

Zefektivnění manipulace ve výrobním procesu s úspornějším rozložením strojního parku ve vybrané společnosti

Bc. Matěj Uchytíl

Diplomová práce
2018



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Matěj Uchýtil**
Osobní číslo: **M16463**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Zefektivnění manipulace ve výrobním procesu s úspornějším rozložením strojního parku ve vybrané společnosti**

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Formulujte teoretická východiska pro zpracování praktické části diplomové práce.

II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu rozložení strojního parku a manipulace ve výrobě.
- Na základě výsledků analýzy vypracujte návrh vedoucí k zefektivnění současné situace.
- Zpracujte návrh do projektové podoby a zhodnoťte jeho přínos.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

GROS, Ivan. Velká kniha logistiky. 1. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016, 507 s. ISBN 978-80-7080-952-5.

RICHARDS, Gwynne. Warehouse management: a complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse. 2. edition. London: Kogan Page Limited, 2014. 448 p. ISBN 9780749469344.

SIXTA, Josef a Miroslav ŽÍŽKA. Logistika: metody používané pro řešení logistických projektů. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2009, 238 s. ISBN 978-80-251-2563-2.

SVOZILOVÁ, Alena. Zlepšování podnikových procesů. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 232 s. ISBN 978-80-247-3938-0.

PACKOWSKI, Josef. Lean supply chain planning: the new supply chain management paradigm for process industries to master today's vuca world. Boca Raton: CRC Press, c2014, 455 s. ISBN 978-1-4822-0533-6.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Denisa Hrušecká, Ph.D.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: **15. prosince 2017**
Termín odevzdání diplomové práce: **17. dubna 2018**

Ve Zlíně dne 15. prosince 2017



doc. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan



prof. Ing. Felicity Chromjaková, Ph.D.
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

Jméno a příjmení:

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Práce je věnována zefektivnění materiálových toků a současně přeuspořádání strojního parku tak, aby došlo k vytvoření zlepšeného logistického systému. Vstřikolisovna v současné době obsahuje 47 vstřikolisů a neustále dochází k navyšování počtu strojů. Cílem je využití všech zdrojů pro zásobování pracovišť a odebírání hotové výroby se zlepšením současného layoutu. Práce je vymezena do dvou částí. Teoretická část, vychází z dostupných literárních zdrojů. Praktická část diplomové práce je popsána metodou DMAIC, která zajišťuje systematický průběh projektu.

Klíčová slova: štíhlá logistika, manipulace, layout, materiálové toky, milk run.

ABSTRACT

The diploma thesis is dedicated to streamlining of material flow and while rearrangement of machinery so as to create an improved logistics system. The injection molding plant currently contains 47 injection molding machines and the number of machines is constantly increasing. The goal is to use all resources for supplying workplaces and handling finished production with improvements to the current layout. The work is divided into two parts. The theoretical part is based on available literary sources. The practical part of the diploma thesis is described by the DMAIC method, which ensures the systematic course of the project.

Keywords: lean logistics, material handling, layout, material flow, milk run.

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucí mé diplomové práce

paní Ing. Denise Hruškové, Ph.D.,

za pomoc při zpracování mé diplomové práce a začlenění do projektů v rámci praxe, jenž mi umožnily poznat řadu osobností, které ovlivnili můj přístup ke studiu.

Poděkování také patří

projektovému týmu,

díky kterému tato práce vznikla, jenž prohloubil mé znalosti

v oblasti průmyslového inženýrství.

OBSAH

ÚVOD	9
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	10
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 ŠTÍHLÝ PODNIK	13
1.1 PLÝTVÁNÍ.....	14
1.2 ŘÍZENÍ MATERIÁLOVÝCH TOKŮ VE ŠTÍHLÉM PODNIKU	15
2 LOGISTIKA	17
2.1 ŠTÍHLÁ LOGISTIKA	18
2.2 PLÝTVÁNÍ V LOGISTICE	19
2.3 NÁKLADY V LOGISTICKÝCH PROCESECH	20
2.4 MODERNÍ PŘÍSTUPY VNITROPODNIKOVÉ LOGISTIKY	23
2.4.1 Snižování zásob pomocí Just-in-Time	23
2.4.2 Možnosti využití systému milk run.....	23
2.4.3 Simulace	24
2.4.4 Vhodná manipulační technika.....	24
3 ŠTÍHLÝ LAYOUT	28
3.1 VYUŽITÍ PROSTORU	29
3.2 SKLADOVÁNÍ V RÁMCI ŠTÍHLÉHO LAYOUTU	30
4 DMAIC	33
II PRAKTICKÁ ČÁST	35
5 O SPOLEČNOSTI	36
6 VYMEZENÍ PRÁCE	38
7 DEFINOVÁNÍ	39
7.1 SWOT ANALÝZA	39
7.2 PROJEKTOVÝ LIST.....	40
7.3 LOGICKÝ RÁMEC	43
7.4 RIPRAN	43
8 MĚŘENÍ	44
8.1 VSTUPNÍ ANALÝZA.....	44
8.2 ANALÝZA STROJNÍHO PARKU	47
8.3 OBSLUŽNOST.....	48
8.4 VYTÍŽENÍ STROJŮ	49
8.5 VÝSTUPY ZE STROJŮ.....	50
8.5.1 Výstupy při současném vytížení strojů	50
8.5.2 Výstupy při maximálním vytížení strojů.....	53

8.6	ANALÝZA MATERIÁLOVÉHO TOKU	56
8.7	VÝROBA NOVÉHO VÝROBKU	57
8.8	ZHODNOCENÍ SOUČASNÉ SITUACE	60
9	ANALÝZA	62
9.1	IDENTIFIKACE ABNORMALIT	62
9.2	MATICE PRIORITY PRO ZLEPŠENÍ.....	64
10	ZLEPŠOVÁNÍ.....	66
10.1	PROPOJENÍ VÝROBNÍCH HAL.....	66
10.2	NOVÉ USPOŘÁDÁNÍ STROJNÍHO PARKU	67
10.2.1	Přiblížení strojního parku	68
10.2.2	Inovace způsobu ukládání výrobků.....	71
10.2.3	Automatizace high runnerů	72
10.3	NASTAVENÍ SYSTÉMU MILK RUN	73
11	KONTROLOVÁNÍ	76
11.1	DALŠÍ DOPORUČENÍ PRO VSTŘIKOLISOVNU	77
	ZÁVĚR	78
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	80
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	83
	SEZNAM OBRÁZKŮ	84
	SEZNAM TABULEK.....	86
	SEZNAM GRAFŮ	87
	SEZNAM PŘÍLOH.....	88

ÚVOD

Diplomová práce se zabývá problematikou zlepšení interní logistiky a způsobu manipulace hotových výrobků na vstřikolisovně ve vybrané společnosti. V důsledku nevhodného layoutu a nevhodné organizace interní logistiky vstřikolisovny vzniká v rámci manipulace s materiálem řada neefektivních logistických tras, díky kterým dochází k přetížení pracovní pozice manipulanta. Způsob manipulace je zásadně ovlivněn rozložením strojního parku na vstřikolisovně. Množství strojů v současnosti není konečné a společnost má svou firemní strategii založenou na rostoucích tržbách a tím i investici do dalšího vybavení pro výrobu nových výrobků. To vše bylo základem pro zahájení projektu na vstřikolisovně.

Z důvodu rostoucích nákladů, které zároveň s tržbami mají zvyšující se tendenci, má management společnosti zájem na tom, aby byl vybudován systém interní logistiky, který eliminuje neefektivní materiálové toky, zlepšení organizace zásobování pracovišť materiálem a nebude náročný obslužnost. Samotný materiálový tok nelze ovlivnit pouhým zlepšením manipulace, ta je přímo závislá na rozložení strojního parku na vstřikolisovně. Zadání, kterému se tato diplomová práce bude věnovat je zacíleno tedy jak na efektivní manipulaci, tak na nové uspořádání strojů.

Práce bude uvedena definováním cílů a metod, které poskytnou přehled o způsobu zpracování jednotlivých částí. Práce bude členěna do dvou celků, které na sebe budou logicky navazovat.

Teoretická část práce bude vycházet z literárních pramenů a tematicky se bude zaměřovat na oblast štíhlého myšlení s následnou konkretizací štíhlých logistických přístupů, dále pak na materiálové toky, způsoby manipulace a moderní metody pro logistiku. Část věnovaná štíhlému layoutu bude podkladem pro efektivní uspořádání strojního parku. Teoretická část bude doplněna o popis způsobu zlepšování DMAIC, který bude v praktické části používán.

Praktickou část nelze jasně členit na analytickou a projektovou, jelikož bude průběh projektu řízen a v diplomové práci popsán metodou DMAIC. Jednotlivé kroky zajistí systematický způsob řešení, kdy fáze Definování vymezí zadání, Měření bude obsahovat provedené analýzy a popis současného stavu, Analyzování se bude věnovat shrnutí, vyhodnocení abnormalit a návrhům na zlepšení, které budou ve fázi Zlepšování detailně popsány a zavedeny. Fáze Kontrolování bude vyhodnocovat úspěšnost zavedených zlepšení a popisovat další doporučení ke zlepšení v budoucnu.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Diplomová práce je zaměřena na procesy interní logistiky a efektivní využití prostorové plochy vstříkolisovny.

Cíl lze definovat dle metody SMART:

Efektivní zavedení logistického systému s cílem zkrácení manipulační trasy o 20% se současným snížením počtu manipulantů a zvýšením prostorové náročnosti na jeden stroj o 10%.

Dílčí cíle práce je:

- Snížení obslužnosti o 10%

V teoretické části je využita metoda kritického zhodnocení dostupných literárních pramenů na popisovanou problematiku. Literární rešerše byla popsána z tuzemských a zahraničních knižních zdrojů, periodik věnovaným štihlému myšlení, přednáškám, webovým portálům a dostupným interním zdrojům.

Praktická část je zpracovávána metodikou DMAIC, která využívá následující metody v jednotlivých fázích:

Definovat:

- Projektový list
- Logický rámec
- SWOT analýza
- RIPRAN

Měřit:

- Analýza výrobních dat
- Statistické metody
- Snímek pracovního dne
- Spaghetti diagram
- Pareto analýza
- Analýza materiálových toků

Analyzovat:

- Matice priorit

Zlepšovat

- Simulace výroby
- Akční plán
- Štíhlý layout
- Milk run

Kontrolovat

- Finanční zhodnocení návrhů
- Projektový list

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ŠTÍHLÝ PODNIK

Být štíhlým podnikem znamená vydělávat více peněz, mít rychlejší cash flow s vynaložením menšího množství energie. Štíhlost podniku je v děláním přesně toho, co zákazník chce a to s minimem činností, které neovlivní hodnotu výrobku nebo služby. Štíhlá výroba je tedy o maximalizaci přidané hodnoty pro zákazníka. Štíhlost je vytvářena už v předvýrobních etapách a velký poměr štíhlých podniků je ovlivňován štíhlostí v logistických procesech a administrativě. (Košturiak, a další, 2006)

Metody štíhlé výroby mají počátky ve 20. století, kdy je začala aplikovat společnost Toyota. Firma Toyota vyvinula svůj systém řízení (TPS) po druhé světové válce v období, kdy čelila odlišným konkurenčním podmínkám, než působily na americké firmy Ford a General Motors. Obě firmy využívaly systém hromadné výroby, takže uplatňovaly úspory vycházející z velkého objemu výroby a velkých zařízení. Naproti tomu trh v Japonsku byl malý, a pro uspokojení svých zákazníků musela Toyota vyrábět na jedné lince více typů výrobků. Zaměřovala se tedy na pružnost výroby a tok materiálu. Ve výsledku se Toyota zabývala především eliminací plýtvání od manipulace se surovinami, až po hotové výrobky. Už ve čtyřicátých letech vyrovnávala s tím též, co většinu firem trápí v dnešní době. (Liker, 2004) Dále se uplatnění štíhlých principů rozšířilo i do jiných zemí a společností a ve světovém srovnání je uplatňováno v jednotlivých zemích dle německé konzultantské společnosti Staufen v hodnotách uvedených v grafu. (Kurz, 2018)



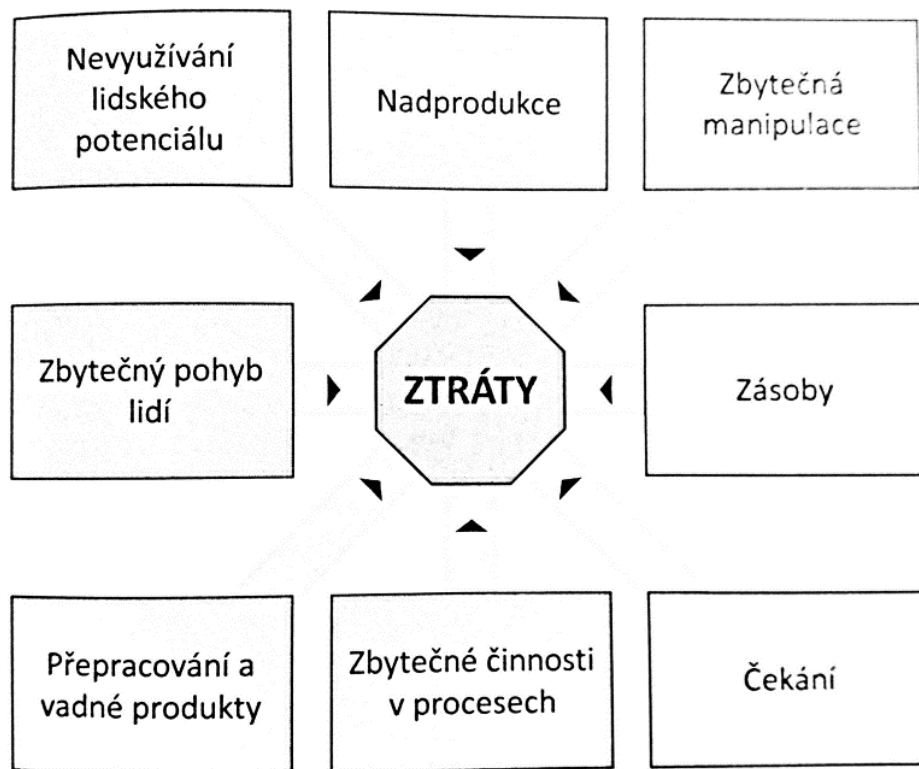
Graf. 1 Srovnání využití štíhlých principů (Kurz, 2018)

V současnosti jsou štíhlé principy nejvíce uplatňovány stále na prvním místě v Japonsku, následuje Německo a USA. Jednotlivé hodnocení, uplatnění štíhlého myšlení je zobrazeno v hodnotách 0-4, kdy čtyři znamená maximální využití principů štíhlé výroby (Graf. 1).

Stručně lze štíhlý podnik charakterizovat, dle Taiichi Ohna: „Jediné, co děláme, je to, že sledujeme čas od okamžiku, kdy nám zákazník zadá objednávku, k bodu, v němž inkasujeme hotovost. A tento čas zkracujeme, když odstraňujeme ztráty, které nepřidávají hodnotu.“ (Liker, 2004)

1.1 Plýtvání

Základním přístupem k zeštíhlování procesů je vyhledávání, redukování příčin plýtvání a ztrát. Na obrázku je znázorněno osm hlavních příčin ztráty výkonnosti. (Cienciala, a další, 2011)



Obr. 1 Základní příčiny ztrát výkonnosti (Cienciala, a další, 2011)

Základními druhy plýtvání ve výrobě chápeme jako činnosti, které výrobku nepřidávají hodnotu, ale přesto jsou součástí výrobního procesu, jako například:

1. Nadvýroba - vyrábí se příliš mnoho nebo brzo.
2. Nadbytečná práce – činnost nad rámec definované specifikace.

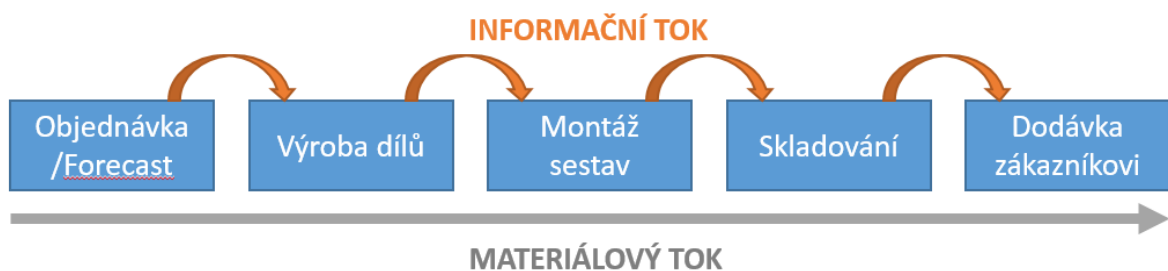
3. Zbytečný pohyb – nepřidávající hodnotu.
4. Zásoby – které jsou nad rámec definovaného množství.
5. Vady – opravování, odstraňování nekvality.
6. Doprava – nadbytečná manipulace.
7. Čekání – čas, kdy jednotlivé činnosti v rámci výrobního procesu na sebe nenavazují.
8. Nevyužitý potenciál pracovníků – jejich schopností, znalostí nebo zkušeností.

Chce-li firma eliminovat plýtvání z podnikových činností, je nutné ho především identifikovat a měřit. Základními nástroji pro identifikaci je ve společnostech mapování toku hodnot a měření výkonnosti například na Shopfloor managementu. (Košturiak, a další, 2006) (Košturiak, a další, 2010)

V posledních letech, především v automobilovém průmyslu, je významným konkurenčním faktorem logistika. Jelikož je primárně vyvíjen tlak na výrobu, tak je pozornost na zlepšování a zefektivňování procesů zacilována právě sem, kde společnosti již mnohdy nemají prostor na jejich eliminaci. Proto je vhodné hledání potenciálů na zvýšení produktivity v procesech podpůrných, které jsou výrobě nejbližší, což jednoznačně je i logistika. V rámci štíhlého podniku je tedy nutné budovat i štíhlé logistické procesy ve výrobě. (Imai, 2008)

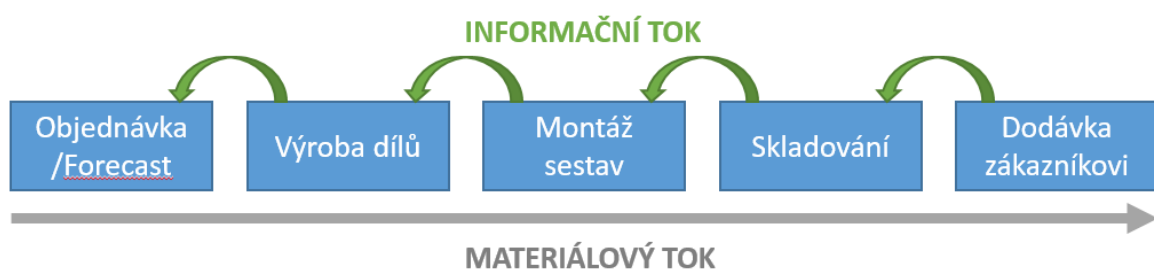
1.2 Řízení materiálových toků ve štíhlém podniku

Klasický způsob řízení výroby je charakteristický souběžným materiálovým a informačním tokem. Pro tento systém se používá označení tlakový (push), protože se informace i materiál protlačují přes jednotlivá pracoviště ve směru materiálového toku. Jak je znázorněno na Obr. 2, ve výrobním procesu předávání informací začíná u objednávky nebo forecastu zákazníka, samotné výroby dílů, dále je informace odeslána na montážní linky a na konec se k informaci dostává oddělení logistiky, které výrobky expeduje. (Horváth, 2000)



Obr. 2 Informační tok v tlakovém systému (vlastní zpracování dle Horváth, 2000)

Při tahovém (pull) principu dovoluujeme zákazníkovi, aby jeho poptávkou určoval termín dodání výrobku a termín jeho výroby. Při pull systému ve výrobním procesu je informační tok opačný materiálovému, jak je možné pozorovat na Obr. 3. To znamená, že informaci o nutné výrobě má jako první logistika, ta informaci o potřebě výroby předává na montážní linky, které vzápětí posílají požadavek pro výrobu samotných dílů. Velkou výhodou tohoto systému je řízení a eliminace nadměrného předzásobení prostřednictvím poptávky na přesný počet kusů, dle požadavku zákazníka, což nám pomáhá snižovat plýtvání tvořené vysokými skladovými zásobami a můžeme od dodavatelů poptávat, pouze potřebné množství. (Svozilová, 2011)



Obr. 3 Informační tok v tahovém systému (vlastní zpracování dle Horváth, 2000)

Dobrym výchozím bodem pro firmu, která se chystá zeštíhlovat své procesy, je vytvoření nepřetržitého toku všude tam, kde je to v rámci jejich výrobních a obslužných procesů vhodné. Vyznavači štíhlého myšlení naznačují, že snížením hladiny zásob dojde k odhalení kamenů, které jsou vnímány jako plýtvání, pak dochází čas na vyrovnání se s problémy, nebo dojde k potopení. Tvorba toku, ať materiálu nebo informací snižuje tuto pomyslnou hladinu a odhaluje případy neefektivností, která vyžadují okamžitá řešení. (Liker, 2004)

V posledních letech je v rámci systému tahu a požadavku customizace velmi populární, aby výrobní společnosti měly na svých internetových stránkách možnost konfigurace produktu. V rámci této služby je možné si zvolit na stránkách parametry produktu a objednat. Výrobní společnosti se potvrzením této objednávky automaticky vygeneruje požadavek na výrobu, kdy až na základě zákaznického požadavku objednává nutný materiál pro výrobu. (Packowski, 2014)

2 LOGISTIKA

Logistické procesy ovlivňující výrobní podnik lze rozdělit do tří základních kategorií:

- logistika nákupu zdrojů – jenž je vázána na proces nákupu vstupního materiálu, kde firma nastavuje logistické systémy převážně dle rychlosti reakce dodavatele na poptávku a obrátkovosti položek.
- interní (vnitropodniková) logistika – jedná se o logistické procesy probíhající uvnitř podniků, u kterých je snaha o maximální využití výrobních kapacit, aby materiálový tok byl plynulý a rychlost reakce vychystání materiálu byla co nejvyšší.
- distribuční logistika – je charakteristická organizační snahou o výrobu právě v čas, aby vyrobený produkt zůstal v expedičním skladu co nejkratší dobu a docházelo k expedici v co nejkratším čase od vyrobení posledního kusu výrobní dávky. (Domschke, a další, 1996)

V rámci plánování veškerých logistických systémů a organizace skladových zásob je vhodné se dle Kunzeho řídit dle následujících kritérií:

1. Kvantitativní plánování – zjištění nutného množství materiálů a podmínek pro jejich skladování nebo transport.
2. Zařazení zásob do určitých kategorií – např. dle obrátkovosti materiálů, velikosti obalového materiálu, minimálního množství materiálu na skladě, atd.
3. Selekcce vhodného způsobu skladování materiálu – na základě předchozích bodů je vhodné určit druhu skladu.
4. Technický koncept – určení prostoru pro uložení materiálu a druhu techniky pro jeho transport.
5. Výpočet prostorové náročnosti – na základě velikosti obalového materiálu a množství materiálu jako takového, dochází následně k výpočtu přesných prostorových požadavků na skladovací prostor.
6. Statický rozměr skladu – zakreslení nutného skladovacího prostoru do podnikového layoutu.
7. Dynamický rozměr skladu – prostorová náročnost na manipulaci s materiálem
8. Koncepce kontroly množství materiálu na skladě – zvolení způsobu evidence skladového množství a způsobu jeho objednávky.
9. Kalkulace nákladů – kalkulace nutných investic a provozních nákladů.
10. Finální úprava připravených variant.

