



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA PODNIKATELSKÁ
ÚSTAV MANAGEMENTU**

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT
INSTITUT OF MANAGEMENT

STUDIE OPERATIVNÍHO ŘÍZENÍ VÝROBY

THE STUDY OF THE OPERATING PRODUCTION MANAGEMENT

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Ing. ILONA MAYERBERGOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

prof. Ing. MARIE JUROVÁ, CSc.

BRNO 2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Ing. Ilona Mayerbergová

Řízení a ekonomika podniku (6208T097)

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách, Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně a Směrnicí děkana pro realizaci bakalářských a magisterských studijních programů zadává diplomovou práci s názvem:

Studie operativního řízení výroby

v anglickém jazyce:

The Study of the Operating Production Management

Pokyny pro vypracování:

Úvod

Popis současného řízení výrobního procesu z hlediska:

- výrobního programu
- výrobní základny
- informačního systému

Cíle řešení

Analýza procesů řízení výroby

Vyhodnocení teoretických přístupů k řízení výrobních procesů

Návrh nového operativního řízení výroby

Podmínky realizace a přínosy

Závěr

Použitá literatura

Seznam odborné literatury:

- FIALA, P. Modelování a analýza produkčních systémů. Praha: Professional Publishing, 2002. 259 s. ISBN 80-86419-19-3.
- GEORGE, M. a kol. Kapesní příručka Lean Six Sigma: Rychlý průvodce téměř 100 nástroji na zlepšování kvality procesů, rychlosti a komplexity. Brno: SC&C Partner, 2010, 280 s. ISBN 978-80-904099-2-7.
- KOŠTURIÁK, J., FROLÍK, Z. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006. 237 s. ISBN 80-86851-38-9.
- LIKER, J. Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce. Praha: Management Press, 2007. 390 s. ISBN 978-80-7261-173-7.
- WOMACK, J., JONES, D., ROOS, D. The machine that changed the world. 2. vydání. London: Simon&Shuster UK, 2007, 327 s. ISBN 978-1-8473-7055-6.

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Marie Jurová, CSc.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/12.



Martina Rašticová

PhDr. Martina Rašticová, Ph.D.
Ředitel ústavu

Anna Putnová

doc. RNDr. Anna Putnová, Ph.D., MBA
Děkanka

V Brně, dne 23.3.2012

ABSTRAKT

Cílem této diplomové práce je pomocí principů štíhlé výroby zeštíhlit pracoviště montáž a eliminovat všechny formy plýtvání na tomto pracovišti. Součástí této práce je návrh optimálního uspořádání pracoviště z hlediska ergonomie, které by mělo mít pozitivní vliv na zkrácení průběžné doby a na účinnost cyklu procesu. Zkrácení průběžné doby umožní firmě rychleji reagovat na požadavky zákazníka a tento efekt se následně může projevit i v poklesu zásob.

ABSTRACT

The goal of this diploma thesis is to use the principles of lean manufacturing to lean workplace and eliminate all forms of waste in this workplace. A part of this work is optimal design of the workplace in terms of ergonomics which should have a positive effect on shortening lead time and process cycle efficiency. Shortening the lead time will allow company to respond more quickly to customer requirements and this effect may subsequently lead to the drop in inventories.

Klíčová slova

Štíhlá výroba, DMAIC, Projektová listina, Diagram SIPOC, Špagetový diagram, Procesní analýza, Diagram taktu, Mapování hodnotového toku, Ishikawův diagram

Key words

Lean manufacturing, DMAIC, Project Charter, Diagram SIPOC, Spaghetti diagram, Process analysis, Bar Chart, Value Stream Mapping, Ishikawa diagram

Bibliografická citace

MAYERBERGOVÁ, I. *Studie operativního řízení výroby*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2012. 86 s. Vedoucí diplomové práce prof. Ing. Marie Jurová, CSc.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušila autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb. o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne

.....
podpis

Poděkování

Děkuji prof. Ing. Marii Jurové, CSc. za její odborné vedení i za čas a její cenné připomínky při vypracování mé diplomové práce. Také děkuji Ing. Jaromíru Černému PhD. za jeho podporu, profesionální rady a pomoc během mého studia. Dále bych chtěla poděkovat Petrovi Královi a pracovnícům z montáže za jejich ochotu a spolupráci při zpracování této práce.

OBSAH

ÚVOD.....	11
1 POPIS SOUČASNÉ SITUACE.....	13
1.1 POPIS SPOLEČNOSTI.....	13
1.2 VÝROBNÍ PROGRAM	14
1.3 VÝROBNÍ ZÁKLADNA	15
1.3.1 Výroba.....	15
1.3.2 Technologie.....	15
1.4 INFORMAČNÍ SYSTÉM	16
1.5 VÝVOJOVÝ DIAGRAM PRŮBĚHU VÝROBY	17
2 CÍL ŘEŠENÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE	19
3 CESTA K ŠTÍHLosti A ZAVÁDĚNÍ ŠTÍHLÉ VÝROBY DO PODNIKU	20
3.1 VÝVOJ OD ŘEMESLNÉ VÝROBY K ŠTÍHLÉ VÝROBĚ	20
3.2 VÝROBNÍ SYSTÉM FIRMY TOYOTA	21
3.2.1 Just-in-Time	22
3.2.2 Jidoka	23
3.3 ŠTÍHLÝ PODNIK	24
3.3.1 Cíle štíhlého podniku:	24
3.4 ŠTÍHLÁ VÝROBA	25
3.5 PĚT PRINCIPŮ ŠTÍHLÉ VÝROBY.....	26
3.5.1 Princip tahu (pull)	26
3.5.2 Princip zamezení plýtvání a optimalizace hodnototvorného řetězce	26
3.5.3 Princip zaměření na podstatné aktivity a klíčové schopnosti.....	27
3.5.4 Princip plynulého toku	27
3.5.5 Princip nepřetržitosti (dokonalosti).....	27
3.6 PRVKY ŠTÍHLÉ VÝROBY	28
3.7 METODY OPTIMALIZACE A ZEŠTÍHLENÍ VÝROBY	28
3.7.1 Pochopení hodnoty z hlediska zákazníka.....	30
3.7.2 Kaizen	31
3.7.3 Mapování hodnotového toku.....	31
3.7.4 Snižování plýtvání.....	32
3.7.5 Just in Time	32
3.7.6 Kanban	33
3.7.7 SMED.....	33
3.7.8 Standardizace výrobního procesu	34
3.7.9 Organizace pracoviště - 5S.....	34
3.8 DMAIC – METODIKA ŘEŠENÍ PROBLÉMŮ	37
4 ANALÝZA SOUČASNÉ SITUACE.....	38

4.1	KOMPLETACE NOSIČŮ LYŽÍ	38
4.1.1	Postup montáže	38
4.1.2	Předávání informací na pracoviště montáž	41
4.1.3	Skladování hotových výrobků.....	42
5	OPTIMALIZACE SOUČASNÉHO STAVU POMOCÍ METODIKY DMAIC	43
5.1	DEFINOVAT	43
5.1.1	Projektová listina.....	43
5.1.2	Diagram SIPOC	45
5.2	MĚŘIT	45
5.2.1	Průběžná doba	46
5.2.2	Účinnost cyklu procesu	47
5.2.3	Doba taktu	47
5.3	ANALYZOVAT	48
5.3.1	Špagetový diagram.....	48
5.3.2	Procesní analýza.....	49
5.3.3	Normování časů jednotlivých operací.....	50
5.3.4	Analýza hodnotového toku	51
5.3.5	Diagram taktu.....	52
5.3.6	Mapování hodnotového toku.....	52
5.3.7	Ishikawův diagram	56
5.3.8	Závěr z fáze Analyzovat.....	58
5.4	ZLEPŠIT – NÁVRH NOVÉHO OPERATIVNÍHO ŘÍZENÍ VÝROBY	59
5.4.1	Uspořádání a úprava pracoviště	59
5.4.2	Balancování pracovních činností	63
5.4.3	Metoda 5S	64
5.4.4	Vizuální management.....	65
5.4.5	System tahu	65
5.4.6	Optimální hladina rozpracovanosti	66
5.4.7	Mapa hodnotového toku – budoucí stav	67
5.5	ŘÍDIT.....	70
5.5.1	Ověření dosažených výsledků.....	71
5.5.2	Uzavření projektu.....	73
6	PODMÍNKY REALIZACE A PŘÍNOSY.....	74
6.1	KRITÉRIA ÚSPĚCHU A RIZIKA PROJEKTU	74
6.1.1	Interní faktory.....	74
6.1.2	Externí faktory	75
6.2	NÁVRH ZMĚN	75
6.2.1	Změny investičního charakteru	75
6.2.2	Změny neinvestičního charakteru	78

6.3	PŘÍNOSY PROJEKTU	78
6.3.1	Finanční přínosy	78
6.3.2	Nefinanční přínosy	78
	ZÁVĚR	79
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	81
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	83
	SEZNAM OBRÁZKŮ	84
	SEZNAM TABULEK.....	85
	SEZNAM GRAFŮ	86

ÚVOD

Rostoucí význam technologií, metod, nástrojů a principů štíhlého myšlení a jejich neustálý vývoj spolu se znalostmi špičkových odborníků se stále více stávají nezbytností v této době. Firmy se dostávají do tvrdého konkurenčního boje, kde jediná jejich chyba může znamenat jejich zánik. Neustálý tlak ze strany zákazníků na ceny, rychlost dodání a nikdy nekončící požadavky zákazníků na nové a stále lepší výrobky vedou ke zkracování inovačních cyklů a k hledání cest, jakým způsobem toho nejlépe dosáhnout. Jeden z mnoha způsobů, který nám umožní se přiblížit požadavkům zákazníka a stát se opravdu konkurenceschopný je koncept štíhlé výroby.

V této práci se snažím vypracovat návrh, který by vedl k zeštíhlení pracoviště montáže nosičů lyží. Součástí této práce bude návrh některých metod a nástrojů, které by firmě umožnily držet krok s její konkurencí a vedly by k snížení množství zásob, zkrácení průběžné doby a k zvýšení účinnosti cyklu procesu. Také by vedly k optimalizaci stávajícího stavu a k zlepšení pracovních podmínek na pracovišti. Z důvodu rozsahu vyráběného sortimentu, který podléhá sezónnosti, se budu dále zabývat jen montážním pracovištěm nosičů lyží.

V první části této diplomové práce stručně popíšu firmu, vyráběný sortiment produktů, poté bude následovat literární rešerže, která je nezbytná pro úspěšné zvládnutí tohoto projektu. V teoretické části stručně popíšu vývoj od řemeslné výroby ke štíhlé výrobě, představím výrobní systém firmy Toyota, z kterého vznikl koncept štíhlé výroby. Následovat bude štíhlý podnik a u štíhlé výroby její principy a metody, které je možné využít při optimalizaci a zeštíhlení pracoviště.

V analytické části nejdříve popíšu samotný proces montáže. K identifikaci a k analýze použiji metodiku DMAIC, která umožňuje systematicky krok po kroku zlepšovat procesy a řešit problémy. V první fázi DMAIC pomocí Projektové listiny zachytím řešený problém a stanovím cíl projektu a nezbytné metriky. Dále použiji diagram SIPOC k zachycení hranic procesu a k lepšímu uvědomění výstupů. Ve fázi měřit popíšu, co se bude ve firmě měřit, jak a kdo

to bude měřit. V další fázi s názvem analyzovat použiji Špagetový diagram k zachycení současného toku materiálů a pohybů pracovníků. Dále v Procesní analýze budu identifikovat časy nezbytné k zhotovení výrobku a vzdálenosti, které pracovníci a pracovnice urazí při kompletaci finálního produktu. K měření přímých časů využiji chronometráž a na základě získaných dat sestavím diagram taktu a diagram přidávání a nepřidávání hodnoty výrobku. Poté bude následovat sestavení současné mapy toku hodnoty, která se bude analyzovat z hlediska přidávání a nepřidávání hodnoty finálnímu výrobku. V další fázi představím návrh metod a nástrojů, které by mohli vést ke zlepšení současného stavu. Nejdříve bude navrženo nové uspořádání pracoviště, které by mělo odpovídat ergonomickým požadavkům. Také navrhnu uspořádání dílů, přepravek a boxů na pracovišti. Vybalancuji časy montážních operací. Při návrhu nového uspořádání pracoviště popíšu způsob využití metody 5S a vizuálního řízení, které by vedly k vytvoření organizovaného a přehledného pracoviště. V závěru této fáze pomocí budoucí mapy hodnotového toku vizualizuji provedené zlepšení. V poslední fázi řídit návrhu možný způsob standardizace nového stavu, ověřím dosažené výsledky a uzavřu projekt. Následovat budou nezbytné podmínky realizace a přínosy tohoto návrhu.

