

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2301 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: Průmyslové inženýrství a management

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Racionalizace pracoviště montáže

Autor: **Jakub Haas**
Vedoucí práce: **Ing. Pavel Vránek**

Akademický rok 2018/2019

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu práce, panu Ing. Pavlu Vránkovi za jeho ochotu, spolupráci a čas věnovaný konzultacím po celou dobu vypracovávání mé bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat svému konzultantovi, panu Tomáši Kamarytovi za ochotu a dodání potřebných dat.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Haas	Jméno Jakub
STUDIJNÍ OBOR	B2301 „Strojní inženýrství“	
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Vránek	Jméno Pavel
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KPV	
DRUH PRÁCE	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	
NÁZEV PRÁCE	Racionalizace pracoviště montáže	

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2019
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	60	TEXTOVÁ ČÁST	37	GRAFICKÁ ČÁST	23
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	<p>Cílem bakalářské práce je racionalizace pracoviště montáže ve společnosti zabývající se výrobou mycích linek. Podstatným prvkem je analýza současného stavu, ze které se pak určují nedostatky, pro které jsou dále vypracovány návrhy řešení. Přínosem je minimalizace potřebné manipulace s materiálem a množství materiálu na pracovišti.</p>
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	Racionalizace, 5S, štíhlá výroba, layout

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Haas	Name Jakub
FIELD OF STUDY	B2301 „Mechanical Engineering”	
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Vránek	Name Pavel
INSTITUTION	ZČU - FST - KPV	
TYPE OF WORK	BACHELOR SHEET	
TITLE OF THE WORK	Rationalization of the installation workshop	

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Industrial Engineering and Management	SUBMITTED IN	2019
----------------	---------------------------	-------------------	--	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	60	TEXT PART	37	GRAPHICAL PART	23
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The aim of the bachelor thesis is to rationalize of the installation workshop in the company dealing with the production of car washes. An essential element is the analysis of the current state, from which deficiencies are determined, for which solutions are proposed. The benefit is minimizing the necessary material handling and material in the workplace.
KEY WORDS	Rationalization, 5S, lean manufacturing, layout

Obsah

Seznam obrázků	3
Seznam tabulek	5
Seznam zkratk	6
Úvod	7
1 Úvod do problematiky	8
1.1 Racionalizace	8
1.2 Ergonomie	9
1.3 Normování práce a časové studie	11
1.3.1 Druhy norem	11
1.3.2 Analýza práce	12
1.3.3 Měření práce	12
1.3.4 EKUV analýza	15
1.4 Standardy pracoviště	16
1.4.1 Plýtvání	18
1.4.2 Štíhlá výroba	21
1.4.3 5S	22
1.4.4 Uspořádání pracoviště	24
1.5 Skladování	26
1.5.1 Druhy skladů	26
1.5.2 Materiálové toky	29
1.5.3 Zásoby na pracovišti	30
2 Představení firmy	31
3 Analýza současného stavu	33
3.1 Pracoviště 1: Nahřívání statorů	33
3.2 Pracoviště 2: Montáž menších motorů	35
3.3 Pracoviště 3: Montáž větších motorů	37
3.4 Pracoviště 4: Zkušebna motorů	39
3.5 Získaná data	41
3.6 Spaghetti diagram	42
3.7 Současný layout	43

4	Nalezení problémových míst.....	44
4.1	Pracoviště 1: Nahřívání statorů.....	44
4.2	Pracoviště 2: Montáž menších motorů	46
4.3	Pracoviště 3: Montáž větších motorů	47
4.4	Pracoviště 4: Zkušebna motorů	48
4.5	Regály.....	49
5	Varianty na zlepšení	50
5.1	Řešení počtu regálů	50
5.1.1	Linie 4210-52	51
5.1.2	Linie 4210-53	51
5.2	Varianta na současné místo	52
5.3	Varianty na nové místo.....	53
5.3.1	Varianta 1	53
5.3.2	Varianta 2	54
5.3.3	Varianta 3	55
5.3.4	Zhodnocení variant.....	57
5.3.5	Výběr z variant	57
	Závěr.....	58
	Použité zdroje.....	59

Seznam obrázků

Obrázek 1-1 Racionalizace [1]	8
Obrázek 1-2 Ergonomie[2].....	9
Obrázek 1-3 Dosahové vzdálenosti [9]	10
Obrázek 1-4 Analýza a měření práce [32]	12
Obrázek 1-5 Snímek pracovního dne [32]	13
Obrázek 1-6 Vybalancovaná linka [32]	14
Obrázek 1-7 Spaghetti diagram [14]	15
Obrázek 1-8 Metoda PDCA [12]	16
Obrázek 1-9 Příklad standardu [6]	17
Obrázek 1-10 Poka Yoke v běžném životě [1]	18
Obrázek 1-11 Plýtvání [17].....	18
Obrázek 1-12 3M [28].....	20
Obrázek 1-13 Štíhlá výroba [28].....	21
Obrázek 1-14 Schéma 5S [30]	22
Obrázek 1-15 Seiri [29].....	22
Obrázek 1-16 Seiton [29]	23
Obrázek 1-17 Seiso [29].....	23
Obrázek 1-18 Seiketsu [29].....	23
Obrázek 1-19 Shitsuke [29].....	24
Obrázek 1-20 FIFO a LIFO [19]	27
Obrázek 1-21 regál LIFO [27]	28
Obrázek 1-22 regál FIFO [27].....	28
Obrázek 1-23 I-D diagram [25].....	29
Obrázek 1-24 Kanban karta [23].....	30
Obrázek 2-1 Logo společnosti [33].....	31
Obrázek 2-2 Současný layout pracoviště	32
Obrázek 3-1 Pracoviště 1	33
Obrázek 3-2 Podíl činností na pracovišti 1	34
Obrázek 3-3 Pracoviště 2	35
Obrázek 3-4 Podíl činností na pracovišti 2	36
Obrázek 3-5 Pracoviště 2	37
Obrázek 3-6 Podíl činností na pracovišti 3	38
Obrázek 3-7 Pracoviště 4	39

Obrázek 3-8 Podíl činností na pracovišti 4	40
Obrázek 3-9 Spaghetti diagram.....	42
Obrázek 3-10 Současný 3D layout.....	43
Obrázek 4-1 Nedostatky.....	44
Obrázek 4-2 Pracoviště 1-produktivita činností.....	45
Obrázek 4-3 Pracoviště 2-velké výrobní dávky	46
Obrázek 4-4 Velké motory na vozících.....	47
Obrázek 4-5 Zásoba před zkušebnou	48
Obrázek 4-6 Velký regál	49
Obrázek 4-7 Regál se součástkami.....	49
Obrázek 5-1 Krabíčky v regálech.....	50
Obrázek 5-2 Varianta na stávající místo	52
Obrázek 5-3 Prostor nového místa pro montáž	53
Obrázek 5-4 Varianta na nové místo 1	54
Obrázek 5-5 Varianta na nové místo 2.....	55
Obrázek 5-6 Varianta na novém místě 3	56

Seznam tabulek

Tabulka 3-1 Získaná data	41
Tabulka 3-2 Data k porovnání.....	41
Tabulka 4-1 Pracoviště 3-výrobní čas	47
Tabulka 5-1 Obaly na linii 4210-52	51
Tabulka 5-2 Obaly na linii 4210-53	51
Tabulka 5-3 Multikriteriální zhodnocení variant	57

Seznam zkratk

EKUV	Eliminieren–Kombinieren–Umstellen–Vereinfachen
PDCA	Plan–Do–Check–Act
3M	metoda pohledu na plýtvání
5S	racionalizační metoda
FIFO	First in, first out
LIFO	Last in, first out
ČR	Česká republika
JIT	Just in time
cca	přibližně

Úvod

Hlavním cílem mé bakalářské práce je racionalizace pracoviště montáže ve firmě Christ Car Wash s.r.o. Na začátku bakalářské práce je rozepsána teoretická základna, ze které je čerpáno při tvorbě praktické části bakalářské práce. V teoretické části jsou zmíněny a rozebrány pojmy racionalizace, ergonomie, normování práce, časové studie, standardizace, plýtvání a skladování. Poté je představen zadavatel mé bakalářské práce, tedy firma Christ Car Wash s.r.o. V praktické části je provedena analýza současného stavu, identifikace nedostatků a tvorba variant nového uspořádání pracoviště.

Očekávaným přínosem této bakalářské práce je snížení manipulace na pracovišti a eliminace zbytečného materiálu, zejména v rozpracované výrobě.

1 Úvod do problematiky

V současné době je pro každý podnik důležitá konkurenceschopnost, tedy schopnost vyrovnat se na trhu konkurenčním podnikům. Toho lze dosáhnout pouze neustálým zlepšováním výroby, tedy snahou o minimalizaci nákladů a výrobních časů a maximalizací produktivity výroby. To vše vede ke zvýšení zisku.[6]

1.1 Racionalizace

Podstatou racionalizace je neustálé zlepšování výrobního systému. V podstatě lze říci, že jde o to, aby se výrobní proces uskutečňoval na stále vyšší úrovni. Tím je myšlena nejen úroveň techniky, ale i technologie, organizace a řízení. [6]

Jedním ze základů racionalizace je vytvoření podmínek, při kterých pracovníci mohou pracovat s vysokým výkonem a zároveň šetřit svou pracovní sílu. [6]

Dalším důležitým úkolem racionalizace je vyloučení ztrátových činností. Jedná se o činnosti, které zvyšují náklady, ale nepřidávají hodnotu výrobku. [6]

Dále se pak racionalizace zaměřuje na materiálové hospodaření a pohyb materiálu. Pohyb materiálu a manipulace s ním představují rostoucí hodnotu práce a tím i nákladů. Racionalizace tedy v této oblasti vede k vyloučení zbytečné přepravy, zvýšení její plynulosti a ekonomickému skladování. [6]

Ve stručnosti se dá říci, že cílem racionalizace je zvýšení produkce za minimálních investic. Hranice tohoto zvýšení je těžko stanovitelná, jedná se o nepřetržitý proces. [6]



Obrázek 1-1 Racionalizace [1]

Základní nástroje racionalizace:

- Optimalizace prováděných operací
- Ergonomie pracoviště
- Technické úpravy pracoviště
- Technologičnost konstrukce
- Uspořádání pracoviště [13]

Postup racionalizace:

- Analýza pracovního systému
- Posouzení funkce současného systému
- Generování racionalizačních opatření
- Realizace opatření
- Vyhodnocení přínosů [13]

1.2 Ergonomie

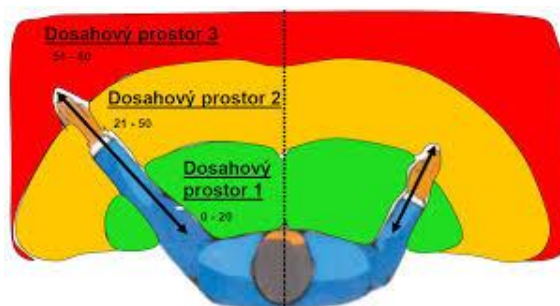
Podle slovníku cizích slov: „Ergonomie je obor zabývající se studiem vztahů mezi člověkem a technickými systémy, které sám vytváří.“ Existují 2 přístupy k ergonomii. Mechanocentrický přístup považuje pracovníka za součást technického systému, nebere tedy moc ohled na jeho potřeby. Antropocentrický přístup je charakterizován tím, že bere ohled na pracovníka a jeho individuální potřeby. V průběhu let se prokázalo, že člověk pracuje efektivněji, pokud je brán ohled na jeho potřeby. Ergonomie se navíc nezabývá jen tím, aby byly člověku na pracovišti splněny jeho potřeby, ale také se snaží přizpůsobovat pracoviště, aby se pracovník nepřiměřeně nepřetěžoval, nebo neprováděl nepřírozené pohyby. Dá se říci, že se snaží zabránit pracovním úrazům a dalším zdravotním problémům. Funkcí ergonomie je tedy jednak zefektivnění výroby, tak zvýšení pracovní pohody a ochrana zdraví pracovníků. [2]



Obrázek 1-2 Ergonomie[2]

Dosahové vzdálenosti

Dosahové vzdálenosti na pracovišti se dělí do dvou základních skupin podle jejich umístění. První skupinou jsou dosahové vzdálenosti v manipulačním prostoru. Manipulační prostor je zóna, kde se pracovní úkony provádějí horními končetinami. Manipulační prostor se dělí na 3 dosahové prostory. Prostor 1 je oblast do 20cm od těla, jedná se o ideální oblast dosahu, kde se snažíme provádět nejvíce pohybů. Prostor 2 se nachází mezi 20cm a 50cm od těla a prostor 3 od 50cm do 80cm. Každý skutečný pohyb je potřeba analyzovat a pomocí simulace najít jeho ideální průběh. [9]



Obrázek 1-3 Dosahové vzdálenosti [9]

Druhou skupinou jsou dosahové vzdálenosti v pedipulačním prostoru. Jedná se o prostor, kde jsou pracovní úkony vykonávány dolními končetinami. Při práci vsedě musí být zajištěn prostor pro pracovní i nepracovní pohyby. Nepracovními pohyby je zde myšleno uvolnění dolních končetin. Je nevhodné využívat pedipulační prostor ve stoje, protože dochází ke snížení stability pracovníka a je nadměrně zatěžována páteř. [10]

Dále platí, že na jednoho pracovníka musí být na pracovišti volná plocha nejméně 2m^2 a vzdušný prostor nejméně 12m^3 při práci vsedě a 15m^3 při práci v stoje. Minimální výška stropů se pohybuje mezi 2,5m a 3,25m v závislosti na ploše pracoviště. [24]

1.3 Normování práce a časové studie

Jednou z významných oblastí racionalizace je normování práce, jejímž úkolem určení spotřebovaného času a jeho rozdělení mezi pracovníky. Výsledkem jsou normy, které se využívají při plánování a řízení výroby.[7]

1.3.1 Druhy norem

- norma výkonu: stanovuje spotřebu času na určitou pracovní operaci nebo počet pracovních operací na časovou jednotku (například pracovní směnu)
- norma obsluhy: udává počet obsluhovaných jednotek na pracovníka, případně pracovní skupinu nebo počet pracovníků na obsluhovanou jednotku pro její bezproblémový chod, obsluhovanou jednotkou bývá stroj nebo jiné výrobní zařízení
- norma počtu: vyjadřuje počet pracovníků v organizačním útvaru, který je potřebný pro jeho funkci, vychází z normy pracnosti
- norma pracnosti: vyjadřuje spotřebu času na objem výroby[7]

Pro zjednodušení zpracovávání časových hodnot se třídí spotřebovaný čas do kategorií, což zrychluje stanovování norem a usnadňuje kontrolu dosahovaných výsledků. [7]

Kategorie spotřeby času:

- čas nutný (nezbytně nutný pro realizaci pracovních úkonů)
- čas zbytečný (ztrátový čas, jehož eliminací zvýšíme produktivitu práce)
- čas skutečný
- čas normativní[7]

Spotřeba času pracovníka

Nutný čas udává součet normovaných časů. Dělí se na čas práce, čas obecně nutných přestávek a čas podmíněně nutných přestávek. Čas práce je čas strávený pracovní činností a normami předepsanými přestávkami. Spotřeba nutného času se měří ve vztahu k výrobní jednotce, výrobní dávce nebo k celé směně. [7]

Zbytečný čas je součet časů nepřidávající hodnotu výrobku. Za tyto časy odmítá zákazník platit a jsou to tedy časy ztrátové. Dělí se na časové ztráty, které způsobuje samotný pracovník, například špatnou disciplínou, dále na časy, za které pracovník sám nemůže, jako například čekání na materiál. Další ztrátové časy mohou být způsobeny vyšší mocí, což mohou být například výpadky energie. [7]

Spotřeba času výrobního zařízení

Čas chodu je doba činnosti daného zařízení na splnění pracovního úkolu. Patří sem hlavní chod i pomocné chody, které nepřidávají hodnotu, ale jsou nutné ke splnění hlavního úkolu. [7]

Čas klidu je doba nečinnosti zařízení, kdy pracovník vykonává úkon nutný k dalšímu chodu zařízení, například upínání obrobku. [7]

Čas interference je čas, kdy stroj čeká na obsluhu pracovníkem nebo dokončení práce jiného stroje. [7]

1.3.2 Analýza práce

Analýza a měření práce jsou jednoduchým a zároveň účinným nástrojem v boji proti plýtvání a neefektivnosti v procesech a zároveň prvním krokem ke standardizaci. Aktivity tohoto nástroje můžeme rozdělit do dvou skupin. [32]

Nejprve bychom se měli zabývat analýzou práce, tedy zkoumáním pracovních metod. Cílem této analýzy je identifikace plýtvání a neproduktivních činností a následné zjednodušení práce. Výstupem je nový, optimální pracovní postup. [32]

Ve druhé fázi bychom se měli zabývat měřením práce, to znamená určením času dané činnosti. Měření práce slouží především jako číselné vyjádření nárůstu produktivity při použití nového postupu a pro stanovení normy spotřeby času. [32]



Obrázek 1-4 Analýza a měření práce [32]

1.3.3 Měření práce

Mezi nejpoužívanější metody měření práce patří časové studie a systém předem určených časů. [32]

Cílem nepřímého měření neboli systému předem určených časů je rozdělení jednotlivých úkonů na základní pohyby, kterým je poté dle náročnosti přiřazen index odpovídající určité spotřebě času. [32]

Přímé měření neboli časové studie je stanovení spotřeby času pomocí stopek. Můžeme rozlišovat 2 hlavní přístupy. [32]

Výstupem měření práce je definice normy spotřeby času. Je nutné si uvědomit, že samotný výstup přímého či nepřímého měření ještě není výslednou normou spotřeby času. Vzhledem k tomu, že se jedná o manuální lidskou práci, musíme ještě připočítat přírážku na osobní potřeby a jiná drobná zdržení. Tato přírážka se nejčastěji pohybuje mezi 5 - 10%. [6]