11. Výběr způsobu skladování a logistického systému. (Bogodistov, a další, 2015)

Logistika jako taková, je především o kompromisech, které autor Richards Gwynne uvádí jako:

- Náklady versus služby
- Skladovací kapacita versus rychlost vyhledávání
- Rychlost a přesnost
- Nižší zásoba versus dostupnost
- Efektivnost versus reakce
- Objemy nákupů versus náklady na skladování versus dostupnost

Uvedené kompromisy se objevují nejen ve skladech, ale i v ostatních procesech, které na logistické procesy mají návaznost. (Richards, 2014)

2.1 Štíhlá logistika

Přizpůsobování výroby individuálním požadavkům zákazníků, růst či pokles objemu produkce, trend využívání hromadné výroby na zakázku, jsou faktory, které zásadní měrou zvyšují nároky na efektivní využití logistických procesů a jejich vliv na úspěchu nebo neúspěchu podniku. (Košturiak, a další, 2006)

Pro zefektivňování logistiky a budování štíhlých přístupů v této oblasti je využíváno následujících prvků na *Obr. 4*.



Obr. 4 Prvky štíhlé logistiky (Košturiak, a další, 2006)

Trendy a směry v logistice jsou určeny firemní strategií, jako všechny podstatné činnosti. Při implementaci štíhlých přístupů dochází k problémům s přijetím u zaměstnanců. Cíle zlepšování logistických procesů mohou být dle Vítka formulovány jako:

- Úspora skladových prostor.
- Zvýšení využití potenciálu zaměstnanců.
- Zvýšit využití výrobních a logistických prostředků.
- Optimalizovat pracoviště logistiky, standardizovat procesy a vizualizovat pracoviště.
- Zvýšit kvalitu logistických činností a eliminovat plýtvání.
- Snížit operativní činnosti pracovníků logistiky.
- Zavedení nového inovačního postupu v logistice.
- Integrovat nové systémy do stávajících funkčních celků.
- Standardizace obalů případně použití speciálních jednotných obalových nebo paletových nosičů. (Vítek, 2009)

2.2 Plýtvání v logistice

Podnikové procesy jsou navzájem propojeny do toku, ve kterém se pohybuje materiál, informace i pracovníci. Je nutné si uvědomit, že hledat plýtvání v samotném procesu nestačí. Největší podíl plýtvání se běžně nachází v propojeních mezi procesy. Cílem podnikových procesů je vždy dostat výrobek k zákazníkovi:

- v požadovaném čase
- v požadovaném množství,
- v požadované kvalitě,
- s optimálním krycím příspěvkem. (Košturiak, a další, 2010)

Hlavní formy plýtvání v logistických procesech jsou:

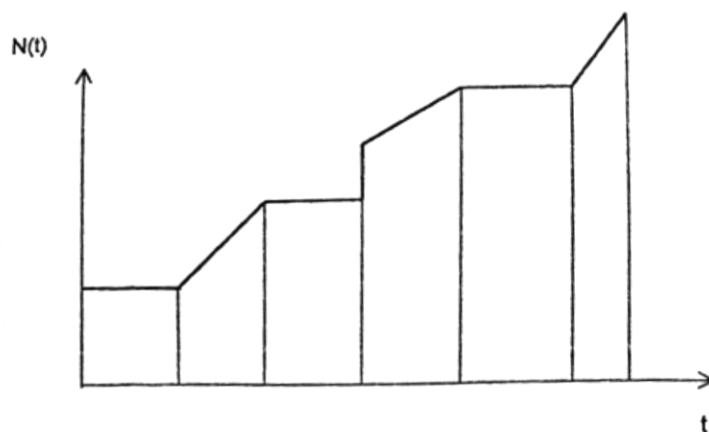
- **Zásoby, nadbytečný materiál a komponenty** – materiál se dodává příliš brzo anebo je ho příliš mnoho, příčina je v nepřesné dokumentaci nebo ERP systémech, ve kterých většina firem má důležitá výrobní data uchována, v chybách plánovacího systému, anebo na straně dodavatele.
- **Zbytečná manipulace** – zbytečné přesuny materiálu, přeskladnění, přeprava.
- **Čekání** na součástky, materiál, informace, dopravní prostředky.
- **Opravování poruch** – opravování poruch v dopravním, manipulačním a informačním systému.

- **Chyby** – ať už vychypaného materiálu a komponentů v nesprávném množství a čase.
- **Nevyužití přepravní kapacity** – nízké využití manipulační techniky, které má podnik k dispozici a vzniká tak velký podíl cest, kdy ani nedochází k transportu jakéhokoliv materiálu.
- **Nevyužití schopnosti pracovníků.** (Košturiak, a další, 2006)

2.3 Náklady v logistických procesech

Jedním z hlavních faktorů plýtvání v logistických činnostech a procesech s sebou vážou vysoké zásoby, což jsou náklady ovlivněny především faktorem času, který materiál v podniku setrvává. Čím delší dobu materiál pro výrobu setrvává v podniku, tím se zvyšují náklady na výrobu. (Horváth, 2000)

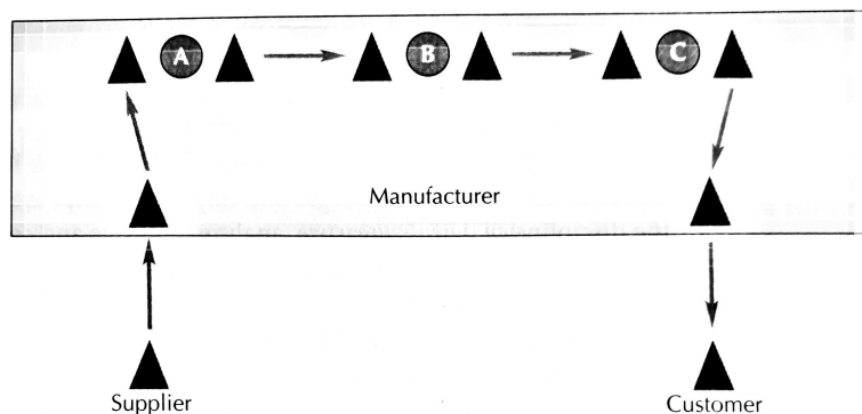
Zjednodušený průběh přírůstku nákladů při výrobě výrobku s ohledem na čas je znázorněn na Obr. 5.



*Obr. 5 Průběh přírůstku nákladů
při výrobě výrobku (Horváth, 2000)*

Na (Obr. 5) znázorňuje Obr. 6 vodorovná osa označena písmenem t průběžnou dobu výroby a svislá osa $N(t)$ značí náklady s výrobou spojené. Výsledkem vzájemného vztahu uvedených veličin je křivka přírůstku nákladů (production cycle costing), která zobrazuje postupný nárůst nákladů na výrobek po dobu jeho setrvávání ve výrobním podniku. Plocha pod křivkou znázorňuje vázané provozní prostředky. Cílem štíhlé výroby a logistiky je nastavit opatření a přijmout takové změny, které tuto plochu zmenšují. (Horváth, 2000)

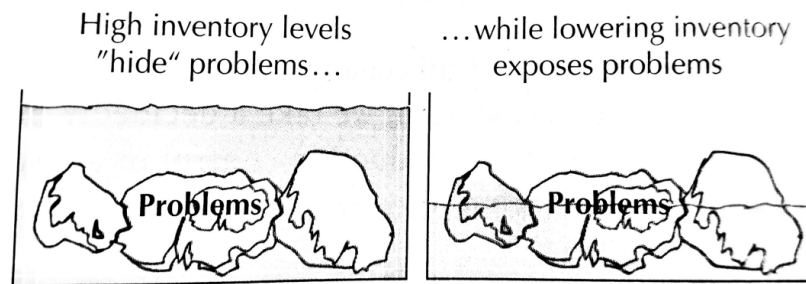
Vysoké zásoby mají také vysoké prostorové nároky. Nutný prostor pro skladování vysokých zásob může společnost využít efektivněji, například pro další výrobní linky, které výrobkům přidávají hodnotu. Při velkém množství zásob a meziskladů je vytvořen tlak pro nadbytečnou manipulaci s materiálem. Názorná ukázka vysokého počtu meziskladů ve společnosti, které vyžadují prostor pro uskladnění a nutnou manipulaci, můžeme vidět na následujícím Obr. 6.



Obr. 6 (Znázornění plynulosti materiálového toku s velkým počtem meziskladů) (Bozarth, a další, 2016)

Na Obr. 6 je možné pozorovat množství meziskladů, které jsou znázorněny trojúhelníky. Množství těchto vysokých zásob a meziskladů zvyšuje průběžnou dobu výroby, prostorovou náročnost výroby, nároky na manipulaci a zvyšuje nároky na organizaci výroby.

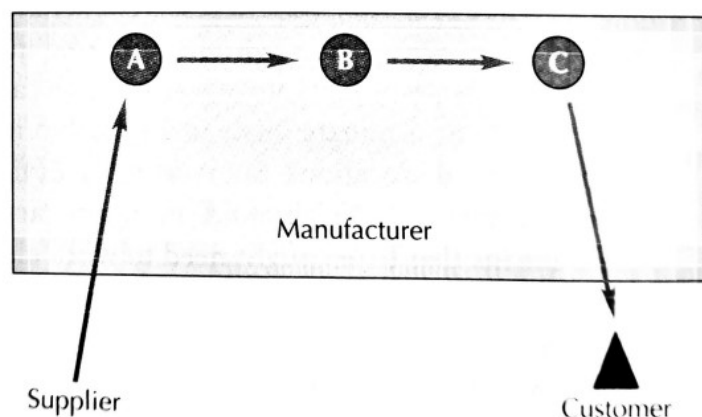
Vysoké zásoby ve výrobě je možné přirovnat k velkému objemu vody v řece. Pokud je v řece vody mnoho, tak skryje i velké kameny a skály, jenž v případě štihlé výroby značí problémy s kvalitou, poruchy zařízení, nevhodnou organizaci práce a další druhy plýtvání. Tudíž se na první pohled se zdá, že veškeré firemní procesy a činnosti běží hladce a společnost netíží žádné ze základních druhů plýtvání. Skryté náklady, problémy a plýtvání díky vysokým zásobám jsou znázorněny na Obr. 7. (Bozarth, a další, 2016)



Obr. 7 (Skryté problémy díky vysokým zásobám)

(Bozarth, a další, 2016)

V rámci snižování firemních nákladů a odstranění plýtvání je vhodné vysoké zásoby snižovat. V momentě kdy firma začne se snižováním firemních zásob, mohou se objevit první problémy, které doposud zdánlivě plynulý materiálový tok narušují. Podobně jako když se sníží objem vody v řece, začnou se objevovat první kameny a skály, které nyní jemný plynulý tok vody na první pohled narušují. V případě, že při snižování zásob ve firmě narazíme na tyto kameny symbolizující nekvalitu, poruchy zařízení a další základní typy plýtvání, je nutné stanovit priority a akční plán pro odstranění konkrétního plýtvání. V případě úspěšného odstranění nežádoucího plýtvání, které bylo odhaleno díky snižování zásob, je vhodné opět pracovat na dalším snížení zásob a eliminaci plýtvání. Cílem koloběhu postupného snižování zásob a eliminace veškerého plýtvání, meziskladů a manipulace je možné vytvořit plynulý materiálový tok, jenž urychluje cashflow a umožňuje firmě vysokou rychlost reakce. Znázornění plynulosti výroby po eliminaci meziskladů je na Obr. 8. (Bozarth, a další, 2016)



Obr. 8 (Znázornění plynulosti materiálového toku po eliminaci meziskladů) (Bozarth, a další, 2016)

2.4 Moderní přístupy vnitropodnikové logistiky

V současné době odborná literatura a diskuze pracovníků logistiky se věnuje moderním trendům jako je štíhlá logistika, elektronický kanban, EDI komunikace, Supply Chain Management, milk run. Je však nutné mít na mysli, že je logistika nedílnou součástí výrobního systému a jejím hlavním úkolem je dopravovat výrobky, obalový a vstupní materiál. To vše v požadovaném množství, kvalitě a čase na správně předem určené místo s minimálními náklady.

Koncentrace managementu na systém řízení materiálového toku je bohužel výrazně vyšší než na vlastní manipulační techniku a systém dopravy.

V rámci minimalizace nákladů a velkým důrazem na ergonomii práce v interní logistice se zavádí ve firmách nové způsoby přepravy materiálu na pracoviště. (Strachotová, a další, 2009)

2.4.1 Snížování zásob pomocí Just-in-Time

V případě, že se firma rozhodne snižovat náklady eliminací zásob ve výrobních procesech, mluvíme ve většině případů o zavedení systému zásobování Just-in-Time. Jedná se právě o eliminaci množství zásob skladovaného materiálu u pracoviště, čímž je možné dosáhnout nejen lepší přehlednosti a zrychlení materiálových toků, ale především poskytuje více prostoru pro další výrobní linky, na kterých se vytváří potřebná přidaná hodnota.

Tento systém je ovšem velmi náročný na přesné množství a kvalitu alokovaného materiálu pro výrobu, protože při jakýchkoliv chybách v množství dodaného materiálu může dojít zastavení linky, které firmě působí často daleko větší ztráty, než náklady spojené s vysokými zásobami. Proto je při zavádění tohoto systému velký důraz na přesnost dat a výpočtů, kde je díky jejich přesnosti podnik schopný šetřit náklady, které se promítají do ceny výrobků. (Lambert, a další, 1998)

2.4.2 Možnosti využití systému milk run

Pro eliminaci vysokých nákladů, zásob a neefektivně využitých logistických tras, se ve firmách řízených dle principů štíhlé výroby zavádí logistický systém. Jedním z nejběžnějších systémů pro řízení interní logistiky je tzv. milk run.

Tento systém má své kořeny v Americe, kde v rámci dodávky mléka, pomocí jasně nastavených okruhů rozvozu, dodavatelé mléka před domy zákazníků pouze vyměňovali prázdné

lahve mléka za plné. Dodavatelé tak měli vždy vytižené transportní prostory a nedocházelo k žádným neefektivním cestám na víc. Ve výrobních podnicích Anne Meyer definuje hlavní znaky milk runu jako:

- Pravidelný dodavatelský vztah mezi skladem a pracovištěm.
- Jasně definovanou trasou pro zásobování pracovišť opakovanou v určitých intervalech nebo dle pevně stanoveného plánu.
- Dovoz dávky jasně stanoveného množství materiálu na základě objednávky pracoviště.
- Milk run může být, ale nemusí, okružní jízda, která začíná s plnými přepravkami či paletami a vrací se s prázdnými.

Oproti klasickému způsobu zásobování pracovišť, kdy probíhá transport materiálu pouze na jedno dané pracoviště a následuje prázdný návrat manipulační techniky do skladu, je možné vnímat tento systém jako méně flexibilní. Ale výhody tohoto systému, v rámci snížení neefektivních logistických tras, nesprávných dodávek, snížení zásob, a další, jsou především v nižších nákladech za provoz. (Meyer, 2015)

2.4.3 Simulace

V posledních letech se objevuje trend nárůstu simulačních studií, v rámci kterých, před samotnou investicí do výrobních prostředků nebo manipulační techniky, například i pro logistický systém milk run, je vhodné vytvořit simulační model. Simulační model umožňuje nastavení například vhodného počtu přívěsných vozíků a okruhů v systému milk run i bez vysokých investic do techniky a následných pokusů přímo ve výrobním procesu. Tuto možnost nabízí simulační modely, které obsahují klíčové vlastnosti a funkce specifikující chování abstrahovaného systému. Model představuje samotný systém, kde je možné provádět experimenty a sledovat chování systému v čase. Cílem experimentování je vyhledání hodnot veličin modelu, které vyhovují požadavkům výroby a zadavatele. (Manling, a další, 2014)

2.4.4 Vhodná manipulační technika

V rámci způsobu efektivnější manipulace je vhodné hovořit, také o manipulační technice a možnostech, které nám nabízí. Díky správnému výběru manipulační techniky je možné dosahovat úspor od paletového vozíku, kde pomocí zabudované váhy, lze mohu ušetřit zbytečnou manipulaci na váhu a z ní, až po design přívěsu pro nakládku kamionů.

V rámci vhodné manipulační techniky pro zásobování pracovišť materiálem a odvozu hotové výroby dle systému milk run se v posledních letech uvádí především dvě rozdílné kategorie a těmi jsou: manuálně řízené tahače a automaticky naváděné vozíky. (Bogodistov, a další, 2015)

Manuálně řízené tahače

Zařazením manuálně řízených tahačů (Obr. 9) v rámci logistického systému milk run je možné dosáhnout flexibility pro rozvoz materiálu na jednotlivá pracoviště. Flexibilita, vzniklá díky lidské obsluze, pomáhá reakci na náhodné vlivy vstupující do výrobního procesu.

Manuálně řízený tahač také umožňuje dosahovat v porovnání s automatickým vozíkem vyšších rychlostí na trase a není tak prostorově náročný. V rámci zdrojů a napájení těchto tahačů se většinou na trhu objevují varianty s olovenou baterií a baterií lithiovou. Tyto varianty jsou odlišné především v pořizovací ceně, kdy olovená baterie bývá levnější variantou, ale pro dlouhodobé využívání výrobci manipulační techniky doporučují baterii lithiovou. Manuální tahače nabízí zaháknutí přívěsných vozíků, díky kterým je vozík na trase plně vytížen a vyhýbá se tímto způsobem neefektivním trasám. Možnost připojení vyššího počtu přívěsných vozíků nebo regálů vždy záleží na rozměrech layoutu podniku, který milk run zavádí. Tato prostorová náročnost množství přívěsů společnosti je potom v rozporu se štíhlým layoutem a je proto vhodné místo vysokého množství přívěsných vozíků raději zvýšit počet okruhů. (Bogodistov, a další, 2015)



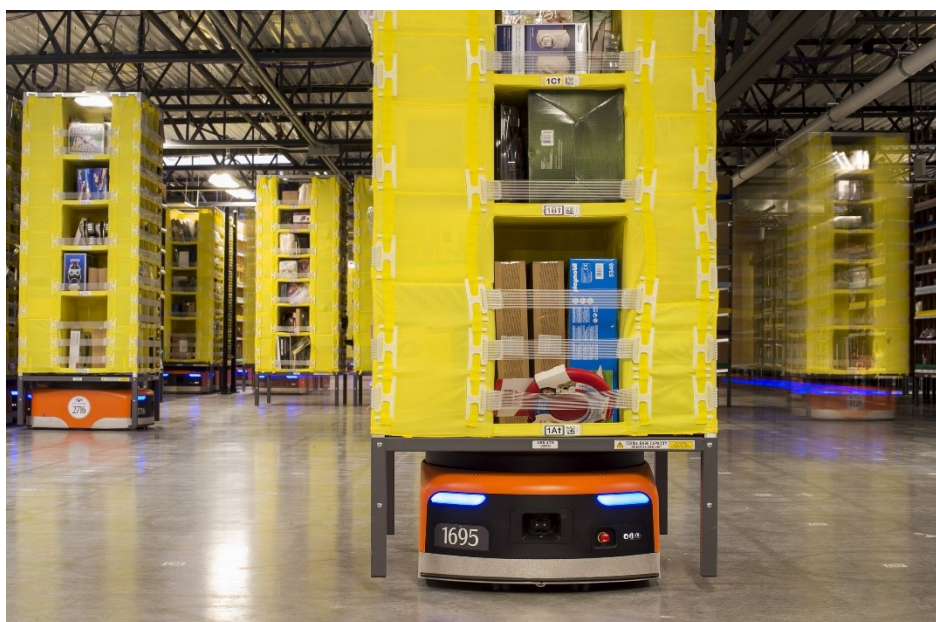
Obr. 9 Manuálně řízený tahač s přívěsy (TexpoTrade, 2018)

Automaticky naváděné vozíky

V rámci automatizace a šetření personálních nákladů je zaznamenán růst dalšího typu manipulační techniky, jímž jsou automaticky naváděné vozíky. Vývoj těchto strojů běží již pár desítek let, přesněji od 50. let minulého století, kdy byl zaznamenán první výskyt vozíků podle optického vedení. Dnes se však většina AGV (Automated Guided Vehicles) pohybuje

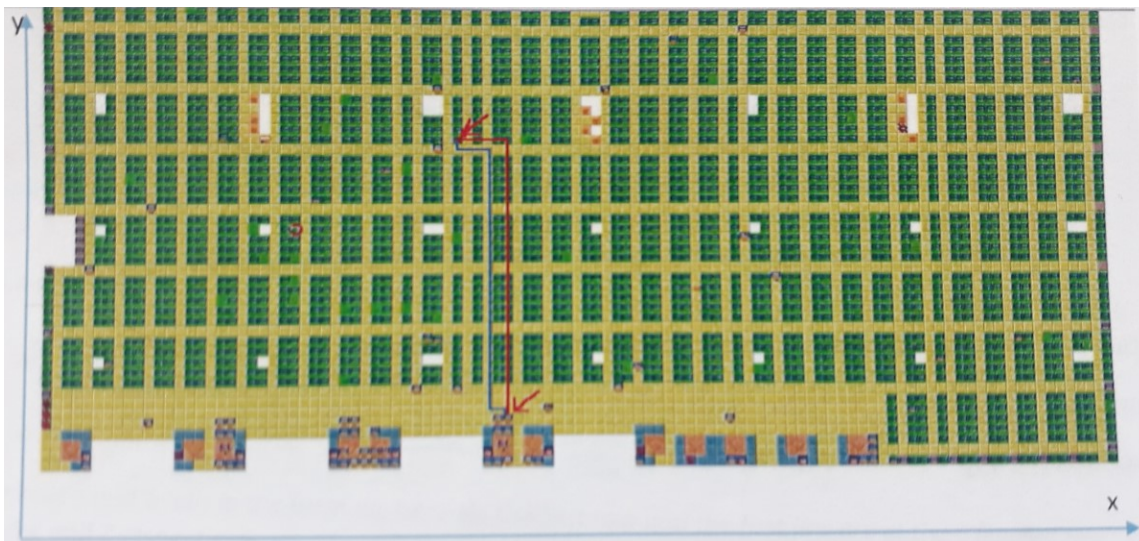
podle jednoduchých magnetických pásek, navigaci pomocí laseru a kamerového záznamu. Základním předpokladem pro nasazení těchto vozíků do výroby je mít dostatečně prostorné haly, protože AGV vozíky vyžadují nutný prostor na cestách z důvodů bezpečnosti, což v rámci štíhlého layoutu není příliš úsporné řešení.

Určitý druh automaticky naváděných vozíků je velmi často využíván ve skladech společnosti Amazon. Tato společnost tímto způsobem dopravuje naskladněný materiál k výdejním místům na balení zboží. V těchto skladech je zboží umístěno na policích, které je možné přepravovat v celku, jak je znázorněno na Obr. 10.