„Tajemství úspěchu je dělat obvyklé věci neobvykle dobře.“

John Davison Rockefeller

1 Popis současné situace

1.1 Popis společnosti

Společnost HAKR vznikla jako společnost s ručením omezeným v roce 1992. Zabývá se výrobou střešních nosičů a boxů. Má vlastní nářaďovnu, ve které vyrábí nářadí pro vlastní výrobky a pro externí firmy.

Firma na začátku svého podnikání vyráběla ve sklepních prostorách jednoho z majitelů. Později došlo k rozšíření produkce a nyní má společnost vlastní výrobní areál v Újezdě u Brna a dvě vlastní prodejny a to v Brně a Ostravě. Jejich produkty jsou prodávány po celé Evropě a obrat za rok 2010 se pohyboval kolem 50 milionů korun českých.

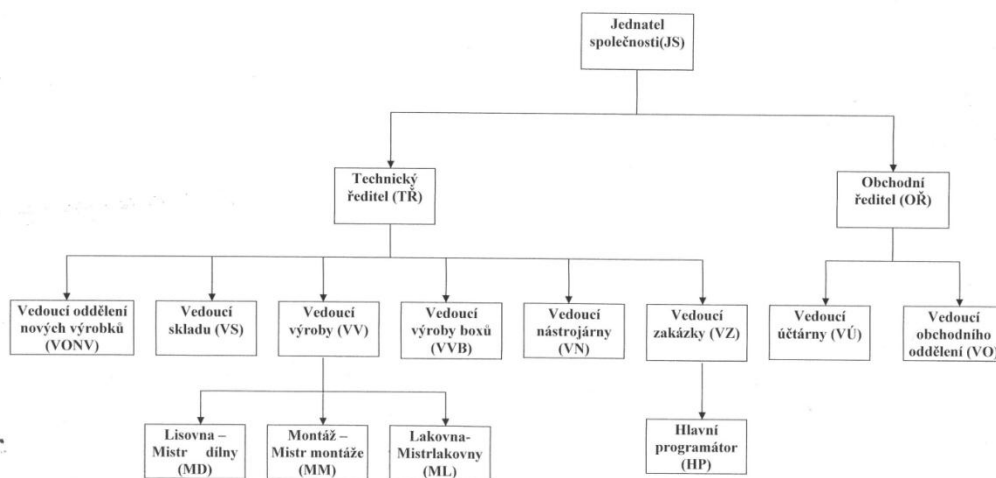


Obr 1. Fotografie firmy [vlastní]

Společnost zabezpečuje 30 % výroby na českém trhu a 70 % produktů jde na vývoz. Firma je držitelem certifikátu systém managementu kvality ČSN EN ISO 9001:2009 ve spojení s ČSN EN ISO 3834-2:2006. Také získala Osvědčení o úspoře emisí od společnosti EKO-KOM a přispěla ke zlepšení životního prostředí tím, že snížila uhlíkovou stopu. Vyráběné střešní boxy splňují atest 8 SD 1305.

Mezi hlavní domácí konkurenty patří společnosti Neumann a Piccola-M. Ze zahraničních konkurentů je to firma Thule. V současné době představuje veliké nebezpečí čínský trh a jejich výroba levných produktů.

Ve společnosti a v jednotlivých provozovnách pracuje 40 zaměstnanců. Na následujícím obrázku je nakreslena organizační struktura firmy.



Obr 2. Organizační struktura firmy [5]

1.2 Výrobní program

Ve společnosti jsou vyráběny výrobky v nástrojárně, tyto výrobky slouží pro další výrobu ve firmě nebo jsou prodávány. Další vyráběný sortiment obsahuje nosiče a boxy. Nosiče jsou kompletovány pracovníky na montáži.

V nástrojárně společnosti HAKR se zabývají výrobou forem, stříhacího náradí, nástrojů, přípravků, tvářecích nástrojů a v neposlední řadě lisováním plastů.

Mezi hlavní sortiment firmy patří:

- střešní boxy,
- nosiče kol na tažné zařízení,
- nosiče kol,
- nosiče lyží,

různých typů a provedení. Zákazník si tak může vybrat přesně takový výrobek, který odpovídá jeho potřebám a požadavkům.



Obr 3. Výrobky společnosti [vlastní]

1.3 Výrobní základna

1.3.1 Výroba

Při výrobě nosičů a boxů se uplatňuje sériová výroba a ve firmě se pracuje na dvě až tři směny, směnnost závisí vždy na aktuálním počtu objednávek. V nářadovně je výroba kusová a pracuje se zde na jednu směnu.

90 % všech součástí je vyráběno ve firmě, 10 % z používaného materiálu nakupuje firma v Číně. Společnost si sama lisuje hmoty, lakuje výrobky a vyrábí díly, protože je to pro ni ekonomicky výhodnější než spolupráce s jinými dodavateli.

1.3.2 Technologie

V nářadovně je úroveň používané technologie na evropské úrovni. Při výrobě se používají elektroerozivní stroje, CNC stroje a konvenční stroje, které jsou obsluhovány zkušenými pracovníky. U vstřikovaných plastů jsou používány vstřikovací lisy. [5]

K tvorbě výkresů se používá software Solid Works. Ten patří v současné době k nejúspěšnějšímu strojírenskému 3D CAD systému na českém trhu. Vyznačuje se snadným, intuitivním a vizuálně přehledným ovládáním, které je postaveno na technologii SWIFT. [14]

Při výrobě nosičů převažuje manuální práce a pracovníci nebo pracovnice kompletují jednotlivé díly do podoby finálního výrobku. Pro ulehčení práce se využívají postupové stroje. I přesto využívaná technologie ve firmě zatím není srovnatelná s technologií největšího konkurenta, který již při výrobě nosičů využívá robotizaci.

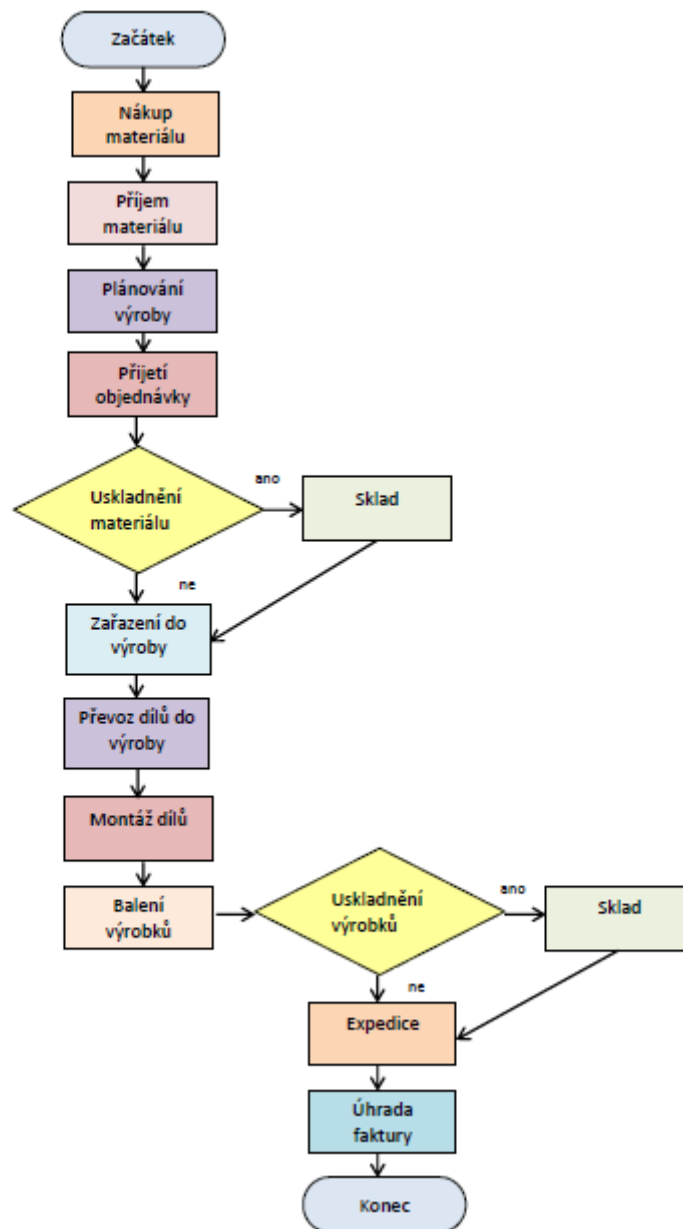
1.4 Informační systém

Firma nemá zavedený žádný podnikový informační systém. Využívá účetní program Pohoda, ve kterém se pracuje s modulem účetnictví a skladové hospodářství. Dále se ve firmě používá běžný kancelářský balíček Microsoft Office. Mezi nejpoužívanější aplikaci z tohoto balíčku patří Microsoft Excel. Ten se využívá pro tvorbu kusovníků, slouží k zapisování vyráběných produktů a k zaznamenávání neshod. Vytváří se v něm i finanční analýza, která slouží jako podklad pro rozhodování obchodního ředitele. Na základě údajů z minulých let se plánuje předpokládaná výroba na další období.

Pro komunikaci mezi vedením a pracovníky slouží porady, ty jsou dvojího typu. Ty první jsou manažerské, konají se jedenkrát měsíčně. Při nich se hodnotí dosažené ekonomické výsledky nebo vykonané činnosti, dále se stanovují strategie na další období a sdělují se důležité informace. Ty druhé porady se konají jednou týdně a vedení při nich komunikuje s mistry o plánu výroby na dané období. Plány výroby se vždy liší podle jednotlivých objednávek. Ve firmě často dochází k výrobě na sklad a management firmy to vidí jako konkurenční výhodu, protože díky zásobě hotových výrobků dokáže pružněji reagovat na požadavky zákazníka.

1.5 Vývojový diagram průběhu výroby

Vývojový diagram průběhu výroby zachycuje jednotlivé procesy ve firmě podle toho, v jakém pořadí jdou za sebou. Je zde rozdíl oproti ostatním podnikům, které nejdříve přijmou objednávku a až na jejím základě začínají nakupovat a vyrábět výrobky. V této firmě nejdříve nakupují materiál a poté plánují výrobu. Objednávky jsou uspokojovány ze skladu nebo výrobou potřebného množství v okamžiku potřeby. Tento přístup je především dán dlouhými dodacími termíny materiálů ze zahraničí a sezónností vyráběného sortimentu. Ve firmě se plánuje předpokládaný objem výroby na základě prodejů z minulých let a podle těchto hodnot se objednává materiál a vyrábí se. Pokud se nepodaří všechny výrobky prodat, zůstávají na skladě na další zimní sezónu a slouží ke krytí požadavků zákazníka.



Obr 4. Vývojový diagram průběhu výroby [vlastní]

2 Cíl řešení diplomové práce

Cílem této diplomové práce je zeštíhlit pracoviště montáž. Při zeštíhlování by mělo dojít i k navržení optimálního uspořádání pracoviště, tak aby odpovídalo ergonomickým požadavkům a předešlo se nadměrné únavě pracovníků. Tyto změny by měly vést k eliminaci všech forem plýtvání.

Nově navržené pracoviště by mělo zvýšit schopnost firmy rychleji reagovat na požadavky zákazníka a také by se měla zkrátit průběžná doba výroby produktu alespoň o 10 %. Současně se zkrácením času potřebného k výrobě produktů se očekává zkrácení vzdáleností při přepravě a přenášení dílů alespoň o 20 %.

Aby bylo možné splnit tyto cíle, při zeštíhlování pracoviště montáž, budu postupovat následujícím způsobem:

- identifikuji proces montáže
- zmapuji současný stav a zaznamenám nezbytná data
- provedu analýzu získaných dat
- identifikuji kritická místa
- navrhnu změny, které by mohly vést k splnění zadaných cílů
- vytvořím mapu budoucího stavu
- nakonec popíšu přínosy nově navrženého stavu.

3 Cesta k štíhlosti a zavádění štíhlé výroby do podniku

Principy a metody vedoucí k zeštíhlení výroby se nejdříve objevily při výrobě automobilů. Firma Toyota svým neustálým zlepšováním a odstraňováním plýtvání z výrobního procesu položila základy štíhlé výrobě. Zavádění štíhlé výroby úzce souvisí s koncem éry masové výroby automobilů.