Chronometráž


Chronometráž slouží ke stanovení délky trvání pracovní operace. Je založena na principu rozdělení měřené operace do několika dílčích úseků, což pomůže definovat problematické úkony, které by z celkového času nebyly viditelné. Používá se u cyklických operací, jejichž dílčí úseky předem známe. Dělí se na plynulou, která probíhá nepřetržitě a zjišťuje skutečné časy pro jednotlivé operace a činnosti, dále na výběrovou, která pozoruje jen vybrané činnosti a na obkročnou, která měří čas skupiny činností a zpětně pak dopočítává časy jednotlivých činností. [12]

Snímek pracovního dne

Snímek pracovního dne je technika nepřetržitého pozorování veškeré spotřeby času pracovníka nebo skupiny pracovníků během celé směny. Cílem je získat komplexní přehled o spotřebě času a identifikovat neefektivní využívání času. Výhodou je přímý kontakt se sledovaným pracovníkem, díky kterému můžeme lépe rozpoznat příčiny nedostatků a problémů, které mají za následek neefektivní využití času. Nevýhodou je časová náročnost a jakési psychické zatížení pozorovaného i pozorovatele. [12]

základní etapy:

- Příprava: výběr pracoviště, pracovníka a pozorovatele (ten se seznámí s pracovníky, pracovištěm a jeho organizací), výstupem je harmonogram obsahující všechny informace o sestavovaném snímku
- Pozorování a záznam: zaznamenávání činností od začátku po ukončení směny
- Rozbor a vyhodnocení: vyhodnocení časů a jejich srovnání s normou, případná optimalizace[12]

	Datum: 20. 8. 2010		POZOROVACÍ LIST PRO SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE A SNÍMEK PRŮBĚHU PRÁCE	List č: 1	
	Směna: ranní			Pozoroval:	
	Od do: 6:00 - 14:00			Pozorovaný:	
Pracoviště: Montáž (linka 2)			Název stroje (ev. číslo):		
Výrobek 1 (název, číslo): AH 330			Dosažený výr. výkon:		
Výrobek 2 (název, číslo)			Dosažený výr. výkon:		
Výrobek 3 (název, číslo)			Dosažený výr. výkon:		
Postupný čas	Výpočet času			Symbol	Popis
	od	do	čas		
0:00:00	0:00:00	0:00:01	0:00:01	MP	Mimo pracoviště - hledání prázdné přepravky Práce na vlastním pracovišti - montáž Dokumentace - zápis počtu vyrobených kusů Čekání na díly z lakovny
0:00:01	0:00:01	0:00:02	0:00:01	PVP	
0:00:02	0:00:02	0:00:03	0:00:01	DOK	
0:00:03	0:00:03	0:00:04	0:00:01	Č	
postupný čas odečítaný ze stopky vždy při změně činnosti operátora	čas zahájení a ukončení činnosti (dva pod sebou uvedené postupné časy)		vypočítaná doba trvání činnosti (od - do)	symbol pro popis dané činnosti	vysvětlení daného symbolu a poznámka k vykonávané činnosti

Obrázek 1-5 Snímek pracovního dne [32]

Druhy snímků pracovního dne:

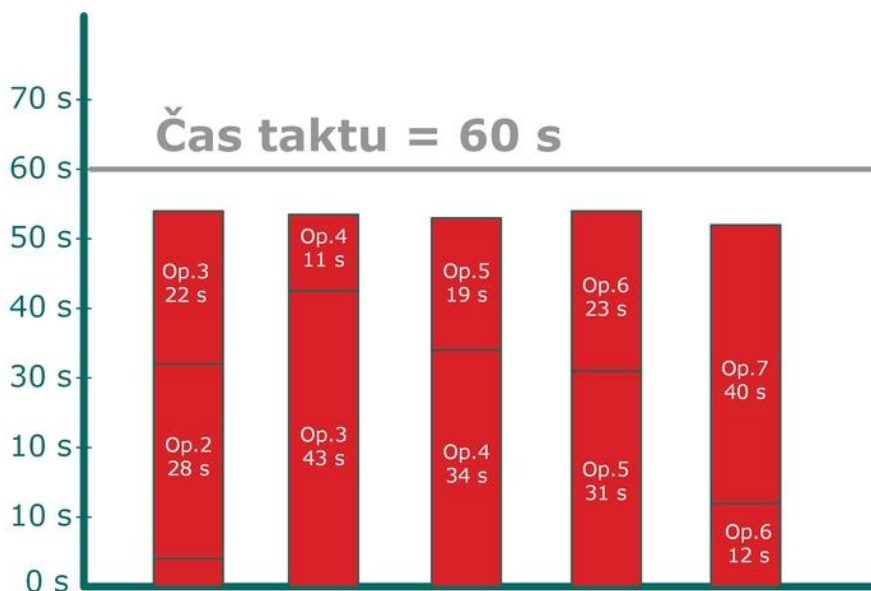
- snímek jednotlivce: podrobný popis všech činností jednoho pracovníka
- snímek skupiny: sledování skupiny pracovníků, jejichž činnosti na sebe navazují
- hromadný snímek: sledování skupiny pracovníků, každý z nich vykonává samostatný úkol, neposkytuje podrobné informace
- vlastní snímek: pozorování předem definovaných činností samotným pracovníkem [8]

Balancování linky

Pomocí snímku pracovního dne skupiny, lze zjistit časové rozdíly mezi jednotlivými pracovníky. Pokud jsou tyto rozdíly velké, přichází na řadu balancování linky, tedy převedení určité činnosti jednoho pracovníka na pracovníka předchozího, případně následujícího, čímž vyrovnáme časového zatížení pracovníků a zkrátíme celkový výrobní čas. Zamezíme tím hromadění materiálu před pracovištěm, které je v rozporu s metodikou štíhlé výroby. Dále zamezíme čekání nebo nadvýrobě, tedy plýtvání. [12]

Důležitý faktor balancování je výrobní takt. Výrobní takt je tempo výroby odpovídající požadavkům zákazníka. Doba taktu se počítá jako dostupný čas za den, což je nejčastěji směna, tedy 7,5 hodiny, lomeno požadavkem zákazníka na den. Například pokud máme požadavek 450 kusů na den, musíme vyrábět 1 kus každých 60 sekund. Výrobní takt je tedy 1 minuta. [12]

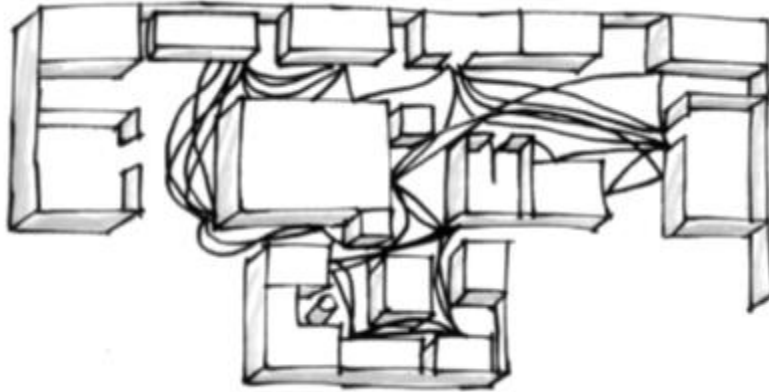
Celou pracovní linku se snažíme balancovat tak, aby každý pracovník splňoval požadovaný výrobní takt a tím splňoval požadavky zákazníka. Nejprve je nutné určit, kolik pracovníků je potřeba na daný úkol. To spočítáme jako celkový čas práce, který je součtem časů všech pracovníků na daném pracovišti, lomeno výrobním takt. Mezi tento počet pracovníků se pokusíme co nejrovnoměrněji rozdělit pracovní úkony. Celkovou efektivnost takto vybalancované linky získáme jako podíl celkového času práce a výrobního taktu vynásobeného počtem pracovišť. [12]



Obrázek 1-6 Vybalancovaná linka [32]

Spaghetti diagram

Spaghetti diagram je metoda, která se od předchozích liší tím, že nejsou sledovány časy pracovních úkonů, ale pohyby pracovníka, které jsou zakreslovány do layoutu pracoviště. Tato metoda dokáže odhalit zbytečné pohyby, což je jeden ze základních druhů plýtvání. Tyto zbytečné pohyby mohou být eliminovány přeuspořádáním pracoviště.[14]



Obrázek 1-7 Spaghetti diagram [14]

1.3.4 EKUV analýza

Zkratka EKUV česky znamená Eliminance-Kombinace-Reorganizace-Zjednodušení. Cílem této metody je zefektivnění výrobních procesů. Abychom mohli tuto metodu provést, je nutné, aby jí předcházela analýza a měření práce. [12]

V první fázi klasifikujeme jednotlivé úkony, což nám pomůže určit, který úkon přidává nebo nepřidává hodnotu. Ve druhém kroku se rozhodujeme, jak je možné čas jednotlivých úkonů zkrátit. K tomu máme 4 možnosti vycházející ze zkratky EKUV.

- Eliminance: odstranění úkonu, který není nezbytný a nepřidává hodnotu
- Kombinace: provádění více úkonů současně, pokud je možné tyto úkony provádět současně nebo v případě, že je nutný transport provádět další úkon při zpáteční cestě
- Reorganizace: změna uspořádání pracoviště, pokud je tím možné zkrátit pohyby nebo je možná změna pořadí pohybů
- Zjednodušení: usnadnění úkonu například změnou pracovní pozice nebo použitím vhodného nástroje [12]

1.4 Standardy pracoviště

Standard je odborníky vybraná, aktuálně nejlepší, proveditelná varianta činnosti nebo stavu. Standardizace zvyšuje produktivitu a morálku zaměstnanců eliminací neefektivních postupů. Když jsou stroje a nástroje využívány stejným způsobem a ukládány na stejné místo, zaměstnanci vykazují vyšší produktivitu. Jednotným nastavením stroje eliminujeme časové ztráty v případě jeho seřízení. Ukládáním nástroje stále na stejné místo se vyhneme časové ztrátě způsobené jeho hledáním. [15]

Při vytváření nových standardů je důležitá spolupráce všech pracovníků, kterých se nový standard bude týkat, čímž se zajistí, aby nové metody všem maximálně vyhovovaly. [16]

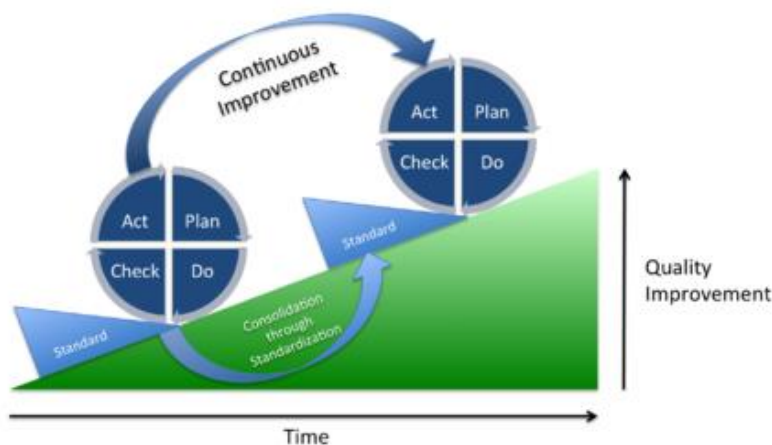
Při zavádění nových standardů je nutné, aby manažeři sami pochopili a následně vysvětlili výhody nového systému zaměstnancům, u nichž je důležité, aby nové principy přijali za své. [16]

Metoda PDCA

Zkratka PDCA v češtině znamená Plánuj-Udělej-Zkontroluj-Uskutečni. Tato metoda je založena na opakování těchto čtyř kroků a používá se pro nepřetržité zlepšování výrobních procesů. Tato metoda je známá také jako Demingův cyklus podle svého autora W. E. Deminga. Ten je znám svou prací řízení jakosti v Japonsku a je po něm pojmenována jedna z nejprestižnějších cen za jakost. [12]

Prvním krokem této metody je shromažďování informací a poznávání problému. Analyzují se v něm příčiny těchto problémů a navrhuje se možnosti řešení tyto problémy, na základě kterých je vypracován plán činností, které je třeba provést k odstranění problémů. Ve druhé fázi se realizují změny podle plánu vypracovaného v předchozím kroku. Po realizaci změn následuje další krok, kontrola. Při ní se analyzují dopady změn a porovnají se s plánovanými výsledky. Pokud jsou všechny problémy odstraněny, nastává finální fáze. Tou je zavedení a standardizace všech změn a proškolení osob, kterých se zavedené změny dotknou. Po implementaci je nutné kontrolovat, zda jsou nové standardy dodržovány. [12]

Cílem metody PDCA je kontinuální zlepšování procesů, pokud je metoda používána cyklicky. Dochází tak k postupnému zlepšování po menších krocích. Je možné ji ale použít i pro jednorázovou změnu. Další výhodou této metody je šetření času, protože při jejím použití víme, v jaké části projektu se nacházíme. Navíc použití této metody napomáhá odhalení potenciálních problémů už při provádění změn. [12]



Obrázek 1-8 Metoda PDCA [12]

Standard

Na následujícím obrázku je příklad standardu z firmy SERW. Jak můžeme vidět, jsou zde obsaženy fotografie žádoucího stavu pracoviště, který se snažíme udržovat. Kromě fotografií jsou zde popsány kroky před začátkem a po ukončení práce, které vedou k udržování žádoucího stavu. Náročnější kroky jsou pak dále podrobněji vysvětleny. Vše je zde psáno velmi stručně, výstižně a jednoznačně. Dodržování takového standardu je tedy velmi jednoduché. Kromě podobných standardů na udržování pracoviště v žádoucím stavu mohou být i standardy na postup výroby nebo používání výrobního zařízení.

Datum: 24.3.2018 Standard: 3 Revize: 1 Vyhotovil:	STANDARD PRACOVIŠTĚ PRACOVIŠTĚ: PMA2 - pohon			
				
				
Na začátku pracovní směny:	Na konci pracovní směny:			
Zkontrolovat úklid stolu	Uspořádat pracovní stůl dle standardu			
Zkontrolovat úklid přidružených pracovišť	Uklidit pracovní stůl a vozík			
Při poškození neprodleně nahlásit mistrovi	Vyhodit / vrátit zmetky			
Kontrola pracovního stolu a vozíku před zahájením montáže:				
- Kontrola pracovního postupu				
- Kontrola ve vozíku jsou jen pomůcky tomu určené				
- Na pracovišti se vyskytují jen nezbytné pomůcky				
- Kontrola přítomnosti standardu pracoviště				
Popis činnosti při úklidu pracovního stolu a skříně:				
Bod	Co dělat	Kde (co)	Kdo	Kdy
1	Setřít	Dokumentaci	Pracovník	Průběžně
2	Odstranit	Nepotřebné kusy	Pracovník	Na konci směny
3	Uspořádat	Pracovní stůl	Pracovník	Denně
4	Zamést	Pracoviště	Pracovník	Denně
5	Porovnat	Nářadí	Pracovník	Na konci směny
6				

Obrázek 1-9 Příklad standardu [6]

Poka Yoke

Poka Yoke je výraz pro jakousi ochranu proti lidským chybám. Jedná se o nízkonákladové a vysoce efektivní řešení. Pod tímto pojmem si lze představit například zvukovou nebo vizuální signalizaci, pokud je něco v nepořádku. [1]

Poka Yoke dokáže nejen minimalizovat lidské chyby, ale i zrychlit určité činnosti, jako například zapojování kabelů pomocí různě odlišných koncovek. [1]

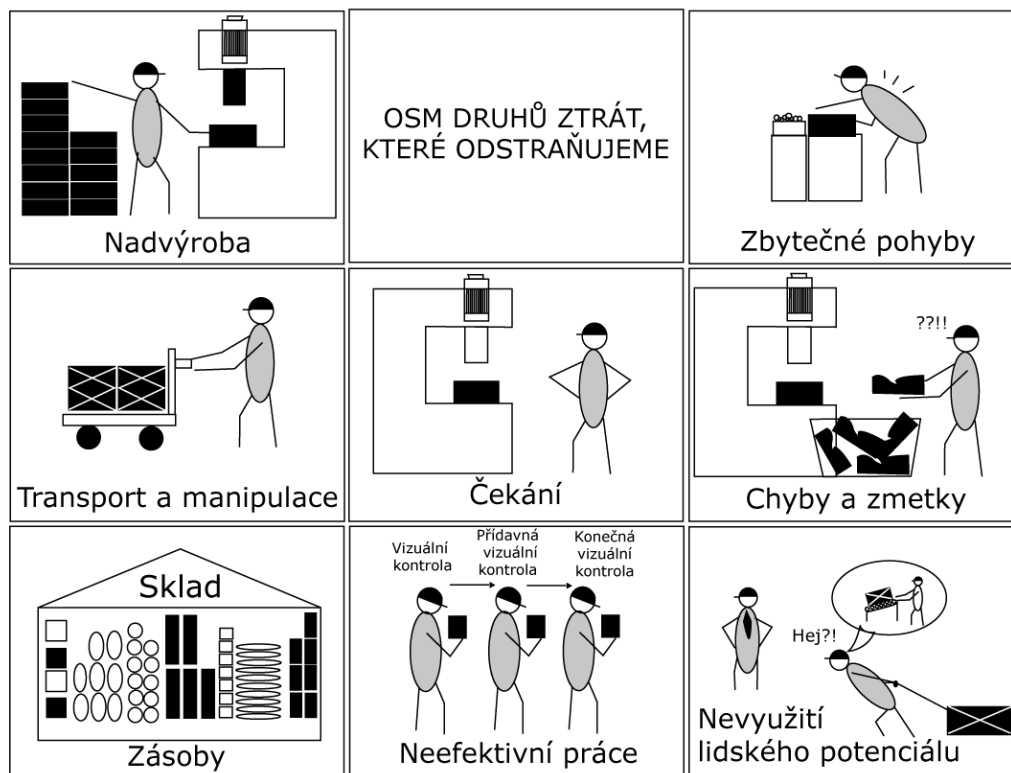
V praxi se s prvky Poka Yoke setkáváme i v běžném životě, například u kabelů USB.



