné pohyby**

Plýtvání způsobené pohyby vzniká z důvodu, že málokterý pohyb pracovníka přináší přídavnou hodnotu. Například přechody pracovníků do skladu pro materiál od operace, kterou vy-

konávají, nepřinese produktu přidanou hodnotu. Ovšem ani pohyby, které pracovník vykonává u montážní linky rukama často nepřinášejí hodnotu, jde o zbytečné zvedání součástek, přesouvání materiálu a další pohyby, které nepřiblíží produkt k jeho dokončení. Podle lean filozofie výroby až přimontováním součástky k výrobku získá výrobek vyšší hodnotu.

V této oblasti je třeba se zaměřit na pohyby, které lze v procesu vypustit, na opatření, které povedou k minimalizaci potřebných pohybů, na správně rozmístěné prostředky, s kterými pracovníci manipulují.

#### **1.4.5 Špatné zpracování**

Plýtvání je možné identifikovat i v samotných technologických procesech ve výrobě. Může se jednat třeba o vznik otřepů z nespolehlivé pily, nesprávně rozmístěnou výrobní linku, zbytečně náročnou technologii kontroly kvality a další. Často je možné tato plýtvání odstranit za použití zdravého rozumu. Stačí se například zamyslet nad správným propojením dvou pracovišť ve výrobní lince, umístění pásového dopravníku mezi pracoviště, nebo je přesunout co nejbližší k sobě. Štíhlá výroba usiluje o co nejjednodušší řešení vzniklých problémů.

#### **1.4.6 Prostoje**

Tento druh plýtvání vzniká, pokud čekáním na cokoliv nelze pokračovat ve výrobním procesu. Nejčastější zdroje plýtvání jsou převážně poruchy strojů, přetypování strojů, nedostatek materiálu, nerovnoměrná výroba, nebo i absence potřebných informací, a s tím spojená i přílišná byrokracie. Tento druh plýtvání se dá snadno identifikovat. Prostoje mohou být v řadách minut i vteřin, ovšem některé společnosti mají zavedenou štíhlou výrobu na tak vysoké úrovni, že se snaží eliminovat prostoje i v délce desetin vteřin.

#### **1.4.7 Doprava**

Doprava je velice podstatná složka ve výrobě, ať již jde o externí nebo interní dopravu. V ideálním případě by doprava znamenala jen přepravu materiálu do firmy a odvoz hotových produktů k zákazníkům. Ovšem v praxi to bývá často velice odlišné. Nebývá výjimkou, že jsou výrobní procesy od sebe odděleny do několika úseků a sklad bývá také na jiném místě vzdáleném od výroby. Materiálový tok pak zajišťuje vnitropodniková doprava a náklady a čas, které vznikají touto dopravou, jsou plýtvání. Vysokozdvížné vozíky, dopravní pásy, paletové vozíky a další manipulační zařízení znamenají plýtvání finančními prostředky na zbytečnou dopravu.

Jednotlivé druhy plýtvání bývají mezi sebou často propojeny a redukcí plýtvání v jedné oblasti můžeme dosáhnout poklesu plýtvání i v jiné oblasti. Je třeba zmínit, že nelze eliminovat veškeré plýtvání, které definuje štíhlá výroba. Cílem je ovšem tato plýtvání minimalizovat.

(Jurová a kolektiv, 2016, s. 88; Bobák, 2011, s. 55)

## 2 TYPOLOGIE VÝROBNÍCH SYSTÉMŮ

Uspořádání výrobního procesu vysoce ovlivňuje efektivnost fungování moderního výrobního procesu. V tradičním pojetí výroby je jeden druh výrobní operace v jednom provozu a druhý druh výrobní operace v dalším provozu, který je od toho prvního vzdálen někdy i půl kilometru. Tento typ uspořádání poté komplikuje transportování menších dávek a jejich monitorování. Pokud neexistují vážné důvody k udržení tohoto typu organizace výroby, pak nastávají situace jako:

- Zvětšování výrobních dávek
- Nadměrné zásoby
- Složitý transport a manipulace
- Nedostatečné využívání zdrojů
- Absence pobídky pro zkracování času změn
- Zakrývání problémů atd.

(Mašín a Vytlačil, 2000, s. 163; Kavan, 2002, s. 186)

U uspořádání výrobního procesu jde tedy o optimalizaci rozmístění výrobních oddělení, pracovních středisek a konfigurací jednotlivých výrobních zařízení, u kterých je hlavním cílem maximalizovat produktivitu. Výsledkem úspěšného uspořádání výrobních procesů je poté plynulost výrobního toku zakázek a jejich hospodárná přeprava. Mezi důležité aspekty patří také uvědomění si, že s hospodárným uspořádáním výrobního procesu také vysoce souvisí nápaditost a kreativita mnoha lidí, včetně lidí z oblasti konstrukční přípravy výrobku, není to jen o výběru technologických procesů a kapacitním plánování. (Kavan, 2002, s. 186)

### 2.1 Způsoby uspořádání

Formy rozmístění pracovišť ovlivňuje druh a úroveň specializace výrobního procesu, materiálový tok a průběh výrobního procesu v čase. (Jurová a kol. 2013, s. 76)

#### 2.1.1 Předmětné uspořádání

Předmětné uspořádání je typické orientací na výrobek a produkování menších výrobních jednotek k úplnému zpracování částí výrobků nebo výrobku. Je založeno na maximální standardizaci výrobků a pracovních operací. Cílem tohoto uspořádání je vytvořit hladký a rychlý tok výrobků. Technologické operace jsou prováděny postupně za sebou v jedné nebo několika výrobních položkách. Převážně se jedná o výrobní linky a tok materiálu a polotovarů

bývá pevně daný. Ekonomickým výsledkem tohoto uspořádání je dosažení velice nízkých výrobních nákladů, vysoká výrobní kapacita a konkurenceschopnost. Ovšem předmětné uspořádání má i nevýhody, například:

- Jednotvárnost
- Nízká pružnost při změnách
- Vysoké riziko zastavení celého systému při nedostatku materiálu lidí nebo poruchách

(Tomek a Vávrová, 2000, s. 92; Kavan, 2002, s. 187; Jurová a kol. 2013, s. 77)

### 2.1.2 Technologické uspořádání

Technologické uspořádání je specifické orientací na výrobní proces. Výrobní prostředky jsou soustředěny do jedné organizační jednotky podle své příbuznosti. Každá zakázka musí mít určený svůj postup mezi jednotlivými pracovišti. Cesta výrobku není neměnná a potřebuje transportní vozíky přepravující dávky výrobků. Velikost výrobní dávky přepravované mezi jednotlivými pracovišti je dána technickými funkcemi výrobního zařízení a ekonomickou funkcí. Důležitá je frekvence zakázek a náklady na skladování. Toto uspořádání může mít i řadu nevýhod, například:

- Složité plánování, řízení výroby a balancování kapacit
- Náročná mezioperační přeprava
- Riziko hromadění zásob

(Tomek a Vávrová, 2000, s. 92; Kavan, 2002, s. 187; Jurová a kol. 2013, s. 77)

### 2.1.3 Buňkové uspořádání

Buňkové uspořádání spojuje výhody technologického a předmětného uspořádání se záměrem výroby mixu malých a středních objemů více druhů výrobků linkovým způsobem. Buňky obsahují konkrétní skupiny operací. Je důležité poznamenat, že buňky mohou být příbuzné i s dalšími buňkami z hlediska toku materiálu a procesů. Proto je nutné, aby každá buňka a její operace, procesy a subprocessy byly designovány efektivně. Stroje jsou v buňce uspořádány s minimální potřebou přepravy nebo manipulace. Skupina podobných výrobků putuje stejnou cestou, ovšem určité výrobky mohou vynechat technologickou operaci, pokud jí nepotřebují projít. Taková skupina, která prochází stejnou cestou v jedné výrobní buňce, se tvoří prostřednictvím skupinové technologie. Skupinová technologie je založena na typizaci výrobních položek, které mají podobnou konstrukci a výrobní požadavky. Výrobky by

měly být přibližně stejně velké, mít podobný tvar a funkci. (Badiru, 2014, s. 293; Kavan, 2002, s. 188; Jurová a kol. 2013, s. 77)

#### **2.1.4 Kombinované uspořádání**

Výše zmíněné typy uspořádání se v celosvětové praxi vyskytují v různých kombinacích. Rozvíjí se na základě podmínek trhu a konkrétních provozů. Kombinované uspořádání je možné najít jak v průmyslu, tak i v ostatních oborech. (Kavan, 2002, s. 188)

## **2.2 Typy výrob**

Velkou roli hraje snaha udržet vícesměnný provoz. Rozdělujeme tři základní typy výrob: nepřetržité výrobní systémy, přerušované výrobní systémy a výrobní projekty. (Kavan, 2002, s. 179)

### **2.2.1 Hromadná výroba**

Jde o nepřetržitý výrobní systém, který se specializuje na produkci velkého množství několika málo standardizovaných výrobních artiklů. Jsou zde uplatňovány vysoce standardizované metody a řízení. Je využíván vysoce automatizovaný výrobní systém, který zajišťuje velké množství produkce s nízkými náklady, ty jsou ovšem spojeny s vysokými pořizovacími cenami výrobních zařízení.

### **2.2.2 Sériová výroba**

Jde o přerušované výrobní systémy, které jsou méně specializované. Zajišťuje produkci stanoveného množství méně standardizovaných artiklů. Jelikož jde o méně specializovanou výrobu, tak je možné vyrábět větší rozsah sortimentu oproti nepřetržitým výrobním systémům. Přerušované výrobní systémy většinou potřebují kvalifikované dělníky a univerzálnější zařízení. Výrobky se produkují ve výrobních dávkách.

### **2.2.3 Kusová výroba**

Jsou to samotné výrobní projekty, které se skládají ze souboru unikátních, složitých a návazných činností. Tyto činnosti jsou realizovány ve vymezeném čase. Typickým příkladem je zavádění výroby nového výrobku. (Kavan, 2002, s. 180)

### 3 LAYOUT

Zásadní význam pro optimalizaci materiálových toků má správné rozložení jednotlivých pracovišť. Účelem je minimalizovat křížení materiálových toků a vyhnout se potenciálnímu vzniku kolizí ve vybraném prostoru. Dalšími cíli je eliminace plýtvání a podpora plánování a řízení procesů. Výsledek se odvíjí od potřebného prostoru a způsobu jak je využít. (Dynamic future s. r. o., 2010)

Jak bylo zmíněno, materiálový tok je jedním z klíčových kroků v navrhování nového výrobního systému, a proto mu je třeba věnovat zvláštní pozornost. (Delgado Sobrino, 2016, s. 24)

Projektování nového layoutu musí být založeno na komplexních výsledcích sběru dat a analýz za několik měsíců. Layout je tak dobrý, jako jsou data, na kterých je založen. Layout je vizuální prezentace dat a příslušných analýz pracovníků, kteří dané pracoviště plánují. Špatná nebo nepřesná data, špatný úsudek plánovačů nebo kombinace těchto faktorů často vede k nevalným výstupům. Layout je hlavním výstupem plánovačů a jak bude plán prezentován manažerům ovlivní, jestli bude schválen. Jeden z hlavních aspektů je tok materiálu celým výrobním procesem. (Stephens, Meyers; 2013, s. 361)

Layout a design linky je založen především na technologických požadavcích a technických možnostech. Pro správné uspořádání layoutu hraje důležitou roli také hledisko pracovníka. Jednotlivá pracoviště by měla být uspořádána způsobem, který splňuje ergonomické požadavky. (Bauer; 2012, s. 108)

Cílem layoutu je podle (Greene; 2013, s. 193) zvýšit produktivitu.

Úspěšný layout by měl splňovat základní podmínky:

- Splňovat aktuální podnikové cíle
- Propojit vybavení, procesy a lidi
- Navrhnout procesy, vybavení a materiál, aby byly vykonávané operace efektivní a bezpečné

Layout by měl splňovat dodatečné cíle, pokud je to možné:

- Umožnit budoucí růst a integraci
- Předvést moderní vybavení potencionálním zákazníkům
- Minimalizovat náklady a maximalizovat výhody

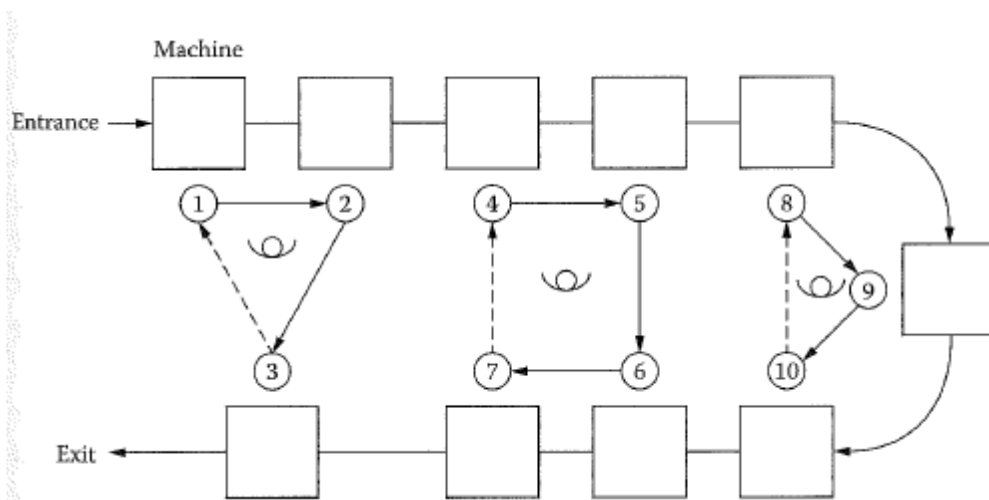


V TPS od (Monden; 2012, s. 144) je navrženo několik základních typů layoutů:

### 3.1.1 Buňka ve tvaru U

Podstata tvaru výrobní buňky do tvaru U je, že vstup a výstup výrobní linky je na stejném místě. Layout ve tvaru U má několik možných podob. Nejpozoruhodnější a nejdůležitější výhodou tohoto tvaru layoutu je flexibilita, zvyšování a snižování počtu pracovníků podle změn množství výroby. Může být dosaženo také JIT v tomto layoutu, když vstoupí jedna jednotka polotovaru do procesu a zároveň jedna jednotka výrobku proces opustí. Množství rozpracované výroby v procesu je konstantní.

Linka ve tvaru U umožňuje také vyvíjet oblasti výroby pro specifické operace. Využívání velkých výrobních zařízení, kdy jsou pracovníci pouze na vstupu a výstupu z procesu.



Obr. 2. Buňka ve tvaru U. (Monden; 2012, s. 144)

### 3.1.2 Hnízdové uspořádání pracoviště

Nejjednodušší forma layoutu pro jednoho pracovníka obsluhujícího jeden stroj. Tento typ layoutu má jednu hlavní nevýhodu, jakmile obslouží stroj, musí čekat, dokud stroj součástku neopracuje. Těmto prostojům pracovníka se dá vyhnout tak, že postupně obsluhuje několik strojů stejného typu. Většinou tato pracoviště bývají ve tvaru trojúhelníku, obdélníku nebo rombického tvaru. Tím, že pracovník obsluhuje několik strojů zároveň, se zvyšuje jeho produktivita. Ovšem tímto způsobem se také navyšuje množství rozpracované výroby každého stroje, a proto je složité tato pracoviště vybalancovat.

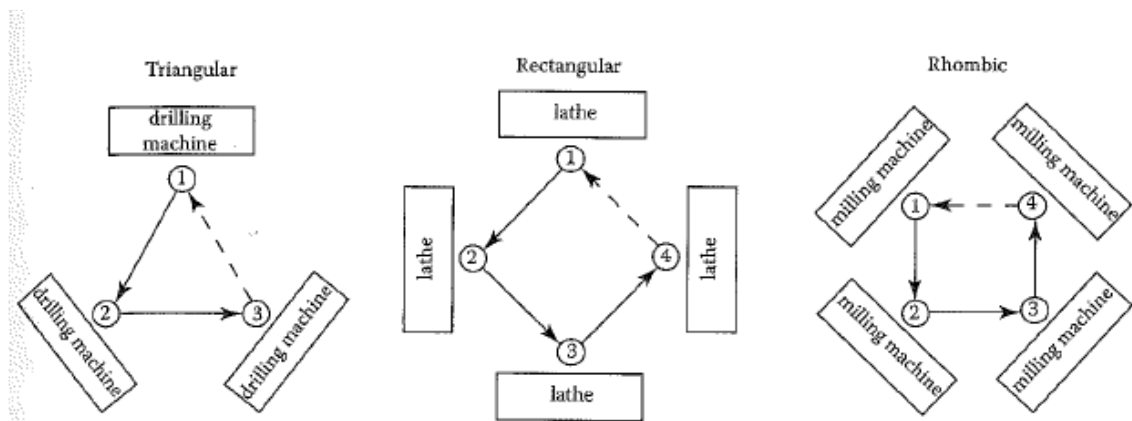
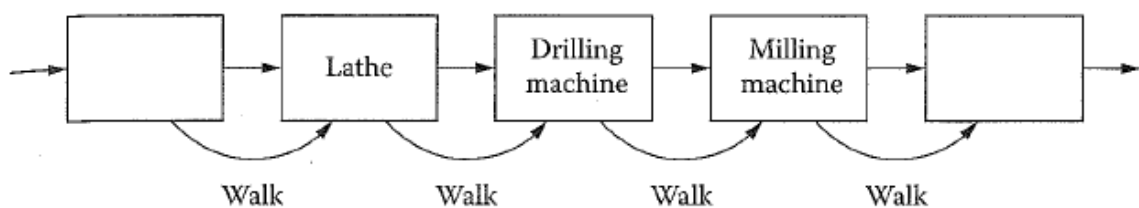


FIGURE 8.3

Obr. 3. Hnízdové uspořádání výroby. (Monden; 2012, s. 147)

### 3.1.3 Lineární uspořádání

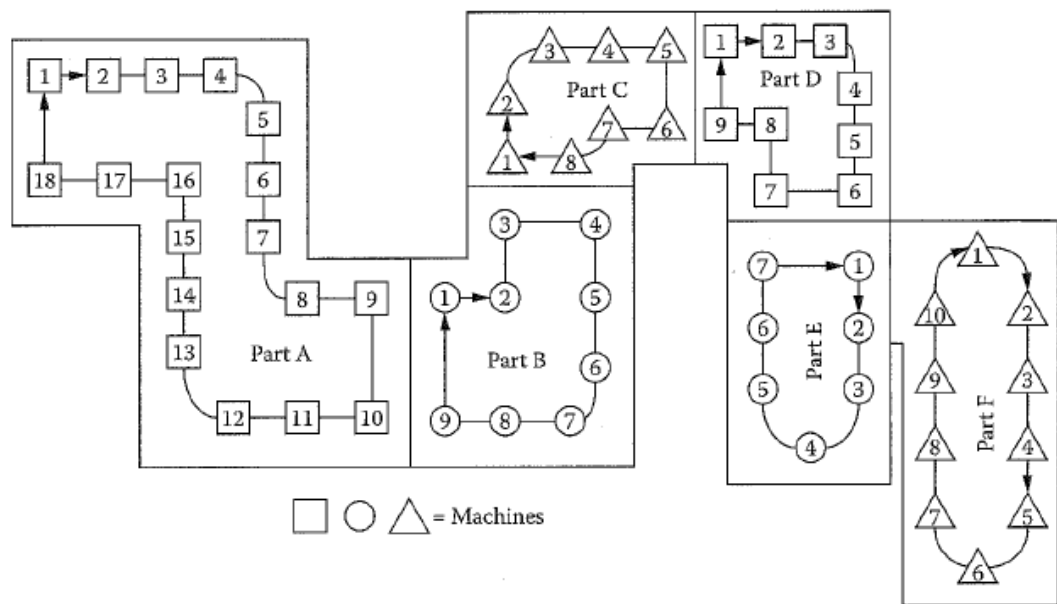
Dalším rozdílným typem uspořádání pracoviště je rozložení několika odlišných výrobních zařízení do lineárního uspořádání. Toto uspořádání je charakteristické pro layout Toyoty. Lineární uspořádání zamezuje hromadění rozpracované výroby mezi operacemi a umožňuje plynulý průchod celým procesem. Ovšem i toto uspořádání má svoji nevýhodu, a to je, že neumožňuje přeuspořádání operací mezi pracovníky při změnách poptávky. Další nevýhodou je, že zařízení jsou uspořádána do řady a každá řada je nezávislá od ostatních.



Obr. 4. Lineární uspořádání. (Monden; 2012, s. 149)

### 3.1.4 Kombinované buňky ve tvaru U

Aby se Toyota vyhnula problému dílčím počtům pracovníků, tak se rozhodla zkombinovat několik výrobních buněk ve tvaru U do jedné řady. Využitím tohoto layoutu umožnila alokaci operací mezi pracovníky na základě změn množství vyráběných automobilů.



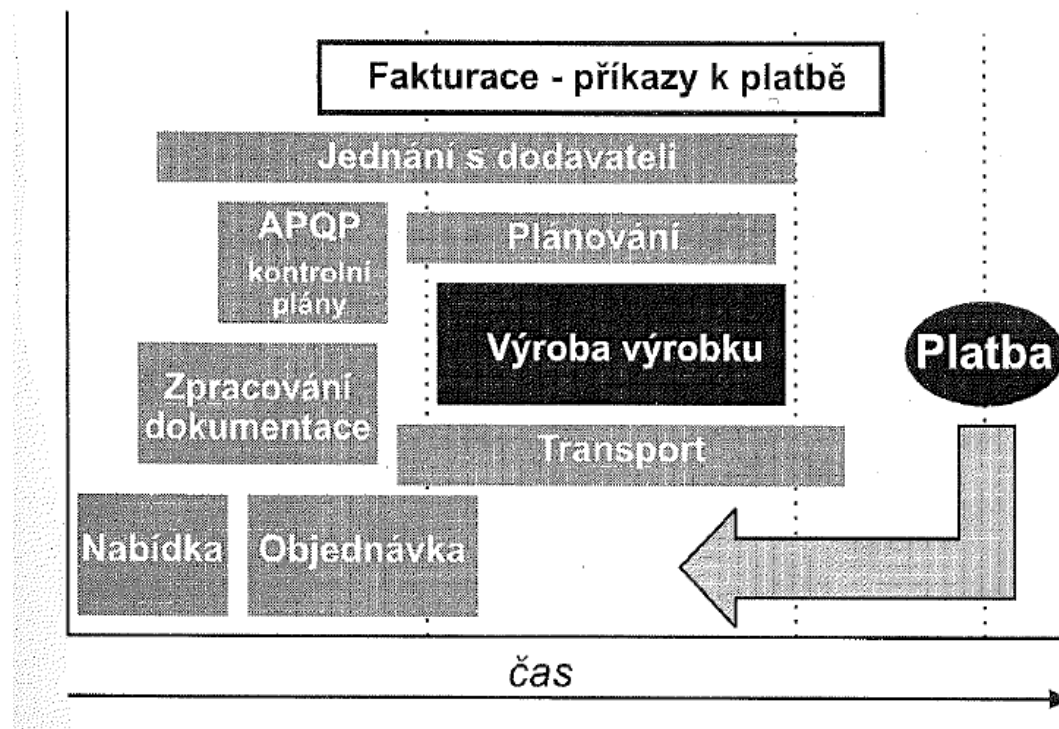
Obr. 5. Kombinované buňky ve tvaru U. (Monden; 2012, s. 150)

### 3.2 Hodnotový tok

(Mašín; 2003, s. 13) uvádí, že jde o relativně nový pojem procesního inženýrství. Hodnotový tok znamená souhrn veškerých aktivit v procesech, které umožňují vlastní transformaci materiálu na konkrétní výrobek, který má hodnotu pro zákazníka. Do hodnotového toku patří aktivity přidávající hodnotu výrobky, ale i aktivity, které hodnotu výrobku nepřidávají. Mezi tyto aktivity patří například:

- Zpracování nabídek
- Zpracování návrhu
- Zpracování konstrukční a technologické dokumentace
- Komunikace v dodavatelském řetězci
- Transport materiálu
- Výrobní plánování
- Činnosti transformující informace
- Výrobní operace transformující materiál
- Fakturace a provedení finančních operací a další

V hodnotovém toku jsou vždy dva hlavní interní směry toku. První je informační tok, který zajišťuje objednávky od zákazníka a druhý je transformační tok, kterým prochází a přeměňuje se materiál, suroviny až po hotový výrobek. Výroba každého druhu výrobku je tedy spojena s příslušným hodnotovým tokem.



Obr. 6. Obecný hodnotový tok ve výrobě. (Mašín; 2003, s. 13)

### 3.3 Nástroje pro analyzování hodnotového toku

Jestliže chceme procesy zlepšovat, je třeba je nejprve sledovat, studovat a porozumět jim. K tomu jsou určeny některé techniky průmyslového inženýrství, jako jsou například:

- Postupové diagramy
- Grafické procesní analýzy
- Popisné procesní analýzy
- Pohybové studie pro servisní činnosti
- Montážní diagramy
- Procesní mapy
- Relační diagramy
- Metoda kritické cesty
- Analýza pomocí dynamické simulace

- 3D-animace
- Videozáznamy a další

(Mašín, 2003, s. 21)

V dalších kapitolách jsou popsány dvě nejpoužívanější metody. VSM a procesní analýza.