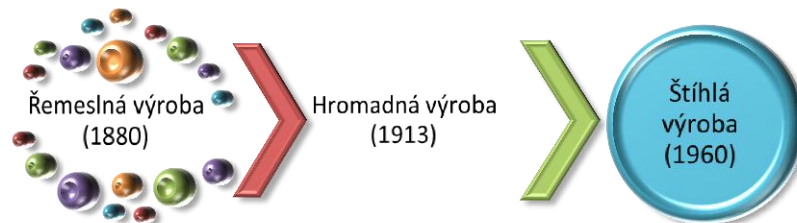
3.1 Vývoj od řemeslné výroby k štíhlé výrobě

Od roku 1880 v automobilovém průmyslu byla uplatňována řemeslná výroba. Vyrábělo se v malém množství a ceny automobilů byly vysoké. U této výroby byly značné požadavky na vysokou kvalifikaci pracovníků. Pracovníci ručně montovali k sobě jednotlivé části automobilů, proto také každý vyrobený automobil byl naprostý unikát. Po řemeslné výrobě nastoupila hromadná (masová) výroba automobilů, která reagovala na zvýšenou poptávku po automobilech. Rozvoj hromadné výroby je spojen se jménem Henry Ford a se zavedením pásové výroby. Díky této výrobě bylo možné vyrobit miliony stejných automobilů během jednoho roku a s mnohem nižšími náklady. Také kvalifikační požadavky u dělníků už nebyly tak vysoké. Ford dále pracoval i na vytvoření zaměnitelných dílů a zkracoval časy jednotlivých operací. Veliké úspory z rozsahu byly největší Fordovou konkurenční výhodou a přivedly ho do čela světového automobilového průmyslu, tuto přední pozici si udržel déle než 50 let. [19]

Kolem roku 1970 američtí a evropští výrobci automobilů přestali být konkurenceschopní. Vývoj nových automobilů a jejich vylepšení byl příliš pomalý a zákazníci měli zájem o úplně jiný typ automobilů.

Koncem osmdesátých let se v Americe rozhodli udělat výzkum, jehož cílem bylo zjistit, proč američtí a evropští výrobci automobilů stále více zaostávají za japonskými. Bylo zjištěno, že japonské firmy ve srovnání s jejich konkurenty vyráběly s polovinou zaměstnanců na montáži, s polovinou kapacit ve výrobě, s desetinou až třetinou zásob, polovinou investic do strojního zařízení, s pětinou dodavatelů a s polovinou výrobních ploch a přitom měli

tříkrát vyšší produktivitu a čtyřikrát kratší dodací termíny. Jejich inovační cyklus vývoje nových modelů automobilů se pohyboval okolo 4 let, zatímco Evropané a Američané svůj výrobní inovační cyklus museli prodloužit ze 7 let na 10 let. [7]



Obr 5. Vývoj k štíhlosti v automobilovém průmyslu [vlastní]

3.2 Výrobní systém firmy Toyota

Výrobní systém firmy Toyota známý jako Toyota Production System (TPS) vznikl jako reakce na existující situaci na trhu automobilů. Umožnil japonským firmám získat konkurenční výhodu a předstihnout ostatní výrobce z jiných zemí.

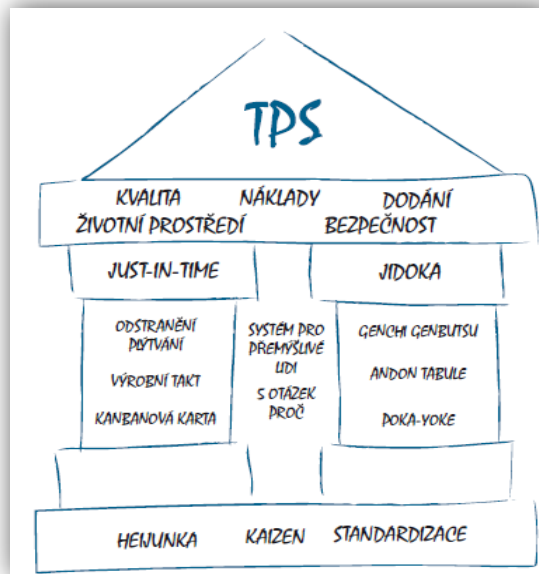
Po 2. světové válce byla efektivní výroba automobilů nejdůležitější, proto byl Taiichi Ohno pověřen zvyšováním produktivity. Podařilo se mu spojit koncept Just in Time s principem Jidoka. Po návštěvě USA se inspiroval americkými supermarketami a navrhl podle něj koncept Kanban. Taiichi Ohno se učil zlepšování kvality od Williama Edwarda Deminga. Cílem Demingova zlepšování bylo zlepšení kvality na každém výrobním stupni, od návrhu až po prodejní služby. Na každou výrobní fázi bylo pohlíženo jako na konečného zákazníka. [17] Tímto způsobem bylo rozvíjeno neustálé zlepšování, které dnes známe pod pojmem Kaizen.

Základní myšlenkou současného výrobního systému, který se vyvíjel řadu desetiletí, je eliminace jakéhokoliv plýtvání. Výrobní systém společnosti Toyota stojí na dvou základních pilířích a to na:

- Just-in-Time
- Jidoka [17]

3.2.1 Just-in-Time

Základní myšlenkou celého výrobního systému firmy Toyota je vyrábět jen to co je potřeba, v potřebném množství a termínu. Tím dochází k tomu, že celou výrobu řídí požadavek zákazníka. [17]



Obr 6. Pilíře výrobního systému Toyota [17]

K vyrovnání toku se používá Heijunka. Tato metoda je založena na vyrovnávání pracovního harmonogramu. Při výrobě dochází k vyrovnávání objemu a množství výrobků. Výrobky nejsou vyráběny podle data objednávky, ale podle celkového množství objednávek za určité období. Podstatou je vyrovnáním způsobem rozdělit výrobu podle stejného množství nebo stejné kombinace výrobků. [10]

Výrobní takt se rovná zákaznické poptávce. Tím je zaručeno, že se vyrábí jen tehdy, když je o výrobek zájem. Výrobní takt je dán časovým intervalem, který je stanoven pro pracovní cyklus, tento pracovní cyklus je vždy

synchronizován s poptávkou. Pomocí výrobního taktu je možné spočítat, kolik práce je možné během dne udělat. [17]

K tomu, aby byly věci ve správnou dobu, a na správném místě se používá kanbanová karta. Ta slouží k vyžádání dílů podle aktuální potřeby. Zásoby se ve firmě udržují na minimální úrovni a dříve než je jejich potřeba se provede doplnění pomocí JIT. [17]

3.2.2 Jidoka

Jidoka je překládána jako automatizace a je možné ji popsat jako automatizaci s lidským dotykem. Na každém pracovišti je kontrolována kvalita před předáním zboží na následující pracoviště. To umožňuje strojům a pracovníkům detekovat nenormální stav a okamžitě zastavit stroj nebo práci. Po zastavení práce se hledá příčina problému. [17]

Jidoka umožňuje, že u každého stroje nemusí stát pracovník, protože chyby se detekují a výroba se sama zastaví, aby došlo k odstranění příčiny jejího vzniku. Tento princip doplňují další důležité prvky a to:

- Genchi Genbutsu – znamená, že se jde ke zdroji problému, vyhodnotí se a pracovník se snaží pochopit, proč tento problém vznikl. Jen tak je možné odhalit a odstranit tento problém.
- Andon tabule – slouží jako prostředek k vizualizaci, má podobu elektronické vývěsky a zobrazuje stav všech produkčních linek. V okamžiku, kdy dojde k závadě, tato tabule informuje pracovníka o závadě a místě vzniku této závady.
- Standardizace – se používá k vytvoření standardizovaných pracovních úkolů.
- Poka-yoke – tato metoda znemožňuje pracovníkům udělat chybu.
- Součástí je i filozofie Kaizen – je to životní a nikdy nekončící cesta firmy Toyota. Pracovníci neustále hledají cesty vedoucí ke zdokonalení všech pracovních postupů. [17]

3.3 Štíhlý podnik

Štíhlost podniku znamená dělat jen takové činnosti, které jsou potřebné. Tyto činnosti musíme v podniku dělat správně, rychle a nejlépe hned napoprvé. Štíhlost vede ke zvyšování výkonnosti firmy, protože na daném pracovišti s daným počtem pracovníků a zařízením dokážeme vyprodukovat více výrobků než naši konkurenti. To vede k růstu přidané hodnoty a zkracování potřebného času na jednotlivé procesy a činnosti. [8]

Štíhlý podnik je postaven na čtyřech základních pilířích, kterými jsou:

- Štíhlý vývoj
- Štíhlá výroba
- Štíhlá administrativa
- Štíhlá logistika

Štíhlý podnik tvoří především lidé a jejich postoj k práci, znalosti a jejich motivace. [8] Právě jen lidé zajistí podniku dlouhodobou konkurenceschopnost a přežití, protože největší bohatství se skrývá v lidech a jejich schopnosti myslet.

Pokud lidé budou mít dostatečnou motivaci ke své práci, budou ji dělat lépe, kvalitněji a rychleji. Největší motivace dosahují lidé tím, že dělají to, co je uspokojuje, přináší jim radost a umožňuje jim seberealizaci. [8]

3.3.1 Cíle štíhlého podniku:

- Zlepšit kvalitu – tak, aby výrobky a služby splňovali přání a potřeby zákazníků.
- Eliminovat ztráty – ztráty jsou veškeré činnosti, které vyžadují čas, zdroje nebo prostory a výrobku nebo službě nepřinášejí přidanou hodnotu. Přidanou hodnotu získává výrobek nebo služba, jestliže přeměňuje a upravuje materiál nebo informace přesně podle požadavků zákazníka.
- Snížit celkové náklady – při snižování nákladů je nezbytné v podniku vyrábět jen podle poptávky zákazníka a zaměřit se na produkty

s vysokými náklady. Tyto výrobky lze odhalit pomocí metody ABC.
[11]

3.4 Štíhlá výroba

Výrobní systém firmy Toyota se stal základem pro vytváření ostatních výrobních systémů. Jejich koncept je dnes známý jako štíhlá výroba a je založen na pružné výrobě, která reaguje na požadavky zákazníka a na jeho poptávku. Poptávka zákazníka je řízena decentralizovaně, prostřednictvím flexibilních pracovních týmů a při nízkém počtu na sebe navazujících stupňů. Každý zaměstnanec má vysokou odpovědnost za kvalitu a průběh výroby a má právo zastavit výrobu při zjištění jakýchkoliv chyb. [7]

Zavádění štíhlé výroby vede k tomu, že výrobci přestávají plýtvat svým časem a hlavně časem svých zákazníků. Propojuje se pohled zákazníka s pohledem výrobce. Přestává se vyrábět pro trh, ale začíná se vyrábět pro konečného zákazníka.

Štíhlou výrobu můžeme také chápat jako nový způsob myšlení ve výrobě. Vede k děláni uspokojivé práce a k úsilí přeměnit plýtvání do hodnoty. Při takové výrobě dochází ke zkracování průběžných časů prostřednictvím eliminace plýtvání. Zkrácení časů vede k rychlejšímu dodání výrobků zákazníkovi při vysoké kvalitě a nízkých nákladech. Štíhlá výroba maximalizuje přidanou hodnotu pro zákazníka. Zeštíhlení je cesta k výrobě více produktů, které vyrábíme s nižšími náklady a při efektivním využití pracovních ploch a výrobních strojů. Štíhlá výroba nemůže existovat bez úzkého propojení vývoje výrobků s technickou přípravou výroby, logistikou a administrativou podniku. [8]

Štíhlá výroba nám poskytuje cestu k tomu dělat víc s méně (s menším lidským úsilím, s méně zařízeními, s kratším časem a s menším prostorem). Štíhlost vede k přiblížení se k zákazníkovi a k poskytování přesně toho, co zákazník chce. [18] Přináší sebou cestu, jak vytvořit zcela novou organizaci lidské práce a způsob budování hodnoty pro konečného zákazníka.