Obrázek 1-10 Poka Yoke v běžném životě [1]

1.4.1 Plýtvání

Za plýtvání se považuje vše, co se v podniku vykonává, stojí peníze a nepřidává výrobku nebo službě hodnotu, za kterou je zákazník ochoten zaplatit. Plýtvání je trvalým zdrojem ztrát, vede k neefektivitě podniku a snižování jeho zisku. Definujeme 8 druhů plýtvání. [17]



Obrázek 1-11 Plýtvání [17]

Druhy plýtvání

- **Nadvýroba:** Nadvýroba znamená výrobu produktu, který v daný okamžik zákazník nepotřebuje. Váže finanční prostředky a zvyšuje nároky na výrobní a skladovací plochy. Příčinou může být sériová výroba nebo vytváření skladových zásob.
- **Zbytečné pohyby:** Každý pohyb, který nepřidává výrobku hodnotu, je považován za zbytečný. Hlavní příčinou bývá špatné uspořádání pracoviště. Zbytečné pohyby lze odhalit Spaghetti diagramem.
- **Transport a manipulace:** Transport je pohyb objektu mezi dvěma místy, který není součástí operace, a tudíž nepřidává žádnou hodnotu. Tento typ plýtvání lze rozdělit na 2 kategorie.
Makro-plýtvání je zbytečná přeprava například z důvodu špatného uspořádání podniku. Mikro-plýtvání je přenášení výrobků v teritoriu pracoviště, což může být příčinou jeho špatného uspořádání.
- **Čekání:** Čekání je neefektivní využití času, který by mohl být využit na vytváření hodnoty, tedy výrobu produktu, za který zákazník platí. Může být způsobeno čekáním na materiál, poruchami stroje nebo špatnou organizací výroby.
- **Chyby a zmetky:** Výroba produktů, které nelze na trhu uplatnit a je nutné je opravit, případně úplně vyřadit vede k finančním ztrátám podniku. Za tento druh plýtvání je většinou zodpovědný pracovník, ale problém může například být i v technologickém postupu.
- **Zásoby:** Pokud podnik skladuje více materiálu a náhradních dílů než je nutné, zabírají tyto položky zbytečně skladovací plochy, vážou v sobě finanční prostředky a mohou způsobovat další formy plýtvání jako například zbytečný pohyb.
- **Neefektivní práce:** Pokud činnost přidává hodnotu, ale lze ji provádět lépe, jedná se o neefektivní práci. Tento druh plýtvání spotřebovává více zdrojů a času než je nutné. Příčinou může být zastaralý technologický postup nebo nedostatečná informovanost pracovníků.
- **Nevyužití lidského potenciálu:** U pracovníků je potřeba poznat jejich potenciál a motivovat je tak, aby ho plně využily.
- **Nadbytečné zpracování:** Pokud vyrábíme produkt ve větší kvalitě, než zákazník požaduje a za niž je ochoten zaplatit, jedná se také o plýtvání, neboť čím vyšší kvalitu vyrábíme, tím je výroba nákladnější. [17]

3M

3M je přístup vnímání ztrátových situací pocházející z Japonska, který dělí tyto ztrátové situace do tří základních skupin. První skupina je označena výrazem Muda. Do této skupiny patří všechny výše zmíněné ztrátové činnosti, tedy plýtvání. Druhou skupinu najdeme pod označením Mura. Sem patří nepravidelnost nebo nevyváženost, která není způsobena objednávkou, ale spíše výrobním systémem nebo nerovnoměrným pracovním tempem. Tyto situace mohou být často eliminovány pečlivým plánováním s důrazem na pozornost na tempo práce. Označením třetí skupiny je Muri. Pod tímto výrazem se nachází přetěžování zařízení nebo pracovníků. Přetěžování po delší dobu vede ke snížení životnosti zařízení a může způsobovat zdravotní problémy pracovníků. Tyto skupiny jsou často propojeny, takže eliminací jedné z těchto skupin předejdeme dalším dvěma. Ne vždy to ale platí, proto je nutné na všechny 3 tyto skupiny brát náležitý zřetel. Na následujícím obrázku je zobrazen případ, kdy máme dopravit na určité místo 6 tun materiálu a máme k dispozici kamiony s předepsanou nosností 3 tuny. Jak je zde jasně viditelné, máme více možností jak to udělat, ale jen jedna eliminuje všechny 3M. [28]



Muri = overburdened



Mura = unevenness, fluctuation, variation



Muda = waste



No Muri, Mura, or Muda

Obrázek 1-12 3M [28]

1.4.2 Štíhlá výroba

Štíhlá výroba je metodika, kterou vyvinula firma Toyota po 2. světové válce. Jedná se o přístup, kdy se podnik snaží uspokojit zákazníka tím, že vyrábí jen to, co zákazník požaduje. Štíhlost podniku znamená dělat jen takové činnosti, které jsou potřebné, dělat je správně hned napoprvé, dělat je rychleji než ostatní a utrácet při tom méně peněz. Nejedná se však o pouhou redukci nákladů, ale o maximalizaci přidané hodnoty pro zákazníka eliminací plýtvání. [3] [6]

Kroky štíhlé výroby:

- Určení hodnoty z hlediska zákazníka
- Identifikace a odstranění kroků výroby, které nepřidávají hodnotu
- Zajištění plynulosti toku směrem k zákazníkovi
- Zavedení tahového systému
- Opakování, dokud není dosaženo dokonalého stavu [28]



Obrázek 1-13 Štíhlá výroba [28]

Kaizen

Kaizen jako výraz složený ze slov kai (změna) a zen (dobrý) znamená změnu k lepšímu. Jedná se o systém kontinuálního zlepšování zahrnující jak dělníky, tak i manažery. Snaží se o neustálé zlepšování nikoli velkými jednorázovými inovačními skoky, ale zdokonalováním malých detailů. [21]

Zásady systém kaizen:

- Věnovat pozornost i málo významným zlepšením
- Všichni pracovníci se mohou podílet na systém zlepšování
- Kaizen je postaven na aktivitách zdola, ale potřebuje podporu shora
- Motivovat pracovníky spoluúčastí na úspěchu
- Podporovat zlepšení, která se dají rychle vyhodnotit, realizovat a nevyžadují vysoké investice [21]

V USA byl vyvinut takzvaný bleskový kaizen, podle kterého by proces zlepšování neměl trvat déle než týden, investice do něj by neměly přesáhnout 500 Euro a měli by se na něm ruku v ruce podílet jak manažeři, tak dělníci. [21]

1.4.3 5S

5S je známá metoda pocházející z Japonska a je součástí štíhlé výroby. Jejím cílem je aby pracoviště bylo přehledné, čisté, bezpečné, vizualizované, standardizované a bez nepotřebných předmětů, aby na něm probíhala výroba bez chyb a plýtvání. Takové pracoviště je nazýváno "Štíhlé pracoviště." [31]



Obrázek 1-14 Schéma 5S [30]

Bližší vysvětlení kroků 5S:

1. Seiri (vytřídit): Tento krok rozděluje předměty na pracovišti podle frekvence jejich používání a rozhoduje, které předměty na pracovišti zůstanou, a které musí být odstraněny. To znamená, že předměty používané často zůstanou na pracovišti, zatímco zřídka používané předměty budou z pracoviště odstraněny. [31]



Obrázek 1-15 Seiri [29]

2. Seiton (systematizovat): Tento krok je o nalezení správného místa pro předměty, které na pracovišti po prvním kroku zůstaly. Dobrou pomůckou je právě frekvence používání předmětů. [31]



Obrázek 1-16 Seiton [29]

3. Seiso (čistit): V tomto kroku probíhá hloubkové čištění pracoviště, tedy všech jeho součástí. Jde o to, dostat pracoviště do stavu, který se pracovníci poté budou snažit udržovat. Navíc je důležité si uvědomit, že v průběhu tohoto čištění probíhá zároveň i kontrola pracoviště. [31]



Obrázek 1-17 Seiso [29]

4. Seiketsu: (standardizovat): Tento krok je hlavně o tom, standardizovat všechny aktivity související s udržováním pořádku na pracovišti. Účelem těchto standardů je, aby byly činnosti prováděné stejným způsobem, ve stejném trvání a se stejným výsledkem. [31]



Obrázek 1-18 Seiketsu [29]

5. Shitsuke (sebedisciplína): Tento krok je o tom, aby se zlepšený stav nevrátil do původního stavu. Jedná se tedy o jakousi potřebu kontroly. Jedním ze způsobů kontroly je kontrola mezi pracovníky např. při předávání směny. Kromě této kontroly je potřebná i občasná kontrola mistrem a pravidelné audity. [31]



Obrázek 1-19 Shitsuke [29]

Vzhledem k tomu, že se každá metoda časem vyvíjí, můžeme v současné době vidět pojmy 6S nebo 7S. [31]

6. Bezpečnost: Tento krok sleduje, aby byly dodržovány všechny zásady bezpečnosti práce na pracovišti. Mezi tyto body patří používání ochranných pomůcek, správné používání nástrojů, používání nepoškozených nástrojů nebo například správné chování pracovníků v případě nehod. [31]
7. Ekologie: V současnosti se klade stále větší důraz na ochranu životního prostředí. V metodě 5S, respektive 7S se tento krok zaměřuje na ochranu ovzduší a vody a zejména na odpadové hospodářství. [31]

1.4.4 Uspořádání pracoviště

Na pracovišti se nacházejí pracovníci, výrobní zařízení a materiál. Správným uspořádáním výrobních zařízení na pracovišti se snažíme docílit co možná nejkratšího a nejplynulejšího toku materiálu a minimálního pohybu pracovníka.

Layout je grafické zobrazení uspořádání pracoviště, díky kterému si dokážeme udělat teoretickou představu o tom, jak bude pracoviště vypadat i jak na něm budou probíhat veškeré pohyby, a tím získat plán ideálního upořádání bez nutnosti zásahu do reálného pracoviště v průběhu hledání ideálního uspořádání. Pracoviště tedy může dále fungovat, zatímco je hledáno jeho ideální uspořádání.

Pevné pracovní místo

Výrobek se nachází na jednom místě, výrobní zařízení a pracovníci jsou transformováni do místa výroby. Používá se v kusové výrobě, malých dílnách nebo při těžkém strojírenství jako je například stavba lodí nebo turbín. [35]

Volné uspořádání

Seskupení výrobních zařízení je čistě náhodné. Toto uspořádání se používá tam, kde není předem určený materiálový tok a návaznost operací. Používá se pro kusovou výrobu. V současnosti se považuje za nevhodné a upouští se od něj.

Technologické uspořádání

Výrobní zařízení jsou seskupeny podle výrobních technologií, tedy podobné stroje pohromadě. Všechny operace jsou prováděny na jednom místě a materiál se mezi nimi pohybuje. Používá se v kusové a sériové výrobě. [35]

Struktura jednotlivých pracovišť

Výrobní zařízení jsou shodná, ale nejsou vázaná s jiným strojem z téhož systému. Každý stroj představuje samostatnou jednotku a využívá se na hotové opracování výrobku, například soustružnické automaty. [35]

Struktura dílenského uspořádání

Skupiny technologicky stejných strojů jsou skupinově odděleny. Stroje mají vysokou univerzálnost, ale vyšší nároky na výrobní a skladovací plochy. [35]

Předmětné uspořádání

Výrobní zařízení jsou uspořádány podle výrobních požadavků součástí. Výrobek postupuje mezi operacemi co nejkratší cestou. Používá se v hromadné a sériové výrobě. [35]

Hnízdová struktura

Stroje jsou uspořádány podle požadavků vybraného sortimentu výroby. Výrobní proces je nastaven pro technologicky podobné součástky. Je tvořena výrobními systémy s nízkým stupněm komplexnosti. [35]

Linková struktura

Používá se pro výrobu menšího sortimentu velkého množství technologicky podobných výrobků. Dělí se dle sortimentu:

- Pružné linky: Jsou určeny pro součástky vymezené tvarem, rozměry, technologií a velikostí výrobní dávky. Spojení mezi pracovišti je volné, lze tedy měnit objem výroby i pořadí prováděných operací. Uplatňují se v malosériové výrobě.
- Proudové linky: Jedná se o jednopředmětné linky s jednosměrným pevným spojením pracovišť. Jsou určeny pro uzavřený soubor operací s pevně danou posloupností a dobou trvání činností. Dělí se na synchronizované, které pracují ve stejném výrobním taktu, a na nesynchronizované, které pracují v individuálním výrobním taktu. Uplatňují se ve velkosériové a hromadné výrobě. Stroje mají vysoký stupeň specializace. [35]

1.5 Skladování

Skladování řeší otázky stavu zásob, objednacích cyklů, distribuce a prostorového uspořádání skladů. Skladování probíhá v prostorách k tomu určených, tedy skladech, které se dělí na druhy podle různých kritérií. [18]

1.5.1 Druhy skladů

Podle skladovaného sortimentu:

- sklad materiálu a surovin
- sklad polotovarů
- sklad náhradních dílů
- sklad nedokončené výroby
- sklad hotových výrobků [26]

Podle účelu:

- sklad expediční (hotové výrobky připravené k expedici)
- sklad tranzitní (na místě překládek, například na železničních překladištích nebo v přístavech, základní funkcí je zboží rozdělit a přeložit)
- sklad konsignační (u dodavatele, odběratel si zboží odebírá podle potřeby) [26]

Podle typu skladování:

- sklad volný (zboží bez obalu, například písek uhlí nebo stroje)
- v manipulačních jednotkách (zboží v paletách, přepravkách či kontejnerech) [26]

Podle provedení skladu:

- sklad uzavřený (ze čtyř stran)
- sklad krytý (střecha a 0 až 3 kryté strany)
- sklad otevřený (na vyhrazené volné ploše)
- sklad halový (jednopodlažní vysoký 5-6m)
- sklad výškový (jednopodlažní vysoký přibližně 8m)
- sklad etážový (vícepatrový) [26]

Podle průtoku:

- sklad průtokový (zboží prochází jedním směrem od příjmu po vyskladnění, ideální pro vyskladňování metodou FIFO)
- sklad hlavový (příjem i vyskladnění na jedné straně, ideální pro vyskladňování metodou LIFO) [26]

Podle specializace:

- sklad specializovaný (jeden druh sortimentu)
- sklad univerzální [26]

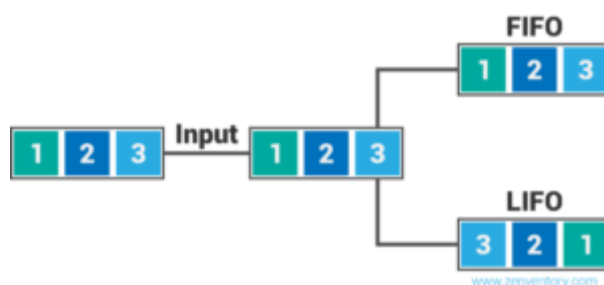
Podle stupně mechanizace:

- sklad plně automatizovaný
- sklad vysoce mechanizovaný (prvky automatizace ve spolupráci s člověkem)
- sklad mechanizovaný (mechanizační prostředky řeší jen část pohybů)
- sklad ruční [26]

Oceňování

Metody oceňování zásob:

- FIFO: Při použití metody FIFO se jako první účetně vyskladňují kusy, které byly nakoupeny první.
- LIFO: Metoda LIFO účetně první vyskladňuje kusy, které byly nakoupeny poslední. V ČR je tato metoda nepřípustná.
- Metoda váženého aritmetického průměru: Tato metoda zjišťuje nový průměr, podle kterého účetně vyskladňuje po každém novém přírůstku materiálu do skladu. [19]

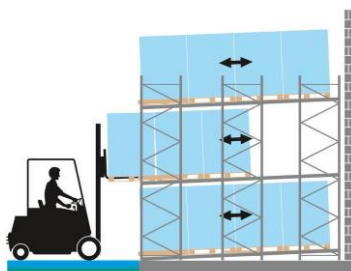


Obrázek 1-20 FIFO a LIFO [19]

Regály

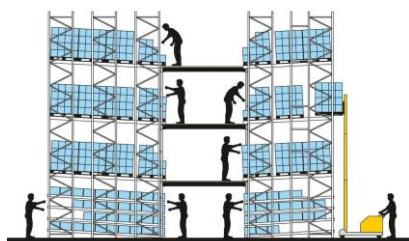
V rámci skladování je nutné zmínit i regály, které se nacházejí jak ve skladech, tak v prostorách výroby, případně i přímo na pracovišti. [27]

Regály se dají rozdělit podle typu jejich vyskladňování. Prvním typem jsou regály typu LIFO. LIFO znamená, že zboží, které bylo uskladněno poslední, bude vyskladněno jako první. Regály tohoto typu jsou specifické zejména tím, že zboží se naskladňuje i vyskladňuje stejnou stranou. Tato metoda se používá u delších skladovacích horizontů nebo u výrobků, které se skladují ve větších objemech. [27]



Obrázek 1-21 regál LIFO [27]

Druhým typem jsou regály typu FIFO. Podle metody FIFO vyskladňujeme první zboží, které první do regálu přišlo. Regály tohoto typu jsou specifické tím, že se zboží vyskladňuje z druhé strany, než naskladňuje. Tato metoda se využívá u zboží, u kterého je nutné zohlednit faktor minimální spotřeby. [27]



Obrázek 1-22 regál FIFO [27]

V běžném životě se s oběma typy regálů lze setkat například v supermarketu, kde se LIFO regály používají na trvanlivé zboží, jako je například káva, čaj nebo alkoholické nápoje. FIFO regály pak najdeme u zboží s malou trvanlivostí, zejména u pečiva.