Obr. 10 Automaticky naváděný vozík ve skladech Amazon (Shead, 2017)

Investice do tohoto logistického systému je v tomto případě pouze do robotů a nízkých regálových polic a tudíž nízká ve srovnání s vybudováním vysoko regálových skladů, kde jsou investice na výstavbu mnohem vyšší. Firma tak činí především v amerických skladech, kde cena pozemku není příliš vysoká a v rámci konkurenceschopnosti není nutné stavět sklady vysoko regálové. Další výhodou kromě investic je oproti klasickému využití AGV vozíku možnost, na cestě pro zboží, projet vozíkem pod rozestavenými policemi, kdy může robot využít přímou nejkratší cestu a nemusí jezdit pouze po cestách mezi regály, což ovšem neplatí na cestu zpět. Tato cesta je naznačena na obrázku Obr. 11. (Bogodistov, a další, 2015)



Obr. 11 Trasa automatického vozíku ve skladech s možností podjetí regálu se zbožím

(Bogodistov, a další, 2015)

Cesta pro materiál je v tomto případě vyznačena barvou červenou, je na první pohled jednodušší a s nižším počtem začátků, které zpomalují čas pro vyzvednutí zboží. Modrá cesta zpět je jich ve vyznačených ulicích. Díky tomu, že AGV vozíky nejezdí pouze po vyznačených cestách, je možné mít těchto vozíků ve skladu mnoho, bez toho aniž by na sebe navzájem musely čekat a docházelo k častým střetům. Momenty, kdy musí robot zpomalit a vyhnout se druhému, prodlužují čas pro další vyzvednutí zboží, který je pro velkosklad jako je Amazon velmi důležitý. (Bogodistov, a další, 2015)

Podobnou cestou, jako šel Amazon v procesech se snaží jít i výrobní závody, které pomocí zavedení automaticky naváděných vozíků zvyšují svoji produktivitu, například i tím, že při transportu pomocí těchto vozíků probíhá montáž výrobku.

3 ŠTÍHLÝ LAYOUT

Vysoké náklady na logistiku, kromě vysokých zásob také souvisí velmi často s nesprávně navrženým layoutem, který je v mnoha podnicích hlavní příčinou plýtvání. V rámci layoutu neboli prostorové uspořádání, se především jedná o uspořádání jednotlivých výrobních středisek a oddělení, pracovišť, strojů, pracovních pomůcek a dalšího potřebného vybavení. Podstatou prostorového uspořádání je účelné rozmístění výrobního zařízení tak, aby materiálové toky byly co nejkratší a nedocházelo k plýtvání. (Hiregoudar, a další, 2007)

Ve většině firem probíhá rozšiřování výroby vlnou změn, tyto změny probíhají velmi často pod časovým tlakem a bez jasné koncepce. Výsledkem rychlých změn mohou být layouts, které způsobují nejen zbytečně dlouhé materiálové toky, ale i množství manipulačních a skladovacích prostor, kontrolních činností, nepřehledné procesy a složité řízení logistiky a výroby. (Košturiak, a další, 2006)

Kromě rychlého historického rozvoje společnosti na tvorbu layoutu mají vliv další činitelé a okolnosti, které definovali Tuček s Bobákem ve svojí knize Výrobní systémy. Tyto činitelé jsou:

- **Generel organizace** – jedná se o situační rozmístění objektů organizace, příjezdových cest, vnitrozávodních komunikací apod.
- **Sít' komunikací**
- **Charakter budov** – představuje informace o účelu objektů, jejich podlahové ploše, půdorysu, prostorovém řešení, nosnosti, rozmístění chodeb, dveří, jejich velikosti, atd.
- **Inženýrské sítě** – rozvody elektrické energie, vody, kanalizace, páry apod. Mohou značně ovlivnit prostorové uspořádání výroby.
- **Typ výroby** – čím je vyšší stupeň výroby, tím jsou kladeny vyšší požadavky na uspořádání jednotlivých výrobních prvků.
- **Manipulační prostředky** – například jeřáby s pevnými drahami, závodní železnice nebo další stabilní zařízení.
- **Technologický postup** – technologická náročnost výroby je dalším vlivem, se kterým je nutné předem počítat. (Tuček, a další, 2006)

Jedním z možných řešení eliminace plýtvání a více nákladů je realizace štíhlého layoutu. Jan Košturiak, Zbyněk Frolík a spol. definují přínosy štíhlého layoutu jako:

- Přímý materiálový tok směrem k montážní lince a expedici.
- Minimalizace přepravních vzdáleností mezi operacemi.
- Minimální plochy na zásobníky a meziklady.
- Dodavatelé co nejbliže zákazníkům (přes uličku).
- Přímočaré a krátké trasy.
- Minimální průběžné časy.
- Odstranění dvojnásobné manipulace.
- Zkrácení průběžné doby výroby.
- Zkrácení času dodávky výrobku na trh.
- Zlepšení přesnosti dodávky.
- Snížení rozpracované výroby.
- Zvýšení produktivity práce.
- Snížení nákladů na zabezpečení kvality.
- Redukce spotřeby ploch.

Dále také Jan Košturiak, Zbyněk Frolík a spol. uvádí možné omezení a rizika, které mohou nastat při zavádění štíhlého layoutu:

- Nestabilní výrobní sortiment.
- Sdílená zařízení.
- Velké stroje se základy, u nichž je problém se změnou layoutu.
- Časové a investiční požadavky.
- Vytížení pracovníků, kteří budou pracovně uvolněni. (Košturiak, a další, 2006)

3.1 Využití prostoru

Při eliminaci plýtvání a vytváření toku je několik přínosů, které mají přímý dopad na štíhlý layout a úsporu prostoru jedná se o:

1. Šetření podlahové plochy - pro případ, že jsou výrobní zařízení organizována podle oddělení, pak je mezi jednotlivými zařízeními spousta nevyužitých prostor. Tyto prostory bývají mnohdy neproduktivně obsazeny zásobami rozpracované výroby. Díky vyššímu využití podlahové plochy mnohdy dochází k vyloučení potřeby vyšší kapacity.
2. Zajištění jakosti.
3. Vytvoření flexibility.

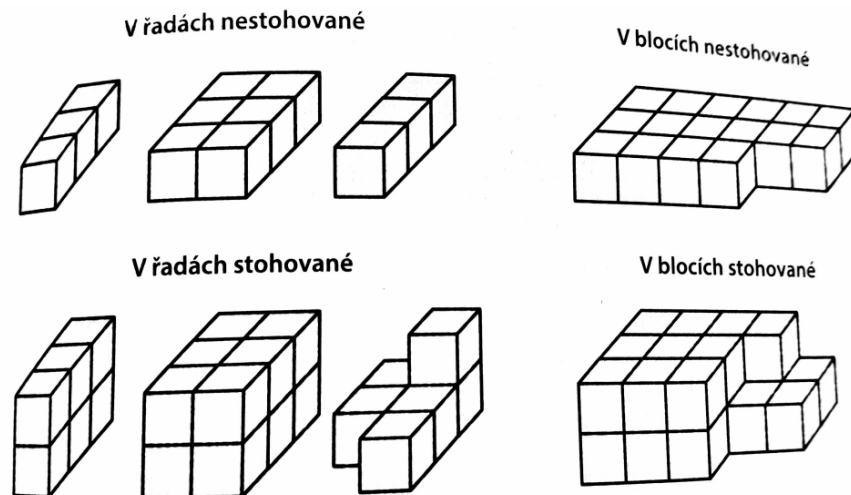
4. Zajištění vyšší produktivity.
5. Zvýšení bezpečnosti.
6. Zlepšení morálky.
7. Snížení nákladů vázaných v zásobách. (Liker, 2004)

3.2 Skladování v rámci štíhlého layoutu

V rámci štíhlého layoutu musíme počítat nejen s místem pro výrobní buňky a stroje, ale také s prostory pro skladování zařízení potřebné k výrobě. V plastikářském průmyslu jsou to například formy pro jednotlivé lisys, které jsou v rámci SMED přichystány na rychlou přestavbu nebo se jedná například pro vstupní a obalový materiál. V rámci štíhlého layoutu nás v rámci skladování zajímají hlavně parametry rychlosti vychystání a nároky na využití prostoru. (Sixta, a další, 2009)

Ve většině výrobních firem se setkáváme s klasickými regálovými systémy. Regálové systémy dělíme především dle jejich konstrukce, která má velký vliv na způsob využití, nároky na manipulaci v nich, využití prostoru, možnostem mechanizace a automatizace jejich provozu. (Gros, 2016)

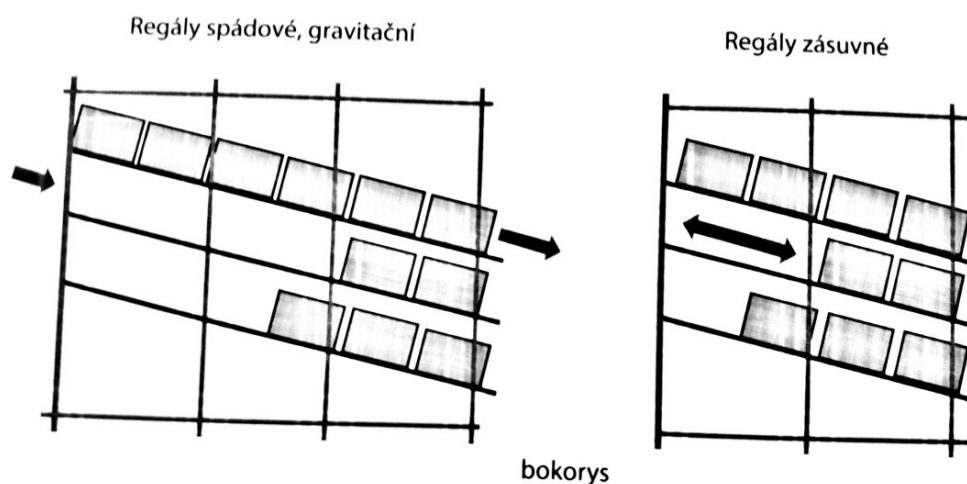
V rámci úspory místa ve štíhlém layoutu je možné používat různé druhy regálových systémů a způsobů skladování, které napomáhají úspoře plochy. Nejjednodušším způsobem pro úsporné skladování je shlukování materiálu v blocích. V případě, že je možné materiál stavět na sebe, čemuž se říká tzv. stohování je nejlevnější způsob úspory místa v rámci skladovacích ploch stohovat materiál v blocích. Nevýhodou tohoto skladování je dlouhý způsob vychystávání materiálu, který je umístěn v zadních pozicích bloku. V takovém případě může pracovník logistiky v rámci vychystání jednoho druhu materiálu strávit na tomto místě velmi dlouhý časový úsek zbytečnou manipulací, což způsobuje v rámci logistických procesů pouze jiný druh plýtvání. Proto je možné častěji ve firmách vidět spíše stohování v řadách, kde se také jednodušším způsobem dodržuje FIFO. Přítomnost systému FIFO se skladech požadují většinou zákazníci z oboru automotive a představuje dodržování pořadí materiálového toku. Všechny dosavadní uvedené způsoby skladování bez použití regálových systémů jsou uvedeny na *Obr. 12*. (Gros, 2016)



Obr. 12 Možnosti skladování bez použití regálových systémů

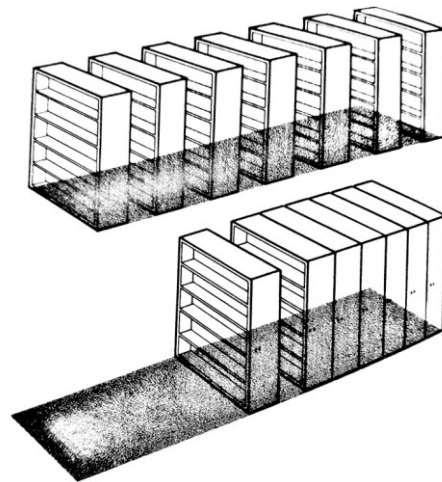
(Gros, 2016)

V rámci jednoduchých regálových systémů je pro štíhlý layout možné použít spádových nebo zásuvných regálů. Spádové (gravitační) regály jsou v rámci štíhlé výroby používány velmi často, díky možnosti rychlého naskladnění a vyskladnění materiálu. Používají se především v rámci výrobních linek, kde je nutné dodržovat systém FIFO. Jak je možné pozorovat na Obr. 13, pro manipulaci okolo regálu je nutný prostor z obou stran regálu, regál tudíž sebou váže větší prostorovou náročnost, než regály zásuvné. Ty se doplňují pouze z přední strany a z toho důvodu není možné dodržování systému FIFO.



Obr. 13 Spádové a zásuvné regály (Gros, 2016)

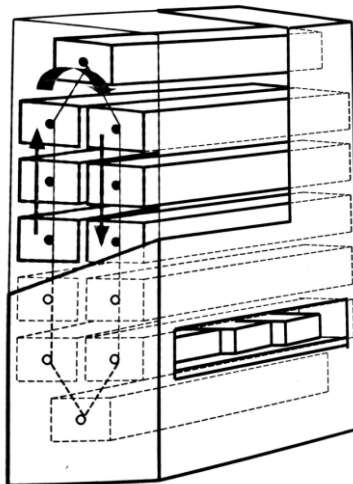
Mezi klasický způsob úspory místa pomocí regálových systémů patří využití posuvných regálů. Toto využití je typické pro historické knihovny či archivy z důvodů dlouhého času nutného k vychystání. Úsporu plochy pomocí těchto systémů je možné pozorovat v Obr. 14.



Obr. 14 Posuvné regály

(Lambert, a další, 1998)

V rámci meziskladů je především v Evropě, kde je nákup pozemků oproti Americe dražší, je moderní stavět skladovací prostory do výšek. Ideálním použitím pro výrobní prostory je vertikální systém zakládání (Karusel). Při použití tohoto systému ve výrobě není nutné se okolo něj pohybovat v přílbě a obsluha nemusí, v rámci manipulace z vyšších regálů umístěných u stropu, používat jinou manipulační techniku. Princip karuselového skladu je uveden na Obr. 15.



Obr. 15 Karuselový zakladač

(Gros, 2016)

4 DMAIC

Jako jedna z možností, jak řídit zlepšovateľský projekt se v rámci několika přístupů projektové řízení velmi často používá metodika vedení projektů nazvaná DMAIC. Jedná se metodu vycházející ze zkratk složených z úvodních písmen *Define-Measure-Analyze-Improve-Control*. Překlady zkratk jsou *Definovat-Měřit-Analyzovat-Zlepšovat-Kontrolovat*. Kroky jasně předurčují pořadí jednotlivých fází projektu. Každá fáze cyklu DMAIC má specifické cíle, které jsou logicky vymezené, a je v nich uvedeno, na jaké činnosti se jednotlivé kroky zaměřují.

Metodika se využívá pro druhy zlepšení primárně kvalitativního charakteru, jelikož vychází z konceptu Six Sigma, dále je používána pro zlepšování ve směru Lean, tedy štíhlého myšlení. (Svozilová, 2011) (Franz, a další, 2012)

Jednotlivé fáze DMAIC jsou popsány jako:

- Definování

Fáze definování je zaměřena na nalezení a pojmenování cílů projektu v přímé souvislosti s pokrytím potřeb zákazníků procesu, prostřednictvím hlasu zákazníka. V této fázi je vymezen nebo ohraničen proces, na který se projekt zaměřuje. (Svozilová, 2011)

- Měření

Měření je fází, kdy je zjišťován výchozí stav procesu a podmínky pro zpracování. Pro zjištění současného stavu je využíváno statistických, popisných metod nebo metod průmyslového inženýrství. (Svozilová, 2011)

- Analyzování

Fáze analyzování zkoumá údaje získané z předchozí fáze Měření, vyhodnocuje souvislosti. Cílem této fáze je nalezení příčin problémů. (Svozilová, 2011)

- Zlepšování

Hlavní fází celou projektu, která naplní cíle projektu je fáze Zlepšovat. Zde dochází ke zlepšení na základě skutečností zjištěných provedením analýz a jejich vyhodnocení. Samotnému zlepšení by mělo předcházet výběr variant zlepšení. Samotný výběr lze posunout na závěr fáze Analyzování. Závěrem fáze Zlepšení by měl být zkušební provoz. (Pivodová, 2015)

- Kontrolování

Nedostatky, které byly zlepšeny nezbytné udržet. Tak aby bylo možné i v budoucnu zlepšení uřídit, udržet zavedené zlepšení a dlouhodobě z něj profitovat. (Franz, a další, 2012)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 O SPOLEČNOSTI

Firma, v níž je zpracovávána diplomová práce, je předním evropským výrobcem v oboru zpracování plastů. Na Zlínsku byla založena v roce 2006. Svým zákazníkům nabízí vývoj, výrobu, montáž a logistiku jako komplexní služby. Zaměřuje se především na trhy Kancelář a volný čas, Domácnost a zahrada, Zdraví a péče o tělo, Automobilový průmysl, Balení a logistiku.

Zákazníci jsou členěny dle segmentů a jednotlivý výčet je uveden zde:

Dům a zahrada



Kancelář a hračky



Zdraví a péče o tělo



Automotiv



Obr. 16 Seznam hlavních zákazníků (interní materiály)

Společnost byla založena v roce 1868 v Německu. Od roku 1899 pak v Rakousku a od svého založení je stoprocentně rodinnou firmou. Vymezení produktů a trhů, kterou se holding vyznačuje, je založen na kontinuálním růstu.

Výrobní divize, do níž společnost patří má šest závodů v Evropě a jedno stanoviště v Severní Americe. Své služby prezentuje je poskytování individuálních řešení šitých přesně na míru požadavkům svých zákazníků. (interní materiály společnosti)

Společnost je složena ze tří výrobních divizí, každá z nich je orientována na jiné výrobní technologie. Jedná se o vstřikolisovnu, zajišťující technologii jedno-komponentního vstřikování v automatickém nebo poloautomatickém režimu. Pro potřeby kompletace montážních celků, ať již ze vstřikovaných nebo nakupovaných dílů je využíváno středisko montáží. Zde se nachází 22 výrobních linek. Montáže jsou dále doplněny technologiemi, tamponového potisku, automatického balení a laserování vstřikovaných komponentů. Povrchová

úprava lakováním je zajišťována formou outsourcingu. Třetím výrobním střediskem, jsou recyklační linky, které slouží k obnově odpadních tonerových kazet. Jednotlivé výrobní haly jsou rozmístěny v rozsáhlém areálu, mezi nimiž je zajišťována doprava externí společností, ať už přímo mezi halami nebo do meziskladů. Ve společnosti je zaměstnáno 500 zaměstnanců.

Mise firmy zní:

„Jsme flexibilní, efektivně řízenou firmou poskytující strategickým partnerům inovativní řešení s vyšší přidanou hodnotou v oblasti plastových technických výrobků v rámci globální skupiny.“

Svojí vizí společnost říká, kam směřuje:

„Posilovat naši důvěryhodnost, spolehlivost a stabilitu rozvojem strategických zákazníků. Předvídat trendy a aktivně reagovat na požadavky trhu. Určovat směr budoucího rozvoje technologií a know-how v rámci globální divize. Naplňovat tradice a hodnoty rodinné firmy.“

Současně vyznává následující hodnoty:

- Partnerství
- Respekt
- Hrdost
- Osobní odpovědnost
- Proaktivita

6 VYMEZENÍ PRÁCE

V první polovině roku 2017 jsem byl osloven firmou se zadáním, zlepšení aktuální situace na vstřikolisovně, konkrétně zlepšení interní logistiky a manipulace hotových výrobků. Důvodem zadání byla vysoká variabilita výrobků, vysoká rozpracovanost zadání podporovala vize zahraničního vlastníka o automatickém odvozu finálních výrobků a průběžném skladování na jiném místě, než na pracovišti. Cílem bylo posouzení proveditelnosti a zhodnocení aktuální situace, to se dále rozvinulo do zadání projektu a tím i realizace diplomové práce.

Práce byla zadána na vstřikolisovnu, která se skládá ze dvou výrobních hal. Ve větší z hal jsou situovány stroje vyšší tonáže, které jsou prostorově náročnější. V druhé novější výrobní hale jsou stroje o nižší tonážní síle. Vstřikolisovna funguje v nepřetržitém provozu, což je čtyř směnný provoz. Celkově na vstřikolisovně pracuje 118 zaměstnanců.

Pro potřeby práce bude použita metodika DMAIC, jako jeden z nástrojů projektového řízení. Jednotlivé fáze budou obsahovat nástroje, jak projektového řízení, tak průmyslového inženýrství. Fáze DMAIC tvoří strukturu následujících kapitol a sám o sobě je popsán jako definování projektu což je zadání práce a jednoznačné vymezení rozsahu. Ve fázi měření je popsán sběr dat, provedení potřebných analýz a popis současné situace. Blok analýzy se věnuje vyhodnocení provedených analýz, zhodnocení aktuální situace, návrhům na zlepšení a jejich zhodnocení. Fáze zlepšení je vždy věnováno realizaci, vlastnímu zlepšování, celá fáze je provázána akčním plánem. Závěrečný krok DMAIC Kontrolování je zaměřen na zhodnocení provedených zlepšení, akcí a v této práci přesunů strojního vybavení se zlepšením manipulace, kdy je třeba nastavit kontrolní mechanismy pro udržitelnost zlepšení. Detailněji bude každá fáze popsána níže.

7 DEFINOVÁNÍ

V rámci přesného definování v této části práce je použito několik nástrojů. U základního popisu projektu byla provedena SWOT analýza, která popisuje silné stránky, slabé stránky, příležitosti i hrozby. SWOT analýza byla vytvořena na vstříkolisovnu, což je oblast zadání projektu. Kdybychom se zabývali SWOT analýzou firmy, byly by informace příliš obecné a pro zadání projektu neúčinné.

Projektový list popisuje definování problému, zadání projektu, rozsah, měřitelné parametry, které budou vyhodnocovat úspěšnost projektu.

Dalším nástrojem části definování je logický rámec, který obsahuje hlavní cíl projektu, dílčí cíle, výstupy, aktivity projektu a diplomové práce, včetně objektivně ověřitelných ukazatelů a zdrojů informací k ověření jednotlivých popsanych částí. V logickém rámci jsou uvedeny předpoklady, zdroje a také rizika, se kterými je třeba řídit v průběhu zpracování DP a projektu. Pro logický rámec jsou částečně využívány obdobné formulace jako u projektového listu, který je využit primárně pro projekt, logický rámec je rozšířen o komplexní pohled na diplomovou práci. Definovaná rizika z logického rámce jsou zhodnocena rizikovou analýzou RIPRAN. Ohodnocená rizika podle stupně velikosti rizika jsou zohledněna při zpracování. Buď akceptací rizika, pokud je riziko nízké, rizikovým plánem u střední hodnoty rizika a preventivními opatřeními u vysoké hodnoty rizika.

7.1 SWOT analýza

Pro využití silných stránek a potenciálů vstříkolisovny je v této části definování vhodné je přesně určit a ohodnotit pomocí analýzy SWOT. Stejně tak, to platí pro potlačení slabých stránek a možných rizik, které mají vliv na fungování vstříkolisovny a mohou ohrozit realizaci projektu.