3.5 Pět principů štlhlé výroby

3.5.1 Princip tahu (pull)

V principu tahu je každý pracovník zodpovědný za zajištění požadavků pro další výrobní stupně a následující stupeň se tak stává interním zákazníkem. Hlavní výhodou tohoto principu je výrazné snížení výrobních nákladů v důsledku zkrácení průběžných výrobních dob a snížení mezioperačních zásob. [7]

Produkt je dodáván v okamžiku zájmu zákazníka (kdy si o produkt sám řekne). Zákazník si k sobě tahá produkt v době, kdy má o něj zájem. To vede k tomu, že ve firmách se produkt musí vyrábět rychle a v malých dávkách. Tím nedochází k hromadění zásob na skladě. [18]

3.5.2 Princip zamezení plýtvání a optimalizace hodnototvorného řetězce

Princip zamezení plýtvání je zaměřen na optimalizaci procesů a uspokojení zákazníka. Všechny aktivity v hodnototvorném řetězci se posuzují podle schopnosti vytvořit hodnotu pro zákazníka. Abychom mohli uspokojit zákazníka, musíme odstranit všechny formy plýtvání. Pro zajištění štlhlosti se musí optimalizovat všechny aktivity uvnitř podniku a celá hodnototvorná síť výrobků. Tento princip by měl vést k těsné spolupráci subdodavatelů s distributory. [7]

Zahrnuje všechny činnosti nezbytné od návrhu až po uvedení výrobku na trh a předání produktu zákazníkovi. Obsahuje jen činnosti, které přidávají hodnotu a činnosti, které hodnotu nepřidávají, jsou eliminovány. [18]

Pokud chceme zamezit plýtvání, je nejdříve nezbytné identifikovat hodnotový tok. Ten v sobě zahrnuje nejdříve identifikaci všech kroků v jednotlivých procesech, tyto kroky se zpracují do mapy současného stavu, poté na základě této mapy se definují slabá místa a možnosti ke zlepšení. Následně se vytvoří mapa budoucího stavu, ve které se vyznačí navrhované zlepšení. Tímto způsobem je možné zachytit celý hodnotový tok v podniku. [18]

3.5.3 Princip zaměření na podstatné aktivity a klíčové schopnosti

Tento princip v sobě ukrývá zhodnocení a kritické prověření všech aktivit, které přidávají a nepřidávají hodnotu v hodnototvorném řetězci. [7] O přidané hodnotě rozhoduje náš zákazník. On stanoví v jaké kvalitě, množství, termínu a ceně je ochoten koupit náš výrobek nebo službu. [8]

3.5.4 Princip plynulého toku

Jako první objevil potenciál toku Henry Ford při hromadné výrobě automobilů. Jeho metody fungovaly u velkého objemu produktů, při použití přesně stejných dílů a při výrobě stejného typu automobilu po období několika let. Po druhé světové válce Taiichi Ohno a Shigeo Shingo hledali příležitost, jak vytvořit plynulý tok i u malosériové výroby. Plynulý tok byl zajištěn rychlou změnou nástrojů a pomůcek, rychlým seřizováním strojů. Jen tak bylo možné zajistit plynulost při výrobě rozdílných produktů. Plynulý tok v současné době odstraňuje čekání a zbytečné zásoby mezi vývojem a dobou odezvy. [18]

3.5.5 Princip nepřetržitosti (dokonalosti)

Znamená, že zlepšování je nepřetržitý proces, který probíhá kontinuálně a nikdy nekončí. [7]

Jednou z nejdůležitějších pohnutek je transparentnost, to znamená, že každý z dodavatelů, distributorů, zákazníků a zaměstnanců může vidět všechno a je tedy jednodušší odhalit lepší cestu k tvorbě hodnoty. A navíc je to výborná zpětná vazba pro zaměstnance o zlepšování v podniku. Tah a tok jsou nejdůležitější techniky vedoucí k zlepšování všech výkonů. Zaměstnancům přináší okamžitou zpětnou vazbu o vývoji produktu a o všem co se s produktem od výroby až po dodání zákazníkovi děje. Zaměstnanci tak mohou vidět, jak výrobek nebo služba uspokojuje konečného zákazníka. [18]

3.6 Prvky štíhlé výroby



Obr 7. Prvky štíhlé výroby, zpracováno podle [8]

3.7 Metody optimalizace a zeštíhlení výroby

Mezi základní metody patří:

- Pochopení hodnoty z hlediska zákazníka – mělo by se vyrábět jen to, co zákazník skutečně chce v požadovaném množství a v čase.
- Mapování hodnotového toku – zahrnuje analýzu jednotlivých procesů a jejich roztřídění na procesy přidávající a nepřidávající hodnotu pro zákazníka. [16]
- Snížení plýtvání – z podniku by se měli odstranit všechny procesy, které nepřidávají hodnotu výrobku a způsobují plýtvání. [8]
- Plynulý tok (Just-in-Time) – představuje systém toku výroby, v kterém je při následujícím procesu vždy odebíráno jen takové množství surovin, které je potřebné pro další výrobu.

3.7.1 Pochopení hodnoty z hlediska zákazníka

Hodnota je definována podle konečného zákazníka, je vytvářena výrobcem a je vyjádřena specifickou cenou, termínem a typem produktu. Definování hodnoty u produktu začíná hned ve fázi jeho návrhu. Je to nejdůležitější a nejkritičtější krok. Pokud firmy poskytují špatné zboží nebo služby, které nevytváří hodnotu, označujeme toto zboží a služby slovem muda (plýtvání). [18]

Přidávání a nepřidávání hodnoty, tak jak ji vidí firma Toyota.

- **Činnosti přidávající hodnotu** - transformační proces má rozhodující význam pro výrobek nebo službu, za kterou si zákazník platí.
- **Činnosti nepřidávající hodnotu** – tyto činnosti tvoří ztrátu, jedná se o všechny čekací doby nebo přepravu z místa na místo.
- **Činnosti nepřidávající hodnotu, které jsou vyžadovány** – zde má T. Ohno na mysli práci nebo vedlejší práci, do které patří prověrky dat, kontrolní systémy, příprava dokumentace, vedení účetnictví aj. Tyto činnosti jsou nezbytné pro správný chod firmy. [10]

James P. Womack a Daniel T. Jones navrhli jednoduché principy pomoci, kterých je možné se přiblížit přání zákazníka a definovat hodnotu, kterou si zákazník přeje. Mezi tyto principy patří:

- Řešit problém zákazníka komplexně;
- Neplýtvat časem zákazníka;
- Poskytovat přesně co zákazník chce;
- Poskytnout hodnotu tam, kde ji zákazník chce;
- Poskytovat hodnotu zákazníkovi v době, kdy ji chce;
- Poskytovat hodnotu, kterou si zákazník skutečně přeje;
- Řešit neustále problémy zákazníka. [18]

3.7.2 Kaizen

Kaizen se začal používat v Japonsku po druhé světové válce, kdy Japonsko bylo válkou zlikvidované a jediný způsob, jak se přiblížit americkým výrobcům automobilů bylo zlepšování po malých krůčkách.

Kaizen bychom měli vidět, jako určitý způsob myšlení. Slovo Kaizen bývá překládáno jako změna k lepšímu. Je to tedy filozofie života, která nám říká, že zítra musí být lépe, než je dnes a to nejen v našem životě, ale i v práci. Kaizen se nejdříve týká nás samotných a nakonec až věcí a procesů okolo nás. Je to neustálý proces, který se vyvíjí a je přirozený jako dýchání pro člověka. [8]

3.7.3 Mapování hodnotového toku

Základní metodou používanou pro zeštíhlení je mapování hodnotového toku, vzniklo z anglického slova Value Stream Mapping. Tato mapa se dá využít ve všech podnikových oblastech, ať už se jedná o logistiku nebo vývoj. Její velikou výhodou je jednoduchost a rychlost. Mapa se kreslí pro klíčové komponenty nebo skupinu výrobků. K sestavení této mapy stačí obyčejný list papíru, tužka a guma. Umožňuje nám jednoduché získání komplexního pohledu na veškeré formy plýtvání v podniku. [8]

Hodnotový tok v sobě zahrnuje veškeré činnosti od návrhu, objednání, výroby až po dodání produktů nebo služby konečnému zákazníkovi. Má tři hlavní části:

- tok materiálu od dodavatele až po dodání zákazníkovi,
- přeměnu surovin na hotové zboží,
- tok informací, které podporují a řídí tok materiálu a zabezpečují přeměnu surovin na hotový výrobek. [11]

Role mapování hodnotového toku ve štíhlé výrobě je:

- definovat hodnotu tak jak ji vidí zákazník,
- zmapovat současný stav,
- uplatnit nástroje štíhlé výroby k identifikaci plýtvání,

-
- zmapovat budoucí stav,
 - navrhnout změnu,
 - implementovat navrženou změnu,
 - ověřit nově navržený proces. [12]

Při vytváření mapy hodnotového toku, musíme nejdříve stanovit, jaký výrobek, službu nebo rodinu výrobků budeme mapovat. Poté nakreslíme tok procesu směrem od zákazníka k předchozím činnostem. Ze všech činností identifikujeme ty hlavní a umístíme je do mapy podle jejich pořadí. Dále přidáme tok materiálu a také tok informací u jednotlivých činností. Dalším krokem je sběr dat o procesu a propojení políček v grafu mezi sebou. Po sběru dat následuje jejich přiřazení k procesu a určení průběžné doby výroby. Posledním krokem při vytváření mapy hodnotového toku je ověření sestavené mapy a provedení případných změn. [3]

3.7.4 Snižování plýtvání

Chceme-li odstranit plýtvání, musíme jej nejdříve identifikovat a měřit. Plýtvání je v podstatě vše, co výrobku nebo službě nepřidává hodnotu a zvyšuje jeho náklady. Japonci označují plýtvání slovem „muda“. Mezi nejčastější formy plýtvání patří:

- zbytečné pohyby pracovníků,
- nadvýroba,
- nadbytečná práce,
- vysoké zásoby,
- čekání,
- výroba zmetků (defektů),
- doprava,
- nevyužití schopností pracovníka. [8]

3.7.5 Just in Time

Metoda Just in Time (JIT) vznikla v Japonsku a v USA počátkem 80. let a později se rozšířila i do Evropy. Podstatou této metody je dodání materiálu přesně v čas (v okamžiku potřeby), v potřebném množství, kvalitě a na správné

místo. JIT můžeme chápat jako jistou filozofii řízení výroby, která se zaměřuje na odstraňování ztrát a všech činností nepřidávajících hodnotu. [13]

Charakteristickou vlastností JIT je malý počet dodavatelů, výroba v malých dávkách, rychlé a především levné změny vyráběných produktů, preventivní údržba a oprava zařízení. Tato koncepce má vliv na budování dobrých vztahů s dodavateli, kteří se stávají díky dodavatelskému řetězci součástí firmy. Toto řízení dodavatelského řetězce je považováno za klíč k budoucí konkurenceschopnosti. [2] Současně s technologií JIT bývá používána i technologie Kanban.

3.7.6 Kanban

Bez zásobovací technologie Kanban byla vyvinuta v 50. a 60. letech japonskou firmou Toyota Motors. Nejvíce se tato metoda využívá ve strojírenské výrobě a v automobilovém průmyslu. Používá se pro opakovanou dodávku stejných dílů. Funguje na principu samo řídicích regulačních okruhů, kdy dodavatel s odběratelem je propojen na základě tažného principu (pull principu). Objednací množství je obsah jednoho přepravního prostředku (nebo jeho násobku). Dodavatel při dodávce ručí za kvalitu a odběratel je povinen vždy převzít dodávku. Kapacity dodavatele a odběratele na základě synchronního odebírání jsou vyvážené a spotřeba je rovnoměrná. Mezi největší výhodu patří to, že dodavatel ani odběratel nevytváří žádné zásoby. [13]

3.7.7 SMED

Zkratka SMED vznikla z anglických slov Single Minute Exchange of Die. Objevitelem této metody byl japonský průmyslový inženýr Shigeo Shingo. Přišel s tím, že je možné zkrátit čas potřebný na výměnu nástroje na 1 – 9 minut pomocí organizačních a technických opatření a tím zkrátit čas na 1/50 původní doby. Při výměně a seřizování vzniká plýtvání:

- při přípravě na změnu,
- při montáži a demontáži,
- při doseřizování a zkouškách,
- a při čekání na zahájení výroby. [8]

V některé literatuře se můžeme setkat s čtyřmi kroky k SMED, při kterých dochází k oddělení externího a interního seřizování, poté se interní seřizování převede na externí a následně dochází k zlepšování všech činností v rámci externího a interního seřizování. Posledním krokem je eliminace interních úprav a dodatečného doseřizování. [6]

3.7.8 Standardizace výrobního procesu

Standardizace výrobního procesu představuje přijetí jednotných předpisů (norem) a vypracování postupů, podle kterých se budou pracovníci řídit. Dále zahrnuje dodržování přijatých postupů u vstupních a výstupních prvků, činností a při předávání informací. Cílem standardizace výrobního procesu je vytvořit soubor opatření k efektivnímu fungování v samotném výrobním procesu.

3.7.9 Organizace pracoviště - 5S

Základem štihlé výroby je i štihlé pracoviště. Na návrhu pracoviště závisí pohyby pracovníků a od pohybů pracovníků se odvíjí spotřeba času, výkonové normy, výrobní kapacity a mnohé další parametry ve výrobě. [8]

5S se skládá z pěti, respektive z 6 pilířů. Název 5S vznikl podle pěti japonských slov, které začínají na písmeno s. Později vznikl i šestý pilíř, který zahrnuje bezpečnost na pracovišti.

Pilíře 5S (6S):

1. Seiri (třídění, úklid)

Při třídění se musí z pracoviště odstranit všechny předměty, které nejsou nezbytné pro splnění dané operace. Zde je vhodné využít strategii označování červenými visačkami. Předměty opatříme červenými visačkami, protože červená barva upoutá naši pozornost. Při označování se doporučuje stanovit cílový počet červených visaček, které přidělíme každému pracovníkovi. Touto visačkou může pracovník označit pouze jeden předmět a označuje jak potřebné, tak i nepotřebné předměty. Po označení předmětů vyhodnocujeme jejich potřebnost nebo nepotřebnost. [4]

2. Seiton (nastavení pořádku, pořádek)

Tento pilíř se zavádí po zavedení prvního pilíře, jen tak je možné zaručit jejich funkčnost. Nastavení pořádku souvisí s uspořádáním potřebných předmětů, tak aby mohli být snadno použitelné a díky označení je mohl kdokoliv nalézt a uložit. Po aplikaci tohoto pilíře se můžeme vyhnout hned několika druhům plýtvání.