Dalším druhem dělení je podle skladovacích objemů. Prvním typem jsou regály pro skladování manipulačních jednotek, jako jsou například palety. Tyto regály se používají především ve skladech. Druhým typem jsou regály pro kusové zboží. Tyto regály se používají přímo ve výrobě a jsou proto pro moji bakalářskou práci důležitější.

Pokud se tedy zaměříme přímo na regály ve výrobě, tak i ty lze rozdělit na FIFO regály a LIFO regály. LIFO regály se používají na okrajích výrobního procesu daného pracoviště nebo skupiny pracovišť. Jedná se tedy o regály na skladování vstupních prvků před zpracováním na daném pracovišti a výstupů daného pracoviště, případně skupiny pracovišť. Regály FIFO se používají jako mezisklady přímo ve výrobním procesu. Klasickým příkladem jsou spádové regály, kde jeden pracovník vloží rozdělanou součást z jedné strany, součást sjede na druhou stranu regálu, kde si ji odebere pracovník navazujícího pracoviště.

1.5.2 Materiálové toky

Materiálový tok je definovaný jako organizovaný pohyb materiálu ve výrobním procesu. Materiálem je zde označení pro suroviny, polotovary, hotové výrobky, obaly, pomocné materiály a odpad. [20]

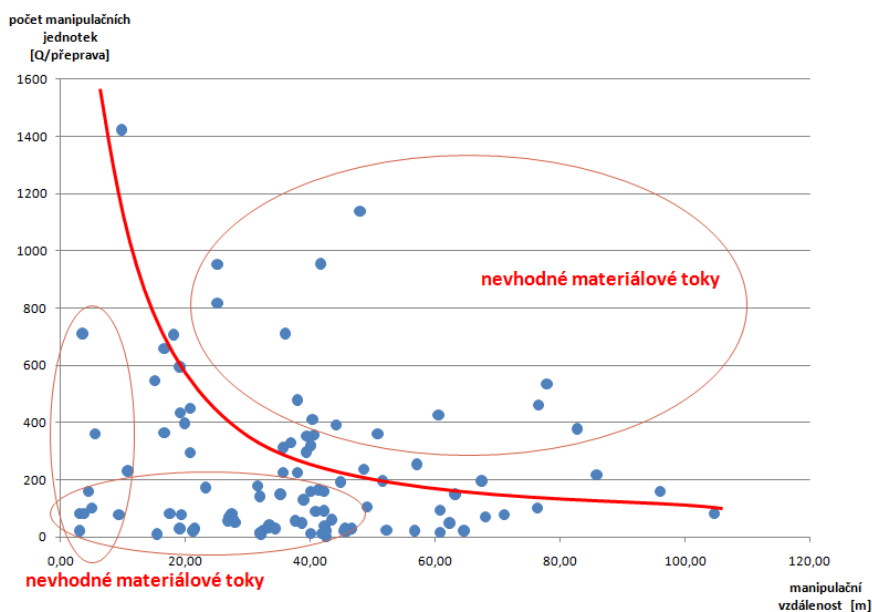
Základní body optimálních materiálových toků:

- Minimalizace přepravních výkonů, ploch a nákladů
- Zajištění bezpečnostních a hygienických podmínek
- Možnost změn v budoucnu
- Minimalizace zásob a průběžných časů na pracovištích
- Přehledný tok bez zbytečného křížení [20]

Dá se říci, že se po materiálovém toku žádá, aby dopravoval požadovaný materiál na správné pracoviště v požadované kvalitě, v požadovaném množství, ve správném obalu, v požadovaném čase a za vynaložení přiměřených nákladů. Jedná se o takzvaných 7S logistiky. V současnosti se používá takzvaných 8S logistiky, kde je navíc kladen důraz na hygienu a bezpečnost. [20]

I-D diagram

Pro hodnocení materiálových toků se používá takzvaný I-D diagram, jehož základním požadavkem je, aby pracoviště vyžadující vysokou intenzitu zásobování byla umístěna co nejbližší skladu. I-D diagram je 2D graf, kde se na svislou osu vynáší intenzita toku a na vodorovnou osu vzdálenost. Každý pohyb je zde znázorněn bodem. Z obrázku můžeme vidět, že malý materiálový objem přepravován na malou vzdálenost, nebo naopak velký objem na velkou vzdálenost jsou nevhodné materiálové toky. [25]



Obrázek 1-23 I-D diagram [25]

1.5.3 Zásoby na pracovišti

Velikost zásob na pracovišti závisí především na jejich spotřebu a frekvenci zásobování. Všeobecně je zde snaha držet na pracovišti co nejmenší množství zásob, protože zabírají další prostor na pracovišti. Je nutné však vědět, jak často jsme schopni pracoviště zásobovat a tomu přizpůsobit velikost dodávky. Ideální zásobování pracoviště popisuje metoda JIT. Podle metody JIT by měly být nulové zásoby a veškerý materiál by měl na pracoviště dorazit přesně v momentě potřeby. Tuto metodu je ve většině podniků velmi těžké implementovat. [11]

Další metodou zásobování je Kanban, jehož implementace je reálnější. Slovo kanban pochází z japonštiny a znamená štítek. Je založen na zásadách tahového systému, tedy výroby na objednávku. Celá výroba je podřízena finální montáži, která přímo reaguje na požadavky zákazníka. Dá se říci, že pro každý proces je zákazníkem proces následující. Vhodným doplněním této metody je Milkrun, který objíždí svůj okruh pracovišť, přijímá kanban karty a přiváží podle nich přesně požadované množství zásob na pracoviště. [22] [23]

Pravidla systém Kanban:

- Vyrábět jen to, co požaduje Kanban karta (požadavek zákazníka)
- Pokud na pracovišti není žádná Kanban karta, nevyrábět
- Personál odpovídá za stoprocentní kvalitu výrobku, který posílá dál[22]

Název položky: VŘETENO AGP 180-3	Karta - č.: 0004	00005915
Pol. č.: 775649	Termín zpracování: 15 dní	
Paleta (obal): 116 570x180x75	Dodavatel (Středisko): 3001 OBROBNA 2540	
Paletová jednotka: 50	Příjemce (Středisko): 3004 MONTÁŽ LINKA 9	
narrex		 <small>000775649000000000003004000059150</small>

Obrázek 1-24 Kanban karta [23]

2 Představení firmy

Zde si představíme firmu Christ Car Wash s.r.o., která je zadavatelem mé bakalářské práce. Firma Christ Car Wash s.r.o. se zabývá výrobou mycích linek pro automobily, autobusy a kolejová vozidla a veškeré příslušenství k těmto linkám. V závodě, který najdeme na adrese Koterovská 175 v Plzni, se myčky přímo vyrábějí a montují. Díky nejmodernějším technologiím, kterými je závod vybaven, je umožněno provádění veškerých výrobních procesů na jednom místě, pohodlně a efektivně. Základní kapitál společnosti činí 25 102 000,-Kč. Roční obrat firmy se pohybuje mezi 1 mld. a 1,5 mld. Kč a počet zaměstnanců je aktuálně 420. [33]



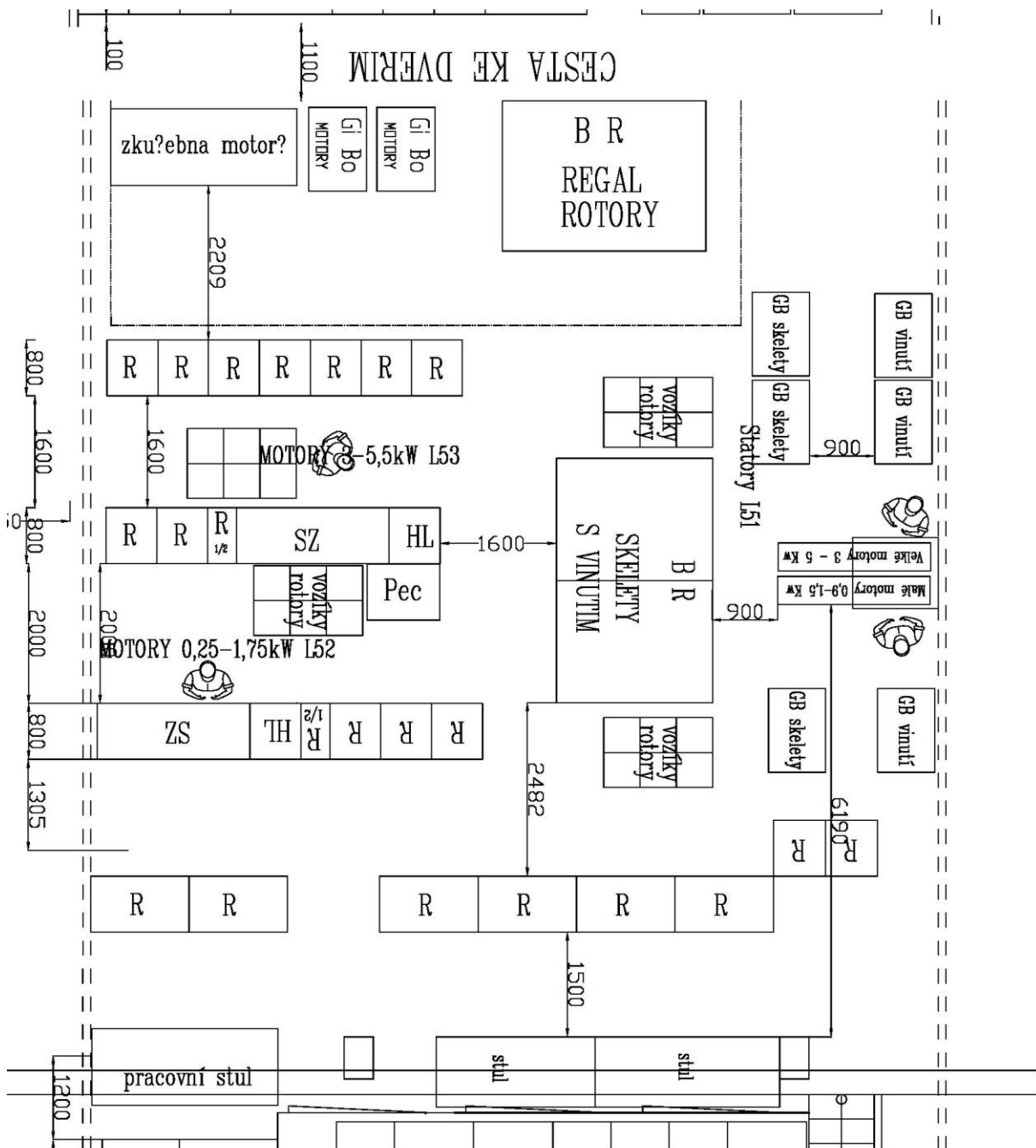
Obrázek 2-1 Logo společnosti [33]

Historie

Společnost Christ Car Wash s.r.o. vznikla v roce 1996 jako dceřiná firma společnosti Otto Christ AG v Memmingenu. Spolu s dalšími dceřinými firmami a samotnou společností Otto Christ AG tvoří významnou skupinu Christ, která je již od roku 1963 jedním z předních výrobců automobilových mycích zařízení v Evropě. Například v roce 2014 byl roční obrat této skupiny cca 126 mil. €. [34]

Pracoviště montáže motorů

Konkrétním pracovištěm pro moji bakalářskou práci je pracoviště montáže motorů o velikosti cca 12x12 metrů. Na pracovišti se nachází kahany, na kterých se nahřívají skelety, do nichž je poté vkládáno vinutí. Takto připravené statory se nechají vychladnout a přesunou se do velkého regálu, odkud si je další pracovníci odebírají pro další montáž. Samotná montáž probíhá na pracovišti ve dvou liniích podle velikosti a výkonu vyráběných motorů. Z montážních linií pak hotové motory putují do zkušebny a odtud do výstupního regálu. Na pracovišti operuje najednou 3-5 pracovníků a pracuje se zde na jednu směnu. Pracovní směna začíná v 6:00 a končí ve 14:30. Na obrázku 2-2 je vyobrazen layout současného stavu, který poskytla sama firma Christ Car Wash s.r.o., a který až na pár detailů odpovídá realitě.



Obrázek 2-2 Současný layout pracoviště

3 Analýza současného stavu

Prvním důležitým krokem racionalizace je analýza současného stavu daného pracoviště, tedy určení, jaké procesy se na pracovišti odehrávají, jak dlouho dané procesy trvají a co všechno při jejich provádění pracovník vykonává.

Nejprve jsem provedl snímek pracovního dne, ze kterého jsem zjistil, jaké činnosti dělají jednotliví pracovníci a jaký časový podíl mají tyto činnosti za měřenou dobu. Při tomto měření jsem také zaznamenával spaghetti diagram, ze kterého je patrný pohyb pracovníků po pracovišti. Jak už bylo výše zmíněno, pracoviště lze rozdělit na pracoviště nahřívání statorů, 2 montážní linie a zkušebnu. Takto jsem tedy rozdělil i sledované oblasti. V následujících grafech podílu činností na jednotlivých pracovištích je vždy červeně zobrazen čas ztrátový a zeleně čas produktivní. Ostatní barvy představují neproduktivní čas.

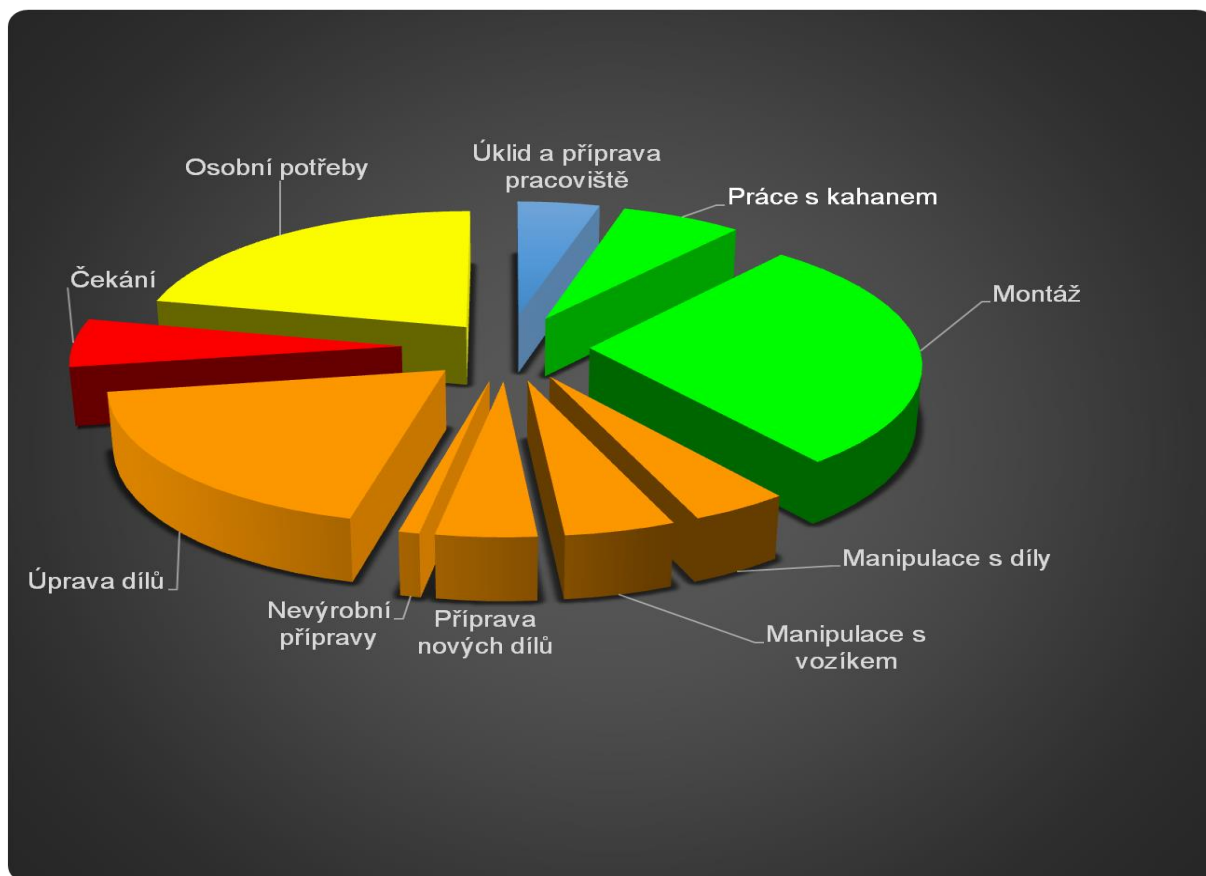
3.1 Pracoviště 1: Nahřívání statorů

Na prvním pracovišti pracovník nahřívá skelet nad kahanem, poté do něj vsadí vinutí, nechá celý stator vychladnout, vytáhne otvorem ve skeletu kabely a přesune celý stator do velkého regálu. To vše provádí během nahřívání dalšího skeletu. Navíc v průběhu nahřívání upravuje hrany dalších skeletů a vinutí pilníkem.



Obrázek 3-1 Pracoviště 1

Mé sledování a měření práce na tomto pracovišti trvalo cca 2 hodiny a získané výsledky můžeme vidět na obrázku 3-2.



Obrázek 3-2 Podíl činností na pracovišti 1

Z naměřených hodnot bylo zjištěno, že samotná doba nahřívání je cca 2 minuty, což je déle než součet všech ostatních činností prováděných v jeho průběhu. To tedy znamená, že pracoviště je schopno produkovat kus každé 2 minuty, avšak doba výroby jednoho kusu je skoro dvojnásobná, protože je nutné počítat práci, která probíhá při nahřívání dalšího skeletu, a také je nutné zohlednit čas chladnutí před zmíněnou prací. Doba chladnutí je poměrně krátká, protože odkládací prostor pro skelety s vinutím je chlazený.