### 3.3.1 VSM – mapování toku hodnot

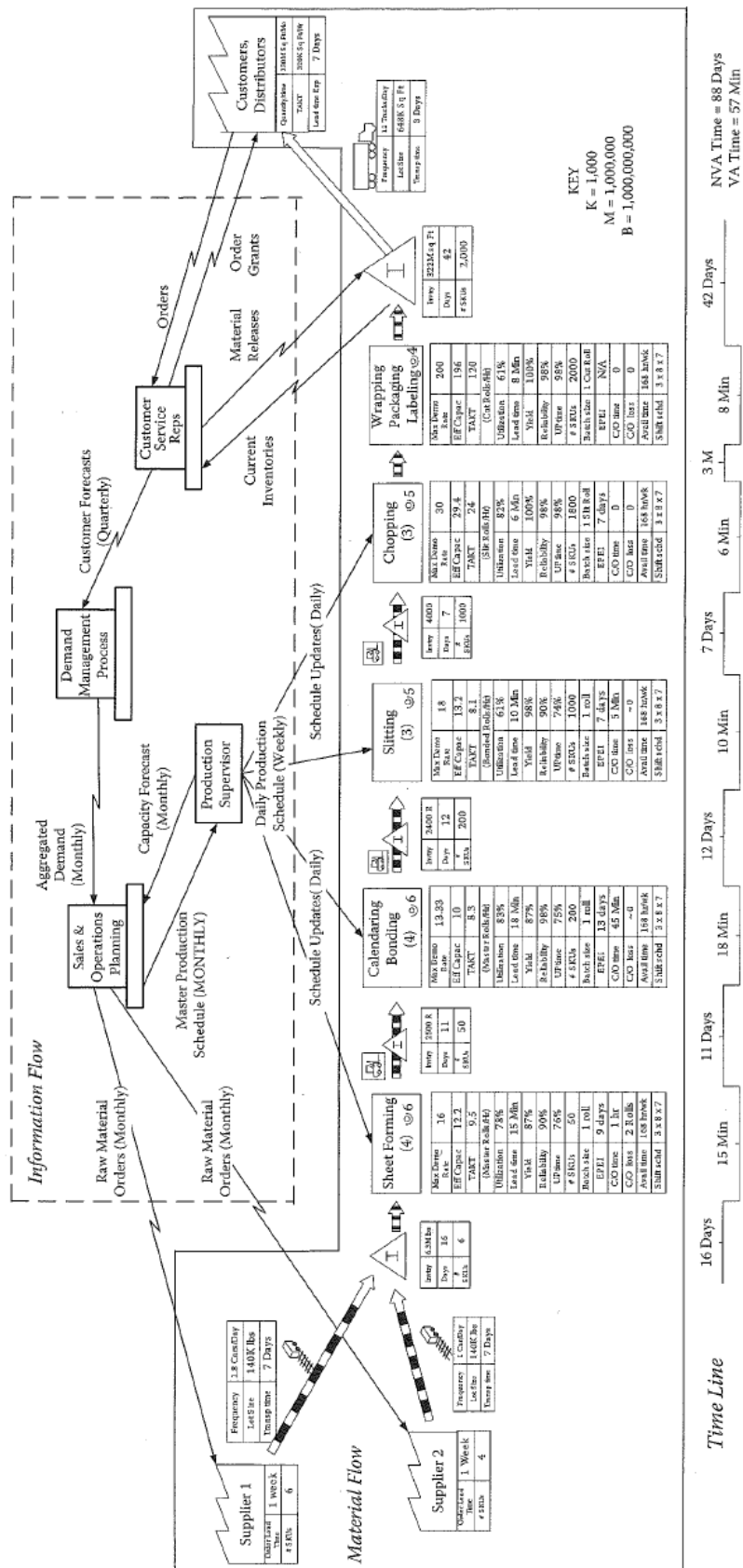
Mapování toku hodnot patří mezi metody konceptu štíhlé výroby a využívá se pro zobrazení skutečného stavu procesních toků. Tato metoda je uplatňována jak ve výrobních procesech, tak i administracích.

Jde o efektivní, i když náročnou metodu na zpracování. Podstatou je pochopení objemu hodnoty, která za určitou jednotku času projde produkčním systémem. Díky tomu je možné identifikovat ztráty, které snižují efektivitu a výkonost a také identifikovat i potenciální příležitosti k zeštíhlení podnikových procesů. Cíl mapování toku hodnot je sledovat tok materiálu a informací od zákazníka k dodavateli a zakreslit jej pomocí vizuálních reprezentantů v každém procesu. Poté je potřeba definovat skupinu klíčových otázek, které shrnou stěžejní problémy a navrhnout a zakreslit budoucí stav. (Chromjaková, Rajnoha; 2011, s. 51)

Mapa hodnotového toku se skládá ze tří hlavních částí:

1. Materiálový tok: materiálový tok ukazuje postup od materiálu přes každou operaci až k hotovému výrobku připraveného pro zákazníka. Jde o přehled na vysoké úrovni zobrazující hlavní části zařízení a procesů v systému. Veškeré zásoby v procesu jsou také zobrazeny.
2. Informační tok: je to tok všech důležitých druhů informací o tom, co a jak má být vyrobeno, a kdy to má být vyrobeno. Informační tok začíná objednávkou od zákazníka, postupující zpět skrze všechny důležité předpoklady, plánování, organizování procesů a kontrolními signály do výrobního střediska.
3. Časová osa: zobrazuje čas procesů přidávajících hodnotu a porovnává s časem procesů, které hodnotu nepřidávají. Časy jsou udávány na spod VSM. Je to hlavní indikátor plýtvání v procesech. Zobrazuje efekt plýtvání, ale nezobrazuje příčiny plýtvání, ty by měly být zjištěny z předchozích dvou částí VSM.

(King, King; 2013, s. 27)



Obr. 7. VSM. (King, King; 2013, s. 28)

### 3.3.2 Procesní analýza

Procesní analýza představuje analýzu toků práce v podniku. Analýza napomáhá k lepšímu pochopení, zlepšení a lepšímu řízení procesů v daném podniku. Je zaměřena na postup práce od jednoho pracovníka k dalšímu a současně popisuje vstupy a výstupy výroby. V analýze jsou uvedeny také jednotlivé kroky a spotřeba zdrojů. Analýza může být věnována jednomu nebo všem procesům v podniku.

Jsou tři důvody k analýze procesů. První důvod je potřeba popisu procesu, který může být využit například, jako popis pracovní náplně, návod, postup práce atd. Procesní analýza může být využita i při potřebě automatizace nebo řízení procesu, anebo pokud chceme optimalizovat proces.

Jedná se o jednu z nejdůležitějších analytických technik. Je využívány pro znázornění toku práce, zvýšení výkonnosti, efektivitu, hospodárnost a další. Výsledky se dále dají využít pro následnou optimalizaci. Touto analýzou je také možné samotné procesy identifikovat, popsat, vizualizovat a najít mezi nimi vazby.

Výstupem je procesní diagram, ve kterém je znázorněn sled činností pomocí určitých symbolů. (Managementmania, ©2013)

## 4 TPM – MANAGEMENT PRODUKTIVITY VÝROBNÍCH ZAŘÍZENÍ

Ve své knize (Košturiak a Frolík; 2006, s. 93) uvádí, že TPM je metoda, která zapojuje všechny pracovníky v dílně do činností, které by měly minimalizovat prostoje zařízení, nehody a zmetky. Tato metoda překonává tradiční dělení lidí na „pracovníky pracující na daném stroji“ a „pracovníky, kteří mají na starosti opravu daného stroje“. Koncept pracuje s myšlenkou, že pracovník, který obsluhuje daný stoj, má možnost zjistit abnormality v jeho práci, nebo zdroje možných budoucích poruch zařízení jako první. Co nejvíce diagnostických a údržbářských činností je v TPM alokováno z oddělení údržby přímo na operátory a výrobní úseky. Základem je klasické zlepšení pořádku na pracovišti, čištění strojů a kontrola jejich stavu.

TPM v oblasti správy a údržby strojů a zařízení rozlišuje tři hlavní cíle, bez kterých je následně těžké splnit cíle nadřazené. Tyto tři cíle jsou:

- Nulové neplánované prostoje
- Nulové vady způsobené stavem stroje
- Nulové ztráty rychlosti strojů

Nejobtížnějším cílem k dosažení jsou nulové neplánované prostoje. Spousta lidí namítá, že je nedosažitelný. Je ovšem potřeba si uvědomit, že je kladen důraz na neplánované prostoje. Proto je potřeba zohlednit počet plánovaných aktivit v oblasti údržby, které se budou racionálně a efektivně vykonávat, aby se těchto nulových neplánovaných prostojů dosáhlo. Druhý cíl jsou nulové vady, díky kterým by se odstranila jedna z překážek pro dosažení nejvyšší kvality – špatný stav strojů, protože nejvyšší kvality nelze dosáhnout se stroji, které jsou ve špatném stavu. Proto podniky, které se potýkají se špatnou kvalitou, by měly zvažovat zavazování metody TPM. Třetí cíl je zaměřen na skryté ztráty. Jelikož se většinou rozdíl mezi optimální a skutečnou rychlostí zařízení neporovnávají a neanalyzují, v mnoha podnicích z tohoto důvodu dochází ke ztrátám rychlosti v průměru o 10-20%. Proto orientací TPM na tyto ztráty může zvýšit produktivitu o 10-20%. (Mašín, Vytlačil; 2000, s. 43)

### 4.1 OEE – Celková efektivnost zařízení

Jedná se o procentuální vyjádření času efektivního využití stroje v poměru s časem, který je ve společnosti k dispozici pro produkci výrobků. Na OEE se dá dívat ze dvou pohledů:



1. **OEE z pohledu zaměstnance** – je sledováno ve vztahu k času, který je nastaven pracovní dobou. Nejčastěji je toto sledování OEE využíváno přímo ve výrobě. Výstupem následně není pouze naměřená hodnota OEE, která by se měla co nejvíce blížit hodnotě 100%, ale také rozbor příčin prostojů prezentovaný například v Paretově diagramu. Tato metoda je používána pro sledování času, který je obsluha nebo řízení výroby schopno ovlivnit.
2. **OEE z pohledu manažera** – je sledováno ve vztahu k času, který je k dispozici sledovaný stroj. To bývá 24 hodin denně a 365 dní v roce. Hodnota je využívána pro porovnávání výsledků mezi jednotlivými firmami nebo závody. Hodnota ukazuje reálné využití zařízení a je možné vypočítat efektivitu návratnosti investice. Hodnota by se měla blížit 85%. (Kolektiv autorů, 2005, s. 61)

## 4.2 Autonomní údržba

V případě autonomní údržby operátoři samostatně vykonávají část údržbových zásahů. Další činnosti údržby jako jsou komplikovanější opravy zůstávají dále v kompetenci oddělení údržby. Operátoři při výkonu některých údržbářských zásahů zařízení znají lépe a mohou využívat své zkušenosti z výroby. Po určitém čase získají operátoři cit pro odhalování nepravidelností činnosti zařízení a mohou rozpoznat možnou poruchu už v předstihu. Výsledkem je značné snížení neplánovaných prostojů. Pro zavedení autonomní údržby je třeba zavést několik kroků:

1. Počáteční čištění
2. Odstraňování zdrojů znečištění
3. Normy čištění a mazání
4. Kontrola stavu zařízení, příprava na autonomní prohlídky
5. Autonomní kontrola, prohlídky
6. Organizace a pořádek
7. Plně autonomní údržba, rozvoj autonomní údržby

(Legát a kol. 2016, s. 147)

## 4.3 Plánovaná údržba

Cílem plánované údržby je redukce nehod a zvýšení produktivity strojů. To se dá dosáhnout zajištěním stabilních výrobních procesů, zamezením neplánovaných prostojů, podporou autonomní údržby a zadání speciálních úkolů oddělení údržby. Nejčastějším prvním krokem

bývá „havarijní údržba“ a přes preventivní a nápravnou údržbu se dostává k „prediktivní údržbě“. K dosažení efektivní plánované údržby se využívá sedm hlavních kroků: (Kolektiv autorů; 2005, s. 61)

## 5 PLANT SIMULATION

Na základě konkurence na trhu roste tlak na efektivní výrobní systém. Při zvyšujících se množstvích komponentů v produktech jsou potřeba i odpovídající procesy a transport.

Tyto požadavky mohou být řízeny pouze využitím digitálních nástrojů v souvislosti s prostředím řízení životního cyklu výrobku, které dokáží opakovaně využívat data, podporovat efektivní spolupráci mezi rozdílnými středisky a poskytovat aktuální a relevantní data všem uživatelům, kteří je potřebují.

Simulace kompletního toku materiálu obsahuje všechny podstatné výrobní operace, skladování a manipulaci, které jsou považovány za hlavní části digitálního podniku v průmyslu a v současné době široce využívány.

Účel funkce simulace záleží na strategických, taktických a operačních cílech společnosti. Ze strategického pohledu simulace odpovídají na otázky, jako který podnik ve které zemi vyhovuje nejvíce pro zavedení produkce nové generace. Z tohoto pohledu se bere v úvahu logistika, výkonnost pracovníků, flexibilita, skladování a další. Uživatelé také využívají simulace pro zhodnocení flexibility výrobního systému v případě výrazných změn v objemu produkce, tento účel se stává stále důležitějším. Na taktické úrovni jsou simulace řízeny v časových intervalech 1 - 3 měsíce v průměru k analýze potřebných zdrojů, optimalizace přijímání objednávek, a velikosti výrobních dávek. Pro simulace na operativní úrovni jsou data využívána pro zjištění současného stavu výrobních zařízení a stavu rozpracované výroby pro řízení výroby po zbytek směny. V tomto případě se zjišťuje, zda bude dosaženo plánovaného množství produkce a vytvoření krizových situací, kdyby došlo k nečekaným přerušením nebo byly nečekaně sníženy kapacity.

V každém případě uživatelé simulací dělají rozhodnutí na základě nových výrobních systémů nebo stávajících výrobních systémů. Obvykle hodnota těchto simulací je pro společnosti vysoká a uživatelé si musí být jisti, že mohou udělat správné rozhodnutí založené na přesných číslech. V reálném výrobním systému je několik různých procesů, jako je dostupnost zařízení, časy příchozích dílů při montáži, procesní časy činností pracovníků a další. Tyto stochastické procesy hrají důležitou roli při propustnosti simulace. Plant Simulation poskytuje mnoho lehce použitelných nástrojů pro analýzu modelů se stochastickými procesy pro výpočet vzorových vybraných hodnot k řízení simulačních experimentů a odhadnutí optimálních parametrů.

Výsledky simulačního modelu jsou závislé na kvalitě a přesnosti vložených dat při porovnání chování modelu se skutečným výrobním systémem. (Bangsow, 2010, s. III)

## 5.1 Ikony

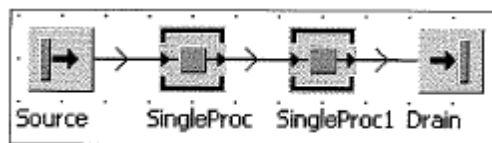
V Plant Simulation je využíváno mnoho druhů ikon s různými funkcemi.

### 5.1.1 Objekty v materiálovém toku

Mobilní a statické objekty materiálového toku jsou základními objekty v modelu. Mobilní jednotky představují fyzické nebo logické objekty, které se pohybují v modelu. Tyto jednotky jsou transportovány v simulačním modelu pomocí aktivních nebo pasivních objektů materiálového toku. Aktivními objekty jsou SingleProc, ParallelProc, AssemblyStation, DismantleStation, Line, TurnTable, AngularConverter, Sorter a Buffer. Další objekty jsou Source a Drain, ty slouží k vytvoření nebo zániku mobilních jednotek, a proto představují hranice simulace.

- Source – neboli zdroj vytváří mobilní jednotky na základě stanovených parametrů
- Drain – drain je opak zdroje a je umístěn na konci simulace, kde jednotky ze simulace odcházejí po průchodu procesem
- SingleProc – jde o objekt, ve kterém probíhá daná operace pouze na jedné jednotce
- Buffer – tento objekt slouží pro skladování, v simulaci se využívá více typů Bufferů
- Line – jde o dopravníkový pás, který slouží k přepravě materiálu přes stanovenou dráhu a danou rychlostí

(Bangsow, 2010, s. 40)



Obr. 8. Objekty materiálového toku. (Bangsow; 2010, s. 40)

### 5.1.2 Mobilní jednotky

Mobilní jednotky představují materiál, který protéká z objektu do objektu. Po vytvoření mobilních jednotek se jednotky pohybují v modelu, dokud nedosáhnou konce modelu a jsou zničeny. Mezi mobilní jednotky patří:

- Entita

- Kontejner
- Transportér

(Bangsow, 2010, s. 139)

### 5.1.3 Objekty informačního toku

Informační objekty jsou využívány pro řízení informací a dat. Mezi objekty informačního toku patří:

- Lists and tables – seznamy a tabulky
- Trigger and generator – trigger může v simulaci změnit hodnotu atributů a globálních proměnných podle stanoveného vzorce. Generator spouští metody ve stanovených intervalech nebo po uběhnutí určitého času
- AttributesExplorer – je to centrální objekt, ze kterého je možné měnit atributy jiných objektů
- Objects for data Exchange – objekty pro výměnu dat

(Bangsow; 2010, s. 183)

### 5.1.4 SimTalk

Základní chování objektů v Plant Simulation v praxi není často dostačující pro vytvoření reálného modelu systému. Pro rozšíření standardních funkcí objektů, Plant Simulation poskytuje programovací jazyk SimTalk. Tímto jazykem je možné upravit základní chování jednotlivých objektů. Pro využití tohoto jazyku se využívá objekt Method.

(Bangsow; 2010, s. 40)

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 6 PROFIL SPOLEČNOSTI

Výrobní družstvo Irisa má na trhu dlouholetou tradici více než 60 let a preferuje individuální přístup, garantuje kvalitu poskytovaných služeb a výrobků a flexibilní jednání. Výrobní program společnosti zahrnuje tradiční výrobu exkluzivních, skleněných vánočních ozdob, kartonážní výrobu a vstřikování plastů.



*Obr. 9. Výrobní družstvo Irisa – Závod 2, vstřikování plastů  
(<http://www.irisa.cz/lisovna-plastu>)*

### 6.1 Historie společnosti

Výrobní družstvo IRISA bylo založeno v roce 1954 s tehdejšími názvem Sklářské lidové družstvo, jehož prvním výrobním programem byla výroba skleněných ručně vyráběných vánočních ozdob a kartonážní výroba. První zmínka o výrobě vánočních ozdob ve Vsetíně je z roku 1920, kdy se sklář Ludvík Ondra pokoušel vyfouknout první tvary a již v říjnu 1921 měl připraveny první výrobky k prodeji občanům. Stal se tak prvním výrobcem skleněných vánočních ozdob v tehdejší Československu a zároveň konkurentem německých výrobců, jejichž výrobky se k nám dovážely. Jelikož se obchod začal úspěšně rozvíjet, přibral v roce 1922 další dva foukače.

Začaly se vyrábět nejen koule, zvonky a špice, ale i lisované figurky. V roce 1925-1928 se výroba rozšířila po celé republice. Zájem byl velký až do roku 1930, kdy začala hospodářské krize, a přišly odbytové problémy. Teprve v roce 1935 se výroba vánočních ozdob začíná znovu rozvíjet. Přetrvává dobu okupace, přežívá znárodnění drobných výrobců až do roku 1951.

Roku 1969 vzniká IRISA jako družstvo invalidů a zároveň je zahájen další výrobní program, a to činnost orientovaná na zpracování termoplastů vstřikováním a vakuovým tvarováním. Tento výrobní program se začal dynamicky rozvíjet.

Změny po roce 1989 a následné otevření domácích i zahraničních trhů vedly vedení družstva k radikálním změnám ve výrobním programu zpracovávání termoplastů. Roste potřeba nových výrobních prostor, proto byl zakoupen pozemek ve Vsetíně, Rokytnici a vybudovány nové závody "Lisovna" a "Nástrojárna". Z hlavního výrobního programu - hračky, byla výroba přeorientována na kvalitativně nový program - technicky náročné výlisky pro automobilový průmysl.

<http://www.irisa.cz/historie>

## 6.2 Ekonomické ukazatele

V tabulce 1 jsou uvedeny tržby a hospodářský výsledek za roky 2012-2015. Hodnot v tabulkách jsou uvedeny v tis. Kč. Výrobní družstvo Irida kontinuálně zvyšuje své tržby každý rok. Hospodářský výsledek oproti předchozím letům podstatně poklesl z důvodu investic do výrobních zařízení.

Tab. 1. Tržby a HV v letech 2012-2015. (portal.justice.cz)

	2012	2013	2014	2015
Tržby	193 766	235 768	267 910	303 606
HV	8 151	10 619	5 841	4 529

## 6.3 Poslání

Zaměstnávat převážně osoby se změněnou pracovní schopností, zlepšování odborného růstu svých zaměstnanců, navyšování úrovně vnitropodnikové interakce (stát se příkladným závodem), stabilizace výrobních programů, zvyšování spokojenosti odběratelů, dodavatelů i zaměstnanců a zlepšování své konkurenceschopnosti.



## 6.4 Cíle a vize do budoucnosti

Pro období 2017-2019 definuje závod 2 jako svou vizi vybudování či převzetí nástrojárny zajišťující podpůrné činnosti včetně leštění, zajištění vývoje, konstrukce i výroby nástrojů pro vakuové tvarování, změnu prostředí areálu s cílem přiblížení se nově vybudovaných továren, využívání všech výrobních technologií s cílem zaplacení každé hodiny činnosti a v neposlední řadě vytvoření programu pro nábor a udržení kmenových pracovníků.

- Stabilní měsíční zisk ve výši 500.000 Kč
- Neautomotive zakázky ve výši 30% vzhledem k ročnímu obratu
- Reakční doba na podnět ze strany odběratele 10 minut

## 6.5 Závod 2 - vstřikování plastů

Závod 2 - vstřikování plastů je nevíce se rozvíjejícím a zároveň stěžejním závodem družstva IRISA. Výrobní program se orientuje na zpracování termoplastických hmot vstřikováním a vakuovým tvarováním, úpravu povrchu výlisků potiskem, nebo vakuovým pokovováním. Vakuové pokovování probíhá v závodě na vstřikování plastů na jednom z nejmodernějších zařízení v Evropě - Arzuffi. Tuto speciální technologii uplatňují v závodě v rámci výrobního programu precizní formou a s pozitivními výsledky.

Výroba závodu je zaměřena z větší části na oblast automotive (přední i zadní světlomety a další komponenty do automobilu), z menší části je zde zastoupena i produkce pro ostatní odvětví.

### 6.5.1 Kvalita a ekologie

Příroda je pro výrobní družstvo Irisa stejně důležitá jako lidé. Ví, že oboje se navzájem doplňuje, chtějí jít cestou kvality a současně chránit životní prostředí, a proto přijali systém environmentálního managementu (EMS). Uplatňují politiku jakosti a pravidelně obnovují technologický park.

Závod 2 - vstřikování plastů je držitelem certifikací:

EN ISO 9001:2008

EN ISO 14001:2004

ISO/TS 16949:2009

## 6.6 Organizační struktura

Organizační struktura (Příloha P I.) je upřesněna na závod 2 – vstřikování plastů. Výkonným orgánem družstva je představenstvo, které dále jmenuje ředitele družstva, kterým organizační struktura Závodu 2 – vstřikování plastů začíná. Pod ředitele družstva dále spadají všechny závody družstva. Závod 2 – vstřikování plastů má na starosti vedoucí závodu, pod kterého spadají vedoucí jednotlivých úseků: vedoucí technické úseku, vedoucí výrobního úseku, vedoucí úseku řízení jakosti atd. Pod vedoucími úseky se struktura větví detailně na konkrétní pozice v závodu.

## 7 ANALÝZA STÁVAJÍCÍ VÝROBY A VÝROBNÍHO PROGRAMU

Tato diplomová práce se zabývá střediskem povrchových úprav, tedy pokovením a vstřikováním plastů, které je plánováno k pokovení. V tomto středisku pracuje 8 operátorů vstřikovacích strojů, 8 operátorů planet, 2 operátoři pokovení a jeden manipulát.

### 7.1 Popis pracovních pozic

Ve středisku povrchových úprav je zaveden nepřetržitý provoz na dvě směny po dvanácti hodinách. Společnost vzhledem k nedostatku kmenových pracovníků musí využívat i agentur práce.

#### 7.1.1 Operátor vstřikovacích strojů

Operátor u vstřikovacích strojů má na starosti obsluhu vstřikovacího stroje, odebírá výlisky z dopravníkového pásu, následně je vizuálně kontroluje a poté balí do připravených beden a přepravek. Operátor musí mít speciální rukavice, aby nedošlo k poškození výlisku a nepoškodil antistatickou vrstvou, která se automaticky nanáší na výlisek na dopravníkovém pásu, aby se zamezilo ukládání nečistot na výlisku. V popisu práce má také vyplňování potřebné dokumentace a označování beden a přepravek.

#### 7.1.2 Operátor planet

Operátor planet má na starosti nasazování výlisků na planety k pokovení a po procesu pokovení následné sundávání pokovených výlisků z planety s vizuální kontrolou kvality a ukládání do přepravek určených k expedici. V případě, že je pozastavena nebo vrácena výrobní dávka, musí zkontrolovat odstavené výrobky, zda jsou OK nebo NOK. V popisu práce má i vyplňování potřebné dokumentace a označování beden a přepravek.