Tab. 1 SWOT analýza (vlastní zpracování)

Silné stránky		Slabé stránky	
Kvalifikovaní THP zaměstnanci na vstříkovně	10%	Nevhodně uspořádaný layout	25%
Moderní strojní park	20%	Neefektivní manipulace	10%
Zpětná dohledatelnost výroby	5%	Malá podpora údržby při změnách	5%
Přesnost výrobních dat	10%	Vysoká variabilita výrobků	20%
Možnost investic dle požadavků	15%	Plánování přestaveb	15%
Spolupráce napříč odděleními při zavádění výrobku	20%	Mění se data pro zavedení výrobku	10%
Prozměnové myšlení týmu	20%	Náročný proces uvolnění investic	5%
		Proces zaučování nových zaměstnanců ve výrobě	10%
Příležitosti		Hrozby	
Rostoucí poptávky stávajících zákazníků na výrobu	30%	3D tiskárny	25%
Dlouhodobá spolupráce s dodavatelem strojního parku	15%	Menší vstříkovny s nižšími cenami	15%
Rostoucí podíl plastových komponentů na trhu	10%	Rostoucí požadavky na nižší a častější výrobní dávky	20%
Růst stávajících zákazníků	25%	Nedostatek kvalifikovaných zaměstnanců (automatizace)	15%
Dobré umístění vstříkovny	20%	Snížení požadavku na výrobu nového výrobku	25%

V matici ze SWOT analýzy (Tab. 1) lze pozorovat, že jednou z nejsilnějších stránek vstříkolisovny je pro změnové myšlení týmu, tým otevřeně spolupracuje s jednotlivými odděleními a že společnost má k dispozici konkurenční výhodu moderního strojního parku pro výrobu. To je velmi důležité pro rychlé reakce na nové situace, zakázky a odvalu pro nová firemní řešení, které díky flexibilitě pracovního týmu lze úspěšně zavést.

Jako vynikající příležitost je vnímán růst stávajících zákazníků, kteří svým potenciálním růstem na trhu budou zadávat vstříkolisovně další výrobu, a to protože jsou s dosavadními službami velmi spokojeni.

Mezi slabé stránky vstříkolisovny patří vysoká variabilita výrobků, které mají nízké minimální výrobní dávky. Vysoká variabilita výroby váže obtížné plánování strojních i lidských kapacit. Jako další slabou stránkou vstříkolisovny je vnímán nevhodně uspořádaný layout, kde jsou nevhodně umístěné jednotlivé stroje, zabírající velkou plochu. Layout není v současnosti připraven pro další růst společnosti. Ve výrobní hale je také velké množství slepých ulic, které způsobují neefektivní přesuny.

Hrozbu pro vstříkolisovnu představují 3D tiskárny, které umožňují velmi vysokou variabilitu výroby v krátkém čase za nižší náklady. Jednou z dalších významných hrozeb může být snížení požadavků zákazníků na výrobu, jelikož u velkoobjemových výrobků by došlo k velkým ztrátám.

7.2 Projektový list

Jedním z nástrojů projektového řízení a přesné definování zadání je projektový list. V projektovém listu je jasně definován rozsah projektu, cíl projektu, jeho vlastník, členové týmu,

rizika a časová náročnost. Ve společnosti se projektových listů využívá u řízení interních i zákaznických projektů, protože napomáhá k ujasnění definovaných rolí jednotlivých členů týmu, ohraničuje působení projektu a termíny pro předem určené cíle.

S projektovým listem se v průběhu projektu neustále pracuje, nelze jednoznačně říci, že jeho podoba je po fázi definování konečná. Pro shrnutí lze jednoduše **cíl práce** definovat dle metody SMART:

Efektivní zavedení logistického systému s cílem zkrácení manipulační trasy o 20% se současným snížením počtu manipulantů a zvýšením prostorové náročnosti na jeden stroj o 10%.

Dílčí cíl práce je:

Snížení obslužnosti o 10%

V této práci je v rámci udržení kontextu uveden projektový list jako Tab. 2 a Tab. 3.

Tab. 2 První část projektového listu (vlastní zpracování)

Zadání projektu /Project Charter-Suggestion/			
Název projektu /Project Name/	Zefektivnění manipulace se zapracováním nového layoutu vstříkolisovny	Podnik/lokality /Business/Location/	GAB
Projektový manažer /Project manager/	Pavčina Pivodová Vedoucí průmyslového	Telefonní číslo /Telephone Number/	-
Poradce/moderátor /Adviser/	Roland Häupl Technical Director	Telefonní číslo /Telephone Number/	-
Zadavatel /Sponsor/	Pavel Slavík Jednatel	Datum začátku /Start Date/	13.10.2017
Zákazník projektu /Customer of project/	Jaroslav Hustý, Jiří Mikel Vedoucí technického úseku, vedoucí vstříkolisovny	Předpokl. ukončení /Target End Date/	31.03.2019
Potenciální úspory /Potential Savings/	<ul style="list-style-type: none"> - Úspory prostorové náročnosti na stroj - Zkrácení manipulační trasy - Snížení obslužnosti vstříkolisů - Snížení počtu manipulantů 		
Detaily projektu / Project Details/			
Cíl projektu /Project goal/	<ul style="list-style-type: none"> - Zvýšení prostorového využití současných výrobních hal z 69,5 m²/stroj na 63 m²/stroj - Zkrácení manipulační trasy z 317 m na 253,6 m - Snížení průměrné obslužnosti na stroj z 1 na 0,9 - Snížení počtu manipulantů z 12 na 8 		
Formulování problému /Problem Statement/	<p><i>Stávající výrobní haly nejsou vyhovující pro umístění nového výrobku. Vysoké přetížení manipulantů a vysoký podíl nevytížených cest. Komplikované materiálové toky. Vysoká stávající obslužnost vstříkolisů. Nízká produktivita výstupu.</i></p>		

Tab. 3 Druhá část projektového listu (vlastní zpracování)

Rozsah projektu <i>/Scope/</i>	Zdroje / Vstupy <i>/Start/</i>	Výrobní data (<i>odvedené výroby, obalového množství, rozměry výrobní haly, strojů a obalového materiálu</i>) Práce lidí (<i>tým</i>) Výsledky provedených analýz Informace o výrobě nového výrobku
	Výstupy <i>/Stop/</i>	Nový layout vstřikolisovny a umístění nových strojů, způsob manipulace hotových výrobků a materiálů, snížení počtu operátorů na stroj, vyšší produktivita vstřikolisovny
	Zahrnuje <i>/Includes/</i>	Vstřikolisovnu, infrastruktura, investice, management společnosti, vedení divize
	Nezahrnuje <i>/Excludes/</i>	Jiná výrobní a servisní střediska, procesní řízení firmy.

Díčí cíle projektu <i>/Partial goals the project/</i>	Jednotka <i>/Metric/</i>	Výchozí stav <i>/Baseline/</i>	Aktuální stav <i>/Current/</i>	Cíl <i>/Goal/</i>
Úspory prostorostorové náročnosti na stroj	m ² /stroj	69,5		63
Zkrácení manipulační trasy	metr	317		253,6
Snížení obslužnosti vstřikolisů	%	1		0,9
Snížení manipulantů	počet	12		8

Přínosy pro zákazníka (externí / interní) <i>/Customer Benefits (external / internal)/</i>	Nižší investice pro přeuspořádání strojů, než pro výstavbu nové výrobní haly. (interní) Umístění ucelené výroby požadovaného výrobku v GAB. (externí)
Členové týmu <i>/Team members/</i>	Pavína Pivodová - Vedoucí průmyslového inženýrství (PM) Matěj Uchytíl - Průmyslový inženýr Pavel Slavík - Jednatel Jiří Mikel - Vedoucí výroby Jaroslav Hustý - Vedoucí technického úseku Věra Sedlářová - Vedoucí nákupu a logistiky Pavel Buchwaldek - Vedoucí skladníků Marek Zaoral - Vedoucí technologů Lukáš Novák - Průmyslový inženýr
Požadovaná podpora <i>/Support Required/</i>	Jednatel společnosti a vedení divize nakloněné k investicím
Rizika/Omezení <i>/Risks/Constraints/</i>	<i>Uspíšení nového výrobku, omezení infrastruktury (energie, výstavba), neuvolnění investic,</i>
Milníky projektu <i>/Milestones of Project/</i>	Ukončená vstupní analýza Představení variant řešení managementu GAB Představení managementu divize Připravená infrastruktura strojů Úprava výrobní haly a přeuspořádání strojů Zavedení nového způsobu manipulace Umístění nových strojů do haly

Z uvedeného projektového listu je možné se dozvědět, že tým je složen ze zástupců všech oddělení, kterých se projekt týká a mohou se vyjádřit ke způsobu projektového řešení a jeho

průběžným výsledkům. Je jasné vidět, že projekt je omezen pouze na vstřikolisovnu a nezasahuje například do chodu dalšího výrobního střediska, jímž je montáž. V projektovém listu jsou jasně definovány dílčí cíle, kterých vstřikolisovna požaduje dosáhnout. Tyto činnosti byly rozpadnuty do jednotlivých ukazatelů a časového harmonogramu, který je v diplomové práci uveden jako příloha P I.

7.3 Logický rámec

Pro naplánování, návrh i pro vyhodnocení projektu a zpracování diplomové práce slouží logický rámec, který podporuje organizaci činností a uvedení činností do souvislostí s očekávanými výsledky. Díky jasnému a stručnému vyjádření lze lehce kontrolovat plnění jednotlivých kroků a cílů. Logický rámec sestavený na daný projekt pomohl s definováním rozpadu jednotlivých cílů a určuje aktivity, které jsou nutné pro realizaci projektu. V práci je uveden jako příloha P II.

7.4 RIPRAN

Riziková analýza vychází z definovaných rizik v logickém rámci a v této práci je uvedena jako příloha P III. Jednotlivá rizika jsou rozebrány jako hrozby, co může v projektu nebo při zpracování diplomové práce nastat, s jakou pravděpodobností, jaký to může mít scénář neboli výsledek opět s jakou pravděpodobností při naplnění hrozby. Následně je vypočítána celková pravděpodobnost při tom, když by se hrozba i scénář naplnily. U každé možnosti je posouzen dopad na projekt, jehož závažnost určí celkovou hodnotu rizika a reakci na ni. Hodnot pravděpodobností i rizik bylo vytvářeno ve spolupráci s projektovým týmem.

8 MĚŘENÍ

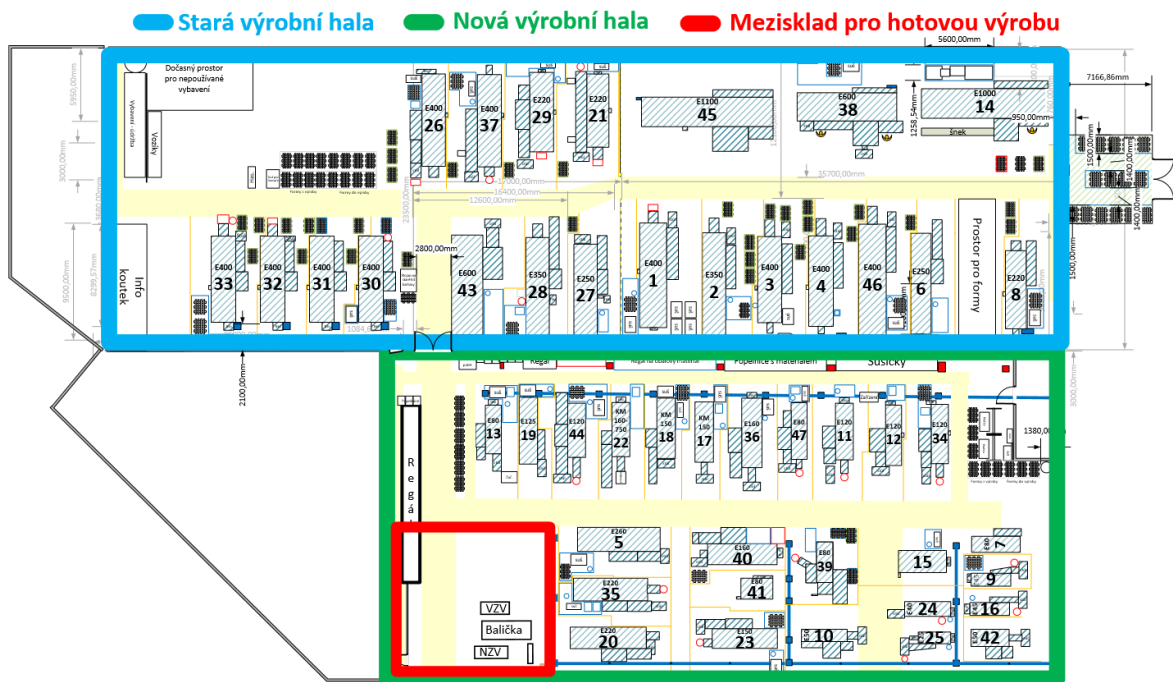
V této části budou využity následující analýzy:

- Vstupní analýza
- Analýza strojního parku
- Analýza obslužnosti strojů
- Analýza vytížení strojů
- Analýza výstupu ze strojů
- Analýza materiálového toku
- Analýza možnosti výroby nového výrobku

8.1 Vstupní analýza

Jako základ pro posouzení realizovatelnosti záměru společnosti, a to použití automatických vozíků, byla použita vstupní analýza vstřikolisovny. Tato analýza se opírala především o data, která měla společnost již zpracovaná, jako byl layout společnosti, dokumentace jednotlivých strojů a předchozí analýzy, které firma v minulosti provedla v rámci posouzení aktuální situace. Ke zlepšování však již nedošlo.

Jak bylo již zmíněno vstřikolisovna se skládá z velké výrobní haly, která je starší a ke které byla v minulosti přistavěna nová menší výrobní hala. Rozloha obou výrobních hal je 3266,25m². V nové výrobní hale se nachází také mezisklad pro systémově odvedenou hotovou výrobu. Na celé vstřikolisovně se nachází 47 strojů a jejich rozmístění je znázorněno na layoutu. (Obr. 17)



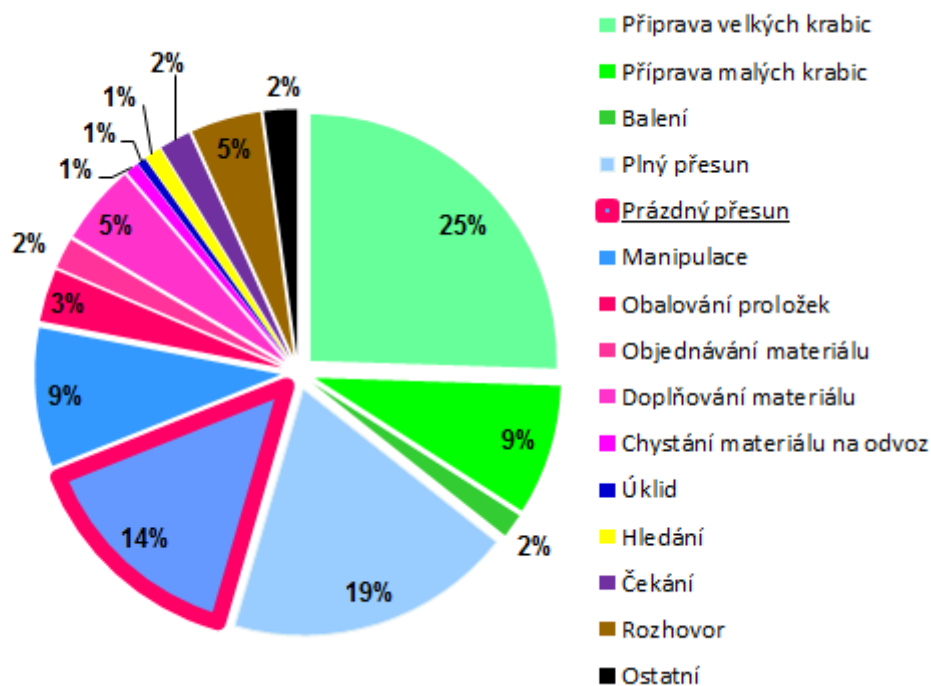
Obr. 17 Současný layout vstříkolisovny (interní zdroje)

Analýza konkrétního využití obou výrobních hal je zobrazena v Tab. 4. Tyto hodnoty budou dále sloužit pro porovnání s novými návrhy v rámci měřitelnosti úspor plochy.

Tab. 4 Využití prostoru výrobních hal (vlastní zpracování)

	Rozloha	Počet strojů	Využití prostoru haly na 1 stroj
Stará hala	1 857,6 m ²	21 strojů	88,46 m ² /stroj
Nová hala	1 408,65 m ²	26 strojů	54,18 m ² /stroj
Celkem	3,266,25 m²	47 strojů	69,5 m²/stroj

V minulosti byl ve firmě proveden snímek manipulanta a jeho výsledky je možné pozorovat v grafu uvedeném pod odstavcem. Celou směnu má manipulant v popisu práce odvoz hotové výroby do prostoru mezikladu hotové výroby od strojů a zásobování pracovišť obalovým materiálem. Po analýze firma eliminovala část zásobování obalovým materiálem novou halu, konkrétně skládání obalového materiálu, tato činnost byla převedena na operátory, z důvodu dlouhých výrobních časů průběhu výroby jednoho kartonu.



Graf. 2 Snímek manipulanta (interní zdroje)

Důležitým výsledkem je, že manipulanta tráví 14% svého času prázdným přesunem, což lze vidět v grafu červeně zvýrazněnou částí. Tento výsledek ukazuje, že 43,4% všech přesunů manipulanta je neefektivní. Tato skutečnost se objevuje, protože výrobní haly mají několik slepých cest a díky tomu manipulanta musí chodit tam a zpět, mnohdy nevytížen. Neefektivní přesuny lze velmi dobře pozorovat na spaghetti diagramu (Obr. 18), který byl v rámci snímku práce vytvořen. Tato data byla vytvořena průmyslovým inženýrem působícím ve společnosti a pro autora diplomové práce sloužila jako základní východisko pro zadání problematiky.

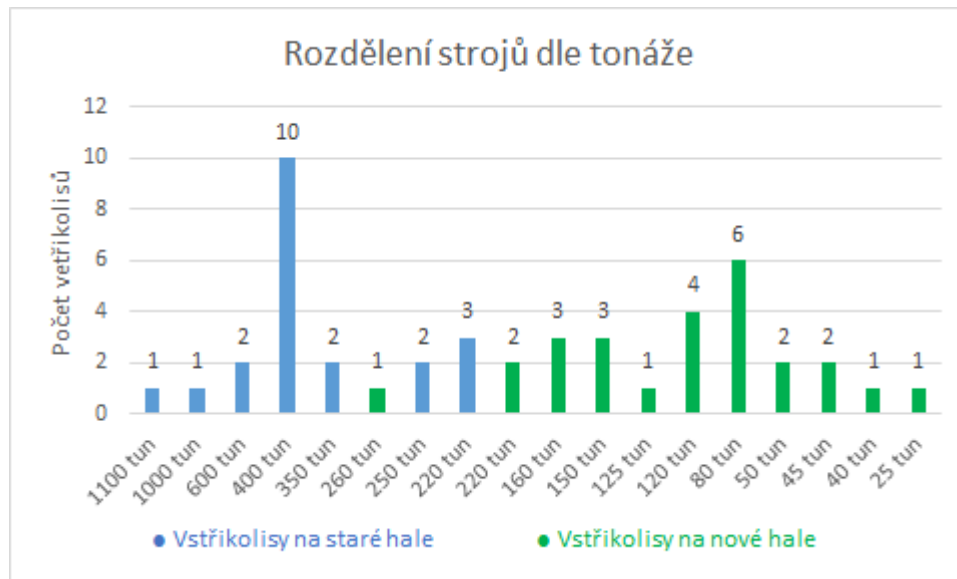


Obr. 18 Spaghetti diagram manipulanta (interní zdroje)

U provedeného snímku bylo také zjištěno, že pozice manipulanta je velmi vytížena. Vytíženost se projevovала častým přesunem ať už efektivním nebo neefektivním, ani jeden z nich manipulanta nemohl ovlivnit lepším vyhodnocením situace a nečiní zbytečně nebo vědomě. Manipulanta v současnosti nemá v popisu práce doplňování surového materiálu (granulátu) k jednotlivým strojům, na tuto práci jsou určeni pro vstřikolisovnu dva další manipulanti (dosypávači). Vedení společnosti tuto situaci chtělo vyřešit způsobem automatizovaného odvozu palet nebo odvozem krabicového množství. Tato myšlenka bude dále v práci rozvedena následujícími analýzami.

8.2 Analýza strojního parku

Vstřikolisovna má moderní strojní park, kde jsou primárně vstřikolisovny značky Engel. Celý strojní park je průběžně modernizován a doplňován podle požadavků na zvýšení objemu produkce, což podporuje i firemní strategie. Celkem je zde 47 strojů, které jsou očíslovány. Ve výrobě jsou stroje rozlišeny uzavírací silou (dále tonáží) a v případě projektu je tato charakteristika důležitá, protože s tonáží vstřikolisovny roste velikost stroje a tím i jeho prostorová náročnost. Velikost uzavírací síly (tonáž) vstřikolisovny je stanovena v tunách. Počty strojů rozdělených dle tonáže na vstřikolisovně je zobrazeno v následujícím grafu.

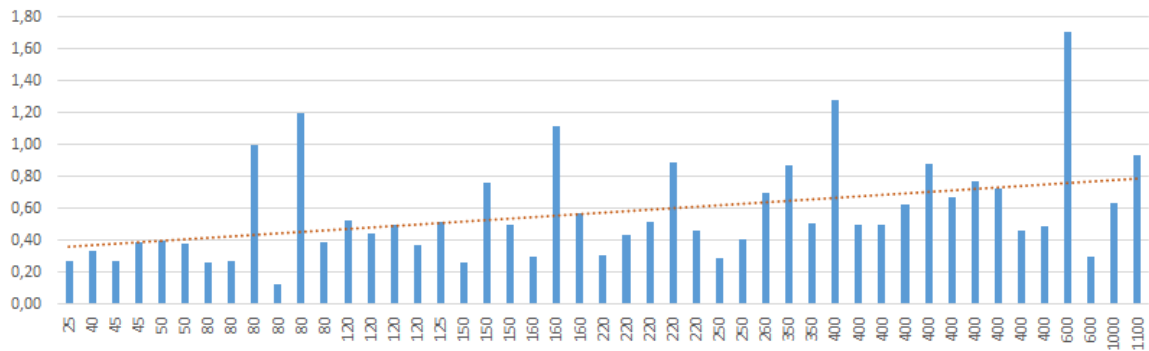


Graf. 3 Rozdělení strojů dle tonáže (vlastní zpracování)

Z grafu (Graf. 3) je evidentní, že stroje s vyšší tonáží i většími rozměry jsou umístěny ve staré hale a v nové jsou stroje především menších rozměrů. Rozmístění strojů je závislé především na výšce stropu, který je v nové hale nižší. Dle tohoto kritéria je v jednotlivých halách rozdílná nosnost jeřábů, s tímto aspektem se musí počítat i při umístění nových strojů do jednotlivých hal.