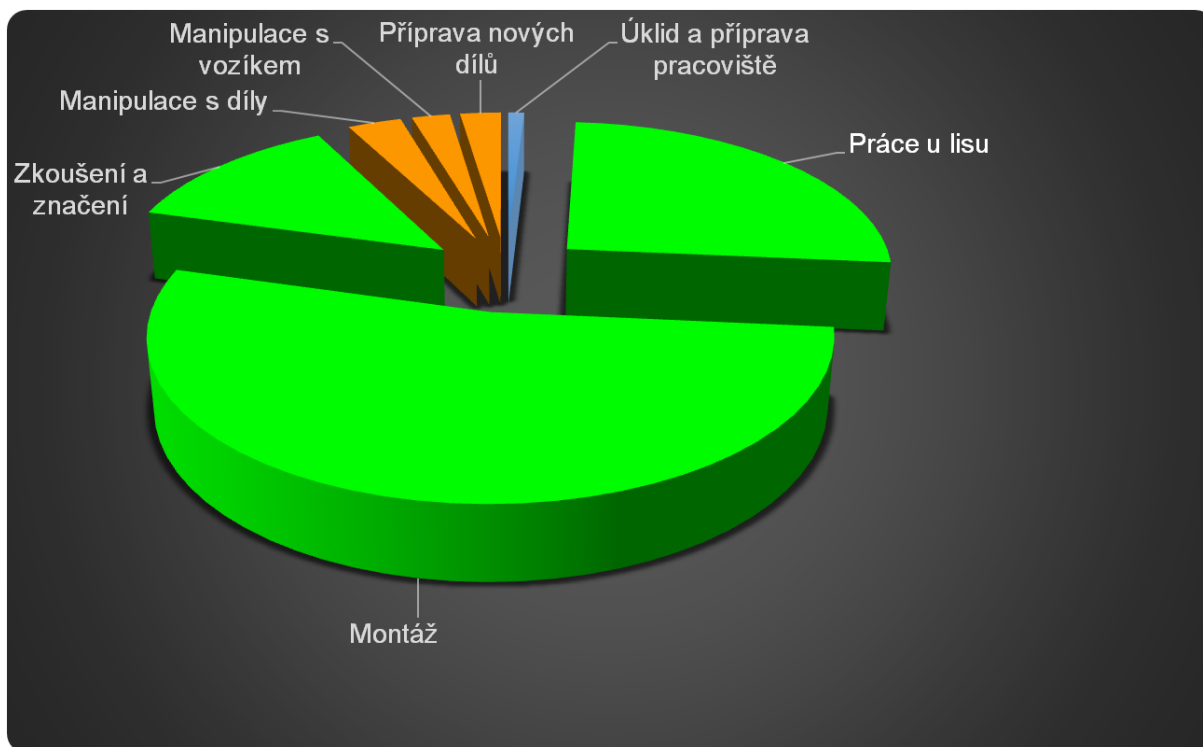
3.2 Pracoviště 2: Montáž menších motorů

Na montážní linii 4210-52 se montují motory o výkonu 0,25-1,75kW. Pracovník si naloží na vozík statory z regálu, přiveze je k lisu, kde do nich nalisuje rotor, ložiska a na závěr víko. Odtud motory přesune na stůl, kde provádí úpravu kabelů, jejich tmelení a nakonec zde motory označí. Takto zhotovené motory následně odváží na vozíku na zkušebnu nebo rovnou do výstupního regálu.



Obrázek 3-3 Pracoviště 2

Mé měření tohoto pracoviště trvalo cca 1 hodinu a 20 minut. Výsledky tohoto měření znázorňuje obrázek 3-4.



Obrázek 3-4 Podíl činností na pracovišti 2

Z naměřených hodnot byla zjištěna doba montáže jednoho kusu pohybující se kolem 7 minut. Z toho samotná práce u lisu zabere kolem 3 minut, značení jednoho kusu zabere cca půl minuty a zbytek času připadá na práci s kabely.

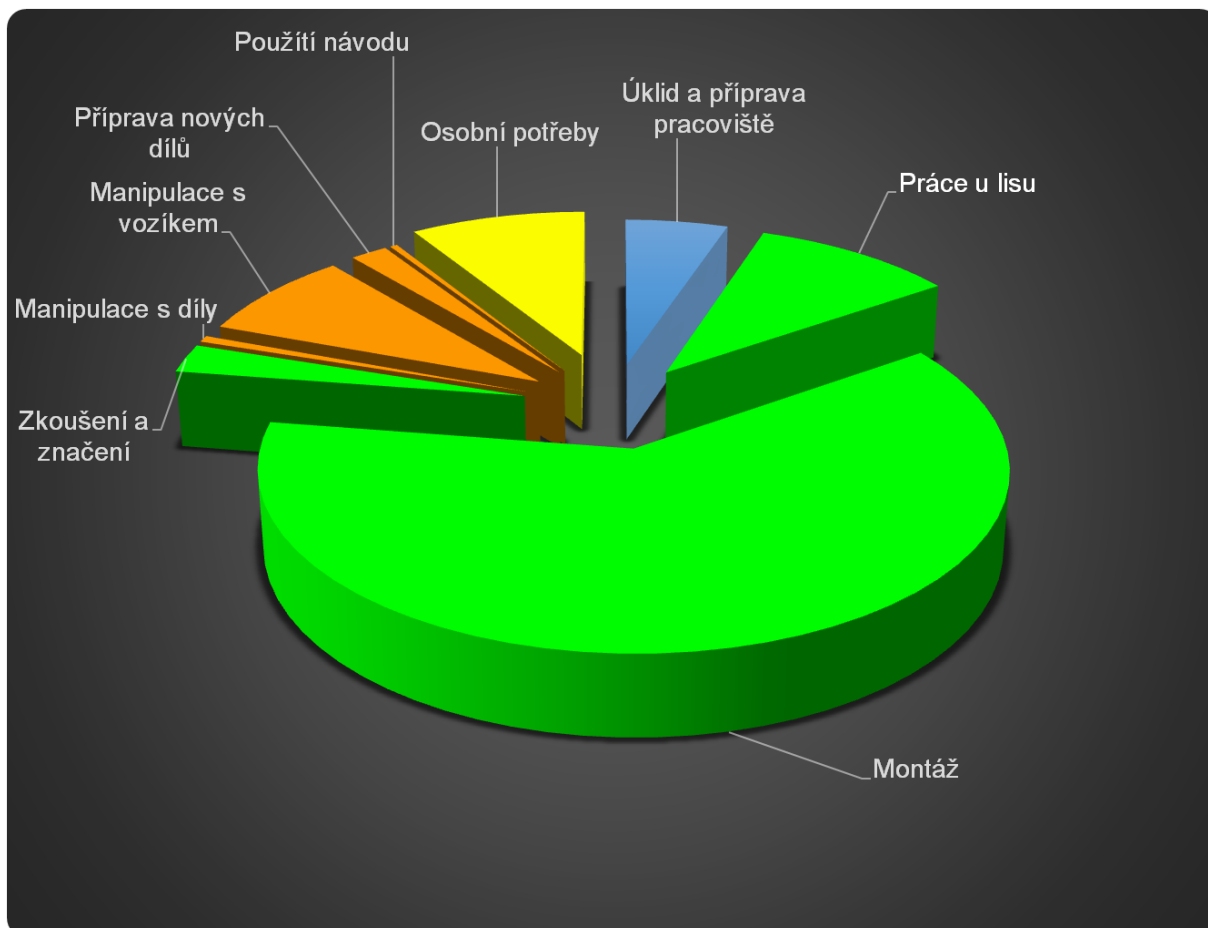
3.3 Pracoviště 3: Montáž větších motorů

Na montážní linii 4210-53 se montují motory o výkonu 3-5,5kW. Pracovník si naloží na vozík stator z regálu, doveze je k lisu, kde nejprve provede úpravu kabelů a poté do statorů nalisuje rotor, ložiska a nakonec víko. Takto zhotovené motory převezne na vozíku ke stolu, kde přímo na vozíku provádí tmelení kabelů a označování jednotlivých motorů. Na takto připravené motory dále připojí hlavní kabel a hotové motory odváží na zkušebnu nebo do výstupního regálu.



Obrázek 3-5 Pracoviště 2

Mé měření na tomto pracovišti probíhalo na dvě etapy. První etapa trvala cca 45 minut a sledovala proces od úpravy kabelů až ke značení motorů. Druhá etapa pak sledovala proces připojování hlavního kabelu a trvala cca 1 hodinu a 45 minut. Souhrn výsledků tohoto sledování zobrazuje obrázek 3-6.



Obrázek 3-6 Podíl činností na pracovišti 3

Z naměřených hodnot byla určena průměrná doba výroby jednoho kusu cca 18 minut. Z toho na práci u lisu připadá 4,5 minuty, na značení motorů 1 minuta, na práci s kabely 4 minuty a zbytek, tedy 8,5 minuty, na připojení hlavního kabelu.

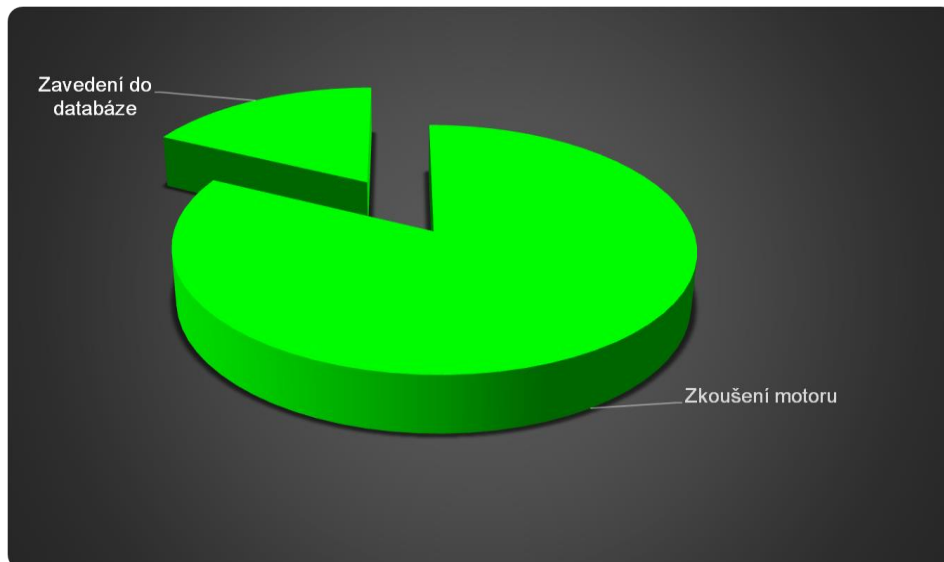
3.4 Pracoviště 4: Zkušebna motorů

Na zkušebně motorů provádí zkoušení sám vedoucí montáže. Zkoušení provádí mimo pracovní směnu a zkouší jen cca každý pátý motor. Pracovník nejprve označí motor štítkem s QR kódem, který je po naskenování zaveden do databáze. Poté připojí motor na zkušebnu a provede měření odporů, proudů a nakonec kontrolu vysokým napětím. Poté motor odpojí a vše opakuje u dalšího kusu.



Obrázek 3-7 Pracoviště 4

Na tomto pracovišti bylo provedeno měření pouze jednoho kusu, protože odpovědný pracovník byl poté nucen vykonávat práci jinde. Toto měření bylo krátké, přesto však bylo dostačující, neboť už zpočátku bylo patrné, že doba zkoušení je pevně daná zkušebnou, a nebude zde možné zkušební čas zkrátit. Výsledky mého měření jsou zřejmé z obrázku 3-8.



Obrázek 3-8 Podíl činností na pracovišti 4

Z naměřených hodnot jsme získali již zmíněnou dobu zkoušení jednoho kusu 4 minuty. Z toho 3 minuty připadají na samotné zkoušení a 1 minuta na zavedení motoru do databáze. Dle slov zkoušejícího pracovníka závisí samotná doba měření na počtu vinutí v motoru, neboť každé vinutí se zkouší právě zmíněné 3 minuty. Dále dodává, že drtivá většina zde zkoušených motorů má vinutí jedno, proto získaný čas na kus můžeme brát jako adekvátní.

3.5 Získaná data

Výsledky mého měření jsou uvedené v tabulce 3-1. V tabulce 3-2 jsou pak hodnoty k porovnání získané z dat spotřeby přímo od firmy.

Pracoviště	Operace	Celkový čas (min)	Počet kusů	Čas na kus (min)
Montáž motorů 4210-52	Práce u lisu	20,9	7	3,0
	Práce s kabely	42,2	12	3,5
	Zkoušení a značení	5,9	12	0,5
	Celkem			7,0
Montáž motorů 4210-53	Práce s kabely	16,8	4	4,2
	Práce u lisu	17,6	4	4,4
	Zkoušení a značení	4,0	4	1,0
	Montáž hl. kabelu	74,9	9	8,3
	Celkem			17,9

Tabulka 3-1 Získaná data

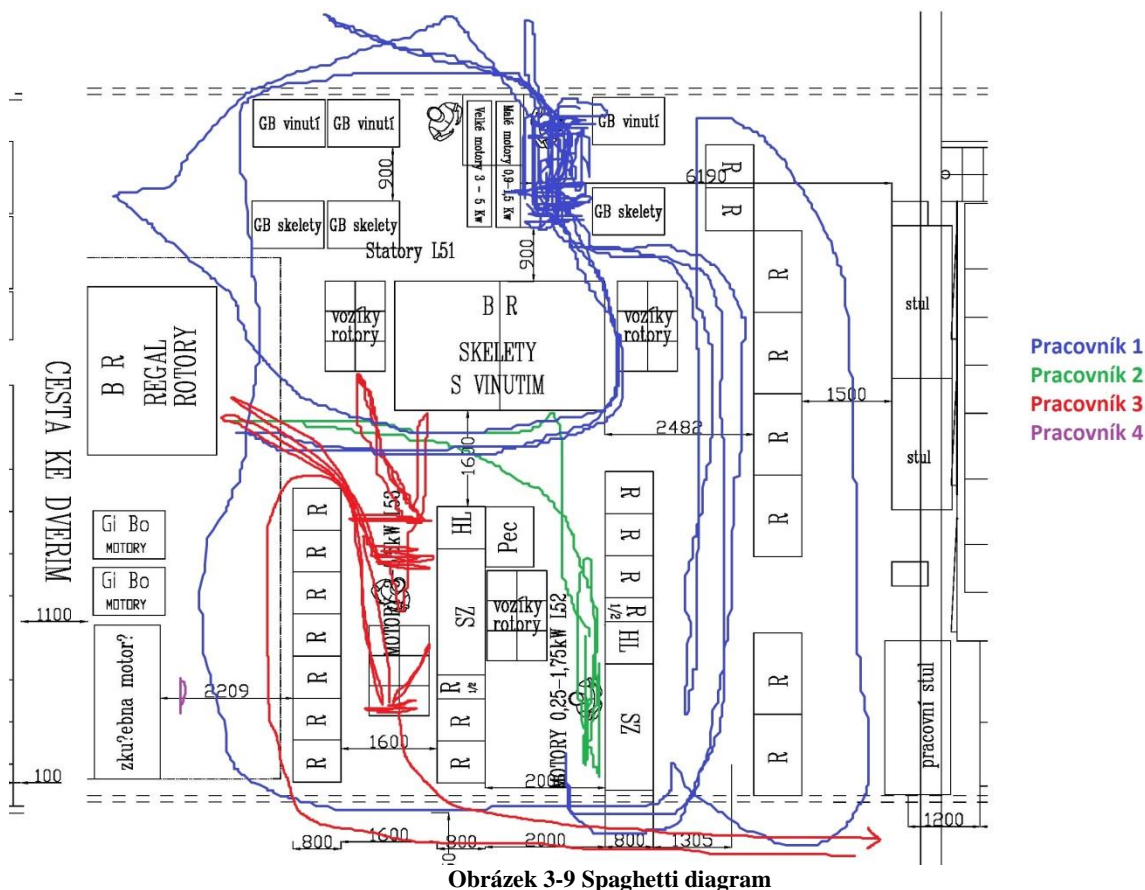
linie	typů	počet	kusů/den	minut/kus
Motory 0,25-1,75kW	38 (-9)	20890	83,6	5,4
Motory 3-5,5kW	3	4837	19,3	23,3
Přímé pohony	1	2815	11,3	40,0

Tabulka 3-2 Data k porovnání

Z výše uvedených tabulek je patrné, že na pracovišti 4210-52, tedy montáži menších motorů byl naměřen čas na kus 7 minut, ale ze spotřeby vychází, že je nutné vyrábět kus každých 5,4 minut. Na tomto pracovišti je tedy nutné občasné zapojení druhého pracovníka. Na pracovišti 4210-53, tedy montáži větších motorů byl naměřen čas na kus cca 18 minut. Ač se to zdá jako dlouhá doba, ze spotřeby je patrné, že je nutno produkovat motor každých 23,3 minut a tedy je produkce na tomto pracovišti dostačující. Z dat spotřeby byl dále určen jeden typ přímých pohonů, které však nejsou zavedeny ve výrobním plánu ani jedné linie. Z toho vyplývá, že jejich výrobní postup nepotřebuje montážní kroky prováděné na daných liniích a jsou tedy zpracovávány přímo pracovníkem pracoviště 1, tedy nahřívání statorů.