#### 7.1.3 Operátor pokovovacího zařízení Arzuffi

Operátor u pokovení má na starosti převážení nosičů s planetami a následné přesunutí planet do zásobníku pokovovacího zařízení Arzuffi. Po přesunutí do zásobníku následně čistí vzduchem výlisky v planetách od nečistot, které by mohly mít za vinu následné NOK díly. Podle druhu artiklu nastavuje program pokovení a vkládá k planetám na určená místa kusy hliníku, které se rozpustí do vzduchu a následně pokryjí výlisky. Po procesu pokovení vyjme planety ze zásobníku pokovovacího zařízení Arzuffi a vloží zpět do nosičů, které převezve k operátorům planet. V popisu práce má i vyplňování potřebné dokumentace.

#### **7.1.4 Manipulant**

Manipulant má na starosti převážení výlisků z budovy vstřikování plastů na sklad, nebo pokud výroba spěchá a vyrábí se tzv. online, tak vozí výlisky přímo k operátorům planet, aby mohly být výlisky rovnou pokoveny. Po sundání výlisků po pokovení a následném zabalení vozí hotové výrobky na sklad k expedici. Dále pomáhá s vychystáváním beden, krabic a přepravek, včetně prokládacího materiálu pro dané typy výrobků, aby operátoři měli do čeho hotové výrobky vkládat.

#### **7.1.5 Vedoucí střediska pokovení**

Vedoucí střediska pokovení projednává a kontroluje plnění úkolů, které jsou nutné pro splnění plánu výroby. Kontroluje zabezpečení výrobních úkolů potřebnými vstupy. Řízení a organizaci přímo podřízených oddělení, zodpovídá za kontrolu využívání a účinnosti norem na daném úseku, vyvíjí tlak na to, aby byla kvalita produkce trvale bezchybná, a zodpovídá za vedení evidence o stavu jednotlivých výrobních příkazů a jejich průběhu na úseku pokovení.

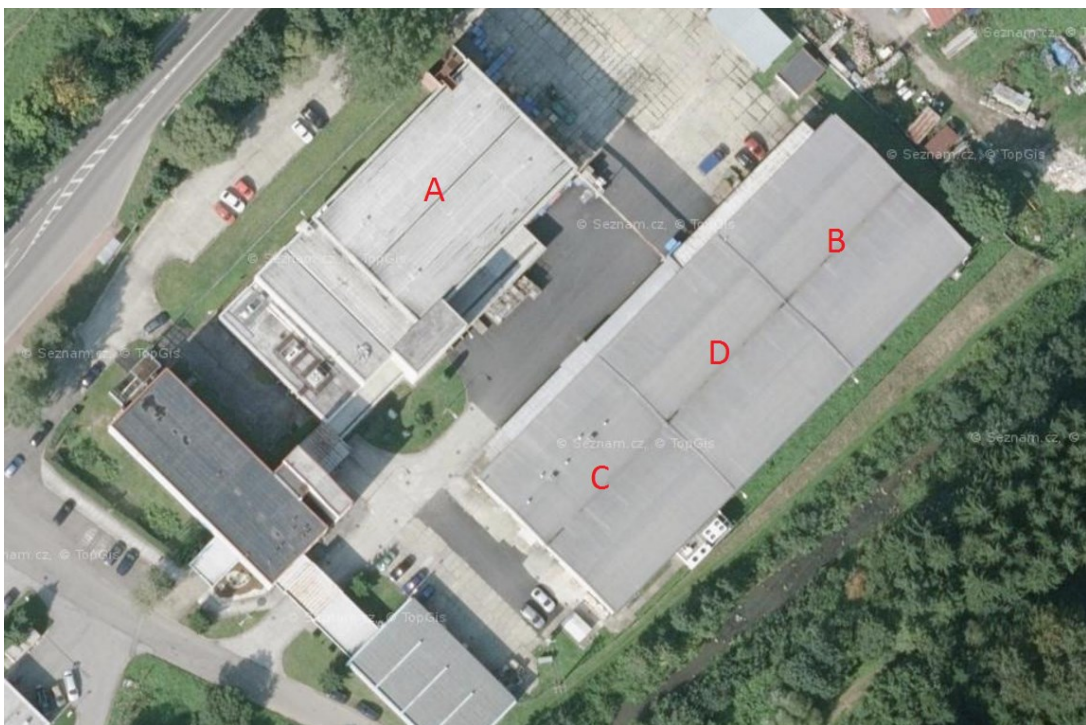
#### **7.1.6 Vedoucí výroby**

Vedoucí výrobního úseku má na starosti vedení jednotlivých projektů zaměřených na optimalizaci v daných oblastech nebo se na nich alespoň podílí. Spolupracuje při zavádění nových produktů. Vypracovává kapacitní plány jednotlivých zařízení nebo produktů. Vyhodnocuje také layout a navrhuje ve spolupráci s technologi jeho změny za účelem zvýšení efektivity.

## 7.2 Stávající layout

Stávající uspořádání výroby je zavedeno podle technologického principu, kde většina vstřikovacích strojů je oddělena v budově „A“, přesněji 6 vstřikovacích strojů z 8, ze kterých výlisky dále pokračují na pokovení. Zbylé dva vstřikovací stroje jsou v části druhé budovy „B“, kde je i pracoviště nástrojářů a ve vedlejší místnosti i montáž světlometů.

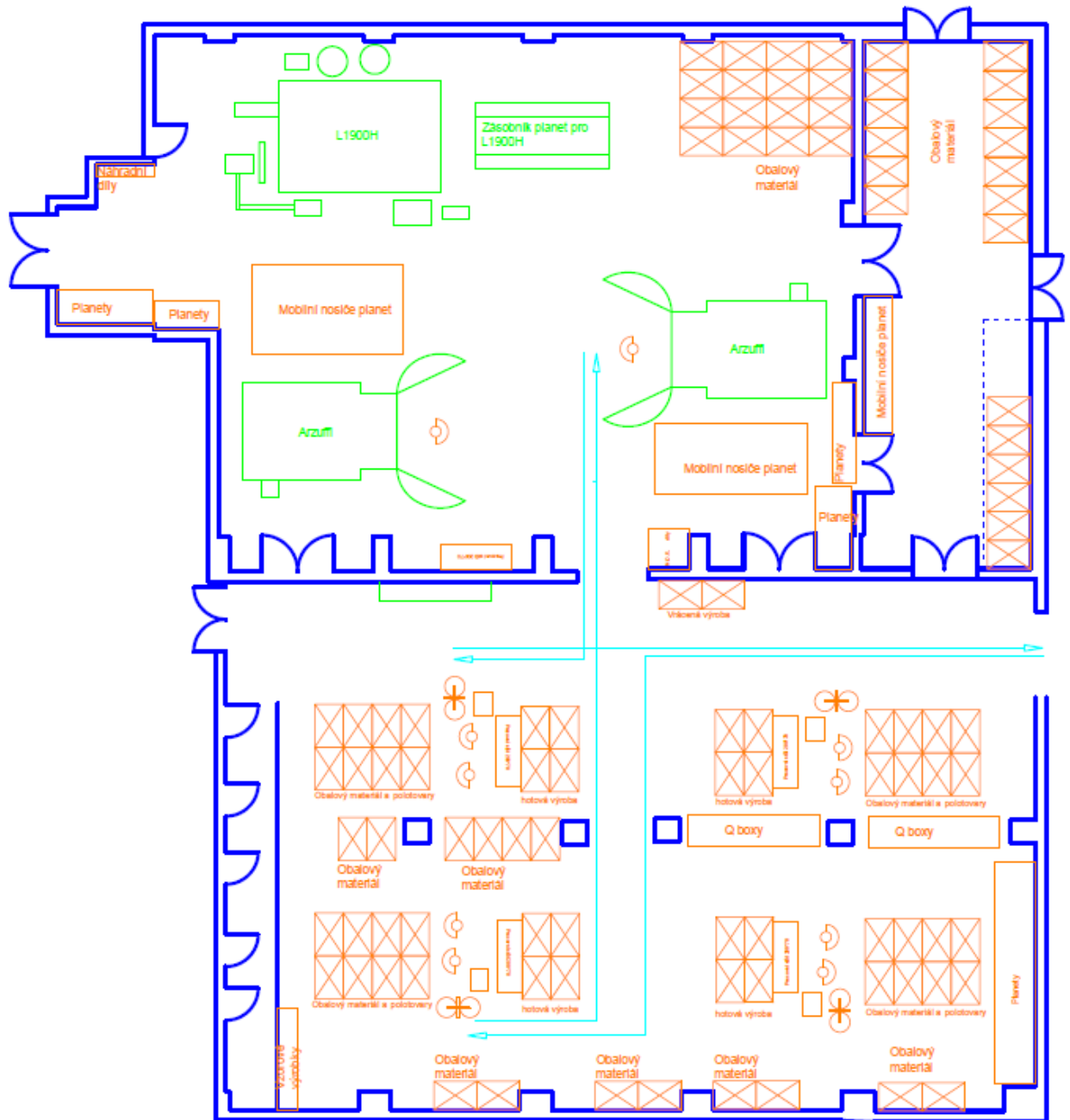
Pracoviště operátorů planet je v části budovy označené „C“, tato část je rozdělena na dvě místnosti, v jedné jsou operátoři planet a ve druhé jsou dvě zařízení Arzuffi na pokovení. V části budovy „D“ je umístěn sklad.



*Obr. 10. Rozmístění výrobních prostor Závodu 2 – vstřikování plastů. (vlastní zpracování)*

Na obrázku 10 je vidět celý areál vstřikovny plastů Iriša a rozmístění zmiňovaných budov.

## 7.2.1 Stávající layout pokovení

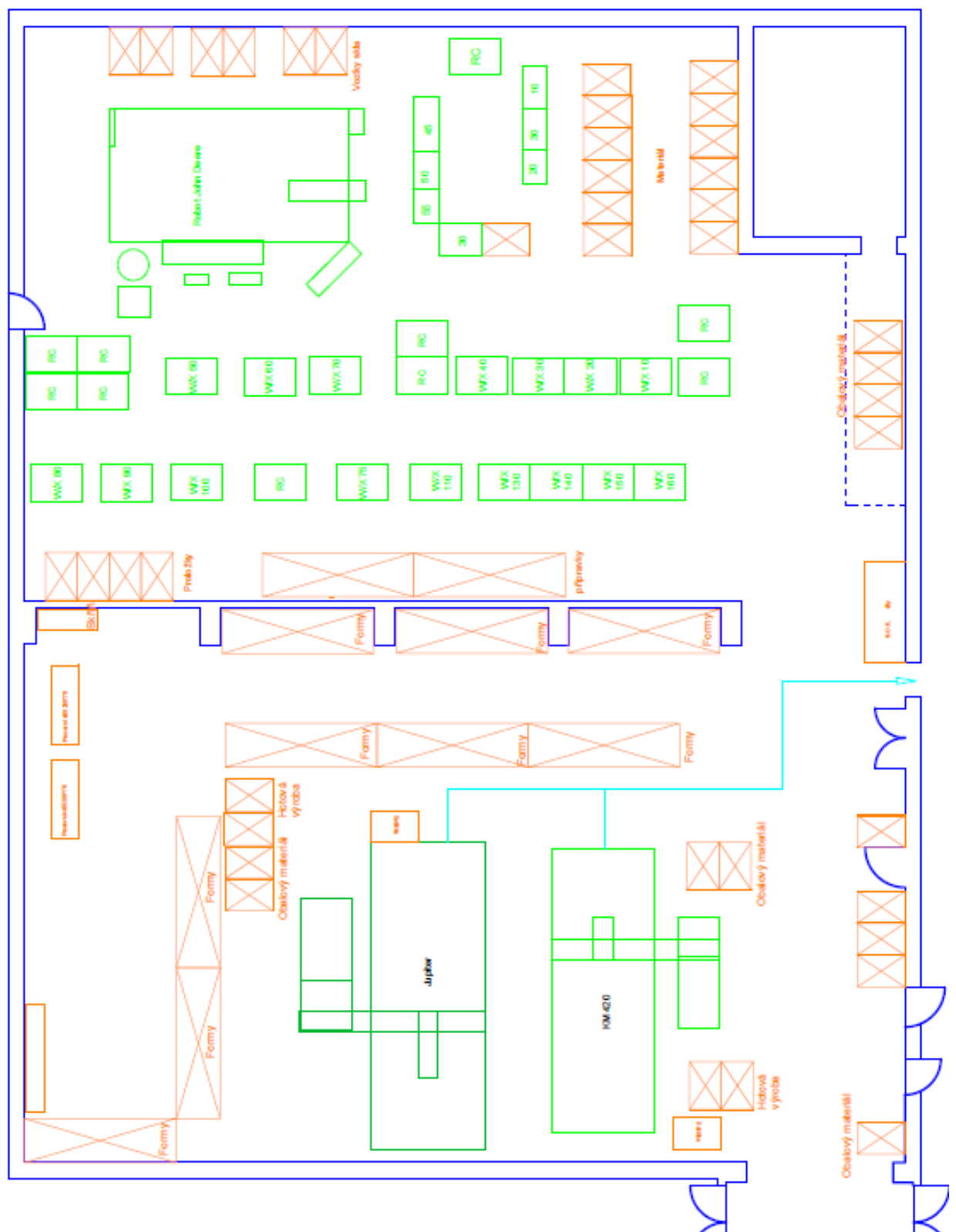


Obr. 11. Stávající layout střediska pokovení. (vlastní zpracování)

Na obrázku 11 je vidět stávající layout části budovy „C“ tedy pokovení, které je v místnosti výše. V místnosti jsou dvě pokovovací zařízení Arzuffi a téměř polovinu místnosti zabírá již nepoužívaný stroj na pokovení, který má společnost v pronájmu. V místnosti níže je 8 pracovišť operátorů planet. Je naznačen i materiálový tok a část skladu, kde jsou uloženy výlisky k pokovení a expedice.

### **7.2.2 Stávající layout nové vstříkovny plastů a montáže světlometů**

Ve stávajícím layoutu v prostorách nové vstříkovny plastů jsou umístěny dva velké vstříkovací stroje: KM 420 a Jupiter. Tyto vstříkovací stroje jsou ohrazeny regály s formami pro veškeré vstříkovací stroje, které společnost má. Ve druhé části místnosti jsou umístěna pracoviště pro opravu forem a pro pracovníky seřizující vstříkovací stroje. V prostorách druhé místnosti je montáž světlometů. Tyto prostory jsou také vyhrazeny pro nový layout vstříkování plastů a pokovení. Stávající montáž se bude přesouvat do volných prostor po technickém úseku.



Obr. 12. Layout stávajícího stavu nové vstřikovny plastů a montáže světlometů. (vlastní zpracování)



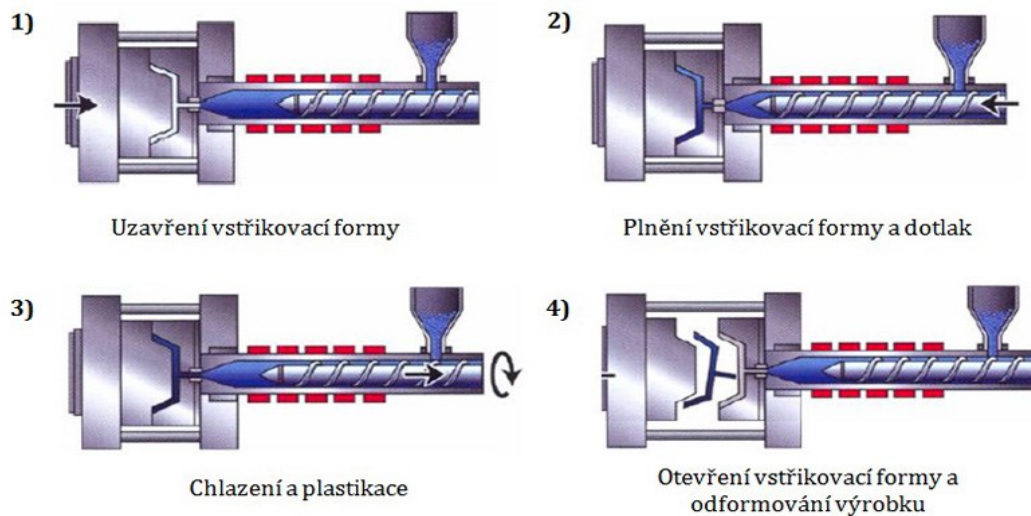
### 7.3 Proces vstřikování plastů

Jedná se o nejpoužívanější technologii pro zpracování termoplastů, termoplastických elastomerů, polymerních směsí, kompozitů, ale i reaktoplastů, kaučuků a pryží. Technologie vstřikování plastů svým principem vychází z technologie tlakového lití, ovšem za výrazně jiných teplot zpracování a tokových vlastností tavenin termoplastů. Podstata technologie vstřikování plastů je založena na cyklickém opakování jednotlivých částí výrobního cyklu.

Výhodami technologie vstřikování je, že výrobky mají vysokou rozměrovou i tvarovou přesnost pro sériovou opakovatelnost procesu, na jeden cyklus lze získat konečný díl, a to i velmi tvarově složitý, výborná kvalita povrchu, velmi krátké výrobní cykly, apod. Nevýhodami technologie vstřikování jsou však velké pořizovací náklady na nákup strojů a forem, velikost strojního vybavení ve vztahu k velikosti dílu, atd. Technologie vstřikování je vhodná pro velkosériovou a hromadnou výrobu.

Proces vstřikování plastů vzniká zpracováním granulátu, který musí být vysušen v sušičce při teplotě do 150°C, aby byl zbaven vlhkosti. Poté je potřebná dávka zpracovávaného materiálu ve formě taveniny (tekutý stav, viskózní tok) vstříknuta pomocí šneku nebo pístu velkou rychlostí z plastikační (tavící) komory do uzavřené dutiny (většinou) kovové vstřikovací formy, kde v důsledku odvodu tepla (chlazení) ztuhne v konečný výrobek. Plastikační komora je součástí vstřikovacího stroje a zásoba vstřikovaného materiálu (taveniny plastu) se v ní neustále doplňuje během výrobního cyklu.

Jakmile je výlisek přenesen robotem ze vstřikovacího stroje, je na dopravníkovém páse ošetřen ionizovaným nožem, který na výlisku pomocí negativního náboje vytvoří antistatickou vrstvu. Ta chrání výlisek před usedáním prachu a dalších částic, které jsou ve vzduchu a mohly by mít za následek nekvalitní výrobek po procesu pokovení.



Obr. 13. Princip fungování vstříkovacího stroje. (<http://www.vyrobaplastu.eu/vstrikovani-plastu/>)

### 7.3.1 Používané vstříkovací stroje

Výrobní družstvo Iriša využívá pro vstříkování plastů stroje Krauss Maffei, Zhafir, Arburg, Jupiter, Haitian a The Chen Hsong Group. Výlisky k pokovení jsou vyráběny na strojích:

- Krauss Maffei 80
- Krauss Maffei 125
- Krauss Maffei 150
- Krauss Maffei 420
- Jupiter 550
- The Chen Hsong Group (EM 150)
- Zhafir 230
- Zhafir 300

Hodnota udávaná u vstříkovacích strojů představuje uzavírací sílu daného vstříkovacího stroje v kN.

Uzavírací síla udávaná u vstříkovacích strojů představuje maximální možný tlak, jaký může daný vstříkovací stroj na formu vyvinout v kN. V běžném styku se hlavně používají dnes již neplatné tuny, kdy platí, že 1 tuna je 10 kN. Uzavírací síla také ovlivňuje velikost vstříkovacího stroje.



Obr. 14. Vstřikovací stroj Zhafir 230. (<http://www.vyrobaplastu.eu/vstrikovani-plastu/>)

## 7.4 Proces vakuového pokovení

Tepelné odpařování je stále nejrozšířenější systém v oblasti metalizace díky snadnému použití a jednoduchému vložení planet (nosičů) s polotovary různých tvarů k pokovení.

Ve vysokém vakuu lze nanášet velmi tenké kovové vrstvy na široké spektrum podkladových materiálů. Nanesená vrstva kovu přesně kopíruje povrch výrobku. Pokovením se docílí vytvoření reflexní vrstvy nebo dekorativního kovového vzhledu - chromování.

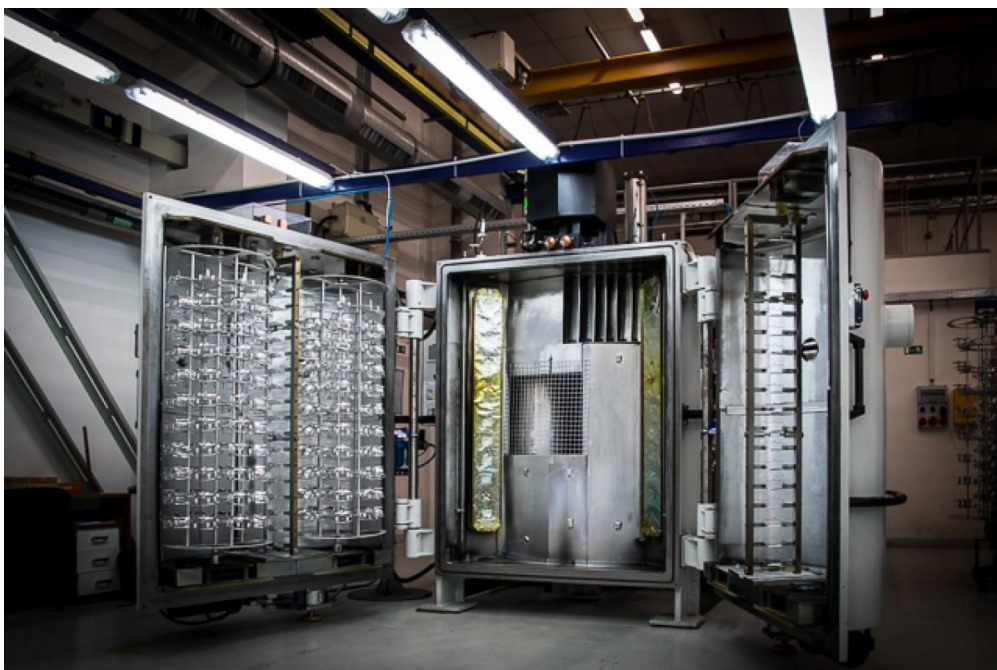
**Vakuové pokovování je vhodné pro:**

- Výrobky z plastických hmot, lamináty, fólie
- Lehké kovy
- Sklo
- Další materiály

Touto technologií nelze pokovovat materiály s porézní strukturou, znečištěné a mastné povrchy.

### 7.4.1 Pokovovací zařízení v Závodě 2 – vstřikování plastů

V Závodě 2 – vstřikování plastů využívají k pokovení metody tepelného odpařování. O tento proces se starají dvě zařízení Arzuffi Combimed Plant.



Obr. 15. Arzuffi Combimed Plant. (<http://www.irisa.cz/vakuove-pokovovani>)

Odpařovacím zdrojem jsou wolframové spirály, na které jsou nasazovány kusy hliníku určeného k odpařování.

Planety jsou vkládány po dvou do procesní komory, ve které se při procesu tepelného odpařování otáčejí, aby se odpařovaný materiál, který je uložen kolem planet nanášel rovnoměrně. Aby bylo možné kov nanášet na polotovary, je nutné uvnitř procesní komory vytvořit podtlak nepřevyšující  $4 \times 10^{-4}$  mbar (vysoký podtlak). Jakmile je dosaženo potřebné hodnoty podtlaku, začíná fáze odpařování, která spočívá v nažhnutí wolframových spirál, které odpaří kusy hliníku a ty se rovnoměrně kondenzují na povrchu dílů, které chceme pokovit. Odpařování hliníku je ovlivněno teplotou odpařovacího zdroje, jakmile uplyne doba nastavená pro odpařování, zdroj se vypne. Pokud je teplota odpařovacího zdroje nastavena příliš vysoko, kondenzace odpařovaného hliníku je nerovnoměrná a vznikají nehomogenní vrstvy.