8.3 Obslužnost

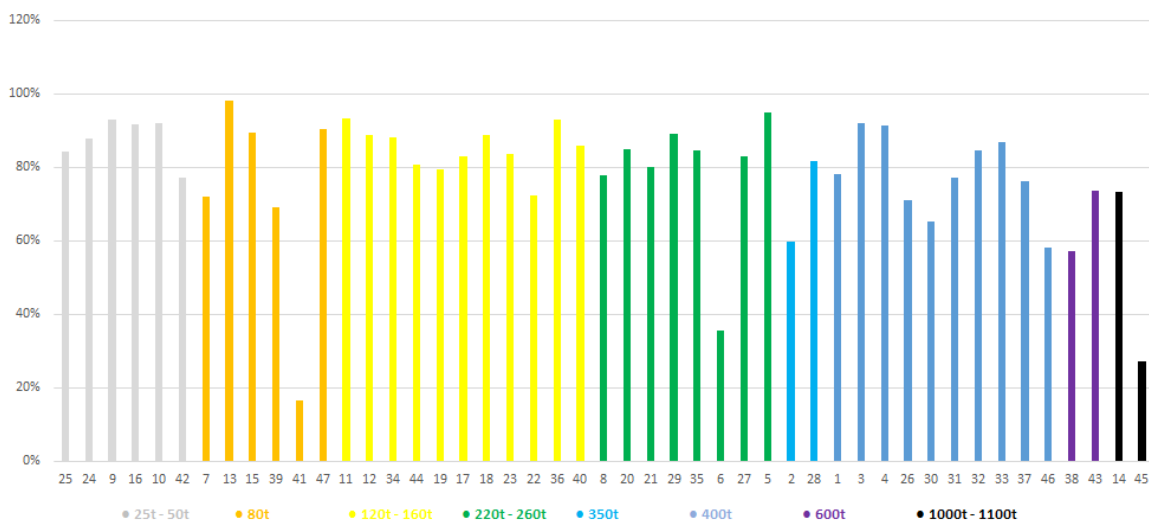
Každý stroj musí obsluhovat operátor, který je na pracovišti vytížený dle taktu a náročnosti na opracování výrobku. Jsou případy, kdy operátor obsluhuje jak jeden, tak i 2-4 stroje. V případě obsluhy tří strojů jedním operátorem se obslužnost značí jako 0,33. Na základě vysoké variability výroby, nemůžeme ke strojům definovat jasné obslužnosti, ale pro účely práce je možné vypočítat tzv. váženou obslužnost na stroj, která vychází ze sběru výrobních dat za poslední rok (jedná se o období od 1.3.2017 do 1.3.2018). Po vypočítání vážené obslužnosti byly jednotlivé stroje seřazeny dle tonáže s rostoucí tendencí, což však neukázalo jasnou závislost, kde by jednoznačně vyšší tonáží náležela vyšší obslužnost. Tuto skutečnost potvrzují například stroje tonáže 600 tun, které mají jak vyšší, tak nižší obslužnost. Pokud by závislost byla potvrzena, měli by se jednotlivé obslužnosti přibližovat lineární přímce, která je umístěna v grafu (Graf. 4).



Graf. 4 Obslužnost strojů dle tonáže (vlastní zpracování)

8.4 Vytížení strojů

Tento typ analýzy je vhodné mít z důvodu časového vytížení jednotlivých strojů po určených skupinách, které jsou vytvořeny dle tonáží. Vytížení bylo získáno z výrobních dat za předchozích 12 měsíců. Důvodem pro provedení této analýzy je zjištění, zda jednotlivé skupiny strojů jsou podobně vytíženy. Tato skutečnost může následně ovlivnit jejich rozmístění. Lze předpokládat, že nejvytíženější stroje jsou něco jako úzké místo, které je třeba efektivně řídit, což také znamená zlepšení materiálových toků a zásobování.



Graf. 5 Vytížení strojů dle skupin (vlastní zpracování)

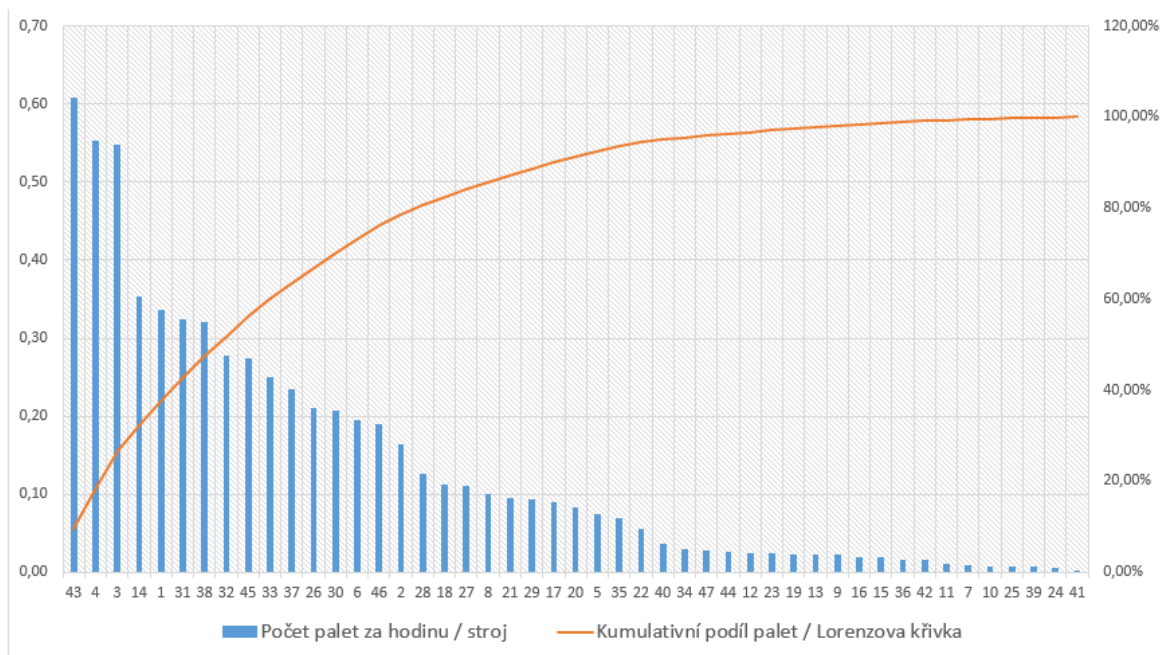
Vytvořené skupiny vychází z podobných prostorových nároků pro jednotlivé stroje. Vytížení strojů se pohybuje okolo 78%. Tato hodnota je čisté vytížení, které vstupuje svým poměrem do OEE. Z grafu (Graf. 5) vychází, že jednotlivé skupiny mají lehce klesající tendenci z hlediska vytížení. Žádná ze skupin však extrémně nepřevyšuje ostatní a tím není vhodné ji upřednostňovat nebo upozadovat v rámci budoucího uspořádání.

8.5 Výstupy ze strojů

V této kapitole jsou z výrobních dat analyzovány počty výstupů za předchozích 12 měsíců. Jako výstupy jsou brány celé palety, které byly načteny do systému a určeny k uskladnění. Pro rychlost výstupů je brán jako ukazatel takt stroje, který určuje, jak rychle bude vyrobena a načtena celá paleta do systému. Cílem této analýzy dat je zjistit jak množství produkovaných palet za celou vstřikolisovnu, tak za jednotlivé výrobní haly. Detailněji je třeba zjistit, který ze strojů vyrábí palety nejrychleji a následně řešit jeho umístění. Data jsou zpracovávána prostřednictvím MS Excel, tak že se jedná o vážené průměry dle výrobního portfolia a typu stroje. Vážený průměr je použit z důvodů, aby byly vyloučeny extrémy, které zkreslují data při čistých průměrech. Výhledově firma uvažuje, že množství produkce na jednotlivých strojích bude mít spíše stejný nebo rostoucí charakter. Proto je analýza rozšířena o maximální využití časové kapacity strojů a k ní vyráběnou produkci za celkový dostupný čas. Je tedy možné předpokládat, že analýza je i jakýmsi lehkým návrhem na zlepšení současné situace, tak že by byly stroje vytíženy ať už stejným objemem produkce jak nyní, tak i v maximální míře při využití celkového času.

8.5.1 Výstupy při současném vytížení strojů

Pro analýzu současné situace a reálný počet palet bylo výrobkové portfolio na jednotlivých strojích vynásobeno skutečným procentem využití strojního parku. Výstupy palet ze stroje odpovídají taktu stroje pro jednotlivý výrobek a množství hotové výroby na paletě. V grafu jsou zobrazeny vážené průměry, dle taktu portfolia výrobků, a to pro výstup palet z jednotlivých strojů za hodinu. Tato jednotka je v rámci projektu jedním z klíčových ukazatelů, ve kterém bude výsledek zlepšení zohledněn.



Graf. 6 Výstup palet ze vstřikolisovny při současném vytižení (vlastní zpracování)

Graf. 6 zobrazuje 47 strojů, z nichž 16 tvoří 80% celkové produkce palet za hodinu na vstřikolisovně. Šestnáct strojů je 34% ze všech vstřikolisů, které má společnost k dispozici. Stroj s nejrychlejší produkcí palet je stroj č. 43 (600 tun), jeho výstup je 0,61 palet za hodinu, což je jedna paleta za 1 hodinu 38 minut a 21 sekund. Celkový počet vyrobených palet vstřikolisovny je 6,41 za hodinu.

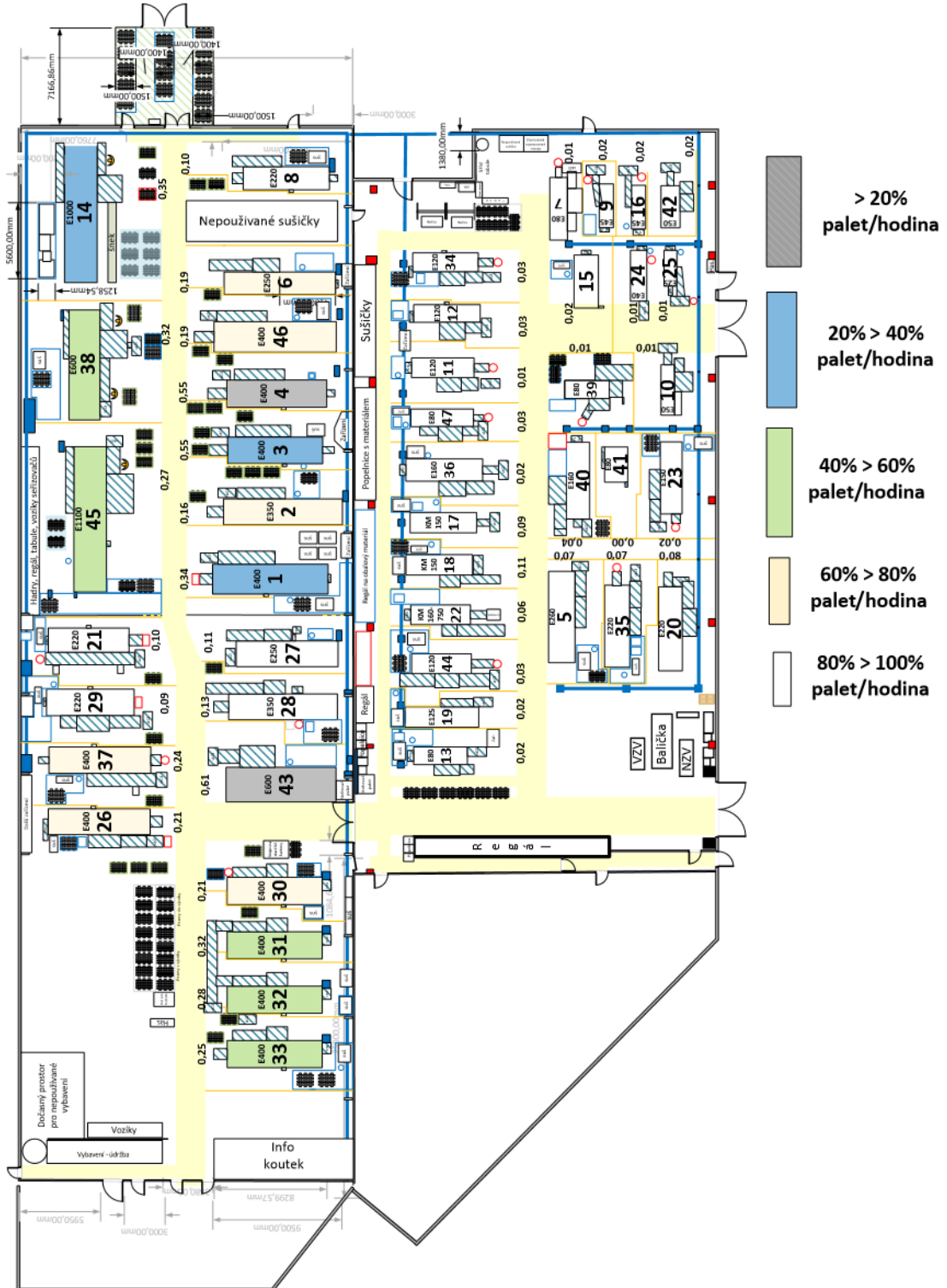
Detailnější rozbor počtu vyrobených palet za hodinu je uveden v Tab. 5:

Tab. 5 Množství současné produkce palet (vlastní zpracování)

Počet vyprodukovaných palet na vstřikolisovně za hodinu	6,41	palet
<i>nová hala</i>	<i>0,84</i>	<i>palet</i>
<i>stará hala</i>	<i>5,57</i>	<i>palet</i>
Počet vyprodukovaných palet na vstřikolisovně za směnu	51,31	palet
<i>nová hala</i>	<i>6,75</i>	<i>palet</i>
<i>stará hala</i>	<i>44,56</i>	<i>palet</i>
Počet minut / vygenerovaná paleta	9,35	minut
<i>nová hala</i>	<i>71,13</i>	<i>minut</i>
<i>stará hala</i>	<i>10,77</i>	<i>minut</i>

Zobrazená data se věnují výstupem počtu palet zvláště ze staré a nové haly, kde lze pozorovat významný rozdíl v množství vyrobených palet za hodinu, popř. směnu. Jelikož se práce věnuje i zjednodušení manipulace, je třeba znát rychlost výstupu produkce jednotlivých hal. V

současné době dochází k manipulaci s paletami ručně s paletovým vozíkem. Rychlost výstupů jednotlivých strojů je zobrazen v layoutu (Obr. 19), jako číslo v uličkách, například u stroje 33 je 0,25.



Obr. 19 Layout se současnou frekvencí odvozu palet (vlastní zpracování)

Data z Tab. 5 potvrzuje vizualizace produkce v layoutu (Obr. 19). A to, že rychlost produkce palet je ve staré hale výrazně vyšší. Z toho důvodu je v této hale nutná častější manipulace s hotovou výrobou a vychystání palet. Při vytížení vstřikolisovny za posledních 12 měsíců, jsou stroje tvořící 80% vyrobené produkce na staré hale a jsou barevně zvýrazněny.

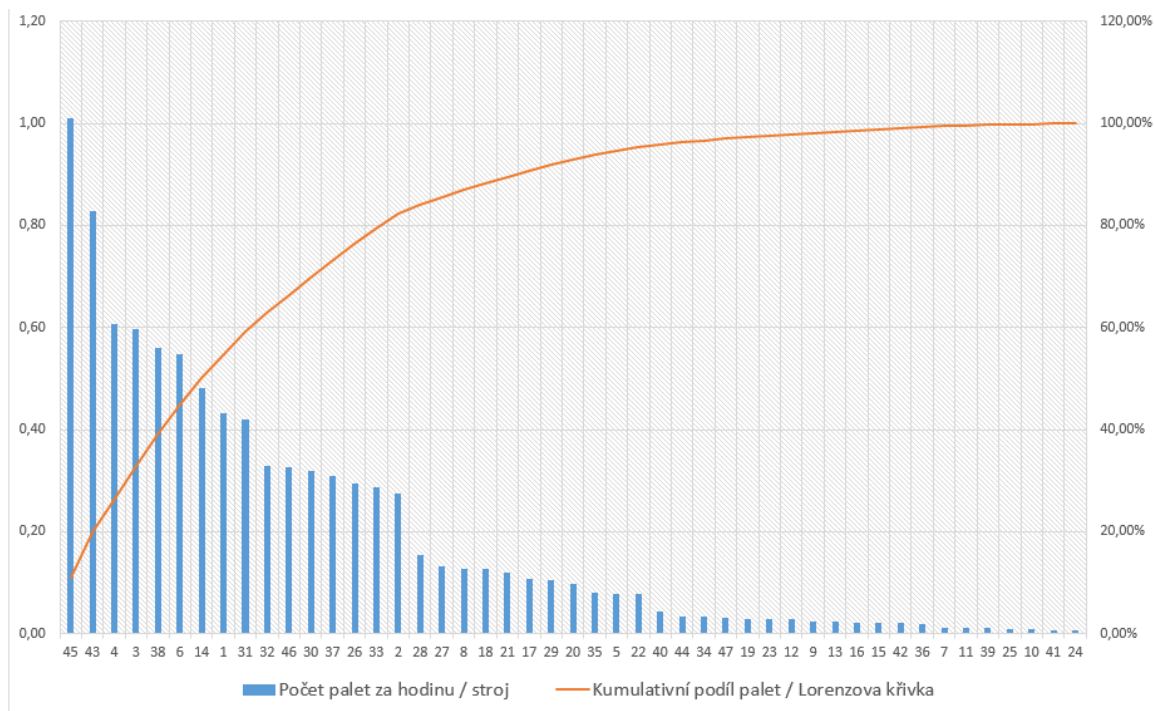
Barevné zvýraznění strojů znázorňuje rozdělení těchto strojů do skupin dle rychlosti produkce (výroby) palety za hodinu. Nejrychleji produkují palety stroje jsou šedé barvy. Sečtením produkce těchto strojů vychází, že právě ony tvoří 20% z veškerého množství palet vyrobených vstřikolisovnou. Modrá barva společně s šedou značí stroje, které po součtu vytváří 40% výroby. Po sečtení šedé, modré a zelené jsou zde stroje produkující 60% palet. Pro 80% množství produkce je nutné přičíst k uvedeným barvám i stroje zvýrazněny barvou žlutou.

Vzhledem k tomu, že manipulace je prováděna ručním odvozem pomocí paletového vozíku, tak je zřejmé, že rozmístění strojního parku není vhodné pro efektivní způsob manipulace směrem k vzdálenosti meziskladu pro hotovou výrobu od staré haly a odvozu palet ze vstřikolisovny. Pro potvrzení tohoto faktu bude v práci uvedena analýza materiálových toků od vytížených strojů.

8.5.2 Výstupy při maximálním vytížení strojů

Pro analýzu maximálního využití strojů sloužily takty strojů totožné jako při současném využití, ale výstup byl kalkulován k maximálnímu dostupnému času. Firma systémově vede maximální využití strojů s 85% dostupného času, na což byl výstup počítán.

Protože vstřikolisovna každým rokem rozšiřuje strojní park, má snahu využívat dostupné stroje efektivněji a strategií firmy je dále se rozšiřovat a růst, je třeba počítat s maximálním využití strojů pro tzv. bezpečnostní zásobu při navržení vhodného logistického řešení, aby nedošlo k jeho přetížení.



Graf. 7 Maximální výstup palet ze vstřikolisovny (vlastní zpracování)

V grafu (Graf. 7) je zobrazen počet vyprodukovaných palet na jednotlivých strojích, v případě, že vstřikolisovna bude mít plně vytížené stroje při současném výrobním portfoliu. Konkrétní hodnoty ukazují, že pouze jediný stroj má potenciál při jeho plném vytížení produkovat více, než jednu paletu za hodinu. Dalším důležitým poznatkem je, že 80% produkce palet vytvoří 31,9% strojů na vstřikolisovně, konkrétně je to 15 strojů.

Pomocí výpočtu procentuálního využití stroje výrobním portfoliem je možné se dostat k výstupům z Tab. 6.

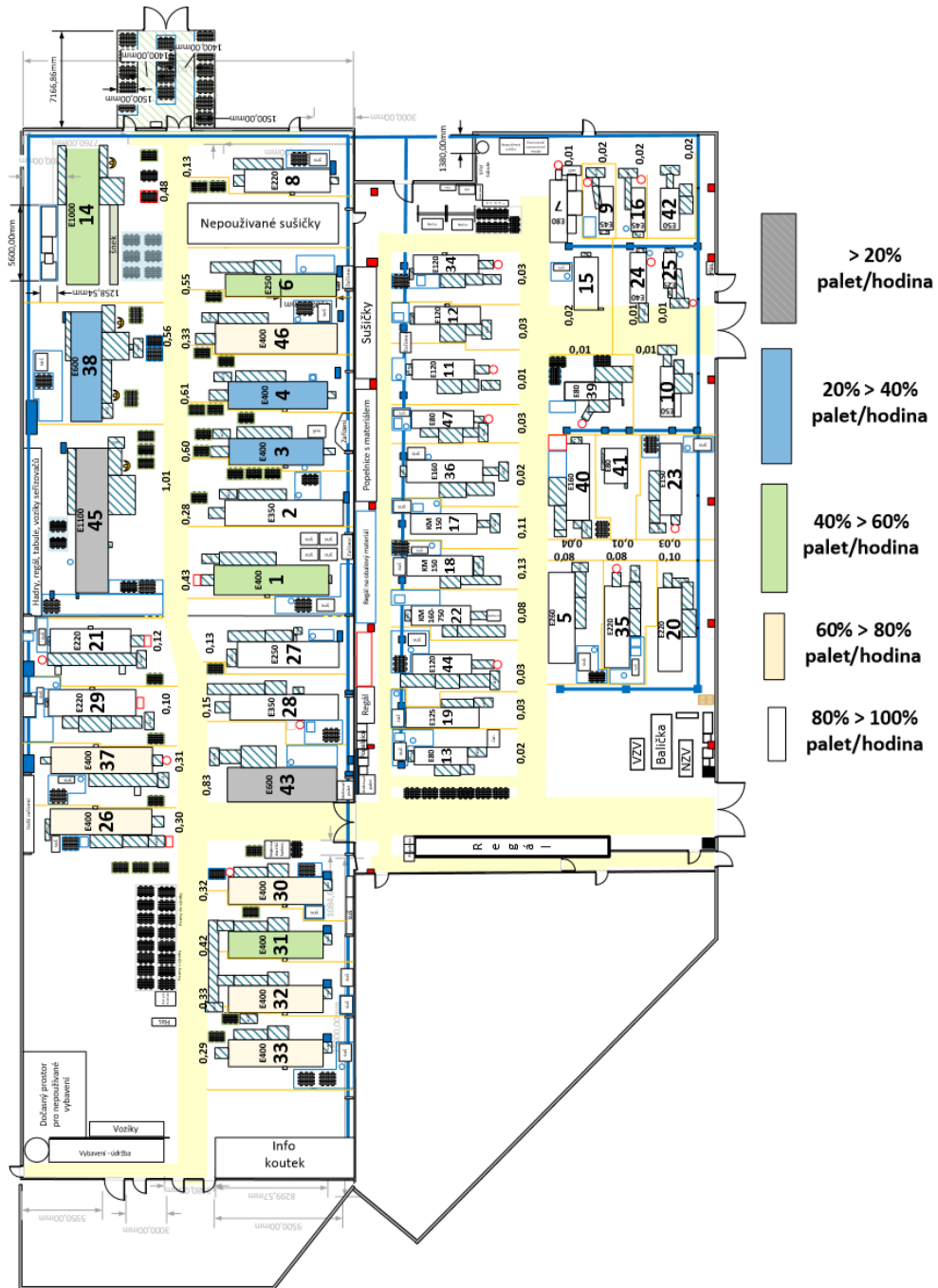
Tab. 6 Množství maximální produkce palet vstřikolisovny (vlastní zpracování)

Počet vyprodukovaných palet na vstřikolisovně za hodinu	9,25	palet
<i>nová hala</i>	<i>0,99</i>	<i>palet</i>
<i>stará hala</i>	<i>8,26</i>	<i>palet</i>
Počet vyprodukovaných palet na vstřikolisovně za směnu	73,98	palet
<i>nová hala</i>	<i>7,93</i>	<i>palet</i>
<i>stará hala</i>	<i>66,06</i>	<i>palet</i>
Počet minut / vygenerovaná paleta	6,49	minut
<i>nová hala</i>	<i>60,55</i>	<i>minut</i>
<i>stará hala</i>	<i>7,27</i>	<i>minut</i>

V uvedené tabulce je využito totožného principu, jako při výpočtu hodnot skutečných odvozdů, což nám dává prostor k porovnání dat a zobrazení potenciálu při efektivnějším využití

současného strojního parku. Pokud by bylo u všech strojů, ze současného strojního parku dosaženo maximálního možného vytížení, je možné navýšení výstupu palet o 44%. A zrychlení taktu výstupu palet z celé vstřikolisvny o 2 minuty a 52 sekund.