Při zavádění nastavení pořádku nejdříve vytvoříme mapu 5S, která se používá k vyhodnocení současného umístění přípravků, nástrojů, strojů a součástí. Přehledně znázorňuje rozložení pracovního prostoru. Po provedené změně opět vytvoříme mapu 5S, pomocí které můžeme vyhodnotit a zlepšovat nové rozvržení pracovního prostoru. Při identifikaci jednotlivých umístění je možné využívat:

- **Strategii štítků:** řeší způsob identifikace a umístění předmětů.
- **Strategie nátěru (lepící pásky):** využívá se k vytvoření dělicích čar mezi pracovní oblastí a oblastí pro chůzi.
- **Strategie barevného kódování:** slouží k jasnému znázornění účelu, ke kterému jsou jednotlivé součástky, nástroje a přípravky používány.
- **Strategie hranice:** využívá nakreslených obrysů přípravků a nástrojů v místech jejich skladování. [4]

3. Seiso (lesk, čištění, udržování pořádku)

Tento pilíř v sobě obsahuje odstranění nečistot, udržování čistého pracoviště a kontrolu. Nejdříve se musí stanovit cíl lesku v oblasti skladových položek, zařízení a prostorů. Poté se stanovují úkoly podle mapy úkolů 5S nebo plánu 5S. Následuje vytvoření standardizace, aby lidé věděli, jak mají využít efektivně svůj čas při dodržování tohoto pilíře. Připraví se nástroje a zahájí se lesk. Při úklidu pracovníci mohou prohlédnout a zkontrolovat zařízení. Tak je možné spojit úklid s kontrolou. [4]

4. Seiketsu (standardizace)

Je to metoda využívaná pro zachování tří předchozích pilířů. Standardizaci je možné zavést vytvořením tří návyků, které jsou:

-
- stanovení zodpovědnosti k zachování předchozích 3S;
 - zabránění opětovnému zhoršení povinností údržby v předchozích 3S;
 - kontrola dobrého udržování předchozích 3S. [4]

5. Shitsuke (zachování, sebedisciplína)

Tento pilíř znamená zachování vytvořených návyků a udržování správných procedur. Zde se dostáváme k problému, jak donutit zaměstnance, aby dodržovali nastavená pravidla. Jediným způsobem, kterým je možné motivovat zaměstnance k dodržování činností při zavádění 5S je odměna. Pokud je odměna zaměstnanců za zavedení prvních čtyřech pilířů vyšší než odměna za jejich nezavedení, potom zachování metody 5S je pomocí pátého pilíře něco přirozeného. [4]

6. Safety (bezpečnost pracoviště)

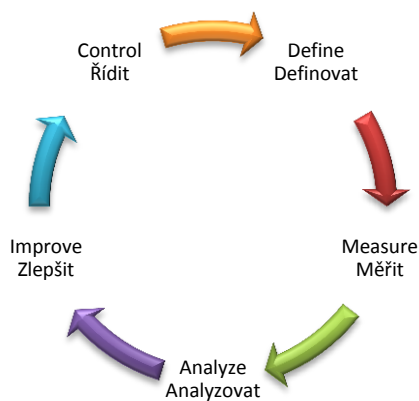
Při realizaci navrženého zlepšení by se mělo zabránit tomu, aby navržené zlepšení ohrožovalo pracovníky. Cílem tohoto pilíře je předcházet pracovním úrazům.

3.8 DMAIC – metodika řešení problémů

DMAIC je metodika, která se používá k řešení problémů. Tato metodika se začala používat hlavně s nástupem Lean Six Sigma a při zavádění štihlé výroby do podniku.

Slovo DMAIC vzniklo z pěti anglických slov:

1. **Define (definovat)** – v této fázi se stanoví cíl, kterého chceme dosáhnout. Nejčastěji náš cíl odpovídá právě tomu, co si přeje a chce náš zákazník.
2. **Measure (měřit)** – ve fázi měřit se zjišťuje, jaký je náš výchozí stav a jak na tom opravdu jsme.
3. **Analyse (analyzovat)** – při analyzování ověřujeme kořenové příčiny a identifikujeme všechny zdroje plýtvání.
4. **Improve (zlepšit)** – v této fázi hledáme nová řešení, která odstraní příčiny problémů a až po jejich odhalení zavádíme zlepšení do procesu.
5. **Control (řídit)** – fáze řídit v sobě zahrnuje vytvoření dokumentace a udržování zlepšení. [3]



Obr 8. DMAIC cyklus [vlastní]

4 Analýza současné situace

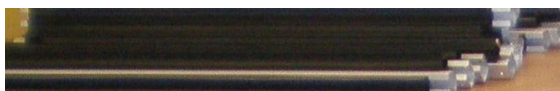
4.1 Kompletace nosičů lyží

Vzhledem k rozsáhlosti výrobního sortimentu a s přihlédnutím ke změnám pracovišť při výrobě dalších produktů bude dále popisováno pouze jediné montážní pracoviště zabývající se kompletací nosičů lyží.

Pracoviště montáž nosičů lyží je uspořádáno předmětně. Jednotlivá pracoviště jsou za sebou řazena podle sledu vykonávaných technologických operací. Polotovar prochází každým pracovištěm a na každém z nich je částečně zkompletován a poslán na další pracoviště. Na posledním pracovišti je kompletace dokončena a zkouší se funkčnost výrobku. Výrobek se umístí s příslušenstvím do krabice a dochází k jeho zabalení na balicí lince. Zabalený výrobek je umístěn na paletu a po její zaplnění přesunut k následnému balení a do meziskladu. Z meziskladu se takto zabalený výrobek přepravuje do skladu nebo přímo ke konečnému zákazníkovi.

4.1.1 Postup montáže

Pracovník nebo pracovnice vezme z úložného boxu spodní plech nosiče lyží a položí ho do nachystané formy. Ve formě na jeden konec plechu nasadí plastový spodek bez uší a na druhý konec plastový spodek s ušima. Takto si připraví pět kusů a poté pomocí šroubků a vrtačky dotáhne díly k sobě. Potom polotovar přemístí na úložný prostor, který má před sebou. Další činnost se provádí na druhém pracovišti.



Obr 9. Plechy nosičů lyží [vlastní]



Obr 10. Používané díly při montáži [vlastní]

- | | |
|--------------------------------|---------------------|
| a) plastový spodek bez uší | d) plná zátka jeklu |
| b) hlava se zámkem a bez zámku | e) vruty |
| c) zátka jeklu | |

Druhý pracovník nebo pracovnice si vezme polotovar. Na jednu stranu nasadí hlavu se zámkem a na druhou stranu dá hlavu bez zámkem. Do hlavy se zámkem dá zátka jeklu a na ni nasadí horní plech nosiče lyží. Na konec horního plechu ještě přidá plnou zátka jeklu a pošle polotovar na další pracoviště.

Třetí pracovník nebo pracovnice si vezme polotovar a umístí jej do formy. Přitluče kladivem vruty a tím spojí obě hlavy s plechy. Poté posílá hotový výrobek na poslední pracoviště.

Na posledním pracovišti čtvrtý pracovník nebo pracovnice ověří funkčnost výrobku a dá ho do krabice. K hotovému výrobku ještě přidá klíčky na zamykání a další příslušenství na namontování nosiče na auto. Takto zabalený výrobek umístí za sebe na odkladnou plochu. Po zaplnění této plochy přenáší zabalené výrobky na paletu.

Po montáži následuje balení výrobků. Jakmile je paleta naplněna, přenáší pracovník nebo pracovnice výrobky k zabalení na balící linku. Výrobky prochází balící linkou za sebou a pracovník nebo pracovnice na druhém konci ukládá zabalené výrobky zpět na paletu. Jakmile dojde k zaplnění palety zabalenými výrobky. Paleta je přemísťována na paletovém vozíku na další balící místo, kde se balí k sobě všechny výrobky na paletě. Takto zabalené výrobky jsou umístěny do meziskladu a následně jsou odebírány do skladu nebo se expedují k zákazníkovi.



Obr 11. Balení výrobků ve firmě [vlastní]



Obr 12. Layout pracoviště ze dne 4. 11. 2011 [vlastní]



Obr 13. Snímek pracoviště ze dne 19. 01. 2012 [vlastní]

4.1.2 Předávání informací na pracoviště montáž

Na pracovišti montáž se k předávání informací a úkolů využívají nástěnky. Na nástěnce jsou umístěny změny, které se týkají pracovních úkolů a používaných dílů a materiálů. Výrobky jsou montovány podle výrobního plánu. O plánu výroby je mistrová informována na poradě, vyvěšením aktuálního plánu na nástěnce anebo od osoby zodpovědné za plánování.



Obr 14. Nástěnka na pracovišti [vlastní]

4.1.3 Skladování hotových výrobků

Zabalené výrobky umístěné na paletě jsou převáženy z meziskladu do skladu hotových výrobků a pomocí vysokozdvížného vozíku jsou zakládány do jednotlivých regálů. Další palety s výrobky, které nelze umístit na regály, a produkty určeny k expedici jsou ukládány vedle regálů.



*Obr 15. Sklad hotových výrobků
[vlastní]*

5 Optimalizace současného stavu pomocí metodiky

DMAIC

K analyzování současného stavu procesu využijí metodiku DMAIC. Ta se skládá z jednotlivých procesů a to definovat, měřit, analyzovat, zlepšit a řídit. Pokud chceme zlepšovat cokoli v podniku, musíme projít celým cyklem DMAIC. Přeskočení některého z vyjmenovaných procesů vede k neúspěchu celého projektu.

5.1 Definovat

V současné době dochází ve firmě k výrobě na sklad a nevyrábí se pro konečného zákazníka. Firma využívá tento způsob, aby byla schopna rychle reagovat na požadavky zákazníků. Vyrábí se na základě předpovědi prodejů z minulých let. Z analýzy současného stavu jsou patrné některé problémy a nedostatky, ke kterým dochází. Tím prvním a zásadním problémem, který brání vyšší flexibilitě je plýtvání na pracovišti. Dále je tady problém u plánování výroby, kde dochází k tomu, že se mění plán výroby a pracovníci přechází z jednoho vyráběného typu produktu na jiný. Aby pracovníci a pracovnice byli schopni vytvořit požadované zásoby, často pracují přesčas nebo o víkendu. Je zde také obtížné sledovat aktuální stav zásob a její minimální úroveň. Vyrábí se až, když je stav na skladě nulový nebo tak malý, že nedokáže pokrýt požadavky zákazníků. Skutečný stav zásob sleduje pouze jediný pracovník zodpovědný za plánování výroby.

Z důvodu zvýšení flexibility a konkurenceschopnosti se firma rozhodla zavést koncept štíhlé výroby. Hlavním cílem tohoto projektu je zeštíhlení pracoviště montáže nosičů lyží a eliminace všech forem plýtvání.

5.1.1 Projektová listina

Prvním krokem je tvorba projektové listiny, která obsahuje cíle, kterých chce firma dosáhnout. Dále tato listina obsahuje osoby, které na projektu budou pracovat a součástí je i časový harmonogram s dalšími doplňujícími informacemi o projektu.

Tab. 2. Projektová listina [vlastní]

Projektová listina	
<p>Název projektu: Návrh zeštíhlení pracoviště montáž</p> <p>Popis projektu: Součástí tohoto projektu je návrh nového uspořádání pracoviště, tak aby odpovídalo ergonomickým požadavkům a vedlo k eliminaci všech forem plýtvání.</p> <p>Datum realizace projektu: 1.11. 2012 – 15.3. 2013</p>	
<p>Cíle projektu:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Návrh nového uspořádání pracoviště, 2. Odstranit plýtvání na pracovišti, 3. Zrychlit průběžnou dobu výroby, <p>Předpoklady:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Návrh nového uspořádání pracoviště povede k snížení plýtvání. 2. Eliminace plýtvání se projeví v zrychlení průběžné doby. 3. Zrychlení průběžné doby a snížení rozpracovanosti má vliv na rychlejší splnění požadavků zákazníka. Schopnost rychle vyrobit výrobky by měla také vést k snížení skladových zásob. 	
<p>Metriky projektu</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Průběžná doba procesu (PLT) 2. Účinnost cyklu procesu (PCE) 3. Doba cyklu 4. Vzdálenosti na pracovišti 	
<p>Přínosy pro podnik:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Standardizace práce. 2. Vytvoření čistého a organizovaného pracoviště. 3. Zkrácení reakce na objednávku. 4. Eliminace přesčasů pracovníků. <p>Očekávané finanční a nefinanční výsledky:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Snížení skladových nákladů, 2. Eliminace přesčasů pracovníků, 3. Zvýšení cash flow, 4. Snížení fluktuace. <p>Přínosy pro zákazníka:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Rychlejší dodávka produktů, 2. Výrobky budou odpovídat přání zákazníka. 	
Členové týmu	<p>Realizátor návrhu Majitelé firmy Mistrová Pracovníci montáže Plánovač výroby</p>

5.1.2 Diagram SIPOC

Po vytvoření projektové listiny jsem zmapovala proces pomocí diagramu SIPOC. Tento diagram ukazuje proces z vyšší úrovně. Umožňuje nám rozkrýt všechny detaily a identifikuje hranice našeho procesu. Je vhodné ho využít, abychom si uvědomili, jaký je skutečný výstup z procesu.