Obr. 16. Pokovené výlisky na planetách. (<http://www.irisa.cz/vakuove-pokovovani>)

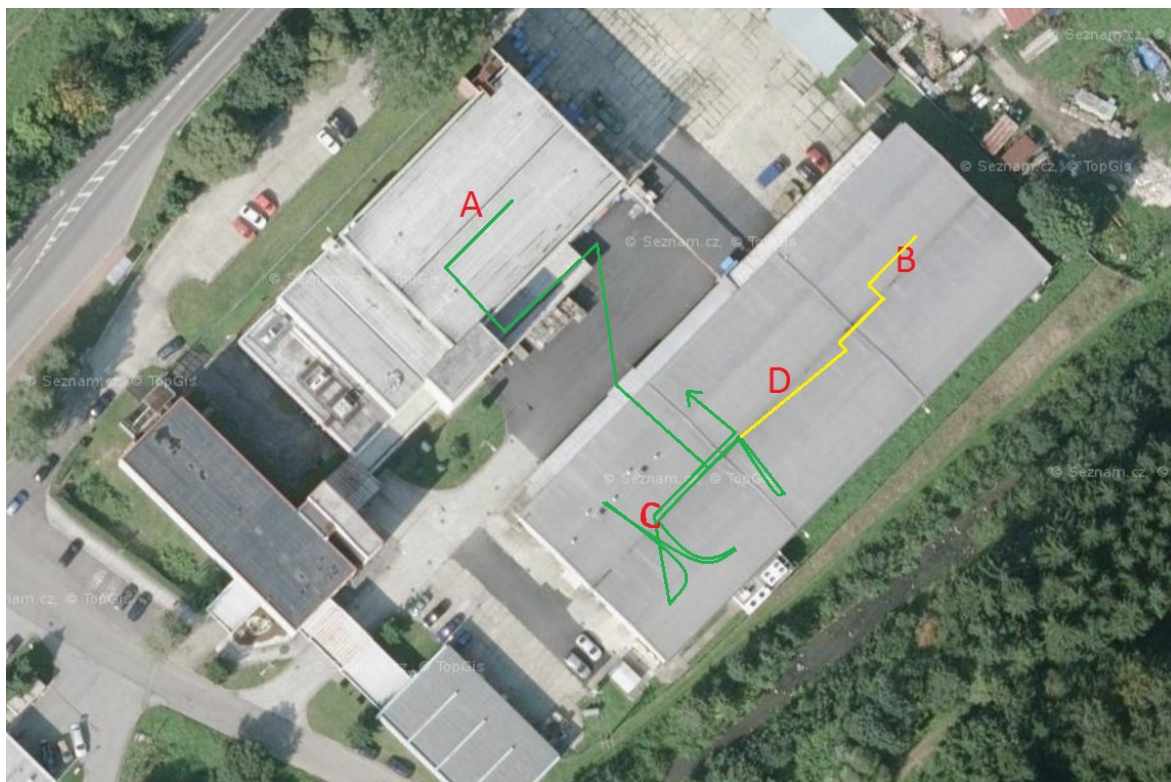
Pokovovací zařízení Arzuffi vybavené vysoce kvalitními odpařovacími fázemi díky řídicímu systému s názvem "Zpětná vazba", protože používá zpětnou kontrolu procesu (Profibus propojení s přenosem dat v milisekundách), aby bylo postupné a neustálé zlepšování výkonu

na odpařovací zdroj, a to jak v přehřívací fázi, tak i při zahřívání. Tímto způsobem je možné se vyhnout náhlým změnám výkonu, které by způsobily vady na pokovených produktech. Nejčastější vady jsou černé a bílé tečky, zrnitý povrch, modrobílý povlak, skvrny atd. Tyto vady mohou způsobovat i další faktory, jako je špatný povrch výlisku (mastný, prach na výlisku), znečištěná komora, špatná vrstva hliníku a další.



## 7.5 Materiálový tok

Materiálový tok je z důvodu technologického uspořádání poměrně komplikovaný a manipulační cesty jsou dlouhé. Mezi jednotlivými operacemi jsou mezisklady a vzniká nadbytečné balení a vybalování polotovarů. V následujícím obrázku lze vidět cesta polotovaru od začátku lisování až po expedici.



Obr. 17. Stávající materiálový tok v procesu pokovení. (vlastní zpracování)

Zeleně je značena manipulační cesta, která vede z budovy vstřikování plastů do skladu, kde se polotovar uskladní. Poté, co se vydá příkaz k výrobě, výrobek se vyskladní a doveze k pracovišti operátorů planet, kde se naskládá na planetu a odveze se k pokovení. Z pokovení se polotovar převezde zpět k pracovišti operátorů planet, kde se sundá z planet, zabalí a zaveze opět do skladu k expedici.
















Žlutě značená manipulační cesta je v případě, že jsou výrobky ze dvou vstřikovacích strojů umístěných v části „B“, po navezení polotovaru na sklad platí stejný postup jako pro manipulační cestu zelenou.

Tato zdoluhavá manipulační cesta zvyšuje riziko vzniku NOK dílů, jelikož jsou výlisky náchylné na poškrábání a další druhy poškození, které může vzniknout nesprávnou manipulací.

### 7.5.1 Procesní analýza

Pro lepší přiblížení poslouží procesní analýza, na které je rozepsaný celý proces od vstřikování plastů až po expedici pokovených dílů. Tento proces počítá se skladováním 24 hodin, ovšem tato doba se liší od typu artiklu a naléhavosti výroby daného artiklu.

Tab. 2. Procesní analýza stávajícího stavu procesu pokovení. (vlastní zpracování)

	Popis procesu	Operace	Transport	Kontrola	Skladování	Čekání	Vzdálenost (m)	Doba trvání (min.)	Počet pracovníků
1	Vstřikování plastů							0,57-1,05	
2	Kontrola							0,05	8a
3	Zabalení vylisku							0,33	8a
4	Převezení vylisku na sklad						70	40	1b
5	Uskladnění							1440	
6	Převoz k operátorovi						26	5	1c
7	Nasazení na planetu							5-20	8d
8	Převoz k pokovení						13	0,67	1c
9	Vložení do pokovovacího zařízení a příprava							2	2e
10	<b>Pokovení</b>							11-19	
11	Vyjmutí z pokovovacího zařízení							1	2e
12	Převoz k operátorovi						13	0,67	1c
13	Kontrola							5	8d
14	Složení z planety a zabalení							5-20	8d
15	Převoz k uskladnění						26	5	1c
	<b>Celkem</b>						<b>148</b>		
	<b>Celkem pracovníků - četnost</b>								<b>20</b>
	<b>Celkem čas</b>							<b>1521 - 1559</b>	



Celý proces začíná výrobou polotovarů, který je popsán v kapitole 7.3. Po dokončení cyklu vstřikování je vylisek přesunut ramenem na dopravníkový pás, na kterém je ošetřen ionizovaným nožem a na konci pásu zkontrolován operátorem, zda na něm nejsou nějaké vady, jako jsou například škrábance, mastnota atd. Ke každému vstřikovacímu stroji je přidělen jeden operátor. Po kontrole je vylisek zabalen do přepravek a oddělen proložkami a vystýlkami od ostatních vylisků. Po zabalení určitého počtu vylisků jsou přepraveny manipulantem z pracoviště vstřikování plastů do skladu (70 metrů), kde jsou uskladněny. Po vydání výrobního příkazu jsou uskladněné vylisky uvolněny do výroby a převezeny manipulantem z pokovení k operátorům planet (26 metrů). Následně operátoři planet (8 operátorů) nasazují vylisky na planety (každá planeta má jinou kapacitu podle druhu vylisku) a plné planety jsou poté převezeny (13 metrů) k operátorům pokovovacího zařízení (2 operátoři). Ten vyjme planety z nosičů a vloží do pokovovacího zařízení. Podle druhu artiklu zvolí program pokovení, naskládá požadovaný počet hliníkových dílů na pozice v pokovovacím zařízení a zavře dveře pokovovacího zařízení, čímž začíná proces pokovení, který trvá 11-19 minut. Po ukončení cyklu pokovení se dveře automaticky otevřou a operátor vyjme planety z pokovovacího zařízení do nosičů a ty jsou následně převezeny zpátky k operátorům planet. Ti sundávají pokovené díly a kontrolují, zda nemají nějaké vady, jako například: tečky, škrábance, hrboilatou strukturu atd. Po kontrole vyřazují NOK díly a OK díly vkládají do přepravek. Plné přepravky jsou následně převezeny manipulantem do expedičního skladu (26 metrů).

Jak je z procesní analýzy vidět, v procesu je zbytečné balení a manipulace. Čas celého procesu se pohybuje mezi 1551 až 1559-ti minutami, do procesu je zapojeno 20 pracovníků a manipulace je přibližně 148 metrů.

## 8 VYMEZENÍ PROJEKTU

Cílem projektu je navržení nového layoutu s cílem redukovat mezioperační balení zkrátit materiálový tok. Tím se zamezí zmetkovitosti a výroba bude plynulejší. Z toho plynou také další úspory.

### 8.1 SWOT analýza projektu

Pro lepší identifikaci možných slabých stránek a naopak silných stránek, které mohou projekt ovlivnit a příležitosti a hrozby projektu byla vypracována kritériální SWOT analýza. Zde jsou zaznačeny údaje ke každému kvadrantu a ty jsou následně ohodnoceny procenty podle možnosti, jak mohou ovlivnit projekt a jsou přidány váhy od 1 do 5 ke každému bodu podle jeho důležitosti.

Tab. 3. Kritériální SWOT analýza projektu. (vlastní zpracování)

Silné stránky			Slabé stránky		
	váha	H*		váha	H*
Dobré strojní vybavení	0,2	2	Jeden zaměstnanec PI	0,2	-3
Změna layoutu	0,4	4	Zaměstnanci nejsou zvyklí na změny	0,3	-3
Nové technologie	0,2	2	Nedostatek zaměstnanců	0,3	-2
Ochota investovat	0,2	3	Tok materiálu	0,2	-2
<b>Celkem</b>	<b>3</b>		<b>Celkem</b>	<b>-2,5</b>	
Příležitosti			Hrozby		
	váha	H*		váha	H*
Snížení mzdových nákladů	0,2	2	Nečekané prostoje	0,6	-3
Snížení vnitřní nekvality	0,4	3	Výpadek pracovní síly	0,2	-2
Zvýšení produktivity	0,2	2	Nedodržení termínu dodání	0,2	-2
Navýšení výrobních kapacit	0,2	3			
<b>Celkem</b>	<b>2,6</b>		<b>Celkem</b>	<b>-2,6</b>	

V hodnocení kritérii převažují silné stránky nad slabými, to dává vysokou šanci pro úspěch projektu. Příležitosti a hrozby jsou v rovnováze.

Jako nejsilnější bod vyšla změna výrobního layoutu, která má vysokou podporu od vedení, a to dává vysokou šanci na úspěch projektu, který je na tuto změnu zaměřen. Vedení reálně plánuje změnit stávající layout a v této změně vidí přínosy. To znamená dostatečnou podporu v průběhu projektu, dostatečný přísun potřebných informací, podporu při jejich získávání a snižuje se riziko, že projekt bude zrušen. Při následné implementaci společnost počítá se zvýšenými náklady na případné navýšení výrobních kapacit, jako je pořízení potřebných

zařízení. Stávající strojní vybavení je vcelku nové, v dobrém stavu a využívají jedny z nejnovějších technologií pro pokovení.

Jako nejslabší stránka se jeví, že zaměstnanci nejsou zvyklí na změny a špatně je přijímají. O projektu proto ví prozatím jen vedení společnosti. To může znamenat obtížnější sbírání potřebných dat a informací. Společnost se také potýká s nedostatkem pracovní síly, pracovníci se často střídají a využívá se i agenturních pracovníků. To má vliv na kvalitu a rychlost práce, z důvodu zaučování. Ve společnosti je jeden pracovník PI, který má na starosti převážně sbírání a analyzování záznamů z výroby a nemá tedy kapacity zaměřovat se na možné zlepšování ve výrobě. Jako poslední slabou stránku jsem vyhodnotil materiálový tok, který bude složitý na zpracování simulace výroby v Tecnomatix Plant Pimulation.

Hlavním přínosem při vypracování projektu je snížení vnitřní nekvality, která je způsobena zbytečným balením a manipulací a kontrolou pouze prvních vyrobených kusů a ne v průběhu celé výrobní dávky, což by nový layout měl zajišťovat. Dále by se při změně layoutu měla navýšit produktivita a kapacita a snížit mzdové náklady.

Hlavní hrozbou jsou ve výrobě nepředvídané prostoje, jako je například dlouhodobá porucha stroje nebo také nedostatek pracovníků pro všechny operace v procesu. To může ohrozit výrobní plán a podstatně snížit plynulost výroby. Navíc některé výrobky je možné vyrábět pouze na daném vstřikovacím stroji a při jeho poruše by hrozilo nedodání smlouveného počtu kusů a riziko sankcí od odběratelů.

## 8.2 Logický rámec projektu

V následující tabulce je rozebrán logický rámec projektu. V logickém rámci je definován hlavní cíl projektu, cíle, které podporují dosažení hlavního cíle a výstupy projektu. K cílům a výstupům jsou přiřazeny objektivně ověřitelné ukazatele a prostředky k jejich ověření. K výstupům projektu jsou dále definovány dílčí aktivity, které povedou k daným výstupům, využití prostředky k provedení aktivity a časový rámec aktivit. Logický rámec nakonec doplňují předpoklady a rizika projektu a předběžné podmínky k úspěšnému zpracování projektu.

Tab. 4. Logický rámec projektu. (vlastní zpracování.)

Popis projektu	Strom cílů	Objektivní ověřitelné ukazatele	Prostředky ověření	Předpoklady a rizika
Hlavní cíl	Zlepšení layoutu	Snížení výrobních nákladů o 10%, Zrychlení procesu	Interní statistiky, Náklady	Ochota pracovníků spolupracovat, poskytování materiálů od vedení, špatně zvolený postup, špatně analyzovaná data, nedostatek času.
Cíl projektu	1. Eliminace meziskladů a mezioperačního balení	Zkrácení průběžné doby výroby min. o 100%	Procesní analýza	
	2. Navýšení výrobních kapacit	Navýšení kapacity o 10%	OEE	
Výstupy projektu	1.1. Změna layoutu	Nákres layoutu	AutoCAD	
	1.2. Snížení vnitřní nekvality	Snížení zmetkovitosti min. o 5%	OEE	
	2.1. Nové kapacitní propočty	Navýšení kapacity o 10%	OEE	

Aktivita	Prostředky	Časový rámec aktivit
1.1.1. Analýza současného stavu	Informace od vedení	Listopad 2016
1.1.2. Zjištění materiálového toku	Zaměstnanci	Prosinec 2016
1.1.3. Naměření rozměrů	Měřicí pásmo	Prosinec 2016
1.1.4. Návrh layoutu velkých lisů	AutoCAD	Leden - únor 2017
1.1.5. Konzultace a úprava návrhu velkých vstřikovacích strojů	Vedení společnosti, AutoCAD	Leden - únor 2017
1.1.6. Návrh layoutu malých vstřikovacích strojů	AutoCAD	Leden - únor 2017
1.1.7. Konzultace a úprava návrhu malých vstřikovacích strojů	Vedení společnosti, AutoCAD	Leden - únor 2017
1.2.1. Zjištění aktuální zmetkovitosti	OEE	Prosinec 2016
1.2.2. Zjištění příčin zmetkovitosti	Zaměstnanci	Leden 2017
1.2.3. Přizpůsobení layoutu	AutoCAD	Leden - únor 2017
2.1.1. Výpočet aktuálních kapacit	Excel	Prosinec 2016
2.1.2. Zjištění úzkých míst	Procesní analýza	Prosinec 2016
2.1.3. Návrh nového layoutu	AutoCAD	Leden - únor 2017
2.1.4. Simulace výroby	Technomatic Plant Simulation	Únor - duben 2017

**Předběžné podmínky**

Zájem společnosti o zpracování projektu

Z logického rámce vyplývá, že hlavním cílem je zlepšení layoutu, kterého by se mělo docílit eliminací meziskladů a mezioperačního balení a navýšením výrobních kapacit. K uvedeným cílům by měla vést změna layoutu s upravenými operacemi a snížením vnitřní nekvality. K druhému cíli by měly vést nové kapacitní propočty a následné změny založené na těchto propočtech. Doba projektu je 6 měsíců, od listopadu 2016 do dubna 2017.

### 8.2.1 RIPRAN

K projektu byla vytvořena analýza rizik RIPRAN, která zobrazuje možná rizika, která by mohla nastat a ohrozit průběh projektu. K daným rizikům je uveden vždy scénář a pravděpodobnost s jakou může situace nastat. Násobkem pravděpodobnosti hrozby a pravděpodobnosti scénáře vyjde výsledná pravděpodobnost. Podle velikosti výsledné pravděpodobnosti se hrozba zařadí do kategorie výsledné posloupnosti a určí se dopad, jaký by hrozba mohla mít. Od těchto hodnot se poté odvíjí hodnota rizika kategorie a následná opatření.

Tab. 5. RIPRAN projektu. (vlastní zpracování)

Situace rizika před vykonáním opatření									
Č.	Hrozba	Pst. Hrozby	Scénář	Pst. Scénáře	Výsledná pst.	Výsledná pst. Kategorie	Dopad kategorie	Hodnota rizika kategorie	Opatření
1.	Návrhy nebudou aplikovatelné	0,3	Navržený layout nebude reálné změnit	0,6	0,18	MP	SD	MHR	Akceptace
2.	Neochota spolupracovat	0,4	Obtížný sběr informací	0,7	0,28	SP	SD	SHR	Komunikace s pracovníky
3.	Chyby při zpracování	0,3	Špatně spočítané kapacity	0,8	0,24	SP	VD	SHR	Důkladná analýza dat
4.	Nedostatek času	0,2	Nesplnění zadaného úkolu do stanoveného termínu	0,8	0,16	NP	MD	MHR	Akceptace
5.	Nesprávné vyhodnocení dat	0,1	Špatně naměřené rozměry na layout	0,3	0,03	NP	MD	MHR	Akceptace

### 8.3 Časový harmonogram

Tab. 6. Harmonogram projektu. (vlastní zpracování)

	Říjen				Listopad				Prosinec				Leden				Únor				Březen				Duben							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Seznámení se společností																																
Poznání výrobního procesu																																
Náměr rozměrů pro layout																																
Výpočet kapacit																																
Návrh nového layoutu																																
Přepočítání kapacit																																
Plant Simulation																																
Nákladová analýza																																
Řízení rizik																																
Zhodnocení projektu																																

V tabulce 6 je harmonogram celého projektu. Začátek je v první polovině října 2016 a ukončení projektu v polovině dubna 2017 odevzdáním diplomové práce. Nejvíce času je věnováno seznámení se s výrobním procesem, protože aby byl projekt dobře zpracován, je nezbytné tento proces poznat do hloubky.

## 9 KAPACITNÍ PLÁNOVÁNÍ

Tato kapitola je zaměřena na plánování kapacit jednotlivých operací.

### 9.1 Kapacity vstřikovacích strojů

Jak je již zmíněno v analytické části, do procesu pokovení vstupuje 8 vstřikovacích strojů. Jde o 4 velké vstřikovací stroje Jupiter 550, KM 420, Zhafir 230 a Zhafir 300, tři vstřikovací stroje střední velikosti KM 150, EM 150 a KM 125 a jeden malý vstřikovací stroj KM 80. Dohromady se na těchto vstřikovacích strojích vyrábí 60 artiklů, většinu artiklů může vyrábět více než jeden stroj, například Artikel E1 a E2 může vyrábět jak Jupiter 550, tak i KM 420, ovšem každý ze vstřikovacích strojů daný artikel lvyrábí s odlišným časem cyklu. Výrobky se vyrábí v cyklu vždy párově (levá i pravá strana), to znamená, že v cyklu se vylisuje zároveň jak E1, tak i E2, proto je u každého artiklu uveden počet dílů v jednom cyklu, některé artikly mají uvedené díly 4, to znamená, že v jednom cyklu se vyrobí dvě E1 a dvě E2. Plánované OEE u vstřikovacích strojů je 60%. V následujících tabulkách jsou rozděleny velké vstřikovací stroje a střední vstřikovací stroje s malým vstřikovacím strojem.

Tab. 7. Kapacity velkých vstřikovacích strojů. (vlastní zpracování)

Popisky řádků	Cyklus	Dílů	OEE	Kapacita s 60% OEE	Kapacita planet
<b>*JUPITER 550*</b>	43,4	2,2	60%	1328	<b>54,0</b>
A1	42	2	60%	1234	48
A2	42	2	60%	1234	48
B1	42	2	60%	1234	28
B2	42	2	60%	1234	28
C1	51	2	60%	1016	35
C2	51	2	60%	1016	35
D1	43	2	60%	1206	48
D2	43	2	60%	1206	48
E1	41,5	2	60%	1249	88
E2	41,5	2	60%	1249	88
F1	41	2	60%	1264	77
F2	41	2	60%	1264	77
<b>*KM 420*</b>	47,8	1,9	60%	1053	<b>41,8</b>
P1	56	2	60%	926	8
P2	56	2	60%	926	8
E1	40	2	60%	1296	88
E2	40	2	60%	1296	88



Popisky řádků	Cyklus	Dílů	OEE	Kapacita s 60% OEE	Kapacita planet
F1	36	2	60%	1440	77
F2	36	2	60%	1440	77
Q1	56	2	60%	926	18
Q2	56	2	60%	926	18
R1	63	2	60%	823	18
R2	63	2	60%	823	18
<b>*ZHAFIR 230 *</b>	<b>36,3</b>	<b>2,6</b>	<b>60%</b>	<b>1857</b>	<b>66,3</b>
W1	40	2	60%	1296	30
W2	40	2	60%	1296	30
X1	34	2	60%	1525	35
X2	34	2	60%	1525	35
Y1	35	2	60%	1481	42
Y2	35	2	60%	1481	42
Z1	41	2	60%	1264	91
Z2	41	2	60%	1264	91
AB1	34	4	60%	3049	100
AB2	34	4	60%	3049	100
AC1	36	4	60%	2880	100
AC2	36	4	60%	2880	100
<b>*ZHAFIR 300*</b>	<b>41,8</b>	<b>3</b>	<b>60%</b>	<b>1863</b>	<b>140,0</b>
AD1	43	4	60%	2411	200
AD2	43	4	60%	2411	200
AE1	40,5	2	60%	1280	80
AE2	40,5	2	60%	1280	80

V tabulce výše jsou kapacity velkých vstřikovacích strojů. Časy cyklů se pohybují mezi 34-63 vteřinami. Denní kapacity se pohybují mezi 823-3049 kusy, záleží převážně na velikosti výlisků, některé menší výlisky mají formu na 4 díly, proto mají podstatně vyšší kapacitu. Veškeré kapacity jsou počítány včetně 60% OEE. V řádcích u názvu lisu jsou uvedeny průměrné hodnoty pro všechny artikly, které daný lis lisuje.

Tab. 8. Kapacity středních vstřikovacích strojů. (vlastní zpracování)

Popisky řádků	Cyklus	Dílů	OEE	Kapacita s 60% OEE	Kapacita planet
<b>*KM 150*</b>	<b>42,0</b>	<b>2,7</b>	<b>60%</b>	<b>1646</b>	<b>99,0</b>
L1	42	4	60%	2469	200
L2	42	4	60%	2469	200
M1	40	2	60%	1296	49

Popisky řádků	Cyklus	Dílů	OEE	Kapacita s 60% OEE	Kapacita planet
M2	40	2	60%	1296	49
N1	41	2	60%	1264	84
N2	41	2	60%	1264	84
O1	42	2	60%	1234	63
O2	42	2	60%	1234	63
<b>*EM 150</b>	<b>36,9</b>	<b>2,1</b>	<b>60%</b>	<b>1506</b>	<b>158,1</b>
XX	37	2	60%	1401	18
XX	37	2	60%	1401	18
G1	41	2	60%	1264	204
G2	41	2	60%	1264	204
H1	35	2	60%	1481	132
H2	35	2	60%	1481	132
I1	41	2	60%	1264	204
I2	41	2	60%	1264	204
J1	34	2	60%	1525	132
J2	34	2	60%	1525	132
K1	39	2	60%	1329	132
K2	39	2	60%	1329	132
S1	37	2	60%	1401	140
S2	37	2	60%	1401	140
G1	40	2	60%	1296	204
G2	40	2	60%	1296	204
T	35	4	60%	2962	440
H1	34	2	60%	1525	101
H2	34	2	60%	1525	108
U1	34	2	60%	1525	92
U2	34	2	60%	1525	76
I1	40	2	60%	1296	204
I2	40	2	60%	1296	204
J1	35	2	60%	1481	108
J2	35	2	60%	1481	108
K1	34	2	60%	1525	110
K2	34	2	60%	1525	106
V1	36	4	60%	2880	440
<b>*KM 125*</b>	<b>36,2</b>	<b>2</b>	<b>60%</b>	<b>1464</b>	<b>137,0</b>
XX	37	2	60%	1401	18
XX	37	2	60%	1401	18
G1	41	2	60%	1264	204
G2	41	2	60%	1264	204
H1	35	2	60%	1481	132
H2	35	2	60%	1481	132

Popisky řádků	Cyklus	Dílů	OEE	Kapacita s 60% OEE	Kapacita planet
I1	41	2	60%	1264	204
I2	41	2	60%	1264	204
J1	34	2	60%	1525	132
J2	34	2	60%	1525	132
K1	39	2	60%	1329	132
K2	39	2	60%	1329	132
<b>*KM 80*</b>	36,2	2,3	60%	1647	174,1
S1	37	2	60%	1401	140
S2	37	2	60%	1401	140
G1	40	2	60%	1296	204
G2	40	2	60%	1296	204
T	35	4	60%	2962	440
H1	34	2	60%	1525	101
H2	34	2	60%	1525	108
U1	34	2	60%	1525	92
U2	34	2	60%	1525	76
l1	40	2	60%	1296	204
l2	40	2	60%	1296	204
J1	35	2	60%	1481	108
J2	35	2	60%	1481	108
K1	34	2	60%	1525	110
K2	34	2	60%	1525	106
V1	36	4	60%	2880	440

V tabulce výše jsou kapacity středních vstřikovacích strojů a malého vstřikovacího stroje. Časy cyklů se pohybují mezi 31 - 42 vteřinami, což je podstatně kratší než u velkých vstřikovacích strojů. Denní kapacity se pohybují mezi 1234 - 2962 kusy, což je také menší rozptyl než u velkých vstřikovacích strojů, opět má na kapacitu vliv zvýšená násobnost 4 kusů. Veškeré kapacity jsou počítány včetně 60% OEE. V řádcích u názvu vstřikovacího stroje jsou uvedeny průměrné hodnoty pro všechny artikly, které daný vstřikovací stroj lisuje.