Pro jasný přehled o tom, kde se stroje s nejčtetnějším výstupem palet nachází, jsou zobrazeny i v layoutu, který je doplněn o legendu:



Obr. 20 Layout s maximální frekvencí odvozu palet (vlastní zpracování)

Pro znázornění možné situace bylo použito stejných vizualizačních prostředků, jako při analýze skutečného vytížení jednotlivých strojů, tedy barevného vyznačení strojů, dle rychlosti generování palet.

Hlavními výstupy této analýzy jsou definované nejvytíženější stroje, jejich rozmístění, množství a rychlost výstupu palet s hotovou výrobou.

Při porovnání obou layoutů zůstávají nejvíce produkující stroje po většinou stejné. Počet palet za hodinu s maximálním využitím všech strojů může narůst až o cca tři palety za hodinu z 6,41 u současného vytížení, až po 9,25 při maximálním vytížení všech strojů.

8.6 Analýza materiálového toku

V návaznosti na předchozí analýzy, je v diplomové práci uvedena také analýza materiálového toku. Tato analýza byla provedena u dvou strojů, u kterých bylo nalezeno, že mají vysokou produkci palet a proto u nich manipulace probíhá častěji než u ostatních.

Jako příklad je uveden stroj č. 14 (1000 tun), který patří k nejvíce produkujícím. Délky tras manipulanta a znázornění materiálového toku je znázorněno jako příloha P IV. Hodnoty naměřené v rámci pohybu manipulanta při obsluze stroje č. 14 jsou uvedeny v Tab. 7.

Tab. 7 Poměr efektivních a neefektivních tras při obsluze stroje č. 14 (vlastní zpracování)

Trasa manipulace	Plný/Efektivní	Prázdný/Neefektivní	Poměr
Doplnění materiálu	14,6 m	100,7 m	13:87
Doplnění obalového materiálu	54 m	56 m	49:51
Odvoz hotové výroby	55,4 m	66 m	46:54
Celkem	124 m	222,7 m	36:64

Pro potvrzení výsledků manipulace u stroje č. 14 byla analýza provedena také na stroji č. 4 (400 tun), který společně se strojem č. 43 tvoří 20% veškeré produkce palet. Celková délka trasy je 346,7m. Jednotlivé materiálové toky nutné k obsluze stroje č. 4 jsou uvedeny jako příloha P VI a vyčíslení poměru neefektivních cest v Tab. 8.

Tab. 8 Poměr efektivních a neefektivních tras při obsluze stroje č. 4 (vlastní zpracování)

Trasa manipulace	Plný/Efektivní	Prázdný/Neefektivní	Poměr
Doplnění materiálu	23,7 m	84,9 m	23:77
Doplnění obalového materiálu	38,4 m	42 m	48:52
Odvoz hotové výroby	45 m	55 m	45:55
Celkem	107,1 m	181,9 m	37:63

Z tabulek je zřejmý poměr efektivních a neefektivních tras za současné situace, při stávajícím rozložení strojního parku a způsobu manipulace. Pro projekt bude obdobná tabulka vytvořena po návrzích na zlepšení, tak aby bylo možné objektivně dokázat zlepšení z hlediska vzdálenosti neefektivních cest.

8.7 Výroba nového výrobku

Dalším aspektem pro úpravu vstříkolisovny a tento projekt je fakt, že společnost získala kontrakt na nový výrobek, který začne v první čtvrtině roku 2019 vyrábět. Tento výrobek se bude ve společnosti lisovat, tak bude společnost zajišťovat navazující kompletaci finálního balení. Jedná se o tři sety výrobků, které budou kompletovány z jednotlivých dílů.

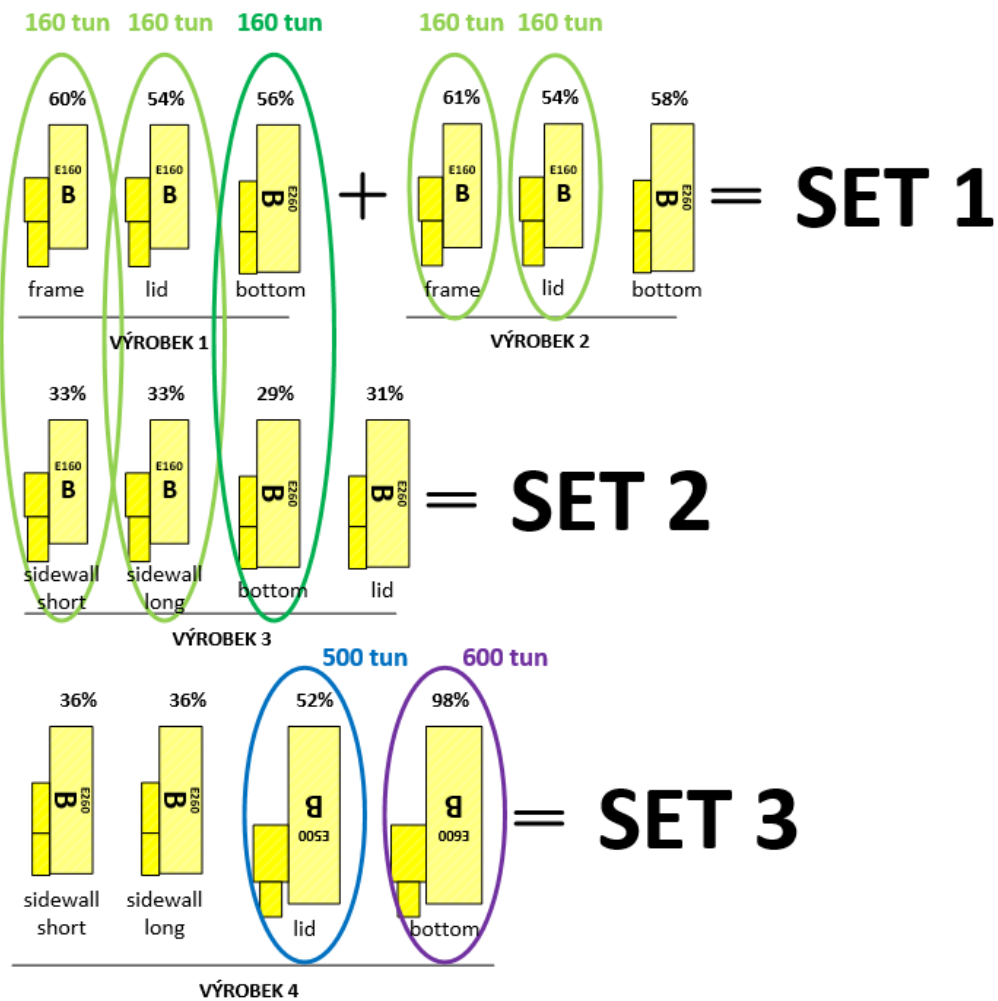
Po začlenění výrobku do výrobního portfolia se předpokládá vysoké navýšení manipulace hotové výroby vzhledem k velikosti výrobku a z toho vyplývající velikosti balení. Navýšení průměrné manipulace s hotovou výrobou je uvedena v Tab. 9.

Tab. 9 Frekvence odvozu od strojů pro nový výrobek (vlastní zpracování)

Produkt	Název dílu	Stroj	Průměrný počet palet za hodinu
Výrobek 1	frame	150t	0,82
Výrobek 1	bottom	250t	0,82
Výrobek 1	lid	150t	0,82
Výrobek 2	frame	150t	0,41
Výrobek 2	bottom	250t	0,41
Výrobek 2	lid	150t	0,41
Výrobek 3	sidewall short	150t	0,35
Výrobek 3	sidewall long	150t	0,35
Výrobek 3	bottom	250t	0,17
Výrobek 3	lid	250t	0,17
Výrobek 4	sidewall short	250t	0,39
Výrobek 4	sidewall long	250t	0,39
Výrobek 4	bottom	600t	0,58
Výrobek 4	lid size	500t	0,58
SOUČET			6,66

V tabulce jsou uvedeny průměrné výstupy palet jednotlivých dílů, které jsou nutné pro kompletaci výrobku a splnění požadavků zákazníka. Ze součtu výroby jednotlivých dílů je zřejmé, že se po začátku výroby zvedne vyrobené množství o 6,66 palet za hodinu, což je dvojnásobek současného stavu. Při tak razantním nárůstu manipulovatelného množství a při vytížení současného počtu manipulantů by bylo vhodné uvažovat o navýšení počtu manipulantů, pokud by nedošlo k úpravě způsobu manipulace.

Tato výroba s sebou bude především vázat kapacity strojů. Přehled potřebných strojních kapacit pro nový výrobek je znázorněn na následujícím obrázku, kde je uveden procentuální podíl vytížení určitého druhu stroje dílem z kusovníku celého setu, který bude složen z jednotlivých dílů.

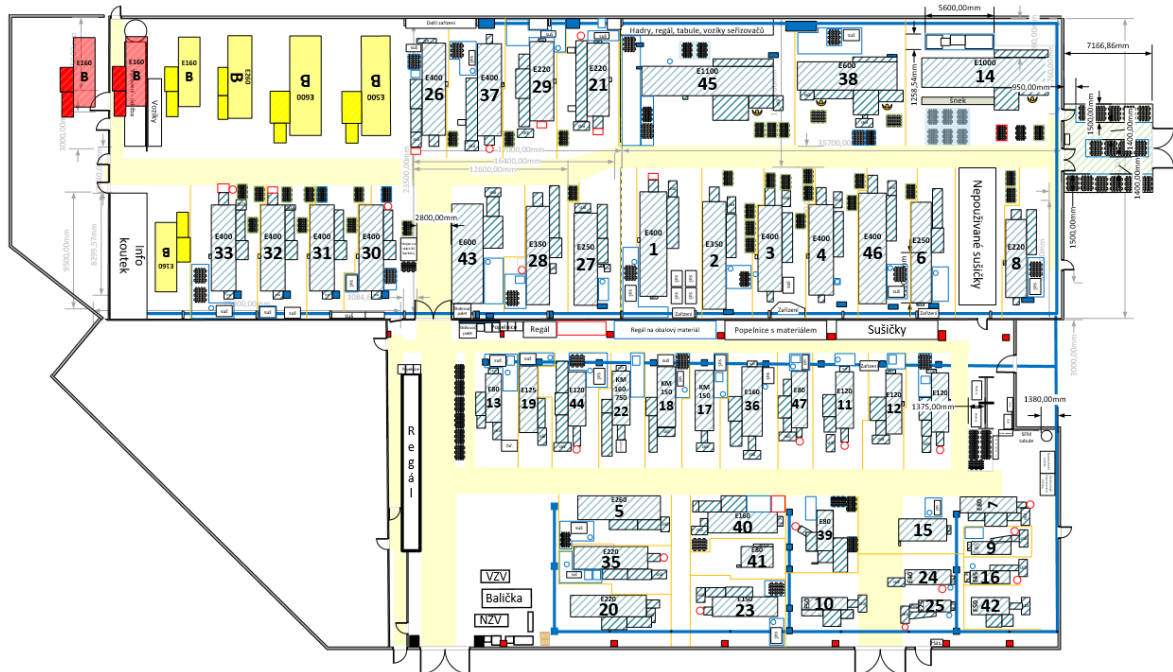


Obr. 21 Nutné kapacity strojů pro výrobu nového výrobku

(vlastní zpracování)

Na Obr. 21 je uvedeno procentuální vytížení strojů, pro výrobu dílů daných kusovníkem výrobku, které vstříkolisovna se současnou kapacitou strojů nedokáže pokrýt. Proto se management firmy rozhodl investovat do pořízení sedmi nových strojů. Tyto stroje jsou na obrázku zvýrazněny a jedná se o čtyři stroje tonáže 160, dále po jednom stroji 260 tun, 500 tun a 600 tun. Ostatní stroje, které nejsou barevně vyznačeny, není potřeba doplňovat (pořizovat), protože procentuální vytížení dokáže pokrýt současná volná kapacita vstříkolisovny. Z toho důvodu, že se jedná o vyšší tonáž strojů, jako je například stroj 500 tun a 600 tun, je nutné stroje umístit do prostorů staré haly, kde je dostatečně vysoký strop a další technické dispozice, které jsou vhodné pro umístění strojů právě sem. Dalším důvodem je, že firma chce tyto stroje zásobovat surovým materiálem z rozvodného potrubí, proto je vhodné roz-

místit tyto stroje u sebe, aby investice do rozvodů zásobovacího systému nebyly příliš vysoké. Pro podložení této vize byly zkušebně umístěny nové stroje do současného layoutu (Obr. 22).



Obr. 22 Layout vstříkolisovny se stroji pro nový výrobek (vlastní zpracování)

Stroje pro nový výrobek jsou v layoutu označeny písmenem B. Po umístění těchto strojů do současného layoutu je zřejmé, že současné rozložení strojů neumožňuje začlenit stroje a tedy výrobu možného výrobku mezi své výrobní portfolio. Konkrétně se jedná o stroje označené červenou barvou.

8.8 Zhodnocení současné situace

Ve vstupní analýze je uvedeno, že pracovní pozice manipulanta je velmi vytížena a díky slepým cestám více než 43% manipulace je neefektivní, čili jde pouze o prázdný přesun manipulanta.

Na základě analýzy strojního parku je vidět, že stroje větší tonáže jsou rozmístěny na staré hale vstříkolisovny a to díky nízkým stropům haly nové.

Analýza obslužnosti jednotlivých strojů ukázala, že nelze jasně předpokládat, že u stroje vyšší tonáže je automaticky vyšší obslužnost. Obslužnost je ovlivněna především velikostí výrobku, tedy taktem stroje, který není ovlivněn tonáží stroje.

Vytížení jednotlivých strojů ukazuje, že stroje jsou průměrně vytíženy na 78% a pouze stroje tonáže vyšší než je 400 tun, jsou vytíženy méně.

Analýza výstupů ze strojů poukazuje na rozdíl mezi skutečným a potenciálním výstupem palet ze vstříkolisovny, což je rozdíl 2,84 palet za hodinu. Součástí této analýzy je také označení strojů, které mají nejrychlejší produkci palet, to je hlavní důvod se na ně zaměřit.

Analýza materiálového toku u nejvytíženějších strojů zobrazuje vysoký poměr neefektivní manipulace s materiálem především díky nejasné organizaci práce pracovníků a slepým cestám.

Analýza nového výrobku ukázala, že po začátku výroby nového výrobku bude nutné na vstříkolisovně manipulovat dvakrát větším množstvím hotové výroby na paletách a také upozorňuje na nedostatek místa na staré hale pro umístění nových strojů, kam je třeba je umístit.

9 ANALÝZA

Tato část diplomové práce bude věnována zhodnocení současné situace, identifikaci nebo pojmenování abnormalit, posouzení závažnosti a návrhům na zlepšení. Tyto návrhy na zlepšení budou přiřazeny k identifikovaným abnormalitám. Jednotlivé návrhy budou následně stručně popsány a zařazeny do matice priorit, která vymezení oblasti, které budou skutečně zlepšovány a následující části popsány detailněji. Výběr řešení nápravných opatření budou posouzeny vzhledem k náročnosti provedení a dopadu na zadání projektu.

Část analyzovat, je rozhraním v diplomové práci mezi analýzou a projektem.

9.1 Identifikace abnormalit

Z provedených analýz ve fázi měření a následné sumarizace vyvstalo několik abnormalit, které jsou níže popsány v Tab. 10. Jednotlivé abnormality byly posouzeny týmem z pohledu závažnosti na současný chod vstřikolisovny. Způsob posouzení závažnosti je hodnoceno na stupnici 1-6, kdy vyšší hodnota určuje vyšší závažnost. Tyto hodnoty jsou spíše informativního charakteru, pro rozhodování o umístění do matice priorit. K jednotlivým abnormalitám byly identifikovány návrhy na zlepšení.

Tab. 10 Identifikace abnormalit (vlastní zpracování)

Abnormalita	Posouzení závažnosti	Návrh na zlepšení
Přetížený manipulát	5	Vhodná manipulační technika
		Nastavení Milkrun
		Nastavení AGV
Vysoký podíl prázdných přesunů manipulanta	4	Propojení hal (vytvoření okruhu)
		Nastavení Milkrun
		Nastavení AGV
Slepé cesty	4	Propojení hal (vytvoření okruhu)
Obtížný přístup ke strojům	2	Přeuspořádání strojního parku
Vysoká a nestálá obslužnost strojů	1	Inovace způsobu ukládání výrobků
		Přiblížení strojů
		Automatizace high runnerů
Neefektivní rozložení strojního parku	3	Přeuspořádání strojního parku
Dlouhé materiálové toky	4	Přeuspořádání strojního parku
Nesystematický odvoz hotové výroby a dovoz materiálu na pracoviště	4	Nastavení Milkrun
		Nastavení AGV
Nedostatek místa pro nové stroje	6	Přeuspořádání strojního parku
		Přiblížení strojů
		Výstavba nové haly
Nevhodná manipulační technika	2	Vhodná manipulační technika
		Nastavení Milkrun
		Nastavení AGV

Každá z abnormalit má několik návrhů na zlepšení aktuální situace. Některá zlepšení se opakují pro více abnormalit. Ne všechna zlepšení lze realizovat a mohou být součástí diplomové práce respektive projektu firmy. Pro stručnost jsou jednotlivé návrhy v následující části popsány:

- Propojení výrobních hal

Jedná se o vytvoření druhých dveří mezi halami vstřikolisovny. Tyto dveře budou umístěny na opačném konci společné zdi, která starou a novou halu spojuje. Propojením výrobních hal společnost eliminuje vysoký podíl prázdných přesunů manipulanta, zkrátí materiálové toky a částečně eliminuje slepé cesty, které sníží četnost neefektivní manipulace.

- Nastavení systému Milk run

V rámci nastavení nového logistického systému, dle vzoru milk run, by mělo dojít především k organizovanému odvozu hotových výrobků od strojů, dovozu surového materiálu a obalového materiálu ke strojům. Zavedením logistického systému je možná eliminace přetížení manipulanta, především snížením počtu neefektivních prázdných tras, zlepšení organizace jeho práce a vhodné využití manipulační techniky.

- Vhodná manipulační technika

Jedná se o použití vhodné manipulační techniky, která zaručí vyšší bezpečnost práce a možnost manipulace s vyšším počtem materiálu a sníží využívání více paletových vozíků najednou jedním manipulantom, k čemuž teď dochází.

- Přeuspořádání strojního parku

Přeuspořádáním strojního parku dojde k přesunu strojů do pozic, které umožní využívat vstřikolisovnu efektivněji a bude možné do výrobní haly umístit více strojů. Tím dojde ke snížení prostorové náročnosti na jeden stroj a tím i ke snížení režijních nákladů.

- Inovace způsobu ukládání výrobků

Inovace způsobu ukládání výrobků do finálního balení má za následek snížení obslužnosti jednotlivých strojů. Jedná se především o ukládání výrobků ze stroje přímo do palet tak, aby zásahy operátora byly pro tuto činnost minimální a snížila se obslužnost na jednotlivých pracovištích.

- Přiblížení strojního parku

Přiblížením strojního parku se rozumí nejen posunu stroje, ale v tomto případě především lepším využití odkládacích pásů, které jsou v současné chvíli vždy umístěny pouze na zadní straně stroje. Přesunem každého druhého odkládacího pásu na přední stranu stroje může dojít ke snížení přesunů operátorů mezi stroji a opět snížení prostorové náročnosti na stroj.

- Nastavení AGV

V rámci nastavení systému milk run může dojít k jeho optimalizaci v dalších letech a jeho posunu na vyšší systémovou úroveň. Pro nahrazení lidské pracovní síly je možnost využití automaticky naváděných vozíků, které by po úpravách v layoutu byly schopné plně nahradit manipulanta pro odvoz hotové výroby z pracoviště a dovozu materiálu.

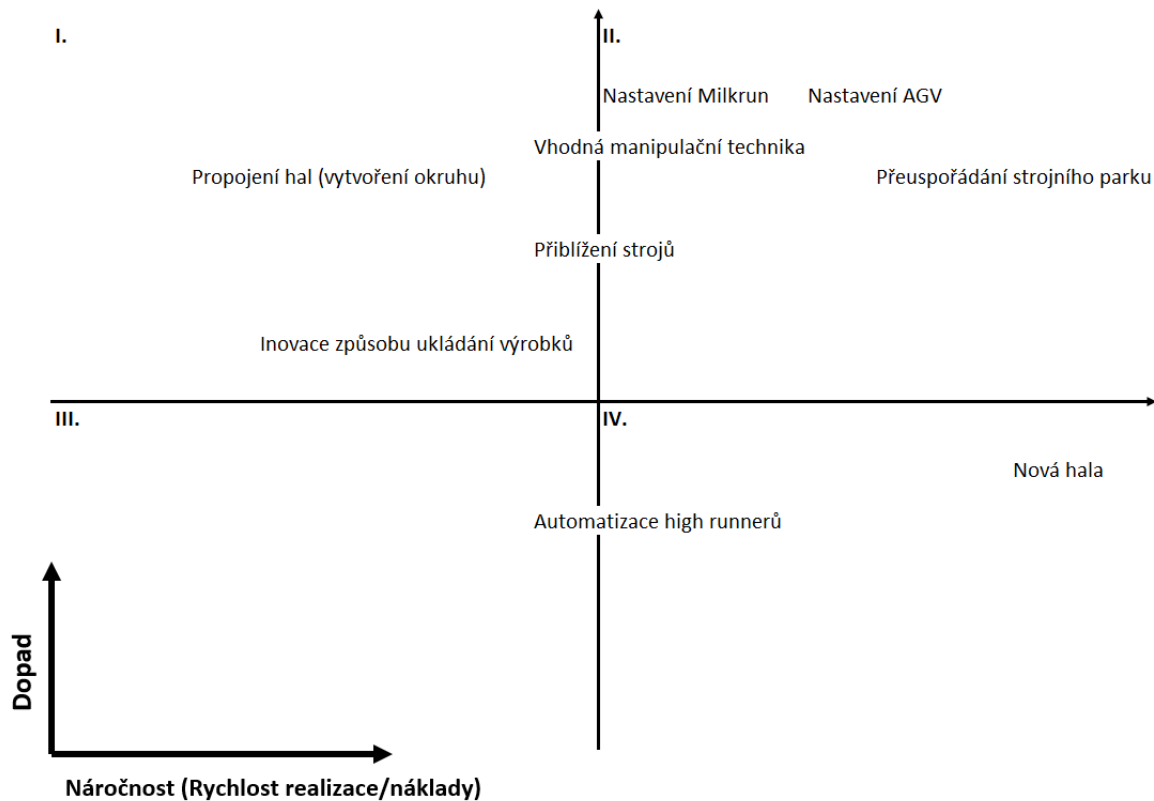
- Výstavba nové haly

Při vysokém počtu nových výrobků, které s sebou budou vázat i prostor servisní a manipulační dalším nákupem nových strojů bude vhodné postavit další halu, díky které firma bude moct navyšovat svoje tržby.