Tab. 3. Diagram SIPOC [vlastní]

Dodavatel	Vstupy	Proces	Výstupy	Zákazník
Lisovna	Plastové díly	Montáž	Výkaz práce	Účetní
Prodejce zámků	Zámek		Daňové doklady	Majitel Účetní
Prodejce spojovacího materiálu	Spojovací materiál		Daňové doklady	Majitel Účetní
Nářad'ovna Prodejce nářadí	Pracovní pomůcky a nářadí		Výkaz práce Daňové doklady	Účetní Majitel
Majitel	Montážní schéma		Nosič Přijaté peníze	Zákazník Majitel
Distributor elektřiny	Elektrický proud		Smontovaný výrobek	Majitel Plánovač výroby Účetní

5.2 Měřit

Ve fázi měřit sbíráme data a informace o procesu. Tato fáze je velice důležitá, protože nám poskytne informace o aktuálním stavu procesu. Před samotným sběrem dat si musíme nejdříve odpovědět na následující otázky:

- Co budeme měřit?
- Jak to budeme měřit?
- Kdo to bude měřit a kdy?

Co budeme měřit? U této první otázky se zaměřím především na vyhodnocení výchozích stanovených metrik, které jsou uvedeny v Projektové listině. Mezi tyto metriky patří:

-
- Průběžná doba
 - Účinnost cyklu procesu
 - Doba taktu
 - Vzdálenosti na pracovišti

5.2.1 Průběžná doba

Průběžná doba je doba od vstupu produktu do procesu až do doby jeho výstupu z procesu. Označuje se jako PLT.

Průběžnou dobu ovlivňuje mnoho faktorů jako například nastavení procesu, lidé, manipulace, velikost dávek, způsob zásobování atd. Z tohoto důvodu se stává, že průběžná doba často kolísá. Abychom byli schopni uspokojit požadavky našeho zákazníka měli bychom se snažit o konstantní průběžnou dobu.

Průběžnou dobu vypočítáme tak, že rozpracovanost podělíme propustností. [6]

$$\mathbf{PLT} = \frac{\mathbf{Rozpracovanost}}{\mathbf{Propustnost}} \quad (1)$$

Rozpracovanost dále také značena jako WIP z anglického slova Work In Process představuje množství rozpracovaných produktů, které se nachází uvnitř celého procesu.

Propustnost vyjadřuje množství produktů, které vystoupí z procesu za stanovený čas. Propustnost za minutu vypočítáme tím způsobem, že 60 sekund vydělíme nejdelší operací, kterou máme v procesu.

Výpočet aktuálního stavu průběžné doby. WIP = 69 kusů, propustnost = 1,46 kusů/min

$$\mathbf{Propustnost} = \frac{60}{41} = \mathbf{1,46 \text{ ks/min}}$$

$$\mathbf{PLT} = \frac{69}{1,46} = \mathbf{47,26 \text{ minut}}$$

Z výpočtů vyplývá, že za jednu minutu vystoupí z procesu 1 kus a v procesu zůstává jeden napůl nedokončený kus. Průběžná doba tohoto procesu je 47,26 minut.

5.2.2 Účinnost cyklu procesu

Ukazatel účinnosti cyklu procesu se používá k procentuálnímu vyjádření času, kdy je výrobku přidávána hodnota k procentuálnímu času, kdy výrobku není přidávána hodnota. Účinnost cyklu procesu značíme PCE. Tato zkratka vznikla z anglických slov Process Cycle Efficiency.

Účinnost cyklu procesu vypočítáme tak, že činnosti přidávající hodnotu podělíme průběžnou dobou procesu. [6]

$$\mathbf{PCE = \frac{VA}{PLT} * 100} \quad (2)$$

Činnosti přidávající hodnotu tvoří 0,84 minut. Průběžná doba je 47,26 minut.

$$\mathbf{PCE = \frac{0,84}{47,26} * 100 = 1,78 \%}$$

Ukazatel účinnosti cyklu procesu je 1,78 %. Tento ukazatel je velmi nízký a je nezbytné se zaměřit na zvyšování účinnosti cyklu procesu.

5.2.3 Doba taktu

Doba taktu vyjadřuje celkový čas, který máme k dispozici k výrobě. Dále je tento dostupný čas rozdělen podle požadavků zákazníka. Dobu taktu vypočítáme tím způsobem, že dostupný výrobní čas vydělíme požadavkem zákazníka.

$$\mathbf{Doba\ taktu = \frac{dostupný\ výrobní\ čas\ v\ daném\ dni}{požadované\ výrobní\ množství\ v\ daném\ dni\ (požadavek\ zákazníka)}} \quad (3)$$

$$\mathbf{Doba\ taktu = \frac{25\ 200}{484} = 52,066\ sekund}$$

Doba taktu je 52,066 sekund. Firma je schopna uspokojit poptávku zákazníka.

Jak to budeme měřit? Nejdříve musíme standardizovat způsob měření, aby se nestávalo, že každý měří něco jiného a jiným způsobem. Musíme

zamezit duplicitnímu měření a zajistit, aby byly sbírány jen nezbytné hodnoty v okamžiku jejich potřeby. Dále řešíme otázku zápisu naměřených dat, tady řešíme to, jestli budeme zapisovat data na papír nebo rovnou do počítače.

Vzorce pro výpočet stanovených metrik jsou uvedeny výše. Pro výpočet těchto ukazatelů budeme potřebovat: čas, kdy je produktu přidávána hodnota, údaje o rozpracovanosti a propustnosti, čas nejdelší operace, údaje o délce směny a o požadavcích zákazníka.

Kdo to bude měřit a kdy? Data by měl sbírat pracovník, který běžně normuje časy jednotlivých operací nebo další osoba, která je se způsobem měření seznámena. V tomto procesu normuje časy mistrová.

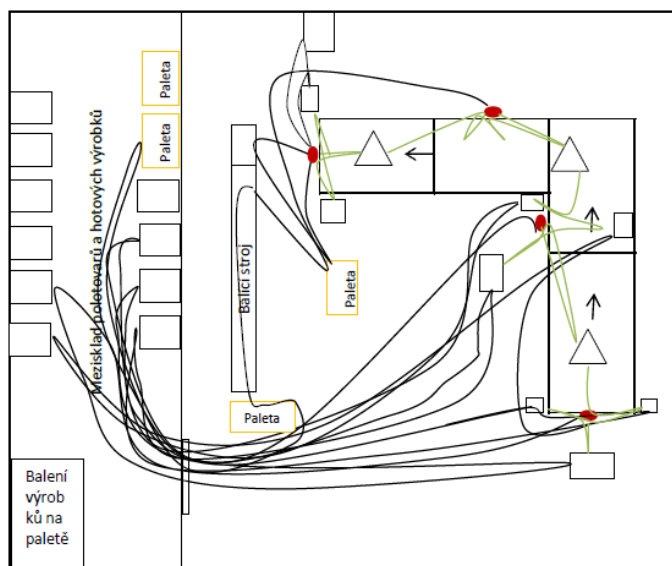
5.3 Analyzovat

V této fázi se snažíme identifikovat příčiny problémů. Jedině poté jsme schopni tyto problémy eliminovat nebo úplně odstranit z našeho procesu.

5.3.1 Špagetový diagram

K odhalení plýtvání na pracovišti jsem využila Špagetový diagram, který zachycuje pohyby nejen pracovníků, ale i dílů. Tento jednoduchý nástroj je schopen odhalit množství těchto pohybů a vzdálenosti, které pracovníci nebo díly urazí během pracovní doby. Také je to jasný a hlavně vizuální podklad pro následný re-layout.

Z nakresleného Špagetového diagramu a z výstupu z Procesní analýzy je jasné, že na pracovišti dochází k poměrně velkému plýtvání při dopravě dílů a při předávání polotovarů na další montážní pracoviště.



Obr 16. Špagetový diagram [vlastní]

Vysvětlivky:

- ← směr předávání polotovaru na jednotlivá pracoviště
- pracovnice
- díly
- △ polotovary čekající na další operaci
- pohyb pracovníků pro díly
- ▭ paleta s hotovými výrobky
- Pohyby s díly a s hotovými výrobky

5.3.2 Procesní analýza

Při zeštíhlování pracoviště nejdříve musíme analyzovat a najít všechny možné formy plýtvání. K analyzování současného stavu jsem využila kromě klasických nástrojů v metodice DMAIC i Procesní analýzu, abych byla schopna zachytit posloupnost jednotlivých činností.

Tento nástroj je jednoduchý a vizuálně nám podává obraz o každé dílčí činnosti v celém procesu. Současně také tato analýza slouží jako podklad pro další analýzy a grafická vyjádření současné situace v procesu montáže nosičů lyží.

Tab. 4. Procesní analýza jednoho kusu [vlastní]

Procesní analýza - 1 kus							
č.	činnost	operace	transport	kontrola	čekání	vzdálenost v (m)	doba trvání
1	Příprava plastových spodků k montáži		↗			1,2	
2	Přenesení pěti plechů lyží na pracoviště k montáži		↗			1,2	
3	Spojení spodků s plechy ve formě	⊙					0:04:00
4	Příprava šroubků	⊙					0:07:25
5	Přivrtání plastových spodků k plechům	⊙					0:06:25
6	Přemístění polotovaru na další pracoviště		↗			1,2	
7	Mezisklad mezi operacemi				⊙		
8	Odběr polotovaru další pracovníci		↗			3,8	
9	Přenesení horního plechu lyže na pracoviště		↗			1	
10	Přemístění hlav na pracoviště		↗			0,8	
11	Montáž dílů	⊙					0:20:06
12	Přemístění polotovaru na další pracoviště		↗			1,8	
13	Mezisklad mezi operacemi				⊙		
14	Přenesení polotovaru		↗			1	
15	Spojení dílů ve formě pomocí vrutů	⊙					0:15:15
16	Přesun polotovaru na další pracoviště		↗			0,8	
17	Mezisklad mezi operacemi				⊙		
18	Přenesení polotovaru		↗			1	
19	Ověření funkčnosti výrobku a přiložených klíčků				⊙		
20	Umístění hotového výrobku a příslušenství do krabice	⊙					0:27:15
21	Odložení hotového výrobku na balicí linku		↗			1,4	
22	Přemístění většího množství výrobků na paletu		↗			0,6	
	Přemístění hotových výrobků k balení		↗			0,6	
23	Balení	⊙					0:41:00
24	Přemístění výrobků na paletu		↗			1,4	
25	Odvoz palety do meziskladu		↗			17	
CELKEM						34,8	1:41:20

5.3.3 Normování časů jednotlivých operací

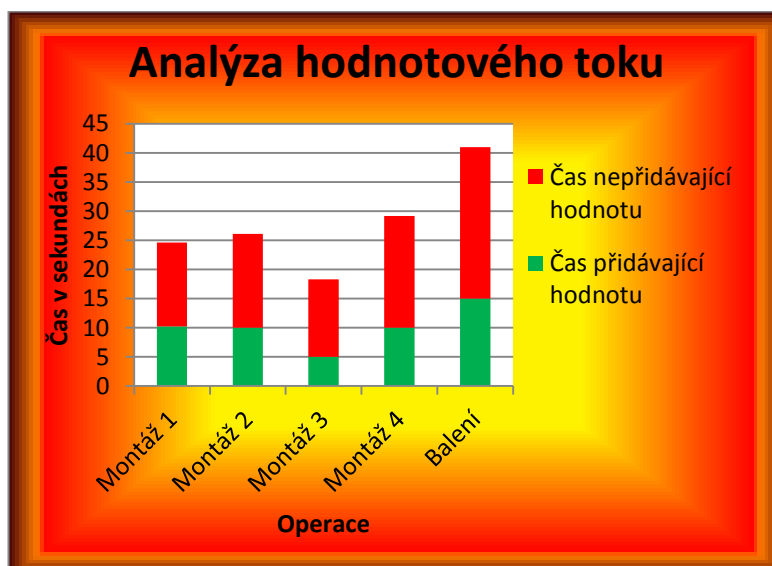
Dalším krokem při analýze současného stavu bylo změření přibližného časů jednotlivých operací. Vzhledem k tomu, že při montáži nejsou používány žádné stroje a na pracovišti probíhá pouze ruční montáž za použití nezbytných nástrojů, časy činností se liší. Na každém pracovišti je také kompletován jiný počet nosičů a každá operace má jinou délku trvání. Tyto časy dále budou sloužit pro analýzu času přidávajícího a nepřidávajícího hodnotu.