### 9.1.1 Prostoje

Mezi hlavní prostoje patří u vstřikovacích strojů přetypování na jinou výrobu. To obnáší poměrně komplikovanou výměnu formy. Tato výměna u velkých vstřikovacích strojů trvá 6 - 8 hodin, záleží na zkušenostech seřizovače a zda se pracovník plně věnuje přetypování, nebo je odvoláván skrze jiné záležitosti. U malých vstřikovacích strojů to bývá přibližně o dvě hodiny méně.

V návaznosti na výměnu formy často vzniká další poměrně častý prostoj, a to poškrábaná forma nebo vada na formě. Pokud je rýha malá, dá se opravit bez potřeby opětovného vyjmutí formy, to zabere několik hodin. Ovšem pokud jde o závažnější rýhu, musí se forma opět vyjmout a oprava poté trvá někdy i den nebo dva a poté se musí opět vrátit. V této situaci se zvažuje, zda naplánovat náhradní výrobu nebo vstřikovací stroj ponechat odstavený po dobu opravy formy.

Mezi méně závažně prostoje patří například zaseklý výlisek, kdy je oprava poměrně rychlá.

Dalšími prostoji jsou poruchy, které mohou trvat pouze několik hodin, ale také i déle než měsíc, záleží, jak je porucha závažná.

## 9.2 Kapacity pokovovacího zařízení Arzuffi

Pokovovací zařízení Arzuffi mají čas cyklu na pokovení téměř stejný bez ohledu na druh artiklu. Časy cyklu se mírně liší podle zvoleného programu na určité druhy artiklu. Délka cyklu je poměrně neurčitá, záleží na vlhkosti okolního vzduchu, teplotě okolí, prachových částic a dalších obtížně ovlivnitelných parametrech. Interval trvání cyklu je 11 až 19 minut. Pro počítání kapacit se počítá s průměrem 14,5 minuty. OEE pokovovacího zařízení Arzuffi dosahuje hodnot kolem 77%. Z těchto údajů vychází denní kapacita 76 vsázek na jedno pokovovací zařízení Arzuffi. Každá vsázka se skládá ze dvou planet, pravé a levé strany. Společnost má v současné době 2 pokovovací zařízení Arzuffi, takže maximální kapacita je 152 vsázek denně. Jelikož jsou obě pokovovací zařízení poměrně vytížená již při stávajícím layoutu, plánuje se v roce 2017 investovat do pořízení třetího pokovovacího zařízení Arzuffi. Tím se pokryje riziko, kdy by bylo jedno pokovovací zařízení Arzuffi dlouhodobě mimo provoz a výroba by musela být omezena pouze na jedno pokovovací zařízení Arzuffi.

### 9.2.1 Prostoje

Nejpravidelnějším prostojem pokovovacího zařízení Arzuffi je doba výměny vsázek po každém cyklu. Ideální doba výměny je přibližně půl minuty, ovšem ne pokaždé se jí podaří dodržet.

Druhý nejčastější prostoj je odmrazování. V průběhu cyklů pokovení vzniká uvnitř v Arzuffi vrstva ledu, kterou je třeba po určitém počtu cyklů odmrazit. Pokud se tak nestane, prodlužuje se cyklus pokovení a snižuje kvalita. Na každém pokovovacím zařízení Arzuffi je na

boku nadrž se směsí POLYCOLD, která slouží k odmrazování. U každé z Arzuffi je momentálně doba pro odmrazení rozdílná. U novější Arzuffi je odmrazování každý desátý cyklus, a u starší Arzuffi to je každý sedmý cyklus. Doba odmrazování je 3-5 minut.

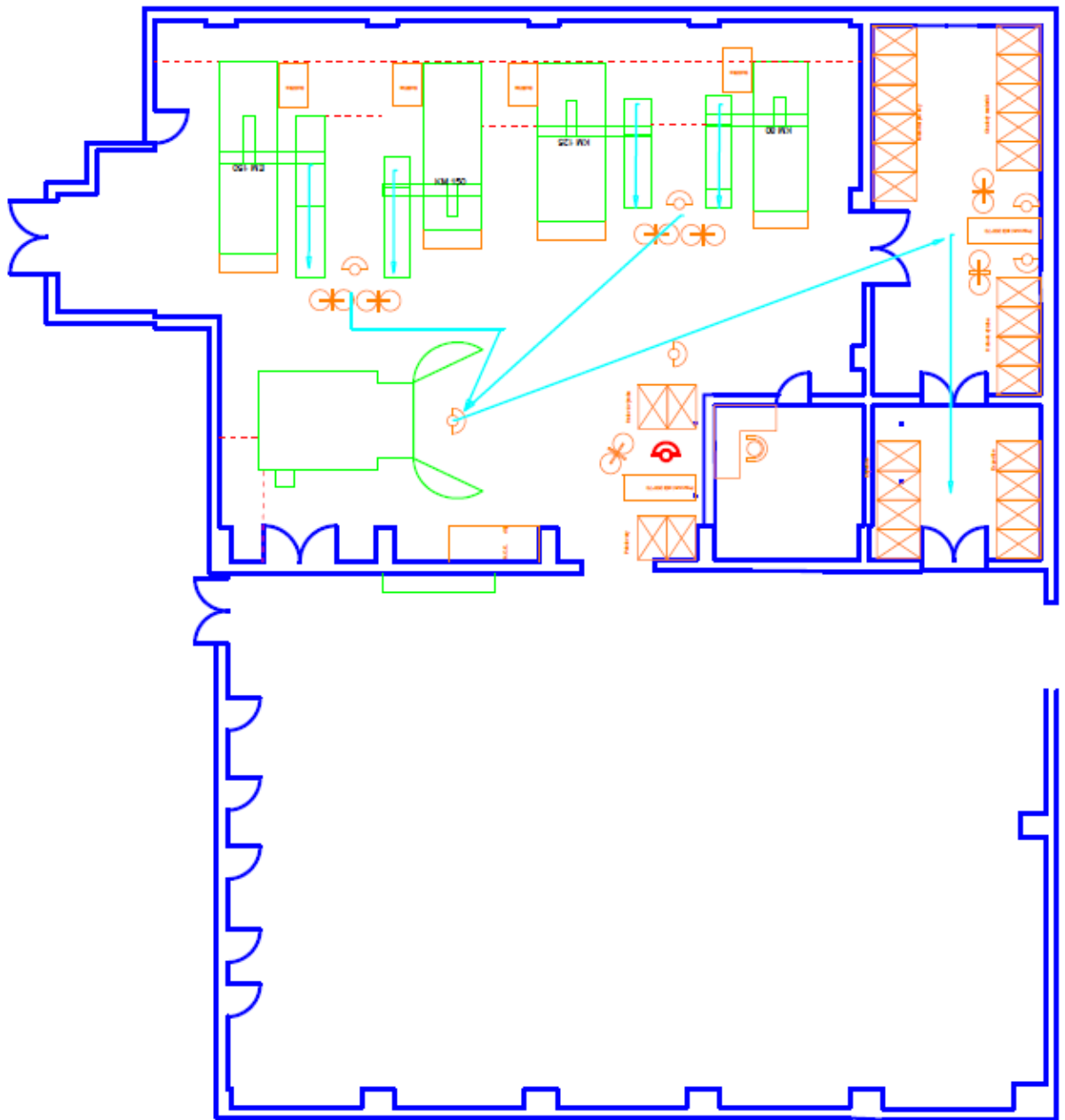
Jako třetí nejčastější prostož pokovovacího zařízení Arzuffi je čištění. Při pokovování výrobků se hliník a plasil ukládají také na závěsy, krycí plechy, koše a šíny, zkrátka na vše, co je uvnitř komory. Struktura silné vrstvy hliníku vypadá podobně jako molitan, je silně pórezní. V těchto pórech se v atmosférickém tlaku ukládají molekuly vzduchu a vodní páry. Při následném čerpání se prodlužuje čas nutný k získání vysokého vakua pro napaření hliníku. Zvětšuje se totiž skutečná plocha povrchu, ze kterého se čerpá vzduch a vodní pára. Doporučovaný počet napařovacích cyklů je cca 400. Nad 500 cyklů (várek) se již neúměrně prodlužuje čas cyklu a snižuje se kvalita napařené Al vrstvy (žluté a tmavé kusy). Odstranění silné Al vrstvy se provádí stahováním v louhu sodném. Při něm je důležitá kvalita následných oplachů ve vodě po louhování. Toto čištění se provádí každý týden a zabere přibližně jednu směnu (12 hodin). Z praktických důvodů je čištění každého pokovovacího zařízení Arzuffi plánována na jiný den, aby vždy bylo alespoň jedno v provozu. Toto čištění je také jako preventivní kontrola, protože se při něm mohou nalézt možné náznaky opotřebení a drobné poruchy.

## 10 NÁVRH NOVÉHO LAYOUTU

V této části jsou uvedeny nové návrhy layoutů. Layouty jsou navrženy tak, aby byla co nejmenší potřeba manipulace od začátku procesu až k expedici a proces byl co nejplynulejší. Díky tomuto usprádaní bude minimalizována potřeba mezioperačního balení, které celý proces zpomaluje a nepřidává žádnou hodnotu. Rozdělení vstřikovacích strojů do jednotlivých pracovišť bylo velkou částí ovlivněno nosností jeřábu 1 000 kg v místnosti bývalého pokovení, kde musely být umístěny menší vstřikovací stroje, jelikož by jeřáb neměl dostatečnou nosnost na formy velkých vstřikovacích strojů při přetypování.

V layoutech jsou tmavě modrou barvou značeny obvodové zdi, zelenou barvou strojní zařízení a oranžovou barvou je zakresleno vybavení, jako jsou palety, sušičky, planety atd. a také operátoři. Světle modrou barvou je znázorněn materiálový tok. Přerušované červené čáry udávají potřebnou vzdálenost mezi zařízeními a zdi, aby mohla být zařízení bez problémů obsluhována a přetypována.

## 10.1 Layout malých vstřikovacích stojů



Obr. 18. Návrh layoutu malých vstřikovacích strojů. (vlastní zpracování)

V prvním layoutu jsou umístěny 4 menší vstřikovací stroje KM 150, KM 125, KM 80 a EM 150. Vstřikovací stroje jsou rozděleny do párů natočeny dopravníkovými pásy k sobě, aby mohl jeden operátor vstřikovacího stroje obsluhovat dva vstřikovací stroje. Operátor by nasazoval výlisky z dopravníkových pásů přímo na planety. Jakmile bude planeta plná, operá-

tor pokovovacího zařízení Arzuffi ji převezme a vloží do zařízení. Pokovené planety poté převezme k operátorům planet, kteří pokovené výrobky sundají z planet, zkontrolují a zabalí. Zabalené výrobky jsou následně převezeny do skladu k expedici. Prázdné planety budou opět přivezeny zpět k operátorům vstřikovacích strojů. Aby mohli operátoři vstřikovacích strojů neustále nasazovat výlisky z pásů na planety, i když budou planety v procesu pokovení, bude potřeba pořídit druhý pár planet ke každému výrobku. To umožní, aby měl téměř vždy operátor vstřikovacího stroje u sebe planety, na které bude výlisky nasazovat. V případě, že by se proces v některé operaci pozdržel, a operátor vstřikovacího stroje neměl u sebe planetu, na kterou by mohl nasazovat výlisky, které budou nepřetržitě v daném cyklu lisovány, tak bude u každého vstřikovacího stroje zásobník pro odkládání výlisků a jakmile budou planety k dispozici, jen přesune výlisky ze zásobníku na planetu.

Na layoutu je vytvořena i místnost pro mistra výroby tak, aby měl přehled o celé výrobě.












Dále jsou v layoutu ještě další dva pracovníci. Jde o operátora planet (značen červeně), který bude mít na starosti nasazování na planety offline výroby, to je výroba, která musela být z určitých důvodů po vylisování zabalena. Tento pracovník tedy bude výlisky vybalovat a nasazovat na planety a následně pokovené výrobky sundávat a balit. Druhý pracovník značený uprostřed místnosti bude mít na starosti zastupování jednotlivých operátorů na přestávkách, nebo když budou mimo pracoviště. V případě, že by se nedostavil některý z pracovníků, což by mohlo ovlivnit celý proces, tak by jej zastoupil. Bude muset být zaučen na všechny operace, které jsou v procesu prováděny.

Tímto novým uspořádáním vznikne volná místnost, ve které byly původně pracoviště pro operátory planet. Společnost tyto volné prostory využije jako skladovací prostory, kterých mají nedostatek a často skladují materiál a zboží mimo vymezené prostory pro skladování.



## 10.1.1 Procesní analýza malých vstřikovacích strojů

Tab. 9. Procesní analýza návrhu layoutu malých vstřikovacích strojů. (vlastní zpracování)

Proces	Popis procesu	Operace	Transport	Kontrola	Skladování	Čekání	Vzdálenost (m)	Doba trvání (min.)	Počet pracovníků
1	Vstřikování plastů							0,57-1,05	
2	Kontrola							0,05	2
3	Nasazení na planetu							5-20	2
4	Převoz k pokovení						6	0,4	1
5	Vložení do pokovovacího zařízení a příprava							2	1
6	Pokovení							11-19	
7	Vyjmutí z pokovovacího zařízení							1	1
8	Převoz k operátorovi						6	0,4	1
9	Kontrola							5	2
10	Složení z planety a zabalení							5-20	2
11	Převoz k uskladnění						26	5	1
12	<b>Celkem</b>						<b>38</b>		
13	<b>Celkem pracovníků - četnost</b>								<b>6</b>
14	<b>Celkem čas</b>							<b>35,41 -73,89</b>	

V procesní analýze nového layoutu se zkrátil čas procesu na 35,41 – 73,89 minuty díky zrušení potřeby meziskladů. Čas se odvíjí převážně od doby cyklu lisování a kapacity planety. Počet operátorů se snížil na 6 v přímém procesu, dva operátory vstřikovacích strojů, jeden operátor pokovovacího zařízení Arzuffi, dva operátoři planet a jeden manipulátor, který je společný pro více výrob. Mimo přímý proces je v layoutu ještě offline pracovník a pracovník, který má na starosti střídání operátorů.

Celková manipulace v celém procesu se snížila pouze na 38 metrů.

### 10.1.2 Kapacita pracoviště

V následujících dvou tabulkách jsou počítané kapacity v situaci, kdy se zároveň budou lisovat výrobky s nejvyšší poptávkou, takže výrobky, kterých měsíčně vyrobí nejvíce a výrobky s nejnižší kapacitou planet, takže dojde k nejvyššímu možnému vytížení pokovovacího zařízení Arzuffi. V počtu vylisovaných kusů je započteno už plánované OEE 60%.

Tab. 10. Kapacity layoutu malých vstřikovacích strojů podle objemu výroby. (vlastní zpracování)

		Výrobek	Ks. celkem	Kapacita planety	Planet	Počet vsázek	Čas celkových vsázek
KM 125	L1	G1	1264	204	6	6	0:44:56
		G2	1264	204	6		0:44:56
KM 80	L2	K1	1525	110	14	14	1:40:30
		K2	1525	106	14		1:44:17
KM 150	L3	L1	2469	200	12	12	1:29:29
		L2	2469	200	12		1:29:29
EM 150	L4	S1	1401	140	10	10	1:12:33
		S2	1401	140	10		1:12:33
<b>Celkem</b>					<b>85</b>	<b>42</b>	<b>10:18:44</b>

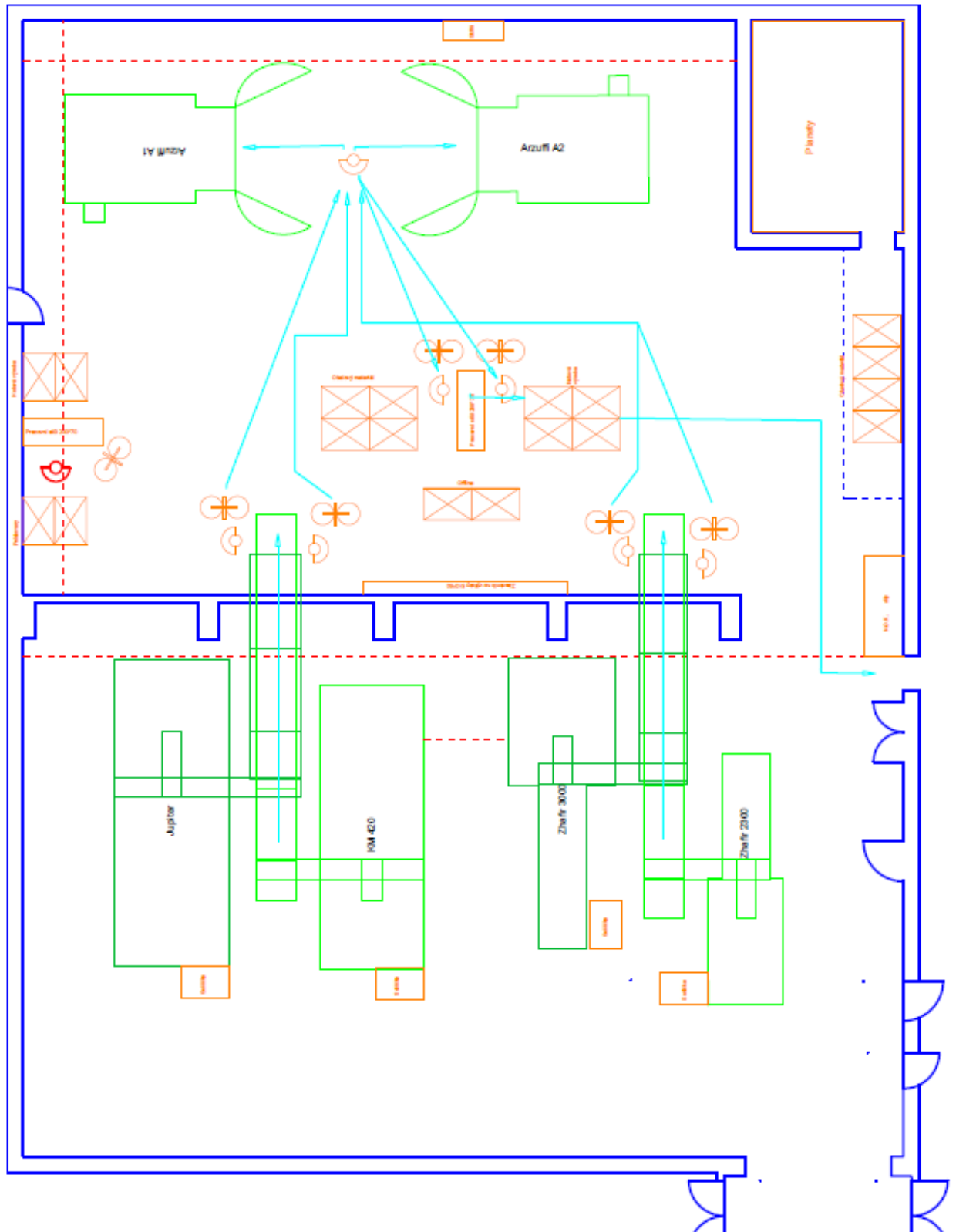
Pokud by probíhala zároveň výroba artiklů, které se vyrábí v největším objemu, tak by se pokovilo denně 42 vsázek, to by znamenalo vytíženost Arzuffi 55% již s přihlédnutím na 77% OEE. Dále by zvyšovala vytíženost případně offline výroba, ta by mohla navýšit počet vsázek na 54, to by znamenalo vytížení na 71%.

Tab. 11. Kapacity layoutu malých vstřikovacích strojů podle kapacity planet. (vlastní zpracování)

		Výrobek	Ks. celkem	Kapacita planety	Planet	Počet vsázek	Čas celkových vsázek
KM 125	L1	H1	1329	132	10	10	1:13:00
		H2	1329	132	10		1:13:00
KM 80	L2	S1	1401	140	10	10	1:12:33
		S2	1401	140	10		1:12:33
KM 150	L3	M1	1296	49	26	26	3:11:45
		M2	1296	49	26		3:11:45
EM 150	L4	J1	1525	132	12	12	1:23:45
		J2	1525	132	12		1:23:45
<b>Celkem</b>					<b>116</b>	<b>58</b>	<b>14:02:07</b>

V případě, že by se vyráběla kombinace výrobků, jež je v tabulce výše, z důvodu nejnižších kapacit planet by docházelo k rychlejšímu plnění planet a tedy 58 vsázek za den. To by znamenalo vytíženost Arzuffi na 76%, po přičtení offline vsázek by počet vsázek byl 70, to by znamenalo vytížení na 92%. Opět je již započítáno 77% OEE.

## 10.2 Layout velkých vstřikovacích strojů



Obr. 19. Návrh layoutu velkých vstřikovacích strojů. (vlastní zpracování)

V druhém layoutu jsou umístěny velké vstřikovací stroje Jupiter 550, KM 420, Zhafir 300 a Zhafir 230. Vstřikovací stroje jsou opět otočeny pásy k sobě, ovšem v tomto případě je vždy jeden pás výše než druhý pás a jsou vedeny nad sebou. Pásy dále budou pokračovat otvory ve zdi do vedlejší místnosti. To bude znamenat nakoupit až desetimetrové dopravníkové pásy. Díky úspoře místa z překrytých pásů je v místnosti dostatek prostoru pro manipulaci a obsluhu vstřikovacích strojů. Všechny čtyři vstřikovací stroje mají ovládní a část pro vkládání forem z druhé strany, než jsou pásy, takže pro přetypování a manipulaci s formami je dostatek prostoru.

U konce dopravníkových pásů jsou vždy dva operátoři planet, z důvodu rychlejšího oběhu planet a jejich kapacitě budou muset častěji využívat zásobníků u stěny při čekání na vrácení planety z oběhu. Občas budou přebývající výlisky muset provizorně i balit a to jim zabere čas navíc.












Další změnou oproti předchozímu layoutu jsou dvě pokovovací zařízení Arzuffi, tím se navýší kapacita pro pokovení, která bude potřeba vyšší než u malých vstřikovacích strojů. To ovlivňují větší výrobky, které se lisují na velkých vstřikovacích strojích, a těch se na planety vejde podstatně méně. To přímo ovlivňuje čas cyklu naplnění planety, který je výrazně kratší. Vzhledem k riziku nedostatku volných planet a to i v případě, že se nakoupí druhý pár ke každému výrobku, budou muset mít tyto planety prioritu při pokovení a sesazování výrobků z planet před planetami s vyšší kapacitou, a tedy pomalejším oběhem.

Princip toku materiálu ovšem zůstává stejný jako u layoutu malých vstřikovacích strojů. V layoutu je i pracoviště pro pracovníka offline, který bude zajišťovat plnění planet výlisky, které byly z určitých důvodů zabaleny a následné sundávání z planet a balení.

Oddělení vstřikovacích strojů a pokovovacích zařízení Arzuffi zdí má také pozitivní vliv na zadržování tepla, které vychází z lisů a mohlo by mít negativní vliv na chod pokovovacího zařízení Arzuffi.

### 10.3 Procesní analýza velkých vstřikovacích strojů

Tab. 12. Procesní analýza návrhu layoutu velkých vstřikovacích strojů. (vlastní zpracování)

Proces	Popis procesu	Operace	Transport	Kontrola	Skladování	Čekání	Vzdálenost (m)	Doba trvání (min.)	Počet pracovníků
1	Vstřikování plastů							0,57-1,05	
2	Kontrola							0,05	4
3	Nasazení na planetu							5-20	4
4	Převoz k pokovení						6	0,4	1
5	Vložení do pokovovacího zařízení a příprava							2	1
6	<b>Pokovení</b>							<b>11-19</b>	
7	Vyjmutí z pokovovacího zařízení Arzuffi							1	1
8	Převoz k operátorovi						6	0,4	1
9	Kontrola							5	2
10	Složení z planety a zabalení							5-20	2
11	Převoz k uskladnění						26	5	1
12	<b>Celkem</b>						<b>38</b>		
13	<b>Celkem pracovníků - četnost</b>								<b>8</b>
14	<b>Celkem čas</b>							<b>35,42 - 73,9</b>	

Procesní analýza layoutu velkých vstřikovacích strojů je velice podobná jako procesní analýza malých vstřikovacích strojů. Jednotlivé kroky jsou stejné i manipulační vzdálenost zůstala stejná a také čas procesu je téměř stejný 35,42 – 73,9 minuty. Rozdíl je pouze v počtu pracovníků, kdy jsou třeba navíc dva operátoři vstřikovacích strojů. Manipulant je stejný, jako pro layout malých vstřikovacích strojů. Mimo přímý proces je opět offline pracovník u planet, ovšem v tomto layoutu není pracovník na zások.

### 10.3.1 Kapacita pracoviště

Pro upřesnění kapacit jsou opět využity výpočty kapacit pro výrobky s největším objemem výroby a následně pro výrobky, které mají planety s nejnižšími kapacitami. V počtu vylisovaných kusů je již započteno plánované 60% OEE vstřikovacích strojů.

Tab. 13. Kapacity layoutu velkých vstřikovacích strojů podle objemu výroby. (vlastní zpracování)

		Výrobek	Ks. celkem	Kapacita planety	Planet	Počet vsázek	Čas celkových vsázek
Jupiter 550	L1	F1	1264	77	16	16	1:59:03
		F2	1264	77	16		1:59:03
KM 420	L2	E1	1296	88	15	15	1:46:46
		E2	1296	88	15		1:46:46
Zhafir 230	L3	W1	1296	30	43	43	5:13:12
		W2	1296	30	43		5:13:12
Zhafir 300	L4	AD1	2411	200	12	12	1:27:24
		AD2	2411	200	12		1:27:24
<b>Celkem</b>					<b>173</b>	<b>86</b>	<b>20:52:51</b>

V případě současné výroby artiklů s největším objemem výroby na každý vstřikovací stroj by byl celkový počet vsázek 86. Při provozu dvou pokovovacích zařízení Arzuffi a tedy maximální kapacitě po odečtení plánovaného 77% OEE 152 vsázek by byly kapacity využity na 57%. Pro přičtení vsázek z offline pracoviště by vsázek bylo 98 a kapacita by byla využita na 64%.