Uvedené návrhy na zlepšení budou posouzeny v matici priorit v následující kapitole.

9.2 Matice priorit pro zlepšení

Matice priorit zobrazuje zařazení jednotlivých návrhů na zlepšení do čtyř částí, které jsou zhodnoceny z hlediska dopadu na současnou situaci a cíl projektu a z pohledu investic, časové náročnosti.



Obr. 23 Matice priorit (vlastní zpracování)

Dle matice priorit, jenž je na Obr. 23 Matice priorit (vlastní zpracování) Obr. 23, v tuto chvíli nelze řešit všechna zlepšení, proto dále budou detailně popsána zlepšení pouze ze sekce I a II. Což bude v části zlepšování. Obě tyto sekce obsahují zlepšení, které má významný podíl na zlepšení aktuální situace a svým dopadem zásadně ovlivňují projekt. Ostatní zlepšení nebude v diplomové práci dále rozebíráno. Pro zlepšení realizovatelné bude také uvedeno finanční zhodnocení včetně akčního plánu implementace a následně návratnost investic.

Tab. 11 Průměrné zkrácení materiálových toků vstřikolisovny (vlastní zpracování)

Trasa manipulace	Plný/Efektivní	Prázdný/Neefektivní	Délka trasy (m)	Délka trasy (%)
Před vytvořením okruhu	115,55 m	202,3 m	317,85 m	100%
Po vytvoření okruhu	171,75 m	0 m	171,75 m	54%

Tab. 11 hodnotí možné přínosy ve způsobu manipulace u nevytíženějších strojů, kde jsou uvedeny průměrné hodnoty náměrů strojů č. 14 a č. 4. Jedná se o dílčí přínos projektu. Zkrácení logistických tras manipulanta o 46%. Podobný dopad propojení výrobních hal bude mít na manipulanta, který pouze zásobuje stroje materiálem, a však v této práci nebyl hodnocen a tak nemůže dojít k vyhodnocení zlepšení. Manipulace bude zajišťovat dále totožný manipulanta jako v současné situaci. Propojení výrobních hal zajistí vytvoření okruhu, který je základem pro další zlepšení, jako přeuspořádání strojního parku a vytvoření interního logistického systému milk run.

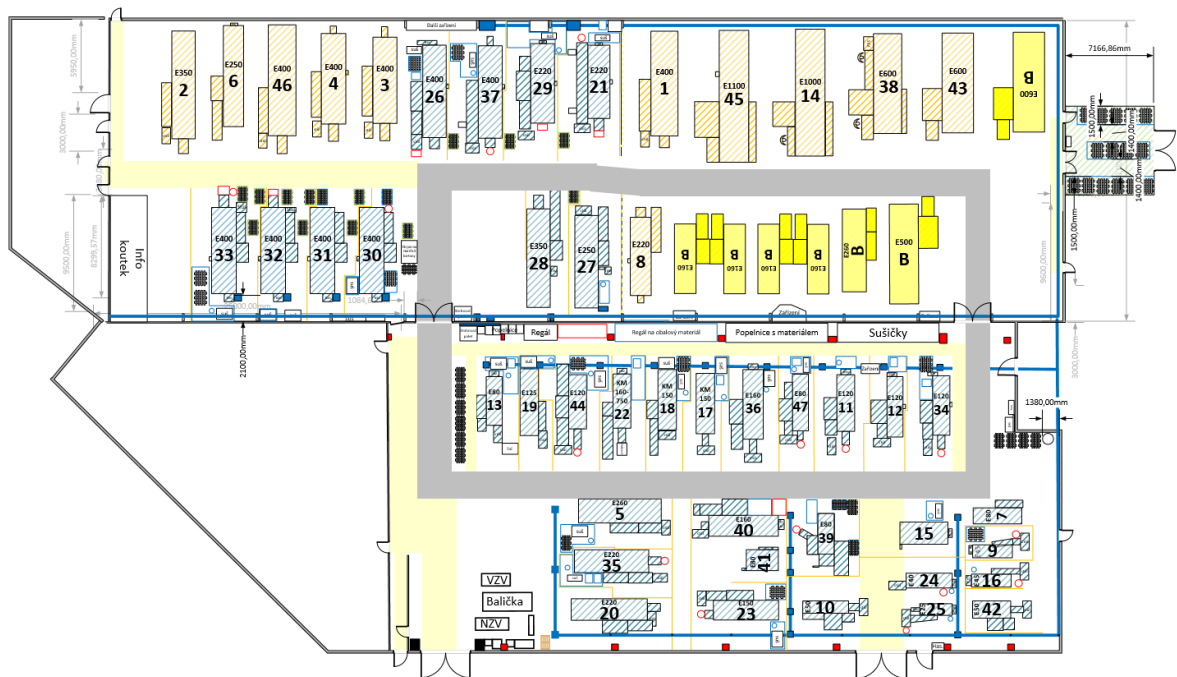
Vytvoření okruhu, bylo začleněno do investičního plánu 2018, v rozpočtu 500 tis. Realizace je zařazena na celozávodní odstávku výroby v červenci 2018.

10.2 Nové uspořádání strojního parku

Jak bylo zmíněno v analytické části, tak v současném rozložení strojů ve výrobních halách, není možné na vstřikolisovnu umístit nové stroje, které pro firmu mohou znamenat vyšší tržby. Pokud společnost nechce v současné chvíli investovat do výstavby nové výrobní haly, je ekonomicky výhodnější řešení efektivnější uspořádání strojního parku.

Přeuspořádání strojního parku je nutné především ve staré hale z důvodu toho, že s příchozím výrobkem bude firma pořizovat stroje s tonáží, které z technických důvodů musí být umístěny ve staré hale. Stroje vyšší tonáže musí být umístěny v pravé části staré haly, kde je tato část svojí infrastrukturou připravena na stroje vyšší tonáže 1 000 tun.

Pro uvolnění místa je vhodné uspořádat strojní park do layoutu, jako je zobrazeno na Obr. 25. Přesunuté stávající stroje jsou označeny oranžovou barvou a stroje nové barvou žlutou.



Obr. 25 Layout po začlenění nového výrobku do výroby (vlastní zpracování)

V tomto řešení je začleněn také nový způsob uspořádání strojního parku. Jde o, pomocí přiblížení a obrácené orientace stroje, inovace způsobu ukládání výrobků, které se objevilo i na finálním layoutu (Obr. 25) po příchodu nového výrobku.

10.2.1 Přiblížení strojního parku

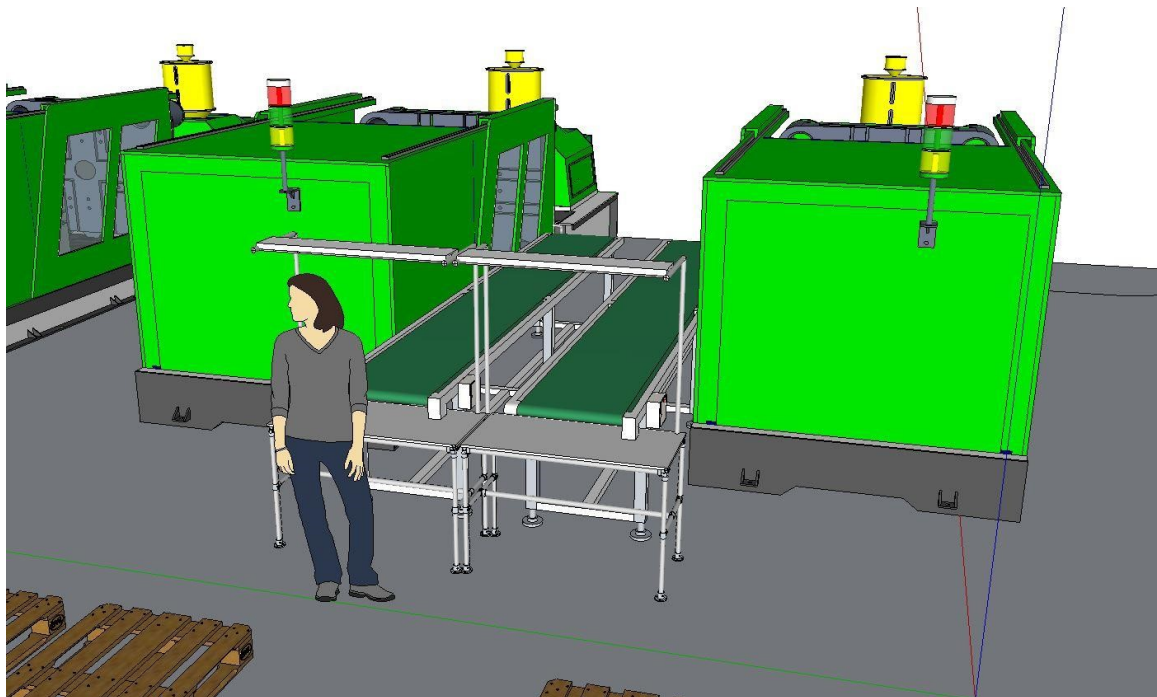
Pro uložení vstřikolisů do výroby se ve firmě vždy používal klasický způsob orientace odkládacího pásu ke strojům, což znamená orientaci pásu vždy na zadní stranu vstřikolisu. Je to základní varianta v nabídce firemního dodavatele strojů, a proto tento způsob umístění odkládacího pásu aplikuje firma ve všech závodech po celém světě. Klasický způsob rozložení strojního parku je zobrazen na Obr. 26.



Obr. 26 Varianta klasického způsobu uspořádání pásů (vlastní zpracování)

Na obrázku (Obr.26) je klasické umístění odkládacích pásů u stroje, kde je vidět velká vzdálenost pásů, na které se výrobky odkládají. V případě, že operátor obsluhuje pouze tyto dva stroje a kompletuje díly z obou strojů, tak v rámci jeho práce vysoký poměr činností tvoří přesun. Druhou nevýhodou tohoto uspořádání je nutnost volného místa okolo obou vstříkolisů. Zde je potenciál na úsporu výrobní plochy.

Tuto úsporu místa nabízí navržená varianta, která eliminuje pohyby (přesuny) operátora mezi stroji a také šetří potřebný prostor, kterého má firma v tuto chvíli nedostatek. Varianta je zobrazena na Obr. 27.



Obr. 27 Varianta odkládacích pásů vedle sebe (interní materiály)

Na variantu, kde jsou odkládací pásy umístěny vedle sebe, byla navržena simulace v programu plant simulation, výsledkem které je, že pracovník eliminuje svoje pohyby mezi stroji o 92%, což činí 10% jeho pracovní doby, kterou by byl uvolněn pro jinou činnost.

V rámci úspory místa, které vzniknou otočením pásů k sobě, byly rozmístěny stroje tímto způsobem v současné vstříkolisovně do layoutu, který je uvedený v příloze P VIII, jako potenciální možné využití plochy vstříkolisovny. Vyčíslení tohoto testu je znázorněno v Tab. 12.

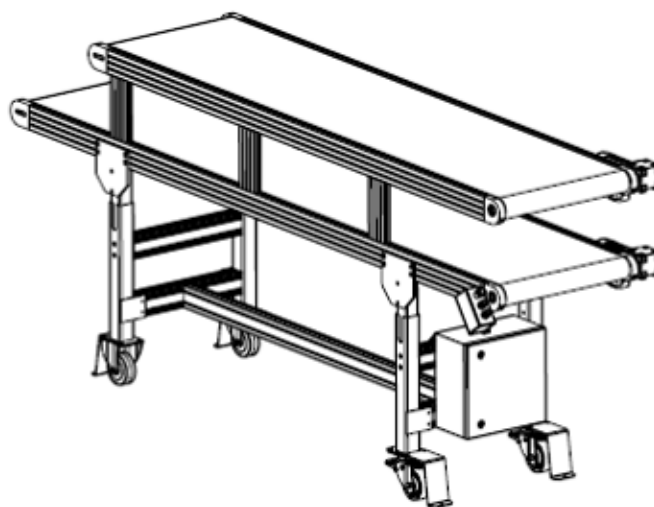
Tab. 12 Srovnání prostorového využití vstříkolisovny (vlastní zpracování)

	Rozloha	Počet strojů	Využití prostoru haly na 1 stroj
Současný stav	3,266,25 m ²	47 strojů	69,5 m ² /stroj
Potencionální stav	3,266,25 m ²	64 strojů	51,04 m ² /stroj

Z tabulky je zřejmé, že v případě uspořádání strojů do této podoby, by se uvolnilo místo pro nastěhování dalších 17 strojů. Velikost strojů pro navýšení byla probírána s technickým vedoucím vstříkovny. Pro tuto variantu je nutná investice do otočení odkládacích robotů na druhou stranu stroje. Protože investice do otočení poloviny strojů je příliš vysoká, tak se vedení firmy rozhodlo použít tuto možnost převážně u nově přichozících strojů, kde investice do tohoto řešení nejsou příliš odlišné od investice do stroje s klasickou orientací.

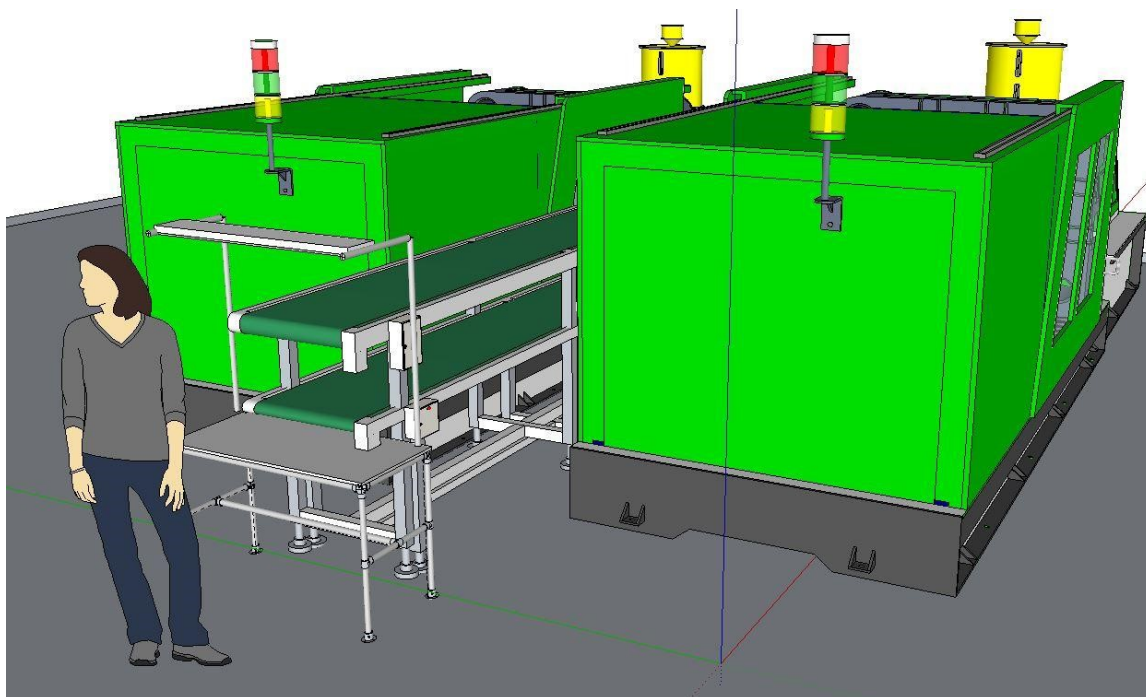
10.2.2 Inovace způsobu ukládání výrobků

Součástí práce je také dílčí cíl, snížení obslužnosti, který projekt přímo neovlivní, ale částečným řešením může k naplnění cíle přispět. Jedná se o návrh, který doplňuje předchozí řešení, orientaci vstřikolisů s pásy. V rámci snížení obslužnosti je možné rozšíření a prodloužení odkládacího pásu pro výrobky. Návrh povede ke snížení obslužnosti strojů zvýšením mezi zásoby u strojů a tím snížením nutnosti častého odebírání výrobků. Tento směr snižování obslužnosti strojů je velmi prostorově náročný, proto je vhodnější uvažovat o rozšíření pásu spíše do výšky, než v ploše. Přesné znázornění tohoto řešení je na Obr. 28.



Obr. 28 Varianta dvoupatrového odkládacího pásu (interní materiály)

Řešení šetří u každého stroje prostor v hodnotě 3 m². V případě, vhodných podmínek pro aplikování tohoto uložení strojního parku, je možné šetřit daleko větší plochu, než uložení pásů k sobě.



*Obr. 29 Varianta ukládání výrobků ze dvou strojů na jeden dvoupatrový pás
(interní materiály)*

Na obrázku (Obr. 29) je zobrazeno mnohem lepší využití místa na m^2 . Pro tuto variantu je velmi vysoký požadavek na stabilitu výroby, protože časté přestavby (výměna formy) by ovlivňovali práci zaměstnanců údržby. Tato varianta pro lepší využití výrobních ploch a snížení obslužnosti lze implementovat i samostatně k jednotlivým strojům, čímž je také možné docílit snížení obslužnosti. Případným spojením dvou pásů s dvěma patry a orientací k sobě, stejně jako je uvedeno na obrázku (Obr. 29), by došlo k nejvyšší úspoře. Společnost se prozatím rozhodla na vlastním stroji, kde je výroba stabilní, k použití dvoupatrového dopravníku, zatím ve standardním směru odkládání na pás.

10.2.3 Automatizace high runnerů

V rámci možností automatizovaných řešení společnost vidí potenciál odkládání výrobků přímo do palet, které jsou umístěny na podstavci vedle stroje. V tomto případě stačí vstříkolisy obsluhovat pouze údržbou a lidmi pro odvoz palet z paletových dopravníků.



Obr. 30 Paletový dopravník (interní materiály)

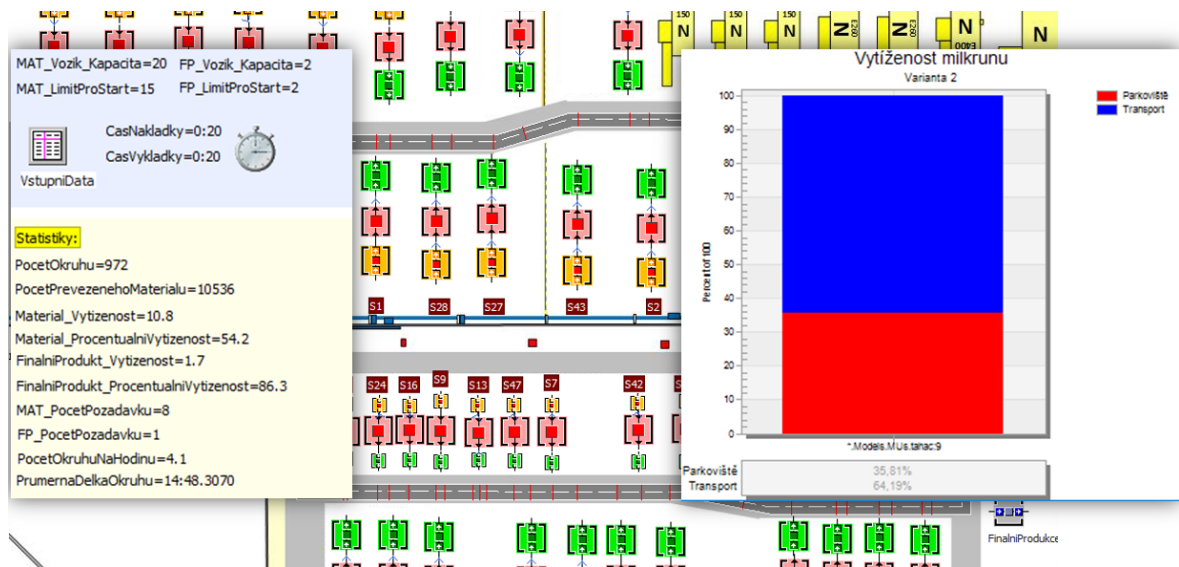
Řešení odkládání výrobků přímo do palet s možným dopravníkem palet, který je na Obr. 30, je plánované pro nový výrobek, který je možné skládat od stroje přímo do palet. Pro potřeby diplomové práce se jedná pouze o návrh, jež je v současnosti kalkulován co do ceny a možnosti použití na vstříkolisovně. Dále tedy nebude zahrnut do vyhodnocení.

10.3 Nastavení systému milk run

Z analýzy vychází, že pozice manipulanta je velmi vytížená. Toto vytížení vzniká jak díky slepým cestám, tak i díky nevhodné organizaci práce. Manipulantovo vytížení je nárazové a manipulační technika umožňuje pouze manipulaci s jedním typem materiálu. Proto vznikl návrh logistického systému.

Nastavením logistického systému a lepší organizaci práce manipulanta, je možné dosáhnout rovnoměrného vytížení pracovníka, díky kterému nemusí pracoviště v kritických chvílích čekat na materiál. Minimalizací zbytečných a neefektivních pohybů pracovníka dojde ke snížení energetického výdeje, což je přínosem pro kategorizaci práce, která však nelze vyčíslit. K eliminaci pohybu dojde díky využití nové manipulační techniky, jejíž typ bude popsán v této části diplomové práce.

K ověření přínosů, které nastanou zavedením logistického systému milk run, proběhlo ověření pomocí simulace ve spolupráci s externím dodavatelem. Díky simulaci bylo potvrzeno, že zavedením systému milk run dojde ke snížení vytížení přímé manipulace na 64,19 %, což je v zobrazeno v grafu na Obr. 31. V grafu je manipulantovo vytížení popsáno modrou barvou jako transport. Snížením vytížení manipulanta, tak vzniká prostor, pro zásobování pracovišť i surovým materiálem, což má v současné době na starosti jiný manipulant, jehož pracovní náplň však není součástí diplomové práce. Tento manipulant by se mohl zabývat přípravou materiálu a vychystáváním obalových jednotek. Veškeré výsledky vycházející ze simulace jsou zobrazeny na Obr. 31.



Obr. 31 Výsledné hodnoty simulace (zpracování externího dodavatele)

Ze simulace vychází, že potřebný počet okruhů jsou čtyři pro odebrání veškeré hotové výroby a doplnění materiálu na pracoviště. Pro simulaci byla využita data ze skutečných výstupů výrobků od strojů za období předešlého roku. Optimální variantou v simulaci byla vyhodnocena varianta, kdy vozík, s kapacitou 20 jednotek, které lze chápat jako prostor pro materiál, při definované frekvenci okruhů bude průměrně naložen 11 jednotkami, což poskytuje dostatečnou rezervu při navýšení výstupu a pro pokrytí množstevních výkyvů. Dalším druhem převážených jednotek jsou palety hotové výroby, pro kterou má milk run vyčleňenou kapacitu na dvě palety. Tato kapacita není zcela vytížena a vozík má rezervu 25%, opět se jedná o potřebnou rezervu pro možné navýšení výroby nebo množstevní výkyvy.

Zavedení logistického systému milk run s sebou nese nezbytné používání odpovídající manipulační techniky, kterou je třeba ve firmě doplnit. Jelikož jsou prostorové nároky firmy značné, z důvodu zvyšujícího se počtu firemních zakázek, je nutné použití vhodného typu manipulační techniky, která je v souladu s hodnotami štíhlého layoutu a umožňuje maximální vytížení vstřikolisovny stroji, jenž představují pro firmu přidanou hodnotu. Z uvedených důvodů se management firmy rozhodl pro využití manuálně řízených tahačů, které jsou ve srovnání s automaticky naváděnými vozíky, rychlejší a nekladou tak vysoké nároky na omezení pohybu okolo přepravních tras. Dále pro výběr konkrétního vyhovujícího typu manuálně řízeného tahače a jeho příslušenství bylo využito výsledků simulace a technické náročnosti budov.