3.6 Spaghetti diagram

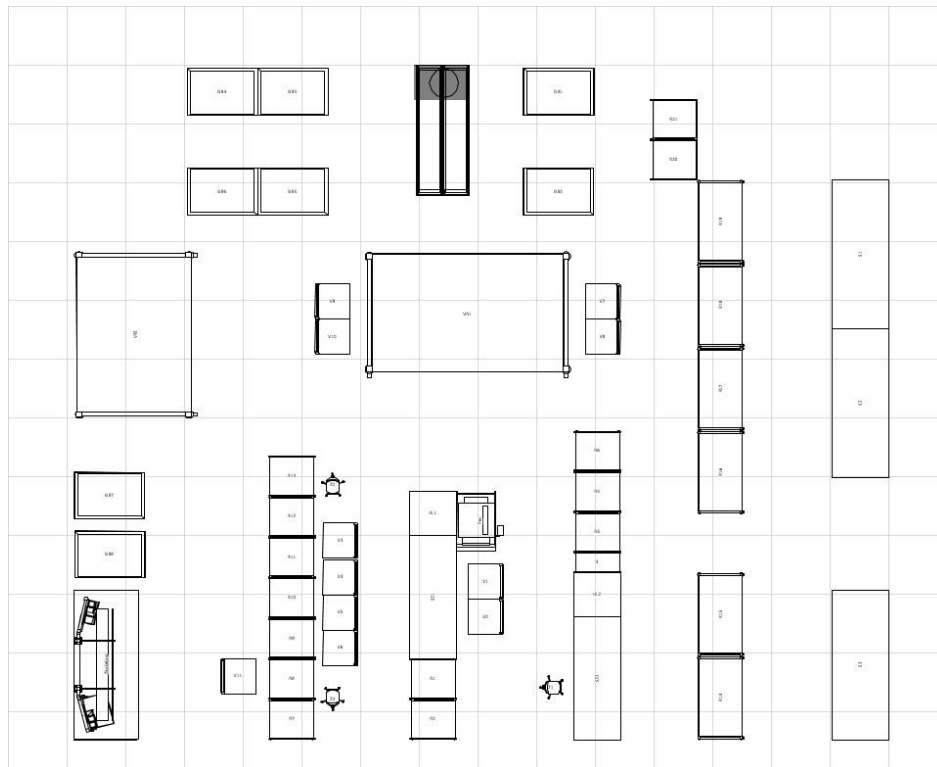
V průběhu sledování a měření práce na daných pracovištích byl současně zakreslován i spaghetti diagram.



Ze spaghetti diagramu lze vypočítat pohyb všech pracovníků na pracovišti. Pracovník 1 provádí nejčastější pohyb na malém prostoru mezi kahanem a gitterboxy se vstupním materiálem. Práce tohoto pracovníka, tedy nahřívání má nejnižší průměrnou dobu na kus, proto pracovník občas vypne kahan a jde provádět jinou práci, například montáž nebo manipulaci, což vysvětluje ostatní jeho pohyb po pracovišti. Pracovník 2 se nejvíce pohybuje u pracovního stolu, kde popojíždí na pojízdné židli. Jeho ostatní pohyb zahrnuje odvoz hotových výrobků a dovoz nových komponentů. Pracovník 3 má nejčastější pohyb u pracovního stolu, kde provádí montáž na vozíku a na pojízdné židli si jen přivazuje nářadí, případně malé součástky. Ostatní pohyb je pak opět spojen s odvozem hotových motorů a dovozem nového materiálu. Pohyb pracovníka 4 je minimální, pouze připojuje připravené motory na zkušebnu a dává je do připravených gitterboxů..

3.7 Současný layout

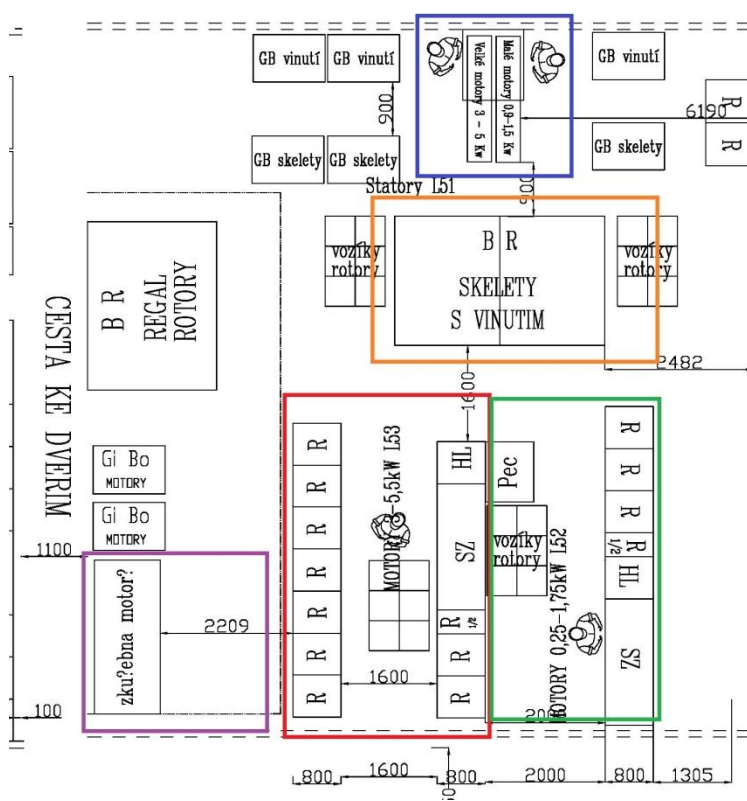
Finálním krokem v analýze současného stavu bylo vytvoření 3D layoutu, který uspořádáním odpovídá realitě. Za tímto účelem byl použit program Vistable.



Obrázek 3-10 Současný 3D layout

4 Nalezení problémových míst

V této kapitole jsou popsány postřehy ze sledování, nedostatky zjištěné analýzou naměřených dat a stručné návrhy, jak tyto nedostatky minimalizovat.



Obrázek 4-1 Nedostatky

Nedostatky

Pracoviště 1: velká neefektivní část využití času

Pracoviště 2: montáž 12ti kusů najednou (přendávání na stůl, hotové kusy se všechny nevejdou na vozík)

Pracoviště 3: Vysoký výrovní čas na kus při práci jen jednoho pracovníka

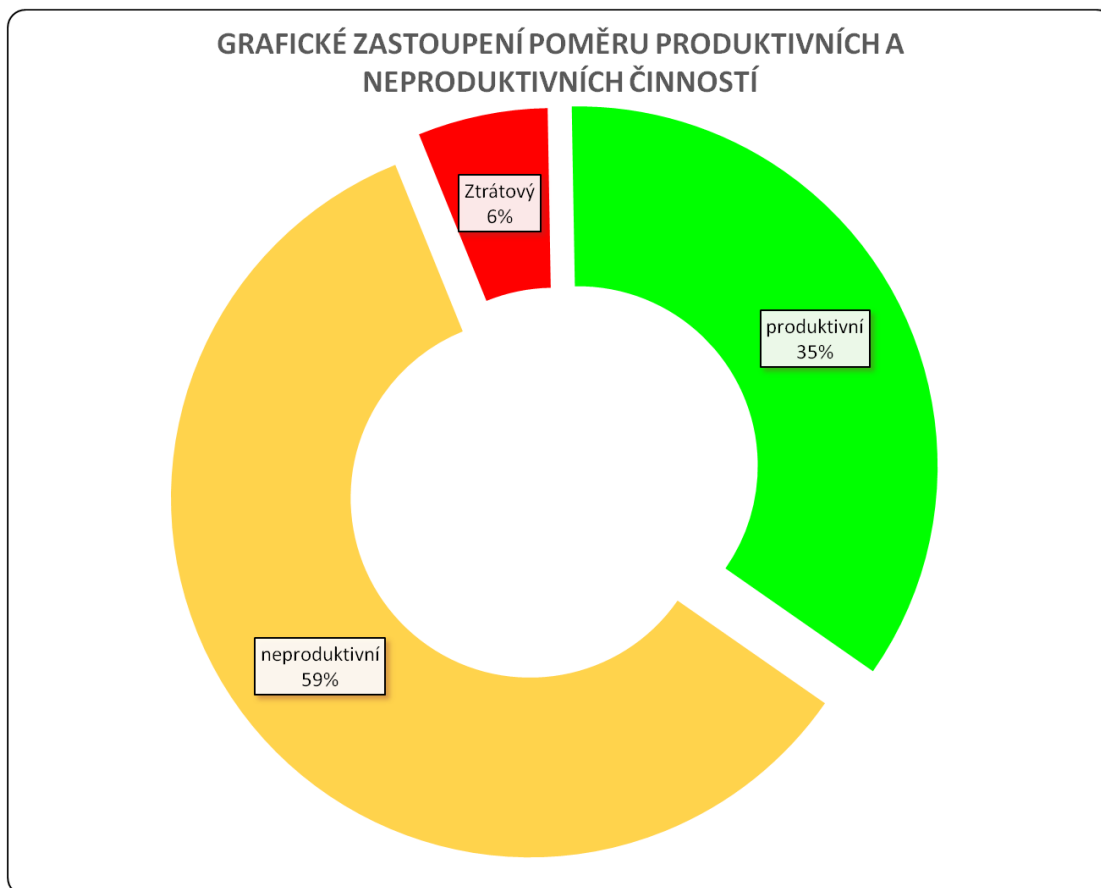
Zkušebna: Zkouší se mimo pracovní směnu, zkušebna nezvládá zkoušet všechny vyrobené kusy

Regál: Příliš mnoho rozpracované výroby

4.1 Pracoviště 1: Nahřívání satorů

Na první pohled viditelným nedostatkem bylo nahřívání skeletů na kahanu, tedy na otevřeném ohni. Po bližším sledování a měření práce bylo zjištěno, že je tento způsob nahřívání dostatečně rychlý a stabilní. U mnou sledovaných skeletů byla doba nahřívání cca 2 minuty. Celé pracoviště navíc zabírá méně prostoru, než kdyby zde místo kahanu byla například indukční pec. Proto bych tento nedostatek řešil dostatečným proškolením pracovníků o práci s otevřeným ohněm a používání ochranných pracovních pomůcek.

Při analýze dat získaných z měření práce byl objeven další nedostatek, vysoký podíl neproduktivního využití času. Neproduktivní čas za dobu mého měření dělal 59% a dalších 6% čas ztrátový. Hlavní složkou tohoto neproduktivního času je úprava vinutí a skeletů pilníkem. Z pohledu plýtvání se zde jedná o čekání a neefektivní práci. Pro řešení tohoto nedostatku je nutné zjistit příčiny nutnosti těchto úprav v předcházejícím kroku výroby dané součásti. Eliminací tohoto nedostatku však nezískáme čas produktivní, ale spíše čas ztrátový, protože pracovník prováděl zmíněnou činnost v průběhu čekání, než se nahřeje skelet. Na pracovišti se však nachází kahany 2, na kterých by při eliminaci zmíněných úprav dílů mohl pracovník pracovat současně, čímž by se zvýšil podíl produktivního využití času.

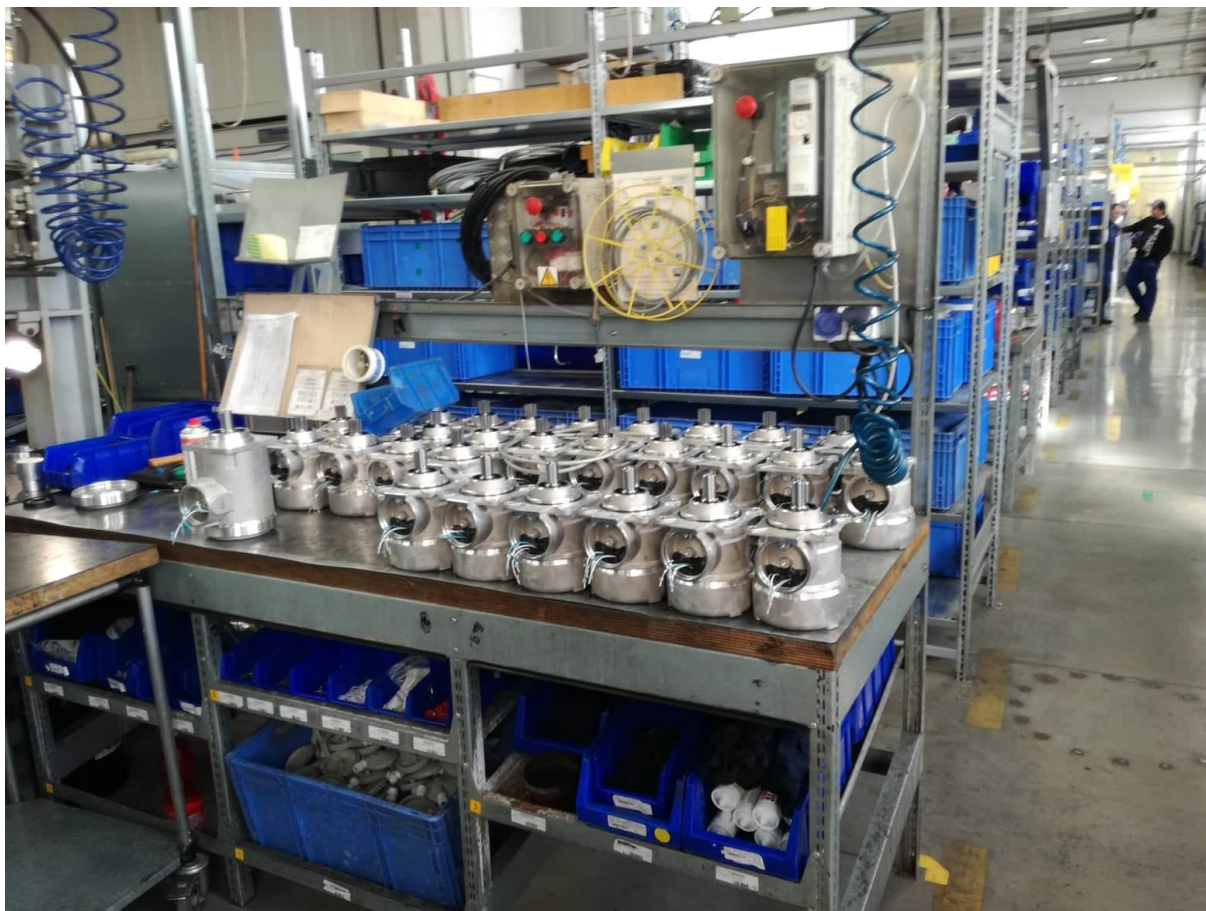


Obrázek 4-2 Pracoviště 1-produktivita činností

V průběhu směny pracovník občas vypne kahan a jde pracovat na jednu z montážních linek, neboť tam je čas na kus mnohem větší než u nahřívání statorů, a proto se ve velkém regálu tvoří velká zásoba. Toho je možné využít tak, že pracovník pracující na dvou kahanech zároveň bude produkovat ještě více kusů a častěji bude chodit pracovat na montážní linku, čímž zvýší produktivitu tam.

4.2 Pracoviště 2: Montáž menších motorů

Na pracovišti montáže menších motorů byl nalezen nedostatek v objemu zpracovávaných dávek. Pracovník si přiveze tolik satorů, kolik se vejde na vozík (při mém sledování 12 kusů), ale hotových motorů se tam stejný počet nevejde, proto odváží hotové motory nadvakrát. Navíc nemůže pracovat se všemi kusy na vozíku, ale musí je přendat na stůl, a pak podél nich v průběhu práce popojíždět na pojízdné židli. Z pohledu plýtvání se zde jedná o zbytečné pohyby. Řešením tohoto nedostatku by mělo být proškolení s cílem změnit pracovní návyky pracovníků.



Obrázek 4-3 Pracoviště 2-velké výrobní dávky

4.3 Pracoviště 3: Montáž větších motorů

Při měření práce tohoto pracoviště byl zjištěn nedostatek ve vysokém výrobním čase na kus. Oproti předchozímu pracovišti jsou motory větší a těžší, což vede k vyššímu výrobnímu času. Navíc se zde k motorům připojuje hlavní kabel, což výrobní čas výrazně zvyšuje, takže celkový čas na kus je více než dvojnásobný oproti předchozímu pracovišti. Tento nedostatek lze minimalizovat zapojením dvou pracovníků najednou v závislosti na poptávce zde montovaných motorů.

Pracoviště	Operace	Celkový čas (min)	Počet kusů	Čas na kus (min)
Montáž motorů 4210-53	Práce s kabely	16,82	4	4,20
	Práce u lisu	17,57	4	4,39
	Zkoušení a značení	4,02	4	1,00
	Montáž hl. kabelu	74,92	9	8,32
	Celkem			17,92

Tabulka 4-1 Pracoviště 3-výrobní čas

Na této linii zpracovává pracovník motory v dávkách po čtyřech a celá montáž probíhá přímo na vozíku. Dva motory má přitom natočeny na jednu stranu, druhé dva na opačnou, což mu umožňuje provádět montáž s nutností jediné manipulace s motory a to otáčením vozíku. Toho by bylo možné využít i u předchozího pracoviště, pokud by tam pracovníci vyráběli v dávkách maximálně po šesti kusech.



Obrázek 4-4 Velké motory na vozících

4.4 Pracoviště 4: Zkušebna motorů

U zkušebny byly zjištěny dva nedostatky. Prvním nedostatkem je, že zkoušení probíhá mimo pracovní směnu, tudíž se před pracovištěm tvoří velká zásoba. Druhý nedostatek souvisí se stavem zkušebny, protože podle obsluhujícího pracovníka není schopna fungovat celou směnu a tudíž nezvládá zkoušet všechny vyrobené motory. Tím se dostáváme k tomu, že první nedostatek nepřímo souvisí s druhým, ale oba nedostatky by mělo vyřešit jedno řešení. Tímto řešením by mělo být zkoušení v průběhu směny tak, jak zkušebna dovolí. Například zkoušet hodinu dvakrát až třikrát za směnu. Pro takovéto zkoušení by se dal využít pracovník z pracoviště 1, kterého by bylo nutné proškolit. Toto řešení by mělo být pouze dočasné, v budoucnu by měla přijít investice do nové zkušebny.



Obrázek 4-5 Zásoba před zkušebnou

4.5 Regály

Hlavním nedostatkem celého pracoviště je velké množství rozpracované výroby zejména ve velkém regálu mezi nahříváním statorů a montážními liniemi. Tento nedostatek by měl být eliminován zmenšením tohoto regálu a při jeho přeplnění přesunutím pracovníka z nahřívání statorů na jednu z montážních linií, případně na zkušebnu jak bylo uvedeno výše.