Tab. 14. Kapacity layoutu velkých vstřikovacích strojů podle kapacit planet. (vlastní zpracování)

		Výrobek	Ks. celkem	Kapacita planety	Planet	Počet vsázek	Čas celkových vsázek
Jupiter 550	L1	B1	1234	28	44	44	5:19:36
		B2	1234	28	44		5:19:36
KM 420	L2	F1	1440	77	19	19	2:15:35
		F2	1440	77	19		2:15:35
Zhafir 230	L3	W1	1296	30	43	43	5:13:12
		W2	1296	30	43		5:13:12
Zhafir 300	L4	AE1	1280	80	16	16	1:56:00
		AE2	1280	80	16		1:56:00
<b>Celkem</b>					<b>244</b>	<b>122</b>	<b>29:28:45</b>

Při situaci, že by probíhala současně výroba artiklů s nejnižší kapacitou planet by počet vsázek denně byl 122. To by znamenalo vytížení kapacit na 80%. Při přičtení vsázek z offline pracoviště by počet vsázek byl 134 a to by znamenalo vytížení kapacit na 88%.

#### 10.4 Shrnutí návrhů layoutů

Oba návrhy layoutů jsou založeny na stejném principu toku materiálu. Mezi hlavní změny patří přímý tok výroby bez potřeby mezioperačního balení a zkrácení manipulačních vzdáleností. Tyto dva faktory podstatně ovlivní i počet NOK dílů, které vznikali při převážení a dodatečné manipulaci, jelikož výlisky jsou velice náchylné na jakékoliv poškrábání a znečištění, které se při pokovení ještě zvýrazní. Další způsob, jak omezit vznik NOK dílů je pokovení již v průběhu lisování dané dávky. Pokud totiž vznikne rýha na formě až v průběhu lisování a ne od začátku, tak to současný layout neodhalí, ale díky pokovení v průběhu bude možné tyto vady odhalit závčas a pozastavit lisování dokud se vada neodstraní. Tím se zamezí možnost vylišování části vadné dávky. Tyto tři faktory mohou snížit zmetkovitost až o 5-10%. To znamená snížení nákladů, které výroba NOK dílů vyvolává a zvýšení kapacity, kterou snižovaly NOK díly a snížení oportunitních nákladů. Další úspory nákladů vzniknou snížením potřeby pracovníků z 19 na 16. Vzhledem k využívání agenturních pracovníků by to kmenové zaměstnance nemělo ovlivnit.

Vzhledem k relativně vyrovnanému vytížení kapacit všech pokovovacích zařízení Arzuffi a dostatečnou volnou kapacitou bude možné v době odstavení pokovovacího zařízení Arzuffi z důvodu čištění možné využívat pro pokovení zbylé dvě pokovovací zařízení Arzuffi. To



by mělo omezit potřebu balení výlisků po dobu odstavení dané pokovovací zařízení Arzuffi. Tato odstavení jsou pro každé pokovovací zařízení Arzuffi plánována každý týden, ovšem pro každé z nich na jiný den v týdnu a zaberou přibližně jednu směnu. Ovšem i když bude možné využívat zbylé dvě pokovovací zařízení Arzuffi, proces bude zpomalen z důvodu převozu na další pracoviště a možného čekání na pokovení. Část výlisků se bude tedy muset balit a ty poté budou připravovat na pokovení offline pracoviště.

Aby mohly být tyto dva návrhy zavedeny, budou třeba investice na pořízení potřebných zařízení a také na přestavbu z původního stavu, která potrvá přibližně tři dny. Pro plynulý proces bude třeba nakoupit od každého druhu výrobku další planetu, u planet s nejnižšími kapacitami a velkým objemem výroby budou potřeba dohromady tři planety. Dále bude potřeba pořídit 4 nové dopravníkové pásy o délce 565 cm, 575 cm, 970 cm a 1010 cm.

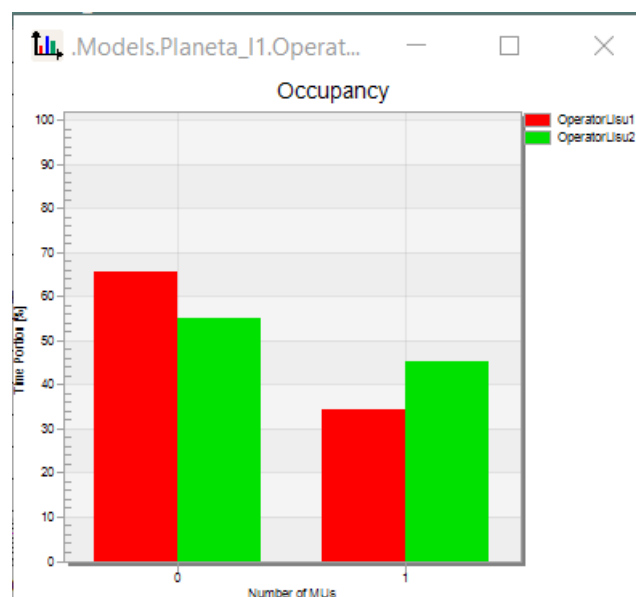
## 11 PLANT SIMULATION

Pro ověření realizovatelnosti návrhu nového layoutu byla vypracována simulace výroby měsíčního objemu produkce na každý z layoutů.

### 11.1 Simulace výroby layoutu malých vstřikovacích strojů

V příloze III. je simulace výroby po vyrobení měsíčního objemu produkce. Stanovený měsíční objem produkce je vyroben za 21 dní simulace. Ovšem na celých 21 dní má výrobu pouze vstřikovací stroj KM 150. Ostatní vstřikovací stroje mají stanovenou výrobu hotovou podstatně dříve. Přesněji to je 9 dní u KM 125, 7 dní a 12 hodin u EM 150 a u KM 80 je to 6 dní. Na vstřikovacích strojích je nastavená dostupnost zařízení 60%, aby hodnota odpovídala plánovanému OEE: Na pokovovacím zařízení Arzuffi je nastavena dostupnost 77%. U operátorů je ve vytíženosti počítáno se 100% dostupností a nejsou započítány povinné přestávky, střídání směn a další prostoje.

#### 11.1.1 Vytíženost operátorů vstřikovacích strojů

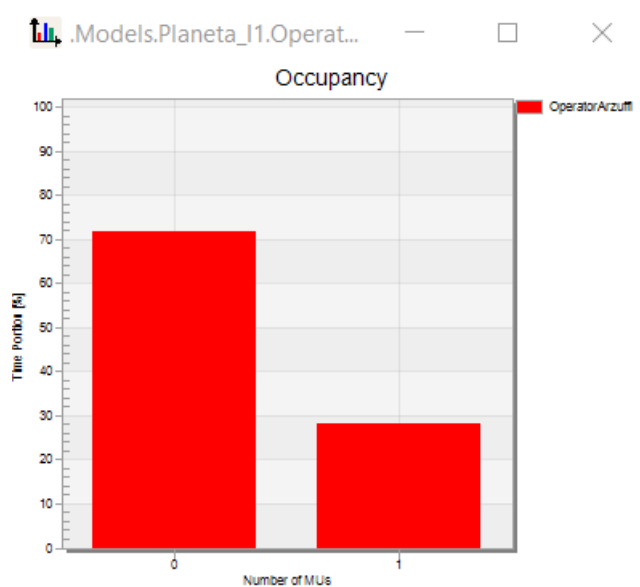


Graf 1. Vytíženost operátorů vstřikovacích strojů. (vlastní zpracování)

V grafu 1 je zaznamenána vytíženost operátorů vstřikovacích strojů. Každý z operátorů obsluhuje dva vstřikovací stroje. Operátor 1 obsluhující KM 125 a KM 80 je vytížen přibližně na 35% čistého času zacházení s vylisky. Operátor 2 obsluhující KM 150 a EM 150 je vytížen přibližně na 47% čistého času zacházení s vylisky. Operátoři jsou optimálně vytíženi,

protože při vysoké vytíženosti by mohlo nastávat, že by nestíhali odebírat vylisky z dopravníkového pásu, kdyby byla situace, že by se zároveň na obou vstřikovacích strojích vyráběly výrobky s rychlým výrobním cyklem nebo výrobky, které vyrobí v cyklu 4 díly. Čas na kontrolu a nasazení jednoho vylisku je 5 sekund. Operátoři budou muset být už zaučení a zkušení v této operaci.

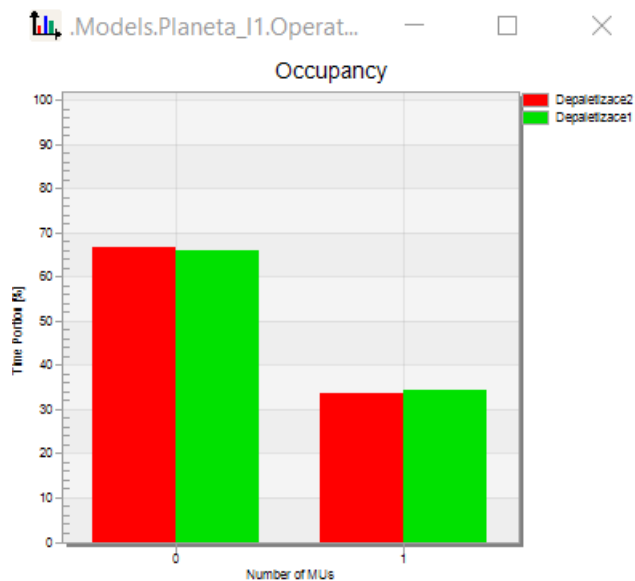
### 11.1.2 Vytíženost operátora pokovovacího zařízení Arzuffi



Graf 2. Vytíženost operátora pokovovacího zařízení Arzuffi. (vlastní zpracování)

V grafu 2 je vidět, že operátor Arzuffi je vytížen přibližně na 29%. V této hodnotě je obsažena manipulace s planetami, jejich příprava k pokovení a následné vyjmutí z pokovovacího zařízení. Vytíženost se ještě o něco navýší skrze zásobování planetami z offline pracoviště, které není součástí simulace. Pracovník bude mít dostatek času na dodatečné činnosti, například aktivity spojené s autonomní údržbou.

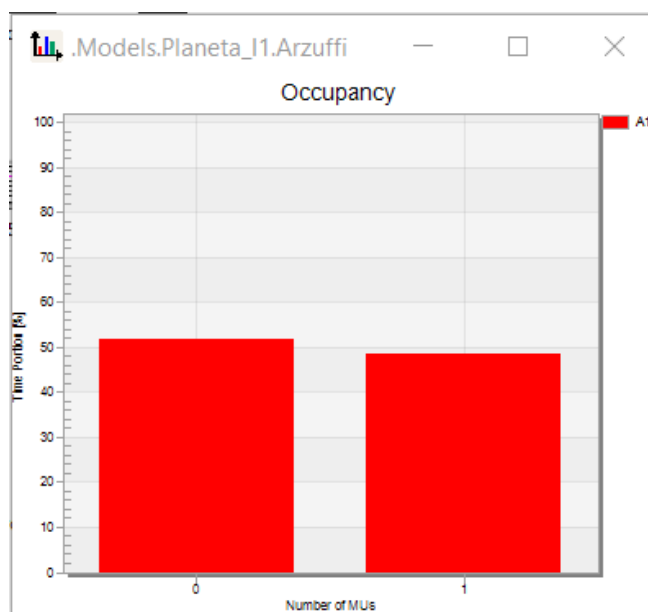
### 11.1.3 Vytíženost operátorů planet



Graf 3. Vytíženost operátorů planet. (vlastní zpracování)

V grafu 3 lze vidět vytíženost obou operátorů planet. První operátor je vytížen přibližně na 34% a druhý operátor na 33%. Opět se vytížení navýší z důvodu zásobování planetami z offline pracoviště, které není součástí simulace. Při této vytíženosti je počítáno s plně zaučenými operátory, jelikož je tato práce velice náročná na kontrolu kvality.

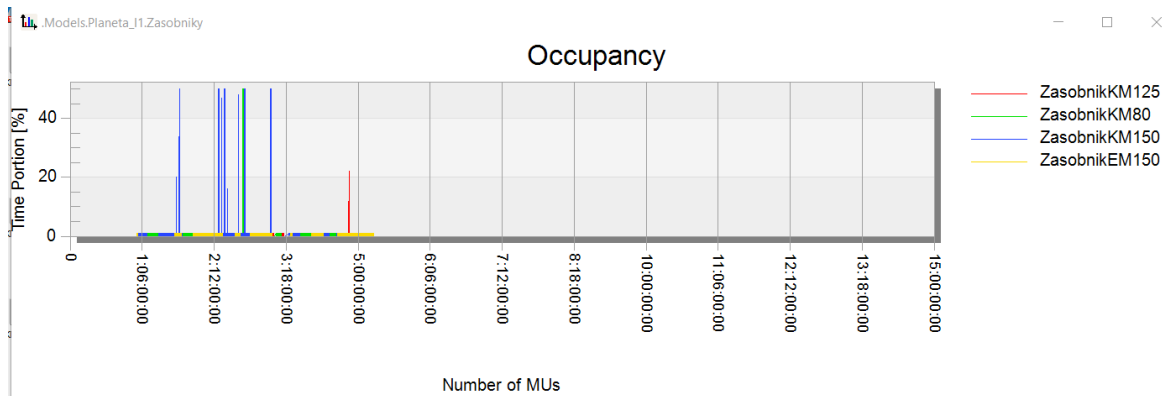
### 11.1.4 Vytíženost pokovovacího zařízení Arzuffi



Graf 4. Vytíženost pokovovacího zařízení Arzuffi. (vlastní zpracování)

Graf 4 znázorňuje vytížení pokovovacího zařízení Arzuffi. Pokovovací zařízení je vytíženo přibližně na 48%. Ovšem opět není započítána výroba z offline pracoviště. Zařízení má dostatečně volné kapacity, aby mohlo přijímat na pokovení i planety z layoutu velkých vstřikovacích lisů, když bude probíhat čištění jednoho ze dvou pokovovacích zařízení a zbylé zařízení nebude mít dostatečnou kapacitu.

### 11.1.5 Vytíženost zásobníků



Graf 5. Vytíženost zásobníků. (vlastní zpracování)

V Grafu 5 je znázorněno využití zásobníků situovaných u lisů. Zásobníky mají kapacitu 50 ks. Za celou dobu došlo pouze k pár situacím, kdy nebylo místo v zásobnících dostatečné. Tyto situace znázorňují sloupce převyšující hodnotu 50 v grafu. V případě, že zásobníky nestačí, musí se výlisky balit a následně převést na offline pracoviště.

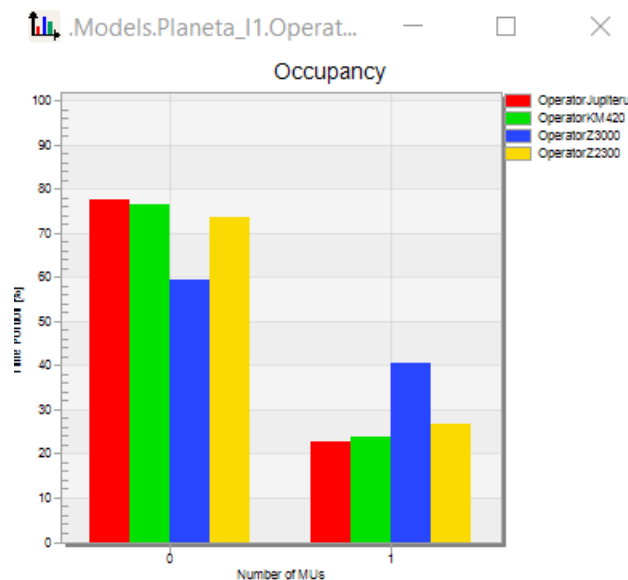
### 11.1.6 Vyhodnocení simulace layoutu malých vstřikovacích strojů

Simulací bylo zjištěno, že vstřikovací stroje KM 80, KM 125 a EM 150 mají vysoké volné kapacity pro navýšení objemu výroby. Volné kapacity jsou v současnosti zaplňovány částečně zkoušením a zaváděním nových výrob. U některých operátorů byla zjištěna poměrně nízká vytíženost. Díky tomu bude pracovník, který byl původně určen k zastupování při přestávkách a jiných prostojích potřeba jen při zavádění nového layoutu a v dlouhodobém výhledu už potřeba nebude. Dalším aspektem je plánované zavedení SMED u vstřikovacích strojů a celkové zvýšení OEE, to by při vysokém vytížení mohlo být v budoucnu problém. Při vytížení operátorů je také nutné zohlednit, že výrobní družstvo zaměstnává také poměrnou část pracovníků se sníženou pracovní schopností, jak je uvedeno v poslání výrobního družstva a tito pracovníci nemohou být vytěžováni naplno.

## 11.2 Simulace výroby layoutu velkých vstřikovacích strojů

V příloze IV. je simulace výroby po vyrobení měsíčního objemu produkce. Stanovený měsíční objem produkce je vyroben za 22 dní simulace. Ovšem na celých 22 dní má výrobu pouze vstřikovací stroj Zhafir 230. Ostatní vstřikovací stroje mají stanovenou výrobu hotovou dříve. Přesněji to je 20 dní u Jupiteru 550, 19 dní a 4 hodiny u KM 420 a u Zhafiru 300 je to 11 dní a jedna hodina. Na vstřikovacích strojích je nastavená dostupnost zařízení 60%, aby hodnota odpovídala plánovanému OEE: Na pokovovacím zařízení Arzuffi je nastavena dostupnost 77%. U operátorů je ve vytíženosti počítáno se 100% dostupností a nejsou započítány povinné přestávky, střídání směn a další prostoje.

### 11.2.1 Vytíženost operátorů vstřikovacích strojů

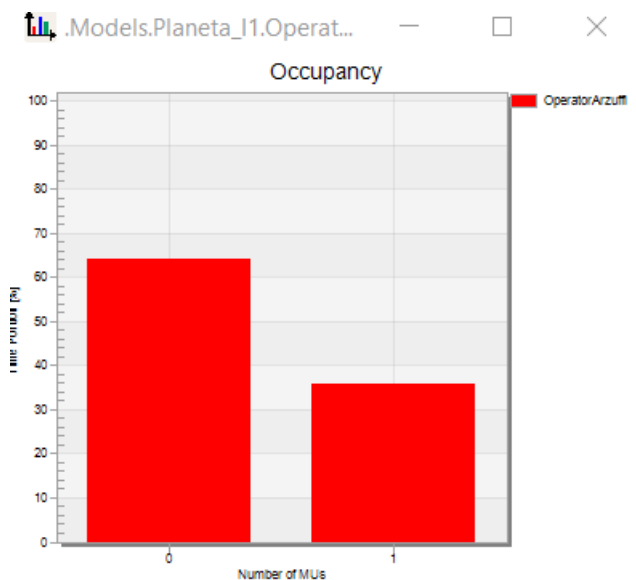


Graf 6. Vytíženost operátorů velkých vstřikovacích strojů. (vlastní zpracování)

V grafu 6 je zobrazeno vytížení všech 4 operátorů vstřikovacích strojů. Nejvytíženější je operátor Zhafiru 230 na 41%, další operátoři se pohybují mezi 20-30% vytíženosti. Vytíženost je počítána pouze na odebrání výlisků z dopravníkového pásu, kontrolu a nasazení na planetu. Čas této operace na jeden výlisk je přibližně 8 sekund. Operátoři jsou méně vytížení než u malých vstřikovacích strojů, ale není možné, aby jeden operátor obsluhoval dva vstřikovací stroje, jak je to v layoutu malých vstřikovacích strojů. Důvodem je dynamičtější výroba, vyšší vytížení zásobníků a tím potřeba častějšího balení výlisků. Ovšem pro obsluhu

nebudou třeba tak vysoce zkušené operátory, jako u druhého layoutu a bude tedy i prostor pro zaškolování nových operátorů.

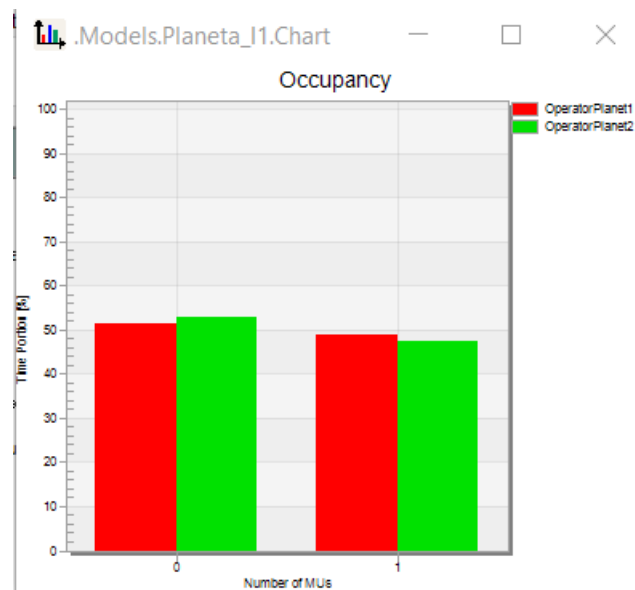
### 11.2.2 Vytíženost operátora pokovovacího zařízení Arzuffi



Graf 7. Vytíženost operátora pokovovacího zařízení Arzuffi. (vlastní zpracování)

V grafu 7 je vidět, že operátor Arzuffi je vytížen přibližně na 37%. V této hodnotě je obsažena manipulace s planetami, jejich příprava k pokovení a následné vyjmutí z pokovovacího zařízení. Vytíženost se ještě o něco navýší skrze zásobování planetami z offline pracoviště, které není součástí simulace. Pracovník bude mít dostatek času na dodatečné činnosti, například aktivity spojené s autonomní údržbou.

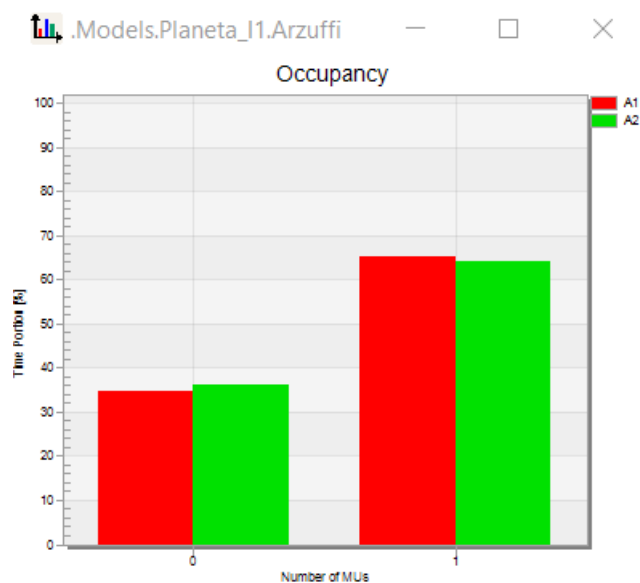
### 11.2.3 Vytíženost operátorů planet



Graf 8. Vytíženost operátorů planet. (vlastní zpracování)

V grafu 8 lze vidět vytíženost obou operátorů planet. První operátor je vytížen přibližně na 49% a druhý operátor na 48%. Opět se vytížení navýší z důvodu zásobování planetami z offline pracoviště, které není součástí simulace. Při této vytíženosti je počítáno s plně zaučnými operátory, jelikož je tato práce velice náročná na kontrolu kvality.

### 11.2.4 Vytíženost pokovovacích zařízení Arzuffi



Graf 9. Vytíženost pokovovacích zařízení Arzuffi. (vlastní zpracování)



Graf 9 znázorňuje vytížení pokovovacích zařízení Arzuffi. Pokovovací zařízení jsou vytížena přibližně na 65 % a druhé na 66%. Ovšem opět není započítána výroba z offline pracoviště. Zařízení má dostatečně volné kapacity, aby mohlo přijímat na pokovení i planety z layoutu malých vstřikovacích lisů, když bude probíhat čištění pokovovacího zařízení.

#### **11.2.5 Vytíženost zásobníků**

Graf v příloze P V.. znázorňuje obsazenost zásobníků situovaných u velkých lisů. Zásobníky mají opět kapacitu 50 ks. Ovšem z důvodu dynamičtější výroby a nízkých kapacit planet dochází k častějšímu zaplnění zásobníků a potřeba výlisky balit a přesunout na offline pracoviště. Tuto situaci pomohlo zlepšit zavedení třetího páru planet do oběhu u některých výrob, jelikož se planety nestačily vracet k operátorům lisů. Ovšem ani toto řešení problém neodstranilo úplně.

#### **11.2.6 Vyhodnocení simulace layoutu velkých vstřikovacích strojů**

Simulací bylo zjištěno daleko vyšší využití vstřikovacích strojů, než u předchozího layoutu malých vstřikovacích strojů. Ovšem i v tomto layoutu jsou volné kapacity pro navýšení objemu výroby a testování nových výrob. U operátorů vstřikovacích strojů bylo zjištěno nízké vytížení. Díky tomu nebude opět potřeba další pracovník na střídání operátorů při pauzách a dalších prostojích a také při nečekané absenci operátora vstřikovacích strojů ve druhém layoutu jej bude možné jedním z těchto operátorů zastoupit, aniž by se výrazně ovlivnila plynulost výroby. Operátoři na dalších pracovištích jsou naopak více vytíženi. Opět je zde prostor pro plánované vytížení vstřikovacích strojů, aniž by to operátory přetížilo.