Výsledky simulace společnosti potvrdili, že pro ideální funkčnost logistického systému je nutné zakoupit tahač s třemi přívěsnými jednotkami, které budou mít kapacitu pro dvě palety

hotové výroby a pojízdný regál v kterém bude vychystaný materiál pro jednotlivá pracoviště. Pro funkčnost systému odvozu palet s nízkou prostorovou náročností logistických tras se jedná konkrétně o použití tahače širokého 600 mm a technologie nazývané E-rám, pro možnost držení stopy vozíku v zatáčkách. Tento způsob dopravy a manipulace s celými paletami nabízí například společnost Jungheinrich a je možné pozorovat na Obr. 32.



Obr. 32 Manuálně řízený tahač s E-rámy (Kolář, 2015)

Investice do celého logistického systému společnosti budou činit konečnou hodnotu, která bude ve výši 760 tisíc. Okamžitým měřitelným přínosem zavedení tohoto systému je snížení počtu manipulátů na vstřikolisovně ze současných tří na dva na směnu. Tato úspora činí čtyři manipulanty na všech čtyřech směnách, což v celkovém důsledku znamená 2 472 960 Kč, částka je pouze informativní, jelikož se jedná o mzdové náklady vynásobené koeficientem. Společnost tak předpokládá o čtyř měsíční návratnosti investic.

11 KONTROLOVÁNÍ

Fáze kontrolování, mnohdy překládáno jako řízení se v této části diplomové práce věnuje vyhodnocení úspěšnosti projektu do doby odevzdání diplomové práce. Návrhy popisované v předchozí části zlepšování jsou částečně zhodnoceny vždy samostatně. Tato fáze si klade za cíl jednotlivé návrhy vyhodnotit co do hlediska nákladovosti, realizovatelnosti a návratnosti investice.

Nutné investice potřebné k návrhům a jejich návratnost v rámci projektu jsou uvedeny v Tab. 13.

Tab. 13 Vyhodnocení návrhů na zlepšení (vlastní zpracování)

Návrhy na zlepšení	Investice	Návratnost	Realizovatelnost
Propojení výrobních hal	500 tis	nekalkulována	7/2018
Uspořádání dosavadního strojního parku	Vlastní lidské zdroje	okamžitá	8/2018
Dvoupatrový dopravník	120 tis	1,94 roku	4/2018
Nastavení systému milk run	760 tis	4 měsíce	8/2018

Jednotlivé návrhy na zlepšení mají konkrétní dopad na stanovený projektový cíl, který byl definován jako:

Efektivní zavedení logistického systému s cílem zkrácení manipulační trasy o 20% se současným snížením počtu manipulantů a zvýšením prostorové náročnosti na jeden stroj o 10%.

Dílčí cíl práce byl:

Snížení obslužnosti o 10%

Projektový cíl je níže rozpadnut v Tab. 14, tak aby je bylo možné jasně vyhodnotit.

Tab. 14 Vyhodnocení splnění projektového díle diplomové práce (vlastní zpracování)

Cíle projektu	Jednotka	Výchozí stav	Cíl		Dosažený stav		Stav splnění cíle
			% / jednotky		% / jednotky		
Úspory prostorostorové náročnosti na stroj	m ² /stroj	69,5	10%	63	26,5%	51,04	Splněn
Zkrácení manipulační trasy	metr	317	20%	253,6	54%	171	Splněn
Snížení obslužnosti vstříkolisů	%	1	10%	0,9	10%	0,9	Splněn
Snížení manipulantů	počet	12	30%	8	33%	8	Splněn

11.1 Další doporučení pro vstřikolisovnu

Jelikož všechna zlepšení nebylo v projektu možné detailně popsat a zhodnotit, tak pro zlepšení jak už současného stavu, tak i v budoucnu bych společnosti doporučil zaměřit se na:

- Změna orientace vstřikolisů v nové hale podél manipulační cesty.
- Inovace v budoucnu interní logistiky do podoby AGV vozíků, pokud dojde ke zvýšení automatizace obsluhy vstřikolisů.
- Zefektivnění logistiky mezi výrobními halami.
- Odvádění výroby pomocí čteček čárových kódů přímo manipulanty.
- Objednávání odvozu a dovozu materiálu na pracoviště elektronicky.
- Výstavba nové výrobní haly při dalším navýšení strojního parku.

ZÁVĚR

Diplomová práce si kladla za cíl zefektivnit materiálové toky se současným zlepšením prostorového využití layoutu na vstříkolisovně. Jasně definování cíle je zhodnoceno v závěrečných kapitolách diplomové práce s kladným výsledkem. K naplnění cíle mne jako autora práce vedlo působení ve společnosti včetně poznání firemního prostředí. Tento faktor zásadně ovlivnil sjednocení pohledu na problematiku interní logistiky na vstříkolisovně a to nejen mne, ale odvážím se konstatovat, že celý tým. Projekt je velmi rozsáhlý a jeho zásadní poznatky jsou obsaženy v této diplomové práci. Jednotlivé návrhy na zlepšení nejsou pouze popsány, ale ve skutečnosti realizovány nebo plánovány k realizaci, kterou odsouhlasilo zahraniční holdingové vedení celé divize.

Práce sama o sobě byla uspořádána do dvou částí, teoretické a praktické. Teorie se věnovala štíhlému podniku, plýtvání a následnému zaměření na štíhlou logistiku. Na tato témata navazuje teorie se zaměřením materiálových toků, využití úsporných systémů pro skladování, logistického systému milk run, možnosti manipulační techniky a základy projektového řízení dle metodiky DMAIC.

Praktická část byla postavena na již teoreticky představené metodice DMAIC, kterou společnost využívá pro řízení svých interních projektů, které slouží ke zlepšování firemních procesů. V úvodní části je použit projektový list, který byl vytvořen pro potřeby projektu, kde je definován problém, zacílení projektu, tedy co je a není cílem, definován projektový tým, měřitelné ukazatele úspěšnosti projektu a samozřejmě harmonogram. Fáze definování byla doplněna o SWOT analýzu zaměřenou primárně na vstříkolisovnu a projekt, dále byl doplněn logický rámec, který rozšířil pohled na zpracování diplomové práce z pohledu definovaných prostředků a rizik. Pro jejich řízení byla zpracována metoda RIPRAN.

Ve fázi měření byla zhodnocena současná situace a to pomocí vstupní analýzy, která byla provedena pracovníky společnosti ještě před samotným zadáním diplomové práce. Na základě výsledků vstupní analýzy a požadavků firmy pro zefektivnění interních logistických procesů jsem provedl analýzu strojního parku, jeho obslužnosti, vytížení a množství produkce výroby jednotlivých strojů. Dále jsem pokračoval ve fázi měření analýzou materiálového toku, především u strojů, které vážou nejvyšší množství nutné manipulace s hotovými výrobky a možností zpracování nových strojů vázaných k možnosti produkce nového výrobku.

V části analýzy bylo provedeno zhodnocení současné situace, identifikaci nebo pojmenování abnormalit, posouzení závažnosti a návrhům na zlepšení. Tyto návrhy na zlepšení byly přiřazeny k identifikovaným abnormalitám, zařazeny do matice priorit, která vymezila oblasti vhodné k zlepšování.

Na základě matice priorit byly ve fázi zlepšení uvedeny jednotlivé kroky pro realizaci zlepšení, jako je propojení výrobních hal, nové uspořádání strojního parku a nastavení systému milk run. Následně byly jednotlivé kroky ve fázi kontrolování zhodnoceny s ohledem na nutné investice, které jsou nutné k realizaci, a byla uvedena jejich finanční návratnost.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BOGODISTOV, Dr. a KUNZE, Prof. Dr. 2015. *International Logistic - Production and Warehouse logistic*. Neu Ulm : Hochschule Neu-Ulm, 2015.

BOZARTH, Cecil C. a HANDFIELD, Robert B. 2016. *Introduction to operations and supply chain management*. Boston : Pearson. ISBN 978-1-292-09342-0.

CIENCIALA, Jiří a další, a. 2011. *Procesně řízená organizace - tvorba, rozvoj a měřitelnost procesů*. Příbram : PBtisk Příbram, 2011. ISBN 978-80-7431-044-7.

DOMSCHKE, Wolfgang a DREXL, Andreas. 1996. *Logistik: Standorte*. München : R. Oldenbourg Verlag GmbH, 1996. ISBN 3-486-23586-9.

FRANZ, Peter a KRICHMER, Mathias. 2012. *Value - Driven Business process management: The Value-Switch for Lasting Competitive Advantage*. místo neznámé : McGraw-Hill Education, 2012. ISBN 978-0-07-182592-4.

GROS, Ivan. 2016. *Velká kniha logistiky*. Praha : Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 978-80-7080-952-5.

HIRGOUDAR, Chandrashekar a REDDY, B. Raghavendra. 2007. *Facility Planning & Layout Design: An Industrial Perspective*. Pune : Technical Publications Pune, 2007. ISBN 81-8431-291-1.

HORVÁT, Gejza. 2000. *Logistika výrobních procesů a systémů / Gejza Horváth*. Plzeň : Západočeská univerzita, Strojní fakulta, 2000. ISBN 80-7082-625-8.

IMAI, Masaaki. 2008. *Kaizen: Metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Brno : Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-1621-0.

JESTON, John a NELIS, Johan. 2014. *Business process management: Practical guidelines to successful implementations*. third edition. New York : Routledge, 2014.

KOŠTURIÁK, Ján a FROLÍK Zbyněk. 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha : Alfa Publishing, 2006. ISBN 80-86851-38-9.

KOŠTURIÁK, Ján, a další. 2010. *Kaizen. Osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno : Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-2349-2.

KURZ, Kathrin. 2018. *25 years of lean management. Lean yesterday, today and tomorrow*. Köngen : STAUFEN.AG, 2018. Sv. I.

LAMBERT, Douglas M., STOCK, James R. a ELLRAM, Lisa M. 1998. *Fundamentals of logistics management*. Boston : Irwin/McGraw-Hill, 1998. ISBN: 0-256-14117-7.

LIKER, Jeffrey K. 2004. *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. New York : McGraw-Hill, 2004. ISBN 0-07-139231-9.

MANLING, František a VAVRUŠKA, Jan. 2014. Obejdeme se stále bez simulace výrobních systémů? *Úspěch. Produktivita a inovace v souvislostech*. Čtvrtletník, 2014, Sv. I.

MEYER, Anne. 2015. *Milk Run Design. Definitions, Concepts and Solution Approaches*. Karlsruhe : Karlsruher Institut für Technologie (KIT), 2015. ISBN: 978-3-7315-0566-2.

PACKOWSKI, Josef. 2014. *Lean supply chain planning: the new supply chain management paradigm for process industries to master today's vuca world*. Boca Raton : CRC Press, 2014. ISBN 978-1-4822-0533-6.

PIVODOVÁ, Pavlína. 2015. *Vliv průmyslového inženýrství a projektového řízení na tvorbu procesních a organizačních inovací*. Zlín : Univerzita Tomáše Bati, 2015.

RICHARDS, Qwynne. 2014. *Warehouse management: a complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse*. London : Kogan Page, 2014. ISBN 978-0-7494-6934-4.

SHEAD, Sam. 2017. businessinsider.com. *Business insider*. [Online] Business insider Inc., 3. Leden 2017. [Citace: 14. Duben 2018.] <http://uk.businessinsider.com/amazons-robot-army-has-grown-by-50-2017-1>.

SIXTA, Josef a ŽIŽKA, Miroslav. 2009. *Logistika - používané metody*. Brno : Computer Press, 2009. ISBN 978-80-251-2563-2..

STRACHOTOVÁ, Dana a STRACHOTA, Svatopluk. 2009. Co logistika neřeší? . *Úspěch: Produktivita a inovace v souvislostech*. čtvrtletník, 2009, Sv. I, 3/2009.

SVOZILOVÁ, Alena. 2011. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha : Grada Publishing, a.s., 2011. ISBN 978-80-247-3938-0.

TUČEK, David a BOBÁK, Roman. 2006. *Výrobní systémy*. Zlín : Univerzita Tomáše Bati, 2006. ISBN 80-7318-381-1.

VÍTEK, Václav. 2009. Implementace metod štíhlé logistiky . *Úspěch: Produktivita a inovace v souvislostech*. Čtvrtletník, 2009, Sv. I, 2/2009.

Internetové zdroje:

IPA slovakia. 2017. <https://www.ipaslovakia.sk>. *IPA slovakia*. [Online] IPA Slovakia, s.r.o., 25. Únor 2017. [Citace: 14. Duben 2018.] <https://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/lean-layout>.

KOLÁŘ, Vojtěch. 2015. Hospodářské noviny. *Web Hospodářských Novin*. [Online] Economia, a.s., 20. Listopad 2015. [Citace: 10. Duben 2018.] <https://logistika.ihned.cz/c1-64881260-logisticke-vlakky-zefektivnuji-vyrobu>.

TexpoTrade. 2018. www.texpotrade.com. *Texpotrade*. [Online] Texpotrade Company, 10. Březen 2018. [Citace: 12. Duben 2018.] http://www.texpotrade.com/?page_id=246.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

DMAIC Definovat – Měřit - Analyzovat – Zlepšovat - Kontrolovat

AGV Automated Guided Vehicle

RIPRAN RIsk PRoject ANalysis

SWOT Strengths – Weaknesses – Opportunities - Threats

FIFO First – in – first – out

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Základní příčiny ztrát výkonnosti (Cienciala, a další, 2011).....	14
Obr. 2 Informační tok v tlakovém systému (vlastní zpracování dle Horváth, 2000) .	15
Obr. 3 Informační tok v tahovém systému (vlastní zpracování dle Horváth, 2000)...	16
Obr. 4 Prvky štíhlé logistiky (Košturiak, a další, 2006)	18
Obr. 5 Průběh přírůstku nákladů.....	20
Obr. 6 (Znázornění plynulosti materiálového toku.....	21
Obr. 7 (Skruté problémy díky vysokým zásobám)	22
Obr. 8 (Znázornění plynulosti materiálového toku.....	22
Obr. 9 Manuálně řízený tahač s přívěsy (TexpoTrade, 2018)	25
Obr. 10 Automaticky naváděný vozík ve skladech Amazon (Shead, 2017)	26
Obr. 11 Trasa automatického vozíku ve skladech s možností podjetí regálu se zbožím (Bogodistov, a další, 2015).....	27
Obr. 12 Možnosti skladování bez použití regálových systémů	31
Obr. 13 Spádové a zásuvné regály (Gros, 2016)	31
Obr. 14 Posuvné regály.....	32
Obr. 15 Karuselový zakladač.....	32
Obr. 16 Seznam hlavních zákazníků (interní materiály)	36
Obr. 17 Současný layout vstříkolisovny (interní zdroje).....	45
Obr. 18 Spaghetti diagram manipulanta (interní zdroje)	47
Obr. 19 Layout se současnou frekvencí odvozu palet (vlastní zpracování)	52
Obr. 20 Layout s maximální frekvencí odvozu palet (vlastní zpracování).....	55
Obr. 21 Nutné kapacity strojů pro výrobu nového výrobku	59
Obr. 22 Layout vstříkolisovny se stroji pro nový výrobek (vlastní zpracování)	60
Obr. 23 Matice priorit (vlastní zpracování)	65
Obr. 24 Layout vstříkolisovny po propojení výrobních hal (vlastní zpracování).....	66
Obr. 25 Layout po začlenění nového výrobku do výroby (vlastní zpracování)	68
Obr. 26 Varianta klasického způsobu uspořádání pásů (vlastní zpracování)	69
Obr. 27 Varianta odkládacích pásů vedle sebe (interní materiály).....	70
Obr. 28 Varianta dvoupatrového odkládacího	71
Obr. 29 Varianta ukládání výrobků ze dvou strojů na jeden dvoupatrový pás.....	72
Obr. 30 Paletový dopravník (interní materiály).....	73
Obr. 31 Výsledné hodnoty simulace (zpracování externího dodavatele)	74

Obr. 32 Manuálně řízený tahač s E-rámy (Kolář, 2015)75

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 SWOT analýza (vlastní zpracování).....	40
Tab. 2 První část projektového listu (vlastní zpracování)	41
Tab. 3 Druhá část projektového listu (vlastní zpracování)	42
Tab. 4 Využití prostoru výrobních hal (vlastní zpracování).....	45
Tab. 5 Množství současné produkce palet (vlastní zpracování)	51
Tab. 6 Množství maximální produkce palet vstřikolisovny (vlastní zpracování).....	54
Tab. 7 Poměr efektivních a neefektivních tras při obsluze stroje č. 14 (vlastní zpracování)	56
Tab. 8 Poměr efektivních a neefektivních tras při obsluze stroje č. 4 (vlastní zpracování)	57
Tab. 9 Frekvence odvozů od strojů pro nový výrobek (vlastní zpracování)	58
Tab. 10 Identifikace abnormalit (vlastní zpracování)	62
Tab. 11 Průměrné zkrácení materiálových toků vstřikolisovny (vlastní zpracování)	67
Tab. 12 Srovnání prostorového využití vstřikolisovny (vlastní zpracování).....	70
Tab. 13 Vyhodnocení návrhů na zlepšení (vlastní zpracování).....	76
Tab. 14 Vyhodnocení splnění projektového díle diplomové práce (vlastní zpracování)	76

SEZNAM GRAFŮ

Graf. 1 Srovnání využití štíhlých principů (Kurz, 2018).....	13
Graf. 2 Snímek manipulanta (interní zdroje).....	46
Graf. 3 Rozdělení strojů dle tonáže (vlastní zpracování).....	48
Graf. 4 Obslužnost strojů dle tonáže (vlastní zpracování).....	49
Graf. 5 Vytížení strojů dle skupin (vlastní zpracování).....	49
Graf. 6 Výstup palet ze vstřikolisovny při současném vytížení (vlastní zpracování).51	
Graf. 7 Maximální výstup palet ze vstřikolisovny (vlastní zpracování).....	54

SEZNAM PŘÍLOH

- PŘÍLOHA P I: HARMONOGRAM PROJEKTU
- PŘÍLOHA P II: LOGICKÝ RÁMEC
- PŘÍLOHA P III: RIPRAN
- PŘÍLOHA P IV: SOUČASNÉ MATERIÁLOVÉ TOKY – ANALÝZA STROJE Č. 14
- PŘÍLOHA P V: MATERIÁLOVÉ TOKY V RÁMCI ZAVEDENÍ MILK RUN – ANALÝZA STROJE Č. 14
- PŘÍLOHA P VI: SOUČASNÉ MATERIÁLOVÉ TOKY – ANALÝZA STROJE Č. 4
- PŘÍLOHA P VII: MATERIÁLOVÉ TOKY V RÁMCI ZAVEDENÍ MILK RUN – ANALÝZA STROJE Č. 4
- PŘÍLOHA P VIII: POTENCIÁL VYUŽITÍ PLOCHY VSTŘIKOLISOVNY

PŘÍLOHA P II: LOGICKÝ RÁMEC

		OOU	Zdroje	Rizika
Hlavní cíl	Zvýšení EBITU firmy	Z 4% na 11% do konce roku 2019	Měsíční výsledky hospodaření	
Projektový cíl	Zefektivnění manipulace ve výrobním procesu s úspornějším rozložením strojního parku ve vybrané společnosti	Zkrácení manipulační trasy o 20% se snížením počtu manipulátů a zlepšení prostorového uspořádání o 10%	Nový layout vstřikolisovny Plánovací tabule směn Počet strojů na vstřikolisovně	<p>Uspíšení výroby nového výrobku</p> <p>Omezení infrastruktury (energie, výstavba)</p> <p>Neuvolnění investic</p> <p>Stávající vstřikovna nebude dostávat</p> <p>Chyby ve vstupních datech</p> <p>Chyby v komunikaci týmu</p> <p>Nenalezení vhodné manipulační techniky</p>
Výstupy	1. Nový layout vstřikovny a umístění nových strojů	Zvýšení prostorového využití současných výrobních hal o 10%	Dokument : Layout IM v ŘD	
	2. Definovaný způsob manipulace hotových výrobků a materiálů	Zkrácení manipulační trasy o 20%	Výrobní hala vstřikovny	
	3. Snížený počet operátorů na stroj	Snížení obslužnosti o 10%	Měsíční report IM: Mitarbeiter factor	
	4. Dokončená DP	DP v rozsahu min. 70 str	Nahraná DP na portál UTB	
Aktivity	1.1. Analýza současného stavu rozmístění strojního parku na vstřikovně	Prostředky Výrobní data, Layout firmy, rozměry strojních zařízení, výpočetní technika, zapracované analýzy manipulanta	Časový rámec 1.1. - 21.12.2017 1.3. - 5.4.2018 4.4. - 15.4.2018 1.4. - 4.7.2018 1.5. - 31.3.2019	
	1.2. Zhodnocení rozmístění strojního parku			
	1.3. Vytvoření návrhu efektivního rozmístění layoutu			
	1.4. Příprava infrastruktury vstřikovny na instalaci nových strojů			
	1.5. Instalování nových strojů			
	2.1. Zhodnocení provedené analýzy interní manipulace			
	2.2. Návrh nového způsobu manipulace v okruhu			
	2.3. Výběr odpovídající manipulační techniky			
	2.4. Navržený způsob manipulace s výrobky a trénink manipulátů			
	3.1. Analýza obslužnosti strojů na vstřikovně			
	3.2. Návrh uspořádání strojů pro snížení obslužnosti			
	3.3. Instalace nového dopravníku pro zajištění nižší obslužnosti			
	3.4. Zapracování nového uspořádání pro nový strojní park			
	4.1. Zpracovaná analytická část práce s prvky DMAIC			
	4.2. Vypracovaná projektová část diplomové práce			
	4.3. Dokončená teoretická část			
4.4. Zkolektování diplomové práce				
				Předběžné podmínky Uvolněny investice Podpora managementu divize a GAB

PŘÍLOHA P III: RIPRAN

Hrozba	Pravděpodobnost hrozby	Scénář	Pravděpodobnost scénáře	Celková pravděpodobnost	Dopad	Celková hodnota rizika	Opatření
Chyby ve vstupních datech	0,04	Zkreslené výsledky projektu	0,9	0,036	SD	MHR	Akceptace
Uspíšení výroby nového výrobku	0,05	Nepřipravena výrobní hala	0,5	0,025	SD	MHR	Akceptace
Omezení infrastruktury (energie + výstavba)	0,05	Nerealizace projektu	0,99	0,0495	VD	SHR	Precizní příprava a konzultace s externí firmou o možnostech projektu v souladu se všemi nutnými podmínky
Neuvolnění investic na úpravu layoutu	0,2	Nerealizace projektu	0,3	0,06	SD	MHR	Akceptace
		Neúplná realizace	0,5	0,1	MD	MHR	Akceptace
Stávající vstřikovna nebude dostačovat	0,07	Potřeba navýšených investic na výstavbu haly	0,2	0,014	SD	MHR	Akceptace
Chyby v komunikaci týmu	0,08	Prodloužení projektu	0,7	0,056	MD	MHR	Akceptace
Nenalezení vhodné manipulační techniky	0,02	Uzpůsobení layoutu pro vhodnou techniku	0,9	0,018	SD	MHR	Akceptace