Tab. 5. Chronometráž operací [vlastní]

Název měřené části	Bod měření	Počet kusů	Pořadové číslo měření							Průměr
			1	2	3	4	5			
			6	7	8	9	10			
Montáž I.	od: uchopení spodního plechu lyže	5	1:47:55	2:14:56	2:02:00	2:26:18	1:47:03	2:03:38		
	k: přemístění polotovaru na další pracoviště		1:57:09	2:24:18	1:54:18	2:24:08	2:12:18			
Montáž II.	od: uchopení polotovaru	10	4:30:06	4:00:42	5:06:50	4:18:06	4:18:06	4:24:05		
	k: přemístění polotovaru na další pracoviště		4:24:25	4:17:05	4:24:04	4:15:03	4:26:18			
Montáž III.	od: uchopení polotovaru	1	0:16:37	0:15:12	0:16:06	0:19:43	0:19:28	0:18:30		
	k: přemístění polotovaru na další pracoviště		0:17:10	0:16:18	0:25:06	0:21:18	0:18:03			
Montáž IV.	od: uchopení polotovaru	2	0:54:31	0:50:07	1:04:00	1:17:09	1:09:58	0:58:32		
	k: přemístění polotovaru na úložný prostor		0:38:16	0:58:25	0:57:34	1:07:03	0:48:21			

5.3.4 Analýza hodnotového toku

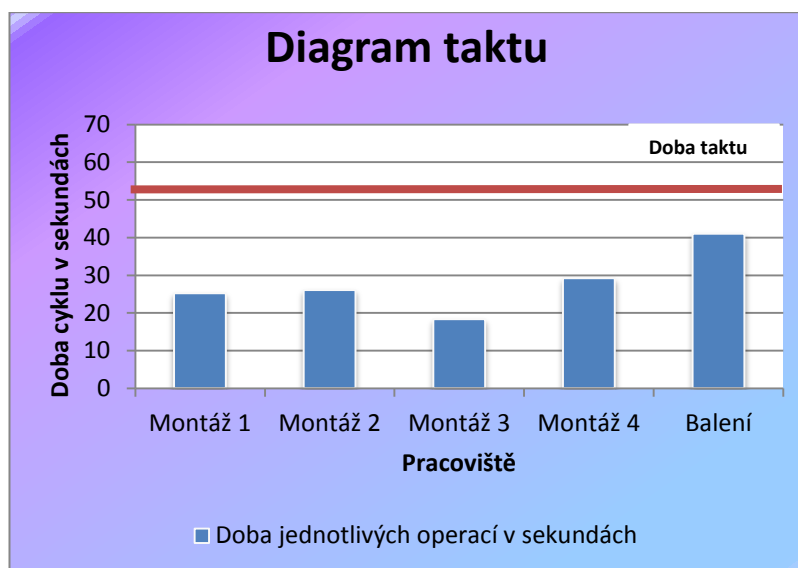
Z Procesní analýzy a Chronometráže jednotlivých operací jsem získala data pro analýzu času přidávajících a nepřidávajících hodnot. Plýtvání je možné vidět v následujícím grafu, v kterém jsou graficky znázorněny doby trvání jednotlivých montážních operací. Každá montážní operace je rozdělena na dobu, kdy je výrobku přidávána hodnota a na dobu nepřidávající hodnotu.



Graf 1. Analýza hodnotového toku [vlastní]

5.3.5 Diagram taktu

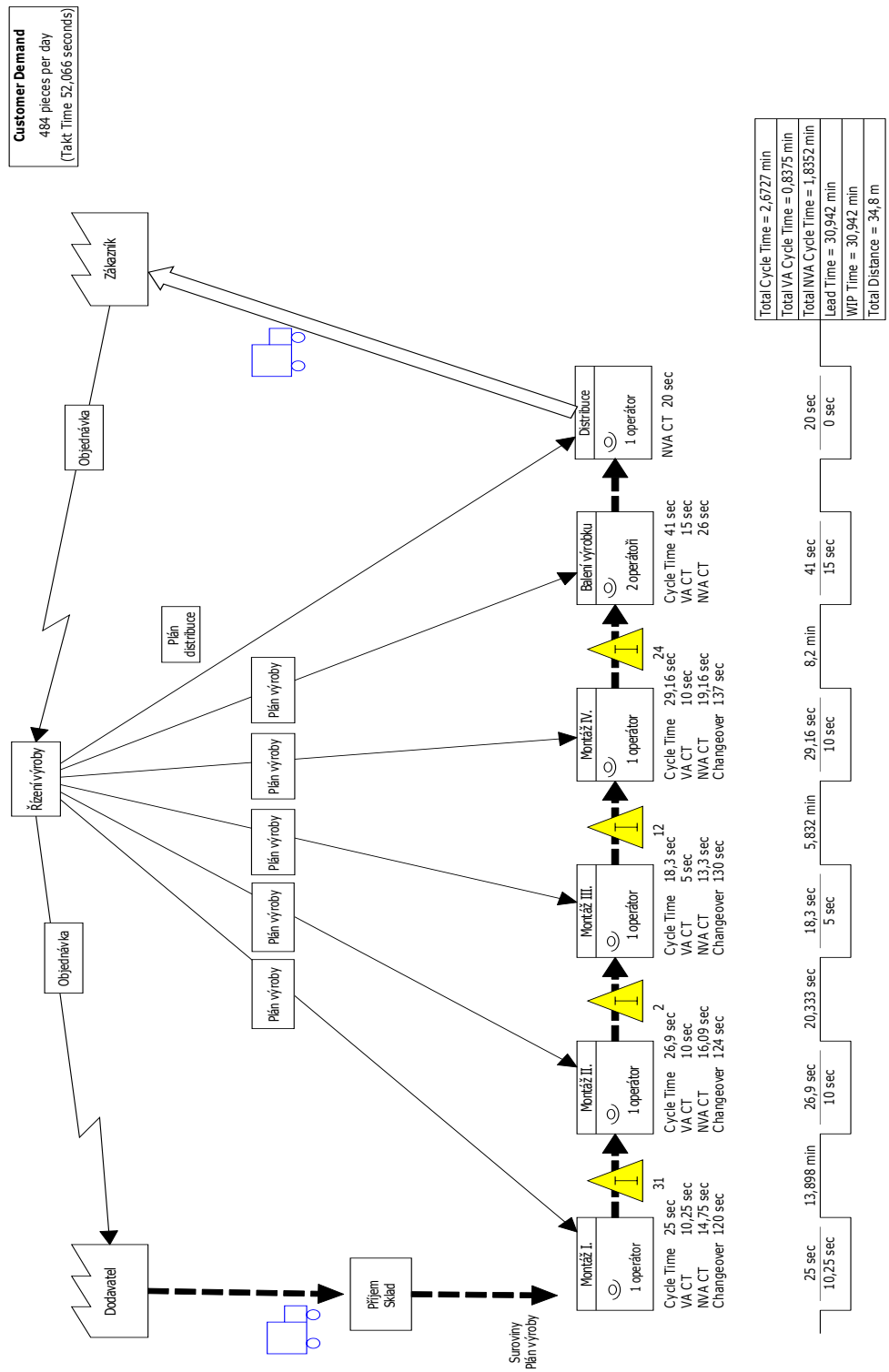
Diagram taktu se používá k balancování jednotlivých operací v procesu. Jednotlivé operace by neměly přesáhnout dobu taktu. Doba taktu představuje požadavek zákazníka a při přesáhnutí této doby firma není schopna zákazníka dostatečně a včas uspokojit. Pokud je doba všech činností přibližně stejná, jedná se o vybalancovaný proces. Mezi dobou taktu a jednotlivými činnostmi by měl být rozdíl, který zaručí splnění požadavků zákazníka. Tento rozdíl by měl být alespoň 10 %. Tento proces splňuje tuto podmínku, ale není dostatečně vybalancovaný, protože časy jednotlivých operací se výrazně liší.



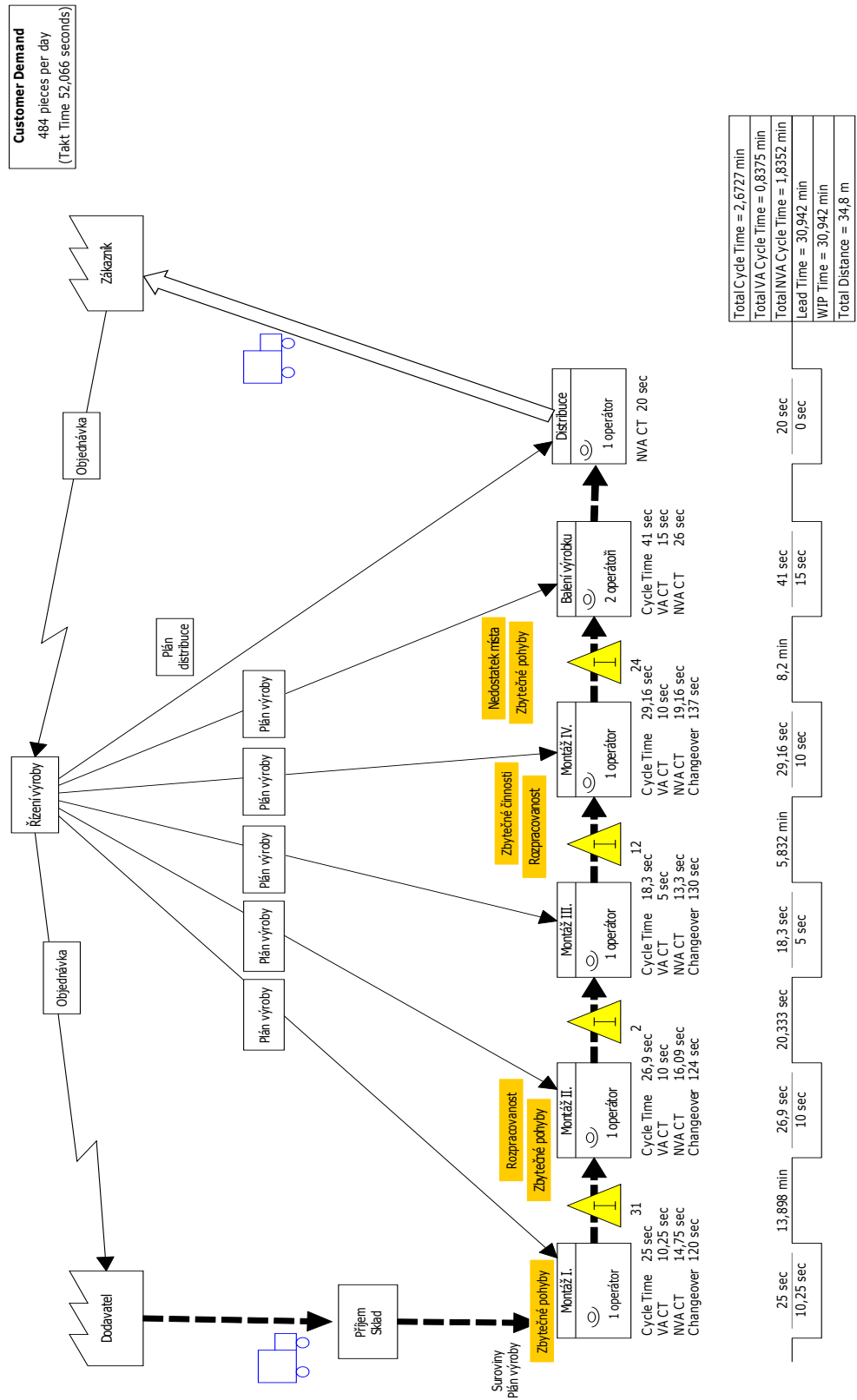
Graf 2. Diagram taktu [vlastní]

5.3.6 Mapování hodnotového toku

Dalším použitým nástrojem je mapa hodnotového toku (VSM), která zachycuje všechny materiálové a informační toky od objednávky zákazníka až po dodání hotového výrobku zákazníkovi.



Obr 17. Mapa hodnotového toku – současný stav [vlastní]



Obr 18. Mapa hodnotového toku – zjištěné plýtvání [vlastní]

Tab. 6. Ukazatelé charakterizující proces [vlastní]

Ukazatele	Hodnota	
Takt time (doba taktu)	52,07 sekund	0,87 minut
Čas cyklu	160,4 sekund	2,67 minut
Činnosti přidávající hodnotu	50,2 sekund	0,84 minut
Činnosti nepřidávající hodnotu	110,2 sekund	1,84 minut
Průběžná doba procesu	2835,6 sekund	47,26 minut
Účinnost cyklu procesu	1,78 %	1,78 %

Z mapy současného stavu můžeme vyčíst základní ukazatele, které charakterizují celý proces montáže. Celkový dostupný pracovní čas (Takt time) je 52,07 sekund. Čas cyklu operací je 160,4 sekundy, z toho 50,2 sekund tvoří činnosti přidávající hodnotu a zbývajících 110,2 sekundy tvoří činnosti nepřidávající hodnotu.