Z důvodu dynamičtější výroby a nízkých kapacit planet se planety nestíhali vracet k operátorům vstřikovacích strojů, proto je třeba pořídit třetí páry planet pro výroby: B, C, R, W, X, AB, AC, AD.

## 12 NÁKLADY A NÁVRATNOST INVESTICE

Pro zjištění, zda má smysl projekt implementovat z finančního hlediska byla vytvořena nákladová analýza a doba návratnosti investic.

### 12.1 Potřebné investice

Změna v layoutu v takovém rozsahu bude vyžadovat určité investice. Nejvyšší položkou, do které bude třeba investovat, jsou nové planety. Dále budou potřeba pořídit 4 nové, delší dopravníkové pásy a přesunout vstříkovací stroje a pokovovací zařízení Arzuffi ze stávajících prostor.

Tab. 15. Vyčíslení potřebných investic. (vlastní zpracování)

Položka	Množství	Cena
Nové planety	72 ks	1 440 000,00 Kč
Dopravníkové pásy	4 ks	700 000,00 Kč
Přesun zařízení		80 000,00 Kč
<b>Celkem</b>		<b>2 220 000,00 Kč</b>

V tabulce č 15 jsou vyčíslené přibližné náklady na potřebné investice. Nejvyšší položkou 1 440 000 Kč je pořízení nových párů planet. Jedna planeta stojí přibližně 20 000 Kč a pro zajištění plynulého chodu výroby v novém layoutu bude třeba pořídit 72 planet. Druhou nejvyšší částkou 700 000 Kč je pořízení nových dopravníkových pásů k velkým vstříkovacím strojům. Dopravníkové pásy o délce 10,1 a 9,7 metrů budou stát každý přibližně 200 000 Kč a dopravníkové pásy s délkou 5,65 a 5,75 metrů budou stát každý přibližně 150 000 Kč. Přesun potřebných zařízení bude stát přibližně 80 000 Kč. Jedná se o přesun vstříkovací stroje a pokovovacího zařízení Arzuffi ze stávajícího layoutu do nového a nainstalování potřebných opatření, aby mohla zařízení fungovat. Tento přesun je odhadován na tři dny, ovšem odstávka výroby z důvodu přesunu náklady nenavýší, protože přesun bude probíhat v době celozávodní dovolené. Celkové náklady vzniklé se změnou layoutu budou 2 220 000 Kč.

### 12.2 Úspory

Změna layoutu by přinesla úspory ve dvou důležitých oblastech. První úspora je v podobě mzdových nákladů, protože v novém layoutu bude potřeba o čtyři pracovníky méně, než ve

stávajícím stavu. Jelikož společnost využívá i agenturní pracovníky, tak by se tato změna neměla dotknout kmenových pracovníků, ale nákladů na pracovníky z agentury práce, kteří bývají nákladnější. Druhá úspora je v podobě nižší zmetkovitosti. Snížení zmetkovitosti byl jeden z hlavních cílů a požadavků na změnu layoutu. Zmetkovitost by se měla snížit minimálně o 5%, ovšem počítá se se situací, že se může snížit i o 8-10 %.

Pro zjištění úspor, které vzniknou snížením nekvality, byly vybrány tři reprezentativní výrobky, které se vyrábí v nejvyšších objemech a zjištěné náklady byly poté zprůměrovány a výsledná hodnota použita pro roční objem výroby všech produktů.

*Tab. 16. Roční úspory při snížení nekvality o 5%. (vlastní zpracování)*

Mzdové náklady	917 473,34 Kč
Výrobní náklady	1 400 009,40 Kč
Oportunitní náklady	463 071,65 Kč
<b>Celkem</b>	<b>2 780 554,39 Kč</b>

V tabulce č. 16 jsou znázorněny úspory, které vzniknou změnou layoutu. Společnost ročně ušetří na mzdových nákladech 917 473,34 Kč. Na výrobních nákladech při snížení nekvality o 5% a při stávajícím objemu výroby společnost ročně ušetří 1 400 009,40 Kč. Neméně důležité jsou i oportunitní náklady, o které společnost přichází nekvalitní výrobou. Oportunitní náklady se sníží o 463 071,65 Kč za stejných podmínek jako výrobní náklady. Celkově společnost ročně ušetří 2 780 554,39 Kč.

*Tab. 17. Roční úspory při snížení nekvality o 8%. (vlastní zpracování)*

Mzdové náklady	917 473,34 Kč
Výrobní náklady	2 240 015,04 Kč
Oportunitní náklady	740 914,63 Kč
<b>Celkem</b>	<b>3 898 403,01 Kč</b>

V tabulce č. 17 jsou znázorněny úspory, které vzniknou změnou layoutu. Společnost ročně ušetří na mzdových nákladech 917 473,34 Kč. Na výrobních nákladech při snížení nekvality o 8% a při stávajícím objemu výroby společnost ročně ušetří 2 240 015,04 Kč. Neméně důležité jsou i oportunitní náklady, o které společnost přichází nekvalitní výrobou. Oportunitní

náklady se sníží o 740 914,63 Kč za stejných podmínek jako výrobní náklady. Celkově společnost ročně ušetří 3 898 403,01 Kč.

Tab. 18. Roční úspory při snížení nekvality o 10%. (vlastní zpracování)

Mzdové náklady	917 473,34 Kč
Výrobní náklady	2 800 018,80 Kč
Oportunitní náklady	926 143,29 Kč
<b>Celkem</b>	<b>4 643 635,43 Kč</b>

V tabulce č. 18 jsou znázorněny úspory, které vzniknou změnou layoutu. Společnost ročně ušetří na mzdových nákladech 917 473,34 Kč. Na výrobních nákladech při snížení nekvality o 10% a při stávajícím objemu výroby společnost ročně ušetří 2 800 018,80 Kč. Neméně důležité jsou i oportunitní náklady, o které společnost přichází nekvalitní výrobou. Oportunitní náklady se sníží o 926 143,29 Kč za stejných podmínek jako výrobní náklady. Celkově společnost ročně ušetří 4 643 635,43 Kč.

### 12.3 Doba návratnosti

Pro výpočet doby návratnosti byly použity náklady a úspory všech tří možností snížení nekvality.

Tab. 19. Doba návratnosti investic. (vlastní zpracování)

Snížená nekvalita	Náklady	Úspory	Doba návratnosti
5%	2 220 000,00 Kč	2 780 554,39 Kč	0,8 roku
8%	2 220 000,00 Kč	3 898 403,01 Kč	0,6 roku
10%	2 220 000,00 Kč	4 643 635,43 Kč	0,5 roku

V tabulce č. 19 jsou uvedeny doby návratnosti ve třech situacích. V situaci, kdy se nekvalita sníží o 5%, doba návratnosti investice bude 0,8 roku. V případě, že se vnitřní nekvalita sníží o 8%, bude doba návratnosti 0,6 let a v případě snížení vnitřní nekvality o 10% bude doba návratnosti 0,5 let. Tyto hodnoty jsou pro stávající objem výroby, ovšem návrh nového layoutu navyšuje stávající kapacitu, protože poptávka po produktech společnosti Irisa neustále roste, takže se doby návratností mohou podstatně snížit při naplnění nových kapacit.

### 13 ŘÍZENÍ RIZIK

V návaznosti se změnou layoutu je třeba zmínit i situace, které by mohli nastat s určitou pravděpodobností a zásadně narušit výrobu. Toto narušení výroby by poté mohlo mít vážné následky v podobě nedodání poptávaného množství produktů do smluveného termínu a s tím spojené sankce ze strany odběratele. Pro analýzu rizik byla použita opět metoda RIPRAN. Mezi tyto rizika patří hlavně výpadek některého z výrobních faktorů.

### 13.1 RIPRAN

Tab. 20. RIPRAN řízení rizik. (vlastní zpracování)

Situace rizika před vykonáním opatření									
Č.	Hrozba	Pst. Hrozby	Scénář	Pst. Scénáře	Výsledná pst.	Výslední pst. Kategorie	Dopad kategorie	Hodnota rizika kategorie	Opatření
1	Porucha lisu na déle jak 7 dní	40%	Čekání na opravu lisu.	80%	0,32	SP	SD	SHR	TPM, ISO 9001:2015
2	Porucha lisu na déle jak měsíc	40%	Čekání na dodání součástky potřebné k opravě.	90%	0,36	SP	VD	SHR	TPM, ISO 9001:2015
3	Porucha Arzuffi na déle jak 7 dní	15%	Čekání na opravu Arzuffi.	70%	0,11	MP	MD	MHR	Akceptace
4	Porucha Arzuffi na déle jak měsíc	15%	Závažnější oprava Arzuffi.	80%	0,12	MP	SD	MHR	Akceptace
5	Výpadek elektrického proudu	10%	Vyhoření/zkrat jedné z trafostanic	60%	0,06	MP	SD	MHR	Akceptace
6	Nedostatek pracovníků	30%	Vysoká fluktuace	80%	0,24	SP	SD	SHR	Motivace pracovníků

V hodnocení možných rizik metodou RIPRAN vyšla nejhůře hrozba poruchy lisu s opravou delší jak jeden měsíc. V případě takhle závažné poruchy zabere často nejdelší dobu čekání na potřebné součástky, které se dopravují většinou ze zahraničí a musí se objednávat, protože udržovat zásobu náhradních dílů pro lisy by bylo obzvláště nákladné. V horším případě by bylo třeba poslat nefunkční vstříkovací stroj na opravu a to by trvalo ještě déle. Pokud by taková situace nastala, tak by bylo třeba přesunout výrobu na ostatní vstříkovací stroje, které mohou dané výrobky také lisovat, ovšem je i několik výrobků, které lze lisovat pouze na daném vstříkovacím stroji. Jako druhá nejvyšší hrozba vyšla opět porucha vstříkovacích strojů, ovšem v době opravy jeden týden až měsíc. Opět by bylo třeba přesunout výrobu na další vstříkovací stroje. Jako poslední významná

hrozba vyšel nedostatek pracovníků. Společnost se potýká s nedostatkem kmenových zaměstnanců a mohla by nastat situace, že se neočekávaně nedostaví jeden nebo více pracovníků a to by narušilo plynulý proces pokovení. Jako akceptovatelné hrozby jsou poruchy pokovovacího zařízení Arzuffi s dobou opravy týden až měsíc a delší než měsíc, jelikož pokovovací zařízení Arzuffi jsou nová a dobře udržovaná. Pro pokovovací zařízení Arzuffi je vytvořen plán údržby, kdy se pravidelně kontrolují při čištění určené části a poté se pravidelně po určitém počtu vsázek kontrolují a případně vyměňují potřebné díly. V případě poruchy jednoho pokovovacího zařízení Arzuffi by nejdůležitější výrobu pokryla kapacitně zbylá dvě zařízení. Jako nejmenší hrozba je považován výpadek elektrického proudu, jako je například vyhoření trafostanice nebo podobná příčina. Společnost se na konci prosince s touto situací potýkala, a proto chystá investice do revitalizace elektrických zařízení a posílení elektrických obvodů.

### 13.2 Poruchy vstříkovacích strojů

Poruchy vstříkovacích strojů patří mezi jednu z největších hrozeb Závodu 2 – vstříkování plastů. Většina poruch vstříkovacích strojů jsou dlouhodobějšího charakteru. Pokud jde o drobnější poruchu, zvládnou ji vyřešit údržbáři, kteří mají vstříkovací stroje na starosti, ale většinou jde o vážnější poruchy, někdy tyto poruchy dokáže opravit jedna z nástrojářen v okolí, ovšem často je třeba objednat nový díl, který byl poškozený a to trvá často i déle jak měsíc. Pokud není oprava delší jak měsíc, je možné naplánovat výrobu daného vstříkovacího stroje na ostatních vstříkovacích strojích, které jsou přizpůsobeny na dané formy. Vzniká tím složitější plánování výroby a vyšší vyřízení daných vstříkovacích strojů. Ovšem je i pár výrobků, které se dají vstříkovat pouze na jednom vstříkovacím stroji. Takže v případě opravy kratší než jeden měsíc, když se veškeré ostatní výrobky vyrobí na jiných strojích a bude třeba vyrobit pouze tyto výrobky, tak by ve většině případů nemělo dojít k ohrožení termínů dodání. Ovšem v případě opravy delší jak jeden měsíc dochází k dlouhodobému vysokému vyřízení ostatních vstříkovacích strojů a není možné vyrobit výrobky, které se dají vyrobit pouze na daném vstříkovacím stroji. To znamená pro společnost problémy. Situaci může vyřešit výrobou v kooperaci s jinou firmou, která má vstříkovací stroj, který může tyto výlisky vyrobit. Tato varianta není nejvhodnější, ale společnost se vyhne sankcím za včasné nedodání.

Z těchto důvodů je třeba, aby se minimalizovalo riziko, že tato situace nastane.

Tab. 21. Výrobky bez náhradní výroby. (vlastní zpracování)

Vstříkovací stroj	Měsíční objem výroby
<b>*JUPITER 550*</b>	
A1	3435
A2	3435
B1	1508
B2	1508
<b>*ZHAFIR 230*</b>	
W1	12672
W2	12672
Z1	4250
Z2	4250
AB1	9625
AB2	9625



V tabulce č. 21. je seznam výrobků, které je možné lisovat pouze na jednom vstřikovacím stroji a není možné formu použít na jiném vstřikovacím stroji ve společnosti. Tyto výrobky se vyrábí pouze na vstřikovacích strojích Jupiter 550 a Zhafir 230. Proto by se navrhovaná opatření měla zaměřit hlavně na tyto dva vstřikovací stroje.

### 13.2.1 ISO 9001:2015

Společnost má zavedenou normu ISO 9001:2008. Na základě této normy lze zohlednit management rizik u následujících požadavků:

- 5.4 Plánování kvality
- 5.6 Přezkoumání vedením
- 6.3 Infrastruktura
- 7.1 Plánování realizace produktu
- 7.3 Návrh a vývoj
- 8.5.3 Preventivní opatření

Pokud se společnost bude zabývat těmito požadavky, tak zjistí, že všechny představují pro organizaci a produkty riziko. Ve spojení s poruchami vstřikovacích strojů jde převážně o část preventivního opatření.

Pro zavedení managementu rizik dle ISO 9001:2015 není nutný dokumentovaný přístup. „Uvažování na základě rizik“ umožňuje hodnocení rizik kvalitativní i kvantitativní podle organizace. Riziko je často vyjadřováno kombinací významnosti následků a možnosti výskytu dané události. Z toho důvodu je potřeba stanovit závažnost situace a úroveň formálnosti, které jsou zapotřebí pro plánování a řízení systému managementu kvality a jeho procesů.

ČSN ISO 31000:2010 „Management rizik – Principy a směrnice“ poskytuje principy a návody pro řízení veškerých forem rizika systematickým způsobem. Uspořádání do cyklu P-D-C-A (Plan – Do – Check – Act). Jednotlivé části managementu většinou obsahují postupy, praktiky, přidělování odpovědností, stanovení pořadí a načasování činností. Plán managementu rizik je možné využívat v celé organizaci nebo v jakékoliv její části.

(<http://www.milantrcka.cz/index.php/publikacni-cinnost/vite-ze/35-vite-jak-zacit-s-managementem-rizik-podle-iso-9001-2015>)

### 13.2.2 TPM

V současnosti je ve společnosti údržba vstříkovacích strojů nedostatečná. K údržbě vstříkovacích strojů slouží karta údržby lisů (příloha č II) kde jsou naplánované v časových intervalech kontroly a výměny dílů. Ovšem o těchto úkonech nejsou pořizovány dostatečné záznamy a nejsou vypracovány přesné standardy, které by mohly údržbu zefektivnit. Některé lisy se potýkají s opotřebenými díly a tím se zvyšuje riziko poruchy a odstavení výroby daného vstříkovacího stroje. Jde často i o opotřebení tavících komor, které ovlivňují kvalitu výlisků a tím zvyšují počet NOK dílů. Většina oprav vstříkovacích strojů probíhá až po poruše, a to má za následek zvýšené náklady a prostoje.

V současnosti se na kontrole a údržbě nepodílí ani operátoři vstříkovacích strojů ani pracovníci, kteří mají na starosti výměnu a seřízení formy a nejsou ani zaučení na tyto úkony ohledně vstříkovacího stroje. Plány údržby vytváří technický úsek a v úseku údržby jsou 3 pracovníci, kteří mají na starosti od údržby elektriny až po údržbu robotických ramen u vstříkovacích strojů. Tito pracovníci údržby jsou vytěžováni i dodatečnou prací, jako je čištění forem atd. Proto nemají ani potřebný čas se naplno věnovat veškeré údržbě, tak jak je potřeba. Nedostatek pracovníků na údržbu je největší problém, proč údržba neprobíhá správně. Jako další překážka je neochota investovat do náhradních dílů, dokud to není nutné. Formy pro vstříkovací stroje se s takovými problémy nepotýkají. Jelikož přímo ovlivňují kvalitu výroby a špatné formy mohou zavinit prostoje vzniklé opravou, jsou pro jejich údržbu a seřizování určena samostatná pracoviště.

Vzhledem k této situaci a nákladnosti vstříkovacích zařízení by bylo vhodné zavést metodu TPM a v návaznosti i SMED.

#### **Preventivní údržba**

Jelikož společnost využívá vstříkovací stroje od více značek, měla by vytvořit plány údržby doporučené danými výrobci ke každé značce vstříkovacího stroje, zvláště podle dosažení stanovené hranice počtu odlisovaných zdvihů kombinovaně i s pravidelnými časovými intervaly. Minimálně jednou ročně by měla být naplánovaná kompletní kontrola vstříkovací jednotky a všech komponentů, jelikož má vysoký vliv na kvalitu výrobků a také oprava při poruše bývá nákladná. Dále by se měl vytvořit detailní mazací plán. O těchto úkonech by se měly vést konkrétní záznamy a deník četnosti závad, podle kterého by se individuálně plánovaly kontroly a údržby na další období a také by se plánovaly náhradní díly.

Do procesu údržby by měli být zapojeni i operátoři, i když nemají potřebnou kvalifikaci a znalosti k složitějším zásahům do vstřikovacího stroje, měli by udržovat naprostý pořádek v okolí vstřikovacího stroje, rozeznávat zjevné vady, jako jsou úniky kapalin nebo neobvyklý chod stroje. V tomto případě by měli hned přivolat pracovníka údržby. Více se mohou do údržby zapojit pracovníci, kteří seřizují a vyměňují formy. Ti by při výměně forem mohli udělat vizuální kontrolu komponentů v uzavírací jednotce a zaznamenat případné poškození, špatné nastavení nebo opotřebení. K tomu by bylo potřeba je řádně zaškolit. Aby nedošlo k významně zvýšeným prostojům, tak by měla být provedena metoda SMED na výměnu formy. Na veškeré tyto činnosti údržby by se měly vytvořit standardy a dbát na jejich dodržování.

### **Prediktivní údržba**

Do prediktivní údržby vstřikovacích strojů by měla patřit kontrola nezvyklého chování vstřikovacích strojů v provozu. Například: pokud je zvýšené množství zmetků, tak zjistit, zda nedochází k přetěžování uzavírací jednotky, jestli nemůže být chyba ve vstřikovací jednotce, nebo různých nastavení, které způsobí zkrácenou životnost vstřikovacího stroje. Tato údržba by měla být identická na každý vstřikovací stroj a zaměřena převážně na části, které je nutno na daném lisu více kontrolovat z důvodu opotřebení nebo zvýšeného rizika poruchy z předchozích zkušeností.

Pro zavedení těchto kontrol by bylo vhodné určit nebo přijmout nového technického pracovníka, který by měl tuto údržbu vstřikovacích strojů na starosti a sám by i velkou část těchto činností vykonával. Po zavedení těchto opatření by se poté mohly veškeré informace zavést do informačního systému nebo databáze, která by usnadnila další plánování údržby, kontrol a potřebné investice na opravy do budoucna. Zavedení důkladné údržby vstřikovacích strojů by mohlo snížit poruchovost v řádech desítek procent a snížit i množství nekvalitních dílů. Pro provedení preventivní údržby je vhodná situace změny layoutu a přesun vstřikovacích strojů.

### 13.2.3 Nedostatek pracovníků

Společnost momentálně spolupracuje se dvěma agenturami práce, jelikož mají nedostatek operátorů. Součástí spolupráce je i zajištění náhradních pracovníků pokud neočekávaně nějaký operátor chybí, ovšem v praxi tato spolupráce moc nefunguje. Proto by společnost tuto spolupráci měla upevnit a domluvit přesné podmínky ohledně zajištění náhradních pracovníků, aby se mohla na agenturu spolehnout v případě, že tato situace nastane a agentura zavčas poskytne náhradního pracovníka.

Další možností je, pokud by chyběl operátor, že ho může zastoupit pracovník z offline pracoviště, pokud by zrovna nepracoval na urgentní objednávce.

## 14 ZHODNOCENÍ PROJEKTU

Poslední kapitola je věnována celkovému zhodnocení projektu.

### 14.1 Ekonomické zhodnocení

Celkové náklady na zavedení projektu jsou **2 220 000 Kč**. Jedná se o nákup nových planet, dopravníkových pásů a náklady na přesun zařízení.

Ohledně úspor bylo v projektu počítáno se třemi variantami. Varianty, kdy se sníží zmetkovitost o 5%, 8% a 10%. Pokud se sníží zmetkovitost o 5%, roční úspory budou ve výši **2 780 554,39 Kč**. Pokud se sníží zmetkovitost o 8%, roční úspory budou ve výši **3 898 403,01 Kč** a pokud se zmetkovitost sníží o 10%, roční úspory dosáhnou až **4 643 635,43 Kč**.

V souvislosti s kalkulovanými náklady a úsporami byly vypočteny i doby návratnosti investice. Opět byly vypočteny pro již zmíněné tři scénáře.

V prvním scénáři, kdy se zmetkovitost sníží o 5%, bude doba návratnosti **0,8 roku**. Ve druhém scénáři při snížení zmetkovitosti o 8% bude doba návratnosti **0,6 roku** a v posledním scénáři představujícím snížení zmetkovitosti o 10% bude doba návratnosti pouze **0,5 roku**.

To znamená, že po změně layoutu se společnosti nejpozději do **0,8 roku** vrátí investované náklady a následně může čerpat výhody díky uspořeným nákladům.

### 14.2 Ostatní přínosy

#### 14.2.1 Skladování

Jelikož se minimalizovala potřeba skladování polotovarů mezi operacemi, ubyde potřeba skladovacích prostorů, kterých má společnost nedostatek a může je využít pro jinou výrobu. Další uvolněné prostory pro skladování poskytnou prostory po operátorech planet vedle pokovení.

#### 14.2.2 Manipulace

V novém layoutu se výrazně zkrátí potřeba manipulace. Ve stávajícím stavu představují manipulační cesty **148 metrů**. Manipulací se také často poškodí polotovary. V novém layoutu budou manipulační cesty dohromady **38 metrů**. Jedná se o rozdíl **110 metrů**, to přinese i zkrácení průběžného času výroby a sníží vytížení manipulanta.

### 14.2.3 Kapacity

Vzhledem k tomu, že změna layoutu povede ke snížení zmetkovitosti o **5-10%**, to bude mít pozitivní vliv na OEE. O toto procento zmetkovitosti se navýší kapacita.

### 14.2.4 Průběžná doba výroby

V souvislosti se zkrácením manipulačních cest a minimalizování potřeby skladování se zkrátí průběžná doba výroby. Skladování často trvalo déle jak jeden den, někdy i týden a déle. Díky tomu se stane výroba dynamičtější a bude snadnější rychleji reagovat na změny poptávky.

## ZÁVĚR

Hlavním cílem této práce bylo navrhnout nový layout střediska povrchových úprav v Závodě 2 – vstřikování plastů ve společnosti Irida a redukovat potřebu mezioperačního balení a prostoje.

Teoretická část byla zpracována formou literární rešerše. Nastudováním odborné literatury a elektronických zdrojů byl objasněn pojem layout a jeho možné podoby. V teoretické části byl popsán princip štíhlé výroby a štíhlého podniku s druhy plýtvání. Jsou zde popsány i druhy uspořádání pracovišť a na konci teoretické části je představena simulace výroby.

Analytická část byla zaměřena na představení výrobního družstva Irida a následně přímo na Závod 2- vstřikování plastů. Byl popsán výrobní proces a představen stávající layout výroby s materiálovým tokem. Díky procesní analýze stávajícího stavu byly zjištěny manipulační vzdálenosti, počet pracovníků a průměrná doba výroby. Také byly popsány důkladně technologické postupy vstřikování plastů a vakuového pokovení. Z analýzy stávajícího stavu vyplynulo, že se výlisky mezi operacemi musí zbytečně balit a nadměrná manipulace s výlisky. Tyto dva faktory také zvyšovali šanci na poškození výlisků. Po delším skladování výlisky ztráceli antistatickou vrstvu získanou po vylisování. Jako další problém byly zjištěny prostoje strojního zařízení.