Obrázek 4-6 Velký regál

Dalším nedostatkem pracoviště je velké množství regálů se součástkami. Řešením by mělo být jejich vyklizení a uložení jen hojně používaných prvků.



Obrázek 4-7 Regál se součástkami

5 Varianty na zlepšení

V této části se věnuji tvorbě variant na zlepšení. Od firmy mám informace, že do dvou let chtějí pracoviště montáže motorů přesunout na jiné místo o rozměrech 17,5x8,5 metrů namísto současného 12x12 metrů. Podle toho jsem postupoval při tvorbě návrhů.

5.1 Řešení počtu regálů

Prvním důležitým krokem při návrhu nových layoutů pracoviště bylo určení nutnosti regálů na pracovišti. Z dat spotřeby získaných od firmy jsem určil počet vyrobených motorů na den, podle kterého jsem poté vybral nejvíce vyráběné motory, které jsem dále rozebral na součástky, které mají být uloženy v regálech. K daným součástkám jsem našel obaly, ve kterých jsou na pracoviště dodávány a určil nutný počet regálů.

Většina součástek je dodávána v plastových krabičkách třech různých velikostí. Z obrázku 5-1 je patrné, že do jednoho patra regálu se vejde 3 velké, 4 střední nebo 6 malých krabiček. Pokud budeme jednotlivé velikosti kombinovat, vejde se 1 velká a až 3 střední krabičky. Dále víme, že každý regál má 6 pater.



Obrázek 5-1 Krabičky v regálech

5.1.1 Linie 4210-52

Na linii montáže menších motorů bylo zjištěno 9 velkých, 16 středních a 12 malých krabiček. Při rozdělení podle výše zmíněných informací získáváme 9 plných pater. Dále byly na linii zjištěny součástky v bednách nebo lodnách, které zabírají samy celé patro. Těch bylo zjištěno celkem 9, tudíž dalších 9 pater. Dostáváme tedy dohromady 18 plných pater, tedy přesně 3 plné regály. Z důvodu nalezení většího množství dalších součástek bez uvedeného obalu byl přidán regál navíc. Dohromady tedy budou na pracovišti montáže menších motorů 4 regály.

Montážní linie 4210-52			
obal	počet	na patro	pater celkem
Krab. pl H120	9	3	3
Krab. pl H90	16	4	4
Krab. pl H170	12	6	2
Bedna	8	1	8
Lodna	1	1	1
Spec. Stojan	3	0	0
Gitterbox	6	0	0
Neuveden	19		
Celkem			18

Tabulka 5-1 Obaly na linii 4210-52

5.1.2 Linie 4210-53

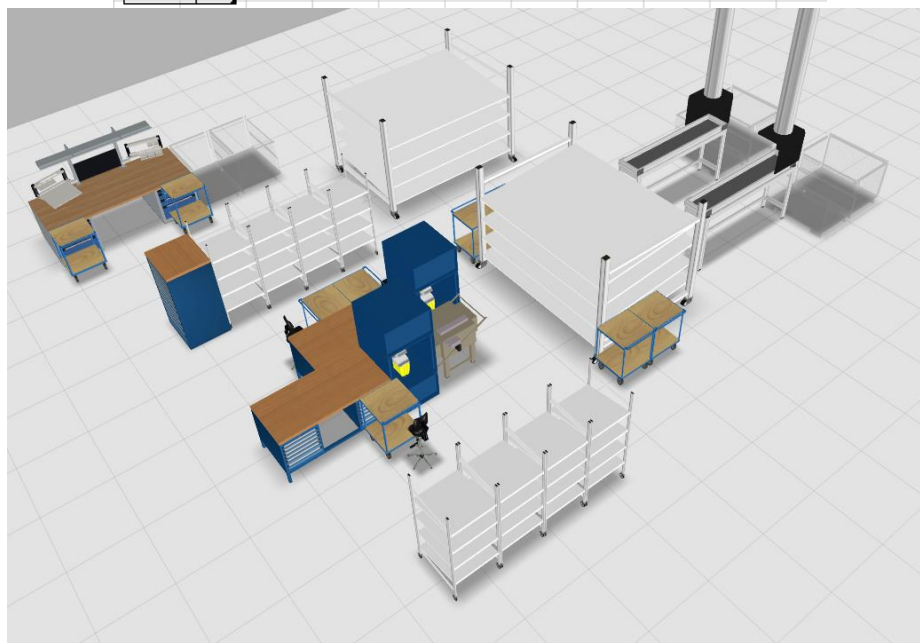
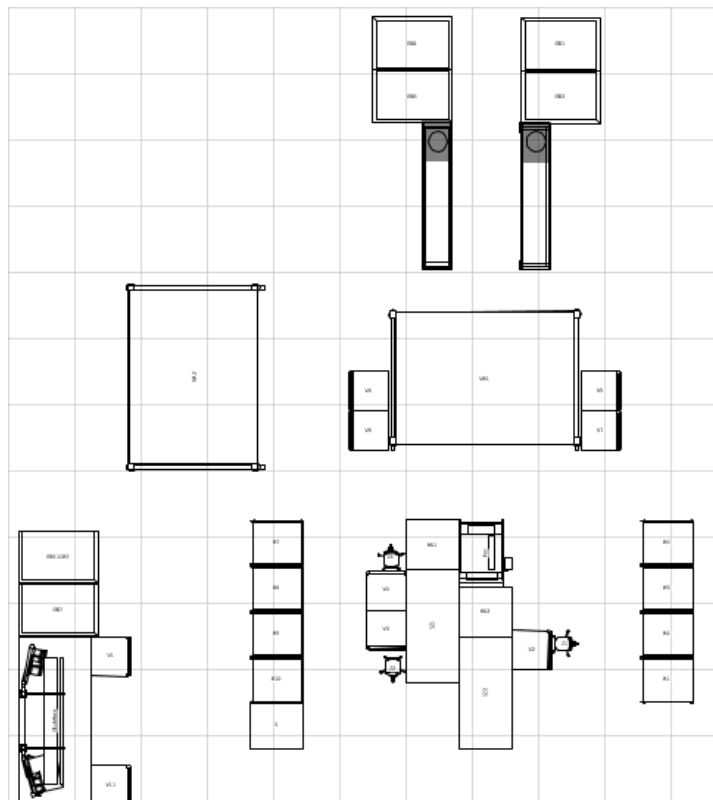
Na linii montáže větších motorů bylo zjištěno 13 velkých, 9 středních a 15 malých krabiček. Po rozdělení stejným způsobem, jako u předchozí linie, získáme 8 plných pater a zbude 1 velká, 1 střední a 3 malé krabičky. Tyto zbylé krabičky se vejdou do jednoho patra, tudíž zde získáváme 9 plných pater. Dále zde také byly zjištěny součástky v bednách nebo lodnách, kterých bylo dohromady 7. Dohromady tedy máme 16 plných pater, což jsou opět 3 regály, ne však zcela zaplněné. Na této linii byly taktéž nalezeny součástky bez uvedeného obalu, proto jako u předchozí linie byl přidán další regál. Celkem na této linii budou 4 regály.

Montážní linie 4210-53			
obal	počet	na patro	pater celkem
Krab. pl H120	13	3	4(1)
Krab. pl H90	9	4	2(1)
Krab. pl H170	15	6	2(3)
Bedna	6	1	6
Lodna	1	1	1
Spec. Stojan	3	0	0
Gitterbox	7	0	0
Neuveden	15		
Celkem			15(+1)

Tabulka 5-2 Obaly na linii 4210-53

5.2 Varianta na současné místo

Přestože chce firma pracoviště přesouvat na jiné místo, byl její požadavek udělat jeden návrh varianty pro místo stávající, neboť přesun pracoviště není plánován v nejbližší době. Tato varianta je tedy vylepšením současné linky za minimálních investic.

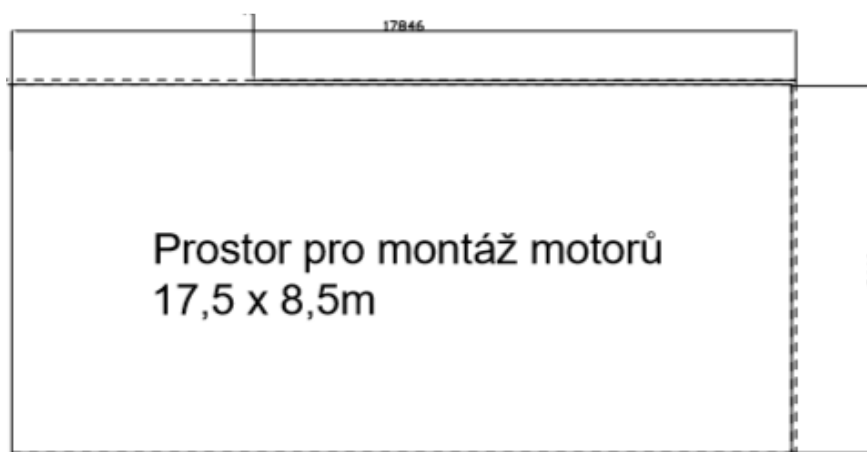


Obrázek 5-2 Varianta na stávající místo

Nahřívání statorů je rozděleno, pracovník uprostřed obsluhuje oba kahany a hotové statory dává do regálu, který je proti současnému stavu zmenšen na polovinu. Při naplnění regálu jde pomáhat na jednu z montážních linií, v případě, že byl proškolen může jít obsluhovat zkušebnu. Montážní linie jsou přestavěny tak, aby byly regály na stranách pracoviště. Počet regálů byl upraven podle informací získaných v kapitole 5.1 a byla přidána jedna skříň. V současném stavu jsou dvě malé skříňky součástí regálů. Montáž funguje stejně jako v současném stavu. Zkušebna zůstává na původním místě, zkoušení probíhá jak zkušebna dovolí, zkouší se tedy po hodině dvakrát až třikrát za směnu. Výstupní regál byl přemístěn blíže.

5.3 Varianty na nové místo

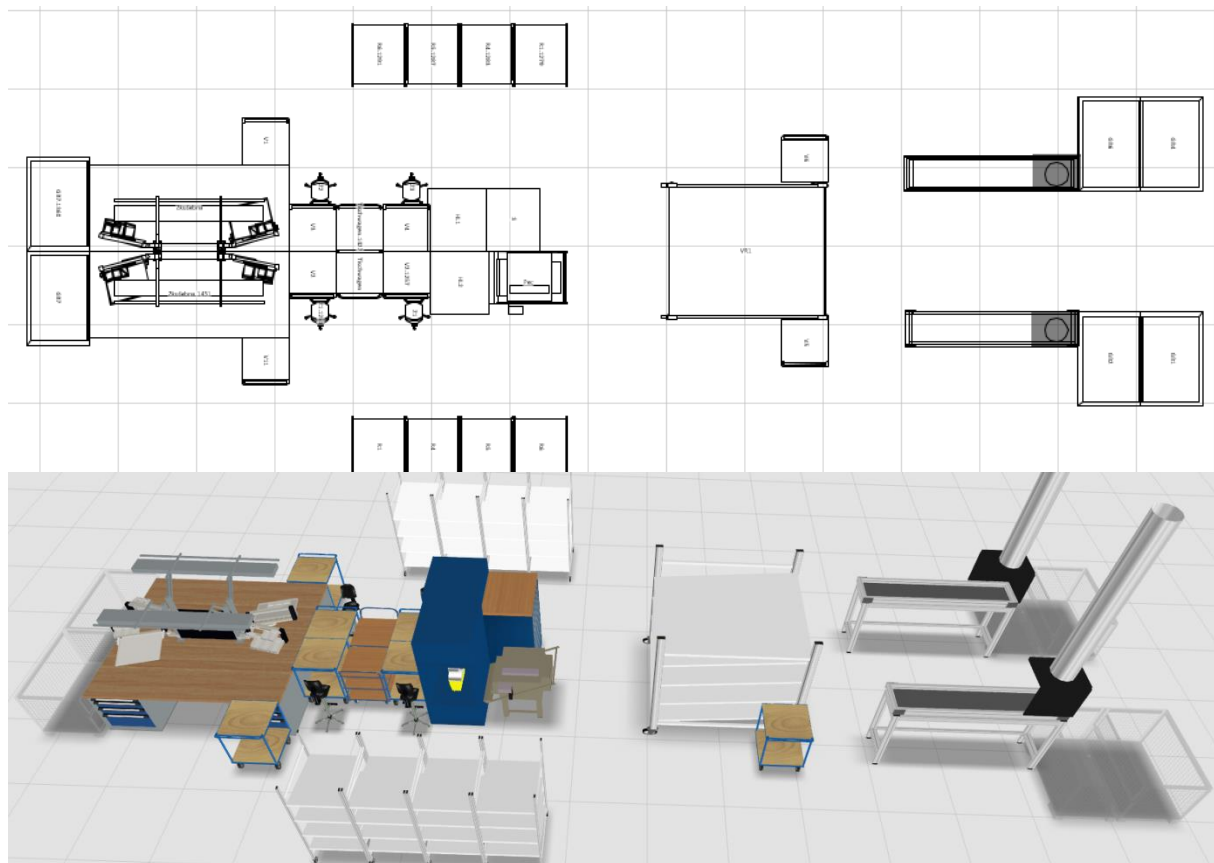
Protože firma bude pracoviště přesouvat, provedl jsem více variant jeho uspořádání do nového prostoru. Tyto varianty se liší zejména potřebnými investicemi.



Obrázek 5-3 Prostor nového místa pro montáž

5.3.1 Varianta 1

Tato je nízkonákladová, neboť vyžaduje pouze investici již výše zmíněnou, tedy novou zkušebnu. Všechno ostatní figuruje už na stávajícím pracovišti, případně na návrhu pracoviště na stávající místo.

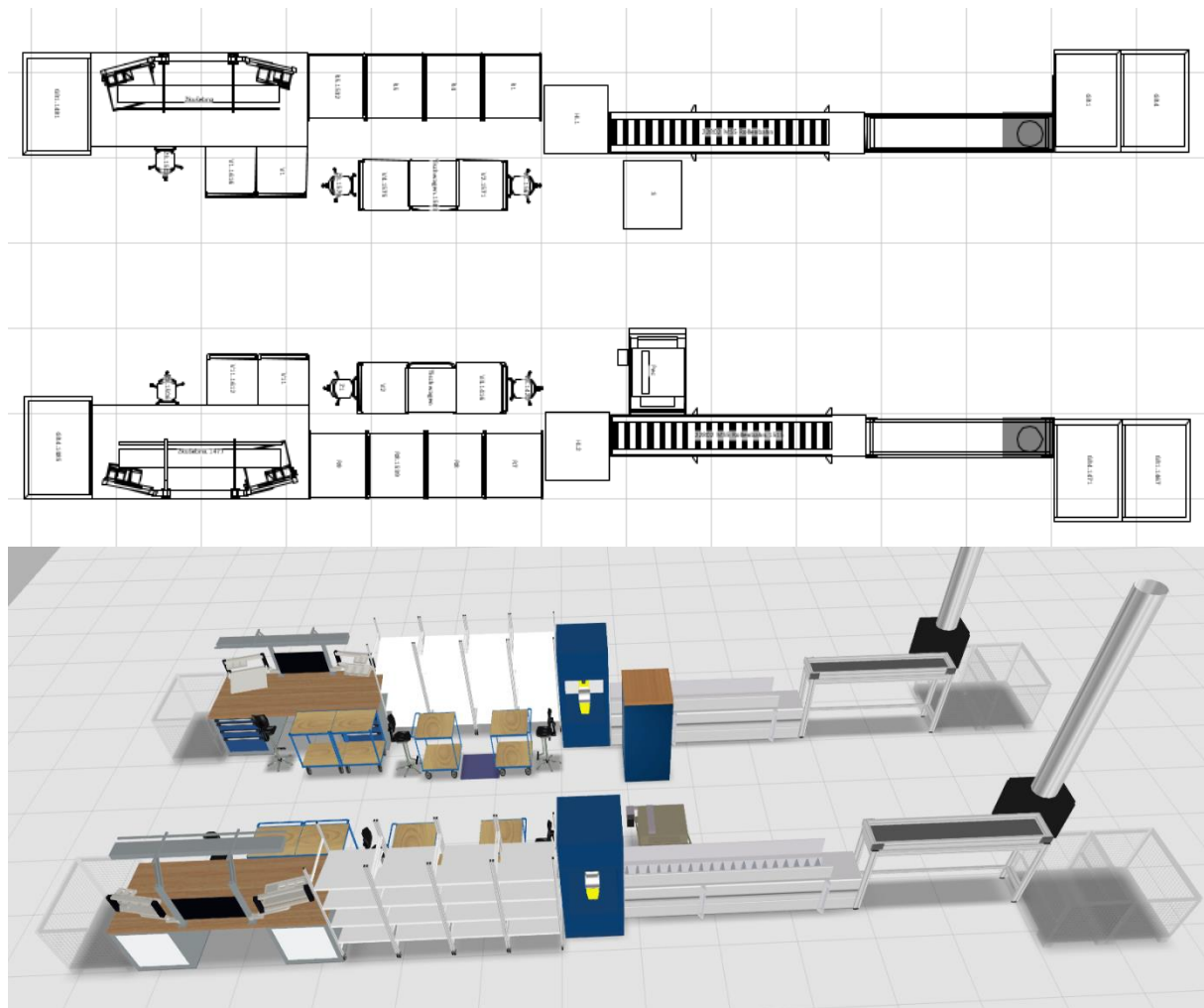


Obrázek 5-4 Varianta na nové místo 1

Nahřívání statorů funguje stejně, jako u předchozího návrhu. Je rozděleno, pracovník uprostřed obsluhuje oba kahany a hotové statory dává do regálu, který je proti současnému stavu zmenšen na polovinu. Při naplnění regálu jde pomáhat na jednu z montážních linií. Na montážních liniích byly stoly nahrazeny vozíky s nářadím, protože samotná montáž může probíhat přímo na vozících, na kterých jsou statory dováženy z regálu. Na stejných vozících jsou hotové motory převáženy na zkušebnu, která je pro každou linku jedna. Zde se všechny motory vyzkouší a přendají do přistavených gitterboxů.

5.3.2 Varianta 2

Varianta číslo dva vyžaduje investice do nové zkušebny a ještě investici v podobě dvou pásových dopravníků. Tato varianta eliminuje regál na statory, ale znemožňuje práci pracovníka 1 na další montážní linii, protože potřebuje jeho pravidelnou obsluhu. Dále pak opět nahrazuje stoly vozíky s nářadím.

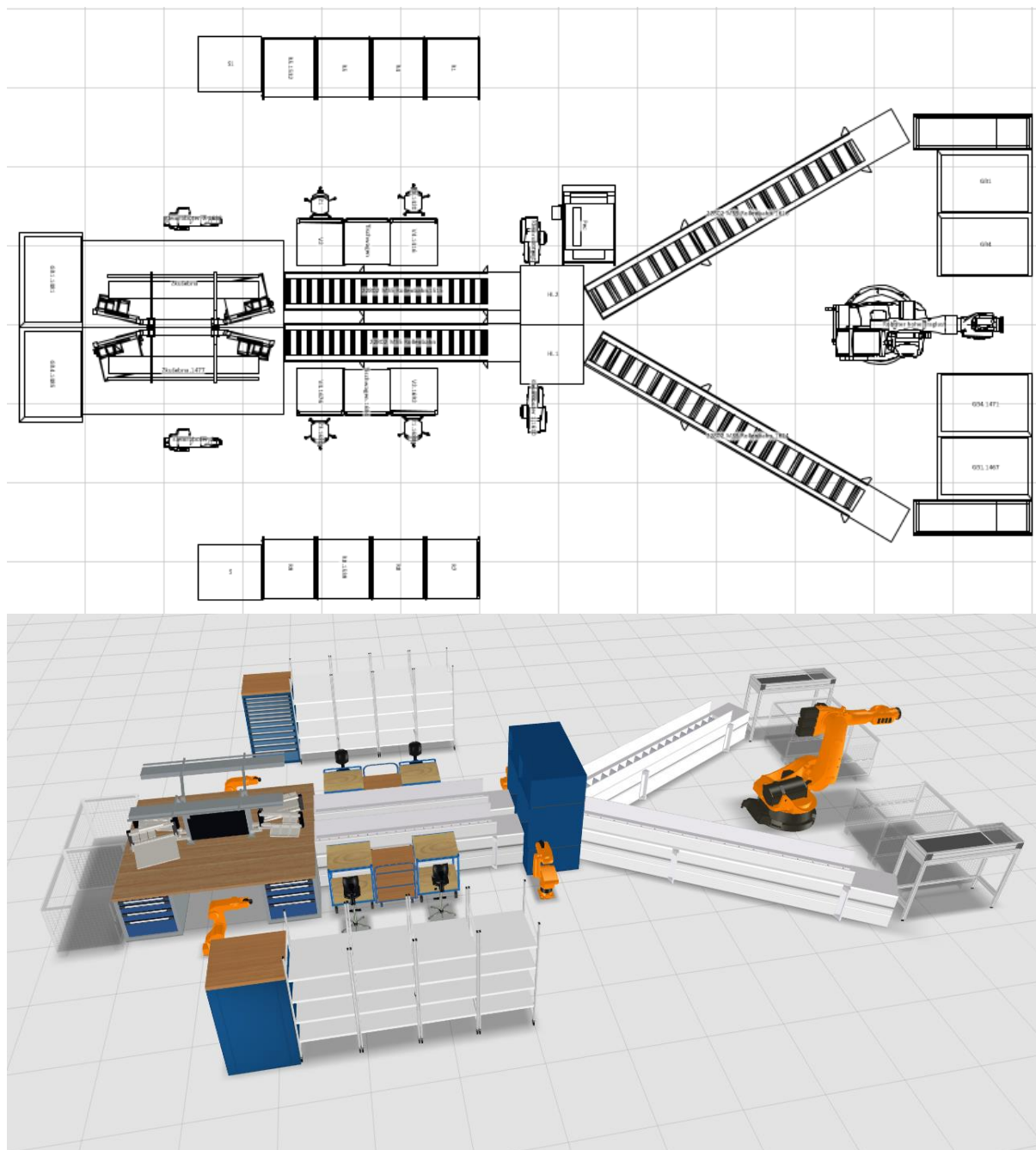


Obrázek 5-5 Varianta na nové místo 2

Nahřívání statorů funguje jako u předchozího návrhu, hotové statory jsou pokládány na daný dopravník a doručeny na danou montážní linii, kde si je pracovník odebírá přímo u svého pracoviště. Montáž opět probíhá přímo na vozících, na které jsou motory přesouvány z lisu. Po montáži motory dále pokračují na zkušebnu, kde vše probíhá jako u předchozího návrhu.

5.3.3 Varianta 3

Tato varianta vyžaduje největší investice, protože kromě nové zkušebny a dopravníků je nutné investovat ještě do výrobních robotů a indukčního nahříváče. Tento návrh, stejně jako předchozí, eliminuje regál na statory, nutnost donášení nových statorů na pracoviště a nahrazuje pracovní stoly vozíky s nářadím. Jedná se o většinovou automatizaci pracoviště. Montážní linie nelze zcela automatizovat, protože je zde potřeba drobná ruční práce.



Obrázek 5-6 Varianta na novém místě 3

Nahřívání satorů zde obstarává robot, který pokládá skelety na indukční nahříváč, poté je odebírá, vloží do nich vinutí a dává je na dopravník. Ten připravené statory dopraví na lis, kde další robot provede nalisování potřebných komponent a takto připravený motor pokračuje po dalším dopravníku, ze kterého si jej odebírají pracovníci, kteří provádějí manuální práci s kabely, kterou nelze automatizovat. Hotové motory dávají zpět na dopravník, který je dopraví na zkušebnu, kde je další robot vyzkouší a vloží do přistavených gitterboxů.

5.3.4 Zhodnocení variant

V tomto bodě budou jednotlivé varianty porovnány podle různých kritérií zvolených firmou. Varianty jsou porovnávány i se současným stavem, aby bylo prokazatelné, že jednotlivé varianty jsou zlepšením oproti současnému stavu.

Nejdůležitějším kritériem byla výše investice. U varianty na současné místo je investice nulová, neboť se jedná pouze o přeuspořádání pracoviště. Varianta na nové místo 1 vyžaduje investici do nové zkušebny. Ta by se měla pohybovat kolem 110 000,-Kč. Volbou této varianty získáme možnost zkoušet všechny vyrobené motory. Varianta na nové místo 2 vyžaduje také investici do nové zkušebny. Dále je pak nutná investice do dvou dopravníků, jejichž cena se pohybuje kolem 25 000,-Kč/m. Každý dopravník by měl být dlouhý 3m, tudíž investice činí dalších cca 150 000,-Kč. Dohromady se tedy pohybuje kolem 260 000,-Kč. Dopravníky na pracovišti snižují nutnost pohybu pracovníků a manipulace s materiálem. Varianta na nové místo 3 vyžaduje také investici do nové zkušebny. Dále pak vyžaduje investici do dalších dopravníků, jejichž celková délka činí 16m. Tato investice se tedy pohybuje kolem 400 000,-Kč. Dále nutná investice do dvou indukčních nahříváčů, která se pohybuje kolem 120 000,-Kč na kus. Poslední nutnou investicí je pořízení výrobních robotů, pomocí kterých automatizujeme části výrobní linky. Cena těchto robotů se pohybuje kolem 1 300 000,-Kč a v této variantě jich figuruje 5. Celková investice tedy činí cca 7 250 000,-Kč. Tato varianta snižuje nutný počet pracovníků o 2. Při mzdě jednoho pracovníka 320,-Kč/hod a jednosměnném provozu, tedy 240 pracovních dní po 7,5 hodinách, se ročně ušetří 1 152 000,-Kč ročně. Vydělíme-li hodnotu investice hodnotou ušetřenou na mzdách, vrátí se nám celá investice za 6,3 let. Tato varianta dále ještě snižuje nutnost pohybu pracovníků a manipulace s materiálem.

Dalšími kritérii při hodnocení bylo množství rozpracované výroby na pracovišti, zavedení one piece flow a přehlednost pracoviště. Varianta na současné místo snižuje množství rozpracované výroby na pracovišti a mírně zvyšuje přehlednost pracoviště. One piece flow zde zaveden není. Varianta na nové místo 1 snižuje množství rozpracované výroby jako varianta na současné místo a dále pracoviště ještě více zpřehledňuje. One piece flow zde také zaveden není. Varianty na nové místo 2 a 3 eliminují množství rozpracované výroby, neboť zavádí one piece flow a také zpřehledňují pracoviště jako předchozí varianta.

Posledním hodnotícím kritériem je zabraná plocha, která vyšla nejmenší u varianty na nové místo 2. Tato varianta zabírá plochu o rozloze 14x5m.

	Investice	Ušetření pracovníci	One piece flow	Nutný pohyb pracovníků	Přehlednost	Plocha	Rozpracovaný materiál	Součet
Váha	3	2	2	2	1	1	2	
Současný stav	4	0	0	0	0	0	0	12
Varianta SM	4	0	0	0	1	1	1	16
Varianta NM 1	3	0	0	1	2	3	1	18
Varianta NM 2	2	0	1	2	2	4	2	22
Varianta NM 3	0	2	1	3	2	2	2	20

Tabulka 5-3 Multikritériální zhodnocení variant

5.3.5 Výběr z variant

Firmě byly předloženy všechny vypracované varianty včetně jejich porovnání, ze kterého vyplývá, že nejvhodnější variantou podle zadaných kritérií je varianta na nové místo 2. Pokud v budoucnu pojedou pracoviště na dvě směny, bude možné uvažovat o variantě na nové místo 3, neboť v tom případě bude počet ušetřených pracovníků dvojnásobný.

Závěr

Hlavním cíle této bakalářské práce bylo provést racionalizaci pracoviště montáže motorů ve firmě Christ Car Wash s.r.o.

První kapitola se věnovala zpracování teoretické základny, ze které bylo dále čerpáno v průběhu praktické části bakalářské práce.

Dále byla představena firma Christ Car Wash s.r.o. včetně konkrétního pracoviště, pro které je tato práce zpracovávána.

Třetí kapitola popisuje analýzu současného stavu. Jsou zde zobrazeny výsledky získané měřením práce na pracovišti, fotografie pořízené v průběhu měření a 3D layout současného stavu pracoviště.

Čtvrtá kapitola popisuje odhalování nedostatků na jednotlivých částech pracoviště.

Pátá kapitola se zabývá řešením nalezených nedostatků přeuspořádáním pracoviště. Nachází se zde čtyři varianty nově navrženého pracoviště, včetně jejich vzájemného porovnání a doporučení nejvhodnější varianty. Tou se stala varianta na nové místo 2 zejména proto, že je zde zaveden One piece flow, zabírá nejmenší plochu a investice do ní je mnohem menší, než do varianty na nové místo 3.

Použité zdroje

- [1] M. EDL a J. KUDRNA, *Metody průmyslového inženýrství*, Plzeň: SmartMotion s.r.o., 2013. ISBN: 978-80-87539-40-8
- [2] M. BUREŠ, *Tvorba a optimalizace pracoviště*, Plzeň: SmartMotion s.r.o., 2013. ISBN: 978-80-87539-32-3
- [3] M. KEŘKOVSKÝ a O. VALSA, *Moderní přístupy k řízení výroby*, Praha: C.H. Beck, 2012. ISBN: 978-80-7179-319-9
- [4] A. SVOZILOVÁ, *Zlepšování podnikových procesů*, Praha: Grada, 2011. ISBN: 978-80-247-3938-0
- [5] E. SLAMKOVÁ, *Ergonómia v priemysle*, Žilina: GEORG, 2010. ISBN: 978-80-89401-09-3
- [6] M. BEDNÁŘ, „*Racionalizace pracoviště ve výrobě*“, Plzeň, 2018.
- [7] I. DRÁPALÍKOVÁ, „*Balancování výrobní linky*“, Plzeň, 2018.
- [8] T. KALVAS, „*Racionalizace montážní linky*“, Plzeň, 2017.
- [9] M. KOCIÁN, „*Workshopy Kaskády KVP jako nástroj k optimalizaci výrobního procesu*“, Mladá Boleslav, 2014.
- [10] O. SLÁMA, „*Ergonomické požadavky na řešení pracovního místa*“, Praha, 2004.
- [11] Z. RYBÁŘOVÁ, „*Analýza zásob a návrh způsobu zásobování výroby*“, Plzeň, 2016.
- [12] A. PAVEL, „*Zvýšení efektivity výrobní linky*“, Plzeň, 2014.
- [13] J. NOVÁK a P. ŠLAMPOVÁ, „*Racionalizace výroby*“, 2007. [Online]. Available: <http://projekty.fs.vsb.cz/414/racionalizace-vyroby.pdf>. [Přístup získán 9.11.2018].
- [14] „*CIE group*“, 2018. [Online]. Available: <http://www.cie-group.cz/lexikon-metod-pi/metody/spaghetti-diagram/>. [Přístup získán 11.11.2018].
- [15] O. JEŽEK, „*Produktivita*“, 11.9.2006. [Online]. Available: <http://www.produktivita.cz/cs/metody-prumysloveho-inzenyrstvi/standardizace.html>. [Přístup získán 11.11.2018].
- [16] D. WELSH, „*Údržba podniku*“, 8.3.2016. [Online]. Available: [http://udrzbapodniku.cz/index.php?id=47&no_cache=1&tx_ttnews\[tt_news\]=6738&cHash=285e8bbf57&type=98](http://udrzbapodniku.cz/index.php?id=47&no_cache=1&tx_ttnews[tt_news]=6738&cHash=285e8bbf57&type=98). [Přístup získán 11.11.2018].
- [17] „*Svět produktivity*“, 2012. [Online]. Available: <http://www.svetproduktivity.cz/clanek/metodika-plytvani.htm>. [Přístup získán 11.11.2018].
- [18] „*YoniX*“, 2011. [Online]. Available: <http://skladovani.yonix.cz/>. [Přístup získán 11.11.2018].
- [19] „*Zenventory*“, [Online]. Available: <https://www.zenventory.com/fifo-lifo-and-average-cost-method-of-accounting/>. [Přístup získán 11.11.2018].
- [20] L. FRIGOVÁ, A. HORVANOVÁ a K. HAVIAROVÁ, „*Prezi*“, 13.4.2014. [Online]. Available: <https://prezi.com/2vrnqmpmkib/materialove-toky-a-vyrobnia-logistika/>. [Přístup získán 11.11.2018].

- [21] „*Svět produktivity*,“ 2012. [Online]. Available: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/Kaizen.htm>. [Přístup získán 26.11.2018].
- [22] V. VÍTEK, „*Svět produktivity*,“ 2012. [Online]. Available: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/Kanban.htm>. [Přístup získán 26.11.2018].
- [23] D. TUČEK, „*CVIS*,“ 4.10.2004. [Online]. Available: <http://cvis.cz/hlavni.php?stranka=novinky/clanek.php&id=167>. [Přístup získán 26.11.2018].
- [24] E. DANDOVIČ, „*BOZPinfo*,“ 13.2.2006. [Online]. Available: <https://www.bozpinfo.cz/jaky-prostor-pripada-na-jednoho-zamestnance-na-pracovnim-miste>. [Přístup získán 29.11.2018].
- [25] „*CIE group*,“ 2018. [Online]. Available: <http://www.cie-group.cz/lexikon-metod-pi/metody/i-d-diagram/>. [Přístup získán 29.11.2018].
- [26] „*Dobré známky*,“ [Online]. Available: <http://www.dobreznamky.cz/druhy-skladu/>. [Přístup získán 7.12.2018].
- [27] „*BITO*,“ 2018. [Online]. Available: <https://www.bitto.com/cs-cz/systemova-reseni/pripadove-studie/princip-poskytovani-zbozi/>. [Přístup získán 7.12.2018].
- [28] „*Lean Enterprise Institute*,“ [Online]. Available: <https://www.lean.org/WhatsLean/Principles.cfm>. [Přístup získán 9.11.2018].
- [29] E. SILLAS, M. VILLALOBOS a Y. KIM, „*Metodologie 5s*,“ 2017. [Online]. Available: <https://app.emaze.com/@AQRLFCWW#1>. [Přístup získán 9.11.2018].
- [30] „*Shmula*,“ 2016. [Online]. Available: <https://www.shmula.com/a-common-sense-approach-with-the-5s-tool/18936/>. [Přístup získán 9.11.2018].
- [31] J. BURIETA, „*Svět produktivity*,“ 2012. [Online]. Available: <http://www.svetproduktivity.cz/clanek/5s-6s-nebo-dokonce-7s.htm/>. [Přístup získán 9,11,2018].
- [32] J. DLAVAČ, „*Academy of productivity and innovations*,“ 23,3.2017. [Online]. Available: <https://www.e-api.cz/25840n-analyza-a-normovani-prace-je-pro-velkou-cast-ceskych-firem-stale-aktualnejsim-tematem>. [Přístup získán 11.11.2018].
- [33] „*CHRIST CAR WASH s.r.o.*,“ [Online]. Available: <https://pracevchristu.cz/o-nas/>. [Přístup získán 12.11.2018].
- [34] „*CHRIST WASH SYSTEMS*,“ [Online]. Available: <https://www.christ-ag.com/wash-systems/index.php?id=156&L=4>. [Přístup získán 12.11.2018].
- [35] V. KRATOCHVÍLOVÁ, „*Návrh nového uspořádání výrobních prostor*“, Plzeň 2017.