Na základě těchto zjištěných problémů byl definován projekt pomocí kritériální SWOT analýzy, logického rámce a rizikové analýzy. V projektu byly navrženy dva nové layouty, layout pro malé vstřikovací stroje a layout pro velké vstřikovací stroje. Pro tyto nové layouty byly vytvořeny nové procesní analýzy, které ukázaly podstatné snížení manipulačních cest a redukcii mezioperačního balení. Byly také provedeny nové kapacitní propočty. Pro upřesnění, zda je navržený layout a očekávané zlepšení reálný byla zpracována simulace výroby. Simulace výroby potvrdila, že změna layoutu přinese značné výhody. Následně byla zpracována analýza nákladů na investici, úspory, které změna layoutu přinese a doba návratnosti investice. Tato analýza vyšla velice dobře. Na závěr projektu byla zpracována analýza rizik, které by mohly nastat, a měly by za následek přerušování výroby.

V poslední části projektu byly zhodnoceny a konkrétně vyčísleny přínosy projektu, které změnou layoutu vzniknou.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- BADIRU, Adedeji Bodunde. Handbook of industrial and systems engineering. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, c2014, xxvi, 1452 s. Industrial innovation series. ISBN 978-1-4665-1504-8.
- BANGSOW, Steffen. Manufacturing simulation with Plant Simulation and SimTalk: usage and programming with examples and solutions. Berlin: Springer, c2010, xvii, 297 s. ISBN 978-3-642-05073-2.
- BAUER, Miroslav. Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě. Brno: BizBooks, 2012, 193 s. ISBN 978-80-265-0029-2.
- BOBÁK, Roman. Výrobní a logistická výkonnost podniků gumárenského a plastikářského průmyslu v České republice. Zlín: Česká společnost průmyslové chemie, místní pobočka Gumárenská skupina Zlín, 2011, 159 s. ISBN 978-80-02-02354-8.
- CHROMJAKOVÁ, Felicity a Rastislav RAJNOHA. Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra. Žilina: GEORG, 2011, 138 s. ISBN 978-80-89401-26-0.
- DANĚK, Jan a Miroslav PLEVNÝ. Výrobní a logistické systémy. Plzeň: Západočeská univerzita, 2005, vii, 212 s. ISBN 80-7043-416-3.
- DELGADO SOBRINO, Daynier Rolando. Material flow and layout: an integrative analysis. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2016, 93 s. Vědecké monografie. ISBN 978-80-7380-600-2.
- DENNIS, Pascal. Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system. Third edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2016, xxvi, 223. ISBN 978-1-4987-0887-6.
- DYNAMIC FUTURE S. R. O., ©2010. Návrh layoutu. Dynamicfuture.cz [online]. ©2010 [cit. 2014-03-27]. Dostupné z: <http://www.dynamicfuture.cz/produkty/navrh-layoutu/>
- GREENE, Jack. Industrial engineering: theory, practice & application : business and production management, productivity and capacity. [North Charleston: CreateSpace], c2013, 411 s. ISBN 978-1482301793.



- HOBBS, Dennis P. Applied lean business transformation: a complete project management approach. Fort Lauderdale, FL: J. Ross Publishing, c2011, xxv, 483 s. ISBN 978-1-932159-79-0.
- JUROVÁ, Marie. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: Grada Publishing, 2016, 254 s. Expert. ISBN 978-80-247-5717-9.
- JUROVÁ, Marie. Výrobní procesy řízené logistikou. Brno: BizBooks, 2013, 260 s. ISBN 978-80-265-0059-9.
- KAVAN, Michal. Výrobní a provozní management. Praha: Grada, 2002, 424 s. Expert. ISBN 80-247-0199-5.
- KING, Peter L. a Jennifer S. KING. The product wheel handbook: creating balanced flow in high-mix process operations. Boca Raton: CRC Press, c2013, xx, 199 s. ISBN 978-1-4665-5418-4.
- KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. Management studium. ISBN 80-86851-38-9.
- LEGÁT, Václav. Management a inženýrství údržby. Druhé doplněné vydání. Praha: Kamil Mařík - Professional Publishing, 2016, 622 stran, iv strany obrazových příloh. ISBN 978-80-7431-163-5.
- MAŠÍN, Ivan. Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, c2003, 80 s. ISBN 80-902235-9-1.
- MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.
- MONDEN, Yasuhiro. Toyota production system: an integrated approach to just-in-time. 4th ed. Boca Raton: CRC Press, c2012, xlvi, 520 s. ISBN 978-1-4398-2097-1.
- SALVENDY, Gavriel. Handbook of industrial engineering. 3rd ed. New York: Wiley, 2001, 3 sv. ISBN 978-0-470-24182-0.
- STEPHENS, Matthew P. a Fred E. MEYERS. Manufacturing facilities design and material handling. 5th ed. West Lafayette, Indiana: Purdue University Press, c2013, xxi, 504 s. ISBN 978-1-55753-650-1
- TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. Řízení výroby. 2., rozš. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2000, 408 s. Expert. ISBN 8071699551.

Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štíhlé výroby. Liberec: Institut technologií a managementu, 2005, 106 s. ISBN 80-903533- 1-2.

**Internetové zdroje:**

Analýza procesů (procesní analýza). [online]. 2013 [cit. 2014-05-10]. Dostupné z:

<https://managementmania.com/cs/analyza-procesu-procesni-analyza>

<http://www.irisa.cz/lisovna-plastu>

[www.portal.justice.cz](http://www.portal.justice.cz)

<http://www.vyrobaplastu.eu/vstrikovani-plastu>

<http://www.vyrobaplastu.eu/vstrikovani-plastu/>

<http://www.milantrecka.cz/index.php/publikacni-cinnost/vite-ze/35-vite-jak-zacit-s-managementem-rizik-podle-iso-9001-2015>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

CAD	Computer-aided design
EMS	Enviromental Management System
KM	Krauss Maffei
kN	Kilo Newton
JIT	Just in Time
NOK	Not OK
OEE	Overall equipment effectiveness
PI	Průmyslový inženýr
RIPRAN	Risk Project Analysis
SMED	Single Minute Exchange of Die
SWOT	Strong, Weak, Oportunity, Treat
TPM	Total Productive Maintenance
TPS	Toyota Production System

## SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Princip štíhlé výroby. (Plevný, Daněk; 2009, s. 111)</i> .....	16
<i>Obr. 2. Buňka ve tvaru U. (Monden; 2012, s. 144)</i> .....	25
<i>Obr. 3. Hnízdomé uspořádání výroby. (Monden; 2012, s. 147)</i> .....	26
<i>Obr. 4. Lineární uspořádání. (Monden; 2012, s. 149)</i> .....	26
<i>Obr. 5. Kombinované buňky ve tvaru U. (Monden; 2012, s. 150)</i> .....	27
<i>Obr. 6. Obecný hodnotový tok ve výrobě. (Mašín; 2003, s. 13)</i> .....	28
<i>Obr. 7. VSM. (King, King; 2013, s. 28)</i> .....	30
<i>Obr. 8. Objekty materiálového toku. (Bangsow; 2010, s. 40)</i> .....	36
<i>Obr. 10. Výrobní družstvo Iriša – Závod 2, vstřikování plastů</i> <i>(<a href="http://www.irisa.cz/lisovna-plastu">http://www.irisa.cz/lisovna-plastu</a>)</i> .....	39
<i>Obr. 11. Rozmístění výrobních prostor Závodu 2 – vstřikování plastů. (vlastní zpracování)</i> .....	45
<i>Obr. 12. Stávající layout střediska pokovení. (vlastní zpracování)</i> .....	46
<i>Obr. 13. Layout stávajícího stavu nové vstřikovny plastů a montáže světlometů.</i> <i>(vlastní zpracování)</i> .....	48
<i>Obr. 14. Princip fungování vstřikovacího stroje.</i> <i>(<a href="http://www.vyrobaplastu.eu/vstrikovani-plastu/">http://www.vyrobaplastu.eu/vstrikovani-plastu/</a>)</i> .....	50
<i>Obr. 15. Vstřikovací stroj Zhafir 230. (<a href="http://www.vyrobaplastu.eu/vstrikovani-plastu/">http://www.vyrobaplastu.eu/vstrikovani-plastu/</a>)</i> .....	51
<i>Obr. 16. Arzuffi Combimed Plant. (<a href="http://www.irisa.cz/vakuove-pokovovani">http://www.irisa.cz/vakuove-pokovovani</a>)</i> .....	52
<i>Obr. 17. Pokovené výlisky na planetách. (<a href="http://www.irisa.cz/vakuove-pokovovani">http://www.irisa.cz/vakuove-pokovovani</a>)</i> 53	
<i>Obr. 18. Stávající materiálový tok v procesu pokovení. (vlastní zpracování)</i> .....	55
<i>Obr. 19. Návrh layoutu malých vstřikovacích strojů. (vlastní zpracování)</i> .....	71
<i>Obr. 20. Návrh layoutu velkých vstřikovacích strojů. (vlastní zpracování)</i> .....	76

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tab. 1. Tržby a HV v letech 2012-2015. (portal.justice.cz) .....</i>	<i>40</i>
<i>Tab. 2. Procesní analýza stávajícího stavu procesu pokovení. (vlastní zpracování) .....</i>	<i>56</i>
<i>Tab. 3. Kriteriaální SWOT analýza projektu. (vlastní zpracování) .....</i>	<i>58</i>
<i>Tab. 4. Logický rámec projektu. (vlastní zpracování) .....</i>	<i>60</i>
<i>Tab. 5. RIPRAN projektu. (vlastní zpracování) .....</i>	<i>62</i>
<i>Tab. 6. Harmonogram projektu. (vlastní zpracování) .....</i>	<i>63</i>
<i>Tab. 7. Kapacity velkých vstřikovacích strojů. (vlastní zpracování) .....</i>	<i>64</i>
<i>Tab. 8. Kapacity středních vstřikovacích strojů. (vlastní zpracování) .....</i>	<i>65</i>
<i>Tab. 9. Procesní analýza návrhu layoutu malých vstřikovacích strojů. (vlastní zpracování) .....</i>	<i>73</i>
<i>Tab. 10. Kapacity layoutu malých vstřikovacích strojů podle objemu výroby. (vlastní zpracování) .....</i>	<i>74</i>
<i>Tab. 11. Kapacity layoutu malých vstřikovacích strojů podle kapacity planet. (vlastní zpracování) .....</i>	<i>75</i>
<i>Tab. 12. Procesní analýza návrhu layoutu velkých vstřikovacích strojů. (vlastní zpracování) .....</i>	<i>78</i>
<i>Tab. 13. Kapacity layoutu velkých vstřikovacích strojů podle objemu výroby. (vlastní zpracování) .....</i>	<i>79</i>
<i>Tab. 14. Kapacity layoutu velkých vstřikovacích strojů podle kapacit planet. (vlastní zpracování) .....</i>	<i>80</i>
<i>Tab. 15. Vyčíslení potřebných investic. (vlastní zpracování) .....</i>	<i>90</i>
<i>Tab. 16. Roční úspory při snížení nekvality o 5%. (vlastní zpracování) .....</i>	<i>91</i>
<i>Tab. 17. Roční úspory při snížení nekvality o 8%. (vlastní zpracování) .....</i>	<i>91</i>
<i>Tab. 18. Roční úspory při snížení nekvality o 10%. (vlastní zpracování) .....</i>	<i>92</i>
<i>Tab. 19. Doba návratnosti investic. (vlastní zpracování) .....</i>	<i>92</i>
<i>Tab. 20. RIPRAN řízení rizik. (vlastní zpracování) .....</i>	<i>94</i>
<i>Tab. 21. Výrobky bez náhradní výroby. (vlastní zpracování) .....</i>	<i>96</i>

**SEZNAM GRAFŮ**

<i>Graf 1. Vytíženost operátorů vstřikovacích strojů. (vlastní zpracování).....</i>	<i>82</i>
<i>Graf 2. Vytíženost operátora pokovovacího zařízení Arzuffi. (vlastní zpracování)....</i>	<i>83</i>
<i>Graf 3. Vytíženost operátorů planet. (vlastní zpracování) .....</i>	<i>84</i>
<i>Graf 4. Vytíženost pokovovacího zařízení Arzuffi. (vlastní zpracování).....</i>	<i>84</i>
<i>Graf 5. Vytíženost zásobníků. (vlastní zpracování) .....</i>	<i>85</i>
<i>Graf 6. Vytíženost operátorů velkých vstřikovacích strojů. (vlastní zpracování).....</i>	<i>86</i>
<i>Graf 7. Vytíženost operátora pokovovacího zařízení Arzuffi. (vlastní zpracování)....</i>	<i>87</i>
<i>Graf 8. Vytíženost operátorů planet. (vlastní zpracování) .....</i>	<i>88</i>
<i>Graf 9. Vytíženost pokovovacích zařízení Arzuffi. (vlastní zpracování).....</i>	<i>88</i>

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Organigram

Příloha P II: Karta údržby lisů

Příloha P III: Simulace malých vstřik. strojů

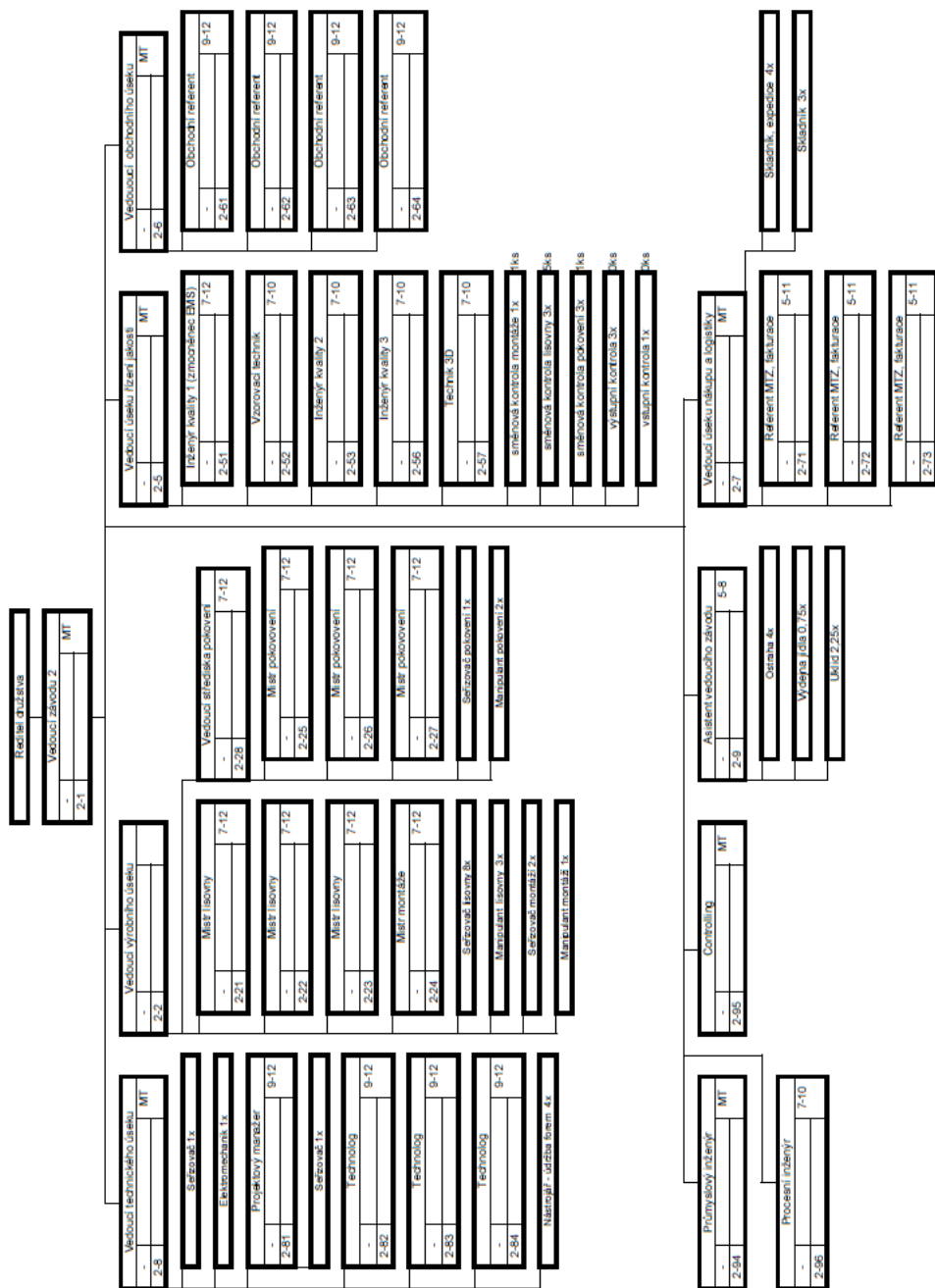
Příloha P IV: Simulace velkých vstřik. strojů

Příloha P V: Vytížení zásobníků velkých vstřikovacích strojů

:


# PŘÍLOHA P I: ORGANIGRAM

Funkční schéma závodu 2

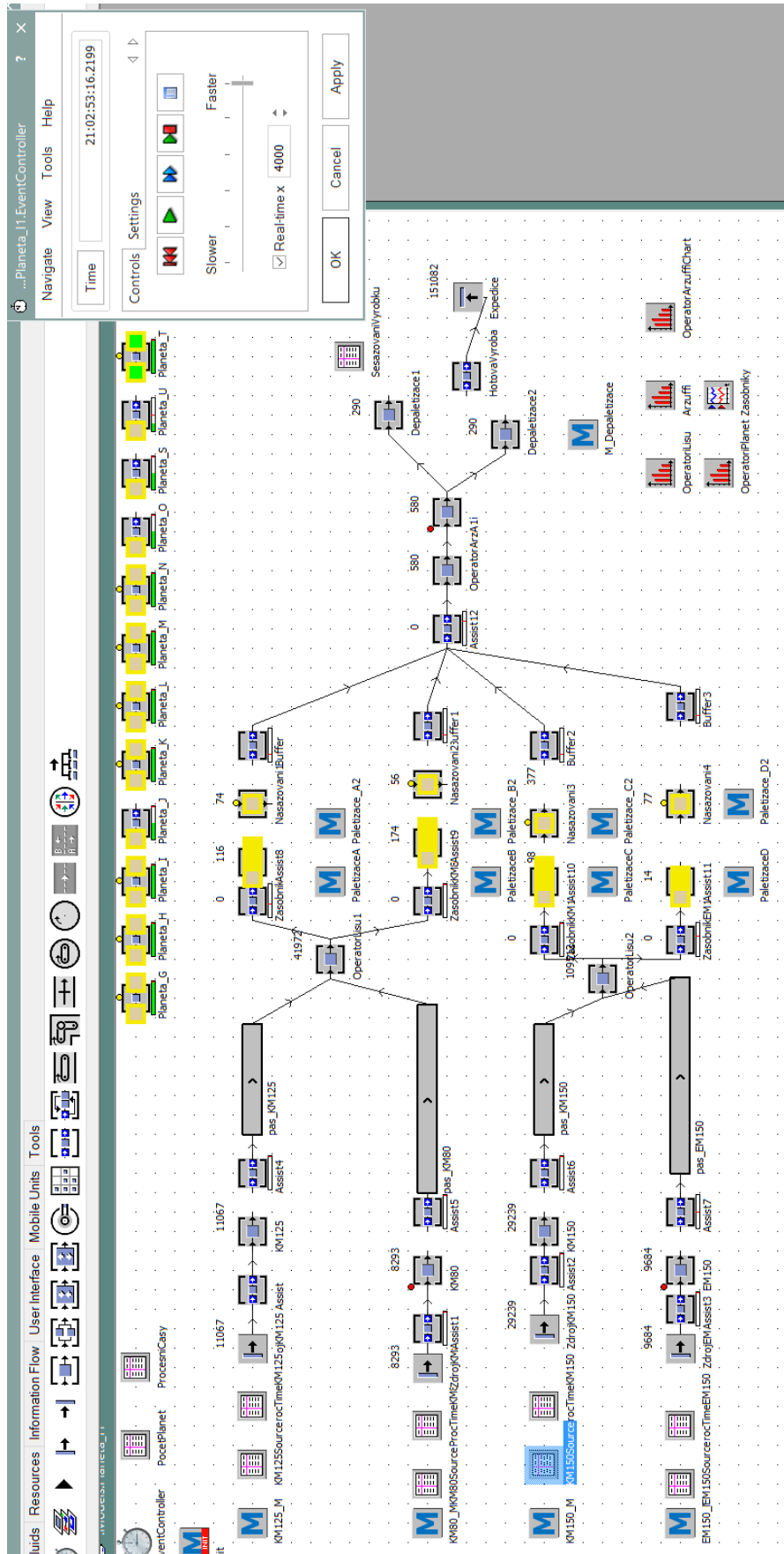




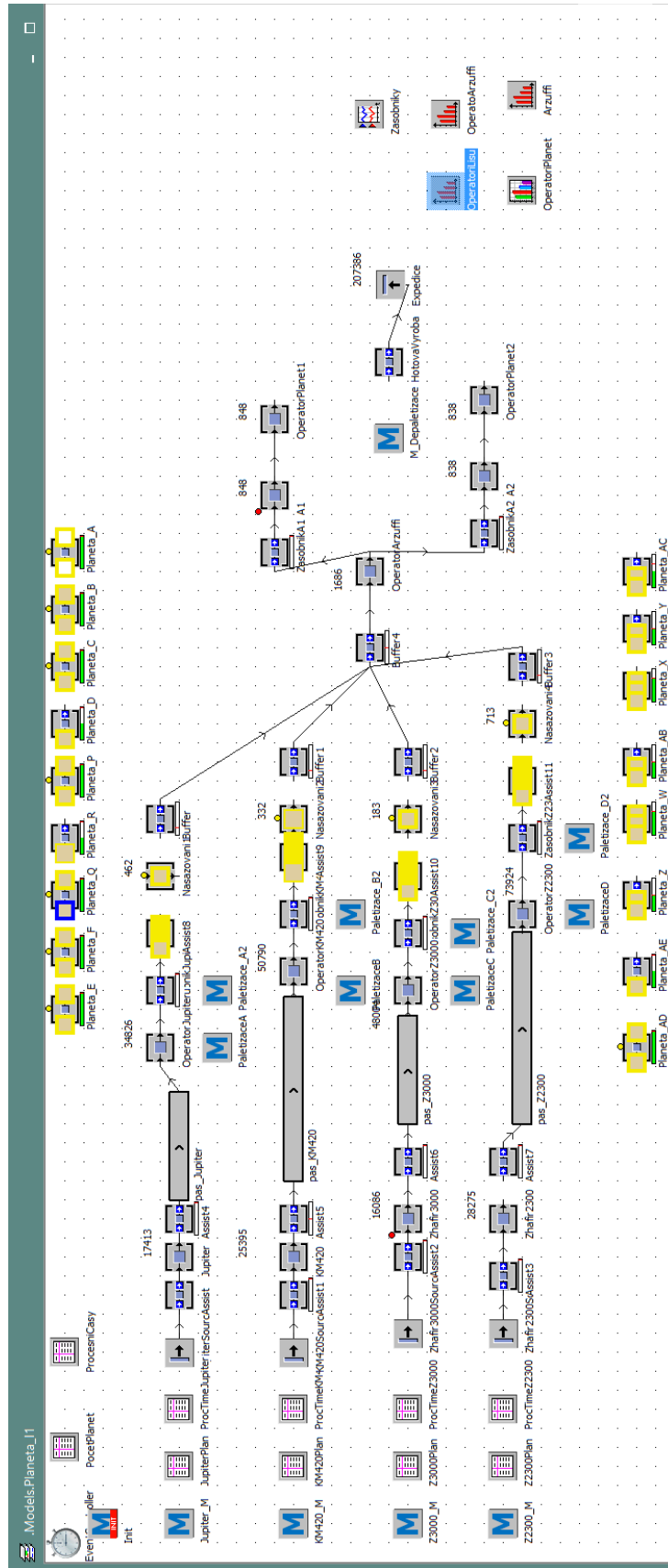
# PŘÍLOHA P II: KARTA ÚDRŽBY LISŮ

	<b>Karta údržby - časový plán 2017</b>	XX	XX												XX
	Inventurní číslo	Typ stroje	Výrobní číslo/rok výroby												XX
2537	897	XX												XX	
Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec			
Týden	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	13 14 15 16 17	18 19 20 21 22 23 24 25 26 27	28 29 30 31	32 33 34 35 36	37 38 39 40 41	42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52							
E - vizuální kontrola elektrických dílů 1xR															
F - čištění filtru rozváděče 4xR															
K - kontrola stavu šneku komory uzávěru 1xR															
KM - kontrola stavu kloubového mechanismu 4xR															
N - kontrola nouzových vypínačích obvodů 2xR				0						0					
C - vizuální kontrola celkového stavu 4xR															
RS - čištění rozvodové sítě 1xR															
T - topné pásy/kontrola stavu a reg teploby 1xR															
O - odběr vzorku oleje 1xR															
P - podpěrné vodící plochy pohyblivé desky stroje očistit,namazat 2xR													0		
Skladové náhradní díly	Poznámky:														
Požadováno doplnění:														<input type="checkbox"/> termín dle ročního plánu údržby a oprav	
Topné pásy														<input checked="" type="checkbox"/> provedeno / podpis	
Tlisky															
Filtry															
Čidla															

# PŘÍLOHA P III: SIMULACE MALÝCH VSTŘÍK. STROJŮ



# PŘÍLOHA P IV: SIMULACE VELKÝCH VSTŘÍK. STROJŮ



# PŘÍLOHA P V: VYTÍŽENÍ ZÁSOBNÍKŮ VELKÝCH VSTŘIKOVACÍCH STROJŮ