V druhé mapě současného stavu jsou zaznamenány hlavní problémy, které vedou k vzniku plýtvání na jednotlivých pracovištích. Mezi ně patří:

- Zbytečné pohyby
- Zbytečné činnosti při kompletaci výrobků
- Rozpracovanost
- Nevyhovující layout pracoviště

Vedle hlavních příčin plýtvání byly identifikovány ještě další formy plýtvání, které jsou uvedeny v tabulce číslo 7.

Mapu plýtvání jsem ještě rozšířila o neergonomické pracovní metody a to z toho důvodu, že při návrhu nového pracoviště se budu snažit navrhnout vhodné ergonomické pracoviště. Hlavním důvodem tohoto návrhu je, že vhodně ergonomicky navržené pracoviště snižuje únavu pracovníků a tím se také předchází budoucím nemocem z povolání. Příjemné pracovní podmínky snižují nespokojenost pracovníků a to by se mělo projevit i v poklesu jejich fluktuace. S poklesem fluktuace často klesají ve firmě náklady na zaškolení nových pracovníků a zvyšuje se efektivita prováděné práce.

Tab. 7. Mapa plýtvání na pracovišti montáž nosičů lyží [vlastní]

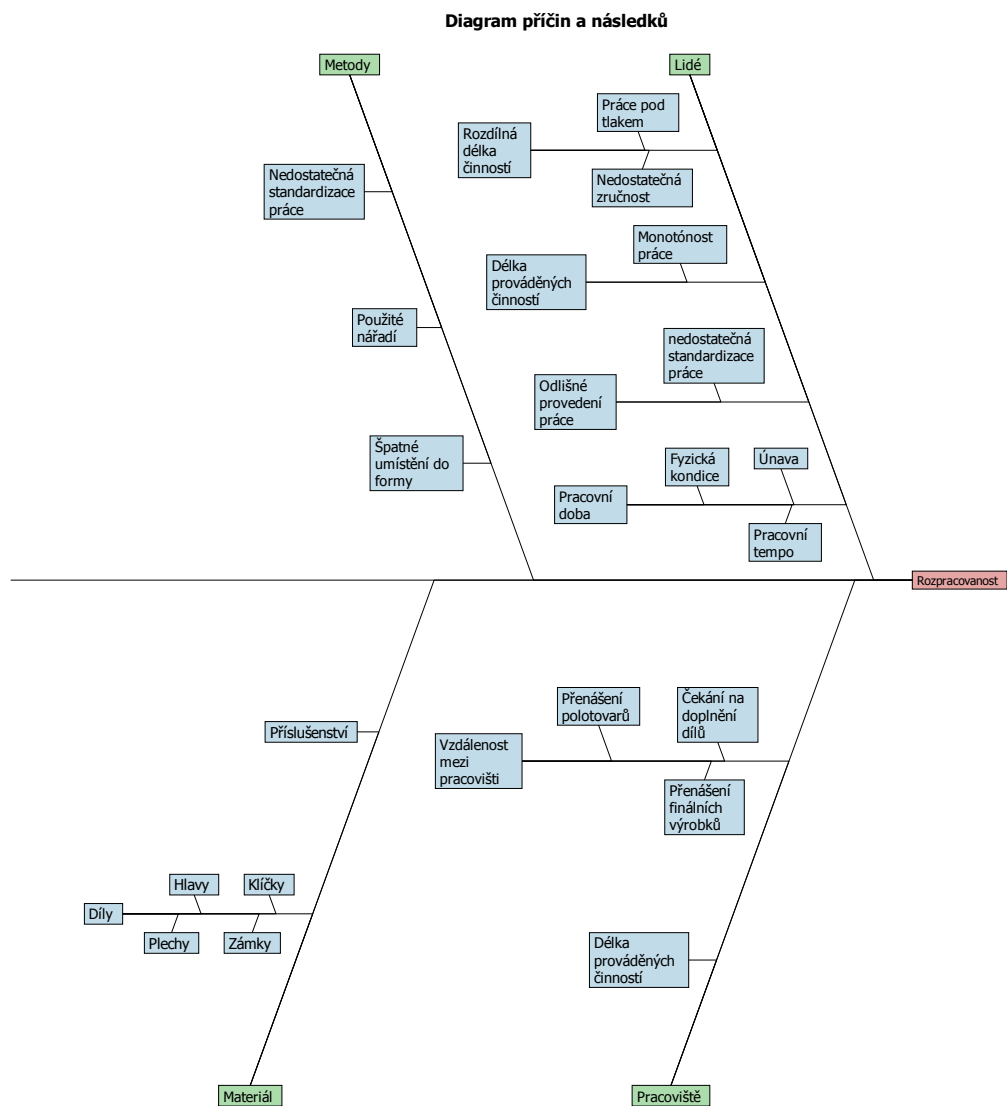
Mapa plýtvání na pracovišti				
Zbytečné pohyby pracovníků	Nadvýroba	Nadbytečná práce	Vysoké zásoby	Čekání
Přenášení dílů k montáži	Výroba na sklad	Výměna nefunkčních dílů	Rozpracovanost	Na výrobu prvního dílu
Přenášení hotových výrobků z palety na balicí linku		Úprava klíčků	Hromadění zásob v meziskladu	Na dodávku dílů a příslušenství
Přenášení výrobků z přechodného uložště na paletu		Mazání zámku		Na pomoc dalších pracovníků
Přenášení krabic z jednoho uložště na druhé				
Defekty	Doprava a manipulace	Nevyužití schopností pracovníků	Neergonomické pracovní metody	
Prohnutý plech	Doplňování dílů z meziskladu	Rutinní práce	Práce ve shrbené poloze	
Nepasující klíčky	Manipulace mezi montážemi		Otáčení a shýbání pro další díly	
Neaktuálnost výrobního plánu	Doplňování dílů při změně vyráběného sortimentu		Pohyby na dlouhé vzdálenosti	
	Předávání výrobního plánu na pracoviště			

5.3.7 Ishikawův diagram

Zásadním problémem na pracovišti je velká rozpracovanost. Polotovary čekají na některých pracovištích na další montážní operaci. Při tomto čekání zabírají prostor a toto rozpracovanost má obecně negativní vliv na délku průběžné doby. K identifikaci problémů, které vedou k rozpracovanosti, jsem využila Ishikawův diagram známý také jako Diagram příčin a následků.



Obr 19. Rozpracovanost při výrobě [vlastní]



Obr 20. Diagram příčin a následků [vlastní]

5.3.8 Závěr z fáze Analyzovat

V této fázi jsem analyzovala některé druhy plýtvání, ke kterým dochází na pracovišti montáže nosičů lyží. K analyzování současného stavu jsem využila Špagetový diagram, Procesní analýzu, Chronometraż jednotlivých operací, diagram taktu a mapování hodnotového toku. Dále k analyzování příčin vzniku rozpracovanosti jsem využila Ishikawův diagram.

Ze Špagetového diagramu je patrné, že na pracovišti jsou přenášeny díly z jednoho místa na druhé, pracovník, který doplňuje díly, chodí zbytečně dlouhé vzdálenosti. Při výrobě 1 kusu samotné pohyby na pracovišti vychází kolem 17,8 metrů bez doplňování dílů z meziskladu a bez odvážení palety s hotovými výrobky zpět do meziskladu.

Při montážních operacích tvoří činnosti přidávající hodnotu výrobku 50,25 sekund, což je 31,33 % a činnosti nepřidávající hodnotu trvají 110,2 sekund a to je v procentuálním vyjádření 68,67 %.

Diagram taktu nám ukazuje, že rozdíl mezi dobou taktu a jednotlivými činnostmi je dostatečně veliký, aby zajistil splnění požadavků zákazníka. Montážní pracoviště je schopno rychle vyrobit požadované výrobky. To značí, že firma by nemusela vytvářet, tak vysoké zásoby, protože je schopna pružně reagovat na poptávku zákazníka. Z diagramu také vyplývá, že proces montáže není dostatečně vybalancovaný. Každá operace má rozdílnou dobu trvání činnosti.

V mapě hodnotového toku jsem vizualizovala proces montáže od první montážní operace až po balení hotového výrobku. U každého montážního pracoviště jsem zaznamenala čas cyklu operace, časy činnosti přidávající a nepřidávající hodnotu a čas nezbytný ke změně na nový vyráběný typ nosiče lyží. Mezi nejdelší operace patří balení výrobků a činnosti na čtvrtém montážním pracovišti. Druhou mapu hodnotového toku jsem ještě doplnila o formy plýtvání, které byly u každé montážní operace zjištěny. Nejčastěji se jednalo o zbytečné pohyby, pracovníci přenášely díly a polotovary z jednoho místa na druhé. Také při problémech s nepasujícími klíčky se objevily zbytečné činnosti při kompletaci. Očišťování klíčků, hledání

pasujících hlav se zámky, mazání zámků. V jiných případech pracovnice musely vyměňovat nepasující plechy a poškozené plechy za nové. Objevila se i poměrně vysoká rozpracovanost na některých pracovištích. Kromě hlavních forem plýtvání byly zachyceny i další druhy tohoto plýtvání. Celkový přehled plýtvání je uveden v tabulce číslo 7.

Pomocí Ishikawova diagramu jsem analyzovala všechny možné příčiny vzniku rozpracovanosti. Hlavní příčinou tohoto plýtvání je nevhodně navržené pracoviště. Pracovnice neustále přenáší díly a polotovary. Rozpracovanost vzniká i z toho důvodu, že dvě pracovnice přechází z montážních operací na balení a dvě další pracovnice dále pracují na montáži výrobků. Další příčinou rozpracovanosti by mohla být i únava. Pracovnice z fyziologického hlediska nejsou schopny udržovat stejný výkon po celý den. Při současném návrhu pracoviště dochází k tomu, že se často shýbají, otáčejí se, natahují se pro díly a chodí pro polotovary nebo s hotovými výrobky.

5.4 Zlepšit – návrh nového operativního řízení výroby

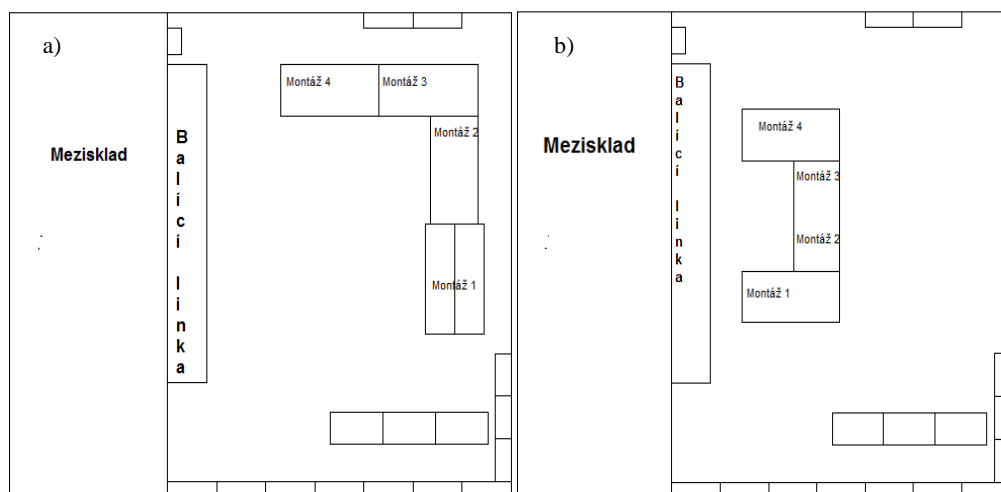
Ve fázi zlepšit se budu snažit odstranit nebo alespoň eliminovat hlavní příčiny, které vedou k plýtvání na pracovišti.

5.4.1 Uspořádání a úprava pracoviště

Současné uspořádání pracoviště je ve tvaru obráceného L. Při současném uspořádání dochází k plýtvání a to hlavně zbytečnými pohyby pro díly a polotovary. Vzdálenosti mezi jednotlivými montážními pracovišti jsou zbytečně dlouhé a pracovníci nebo pracovnice se při chůzi pro polotovary a díly unavují a zpomaluje je to při jejich práci. Nadbytečné pohyby jsou součástí času nepřidávajícího hodnotu a mají negativní vliv na rozpracovanost a průběžnou dobu výroby. Také vedou k únavě pracovníků/pracovnic.

U návrhu nového uspořádání pracoviště bych zvolila jinou formu uspořádání, tak aby nedocházelo k zbytečnému plýtvání pohybem. Nové pracoviště by mělo být blíž k balicí lince a k meziskladu, aby se eliminovalo zbytečné plýtvání. Podle mého názoru je vhodnější pro toto pracoviště uspořádání

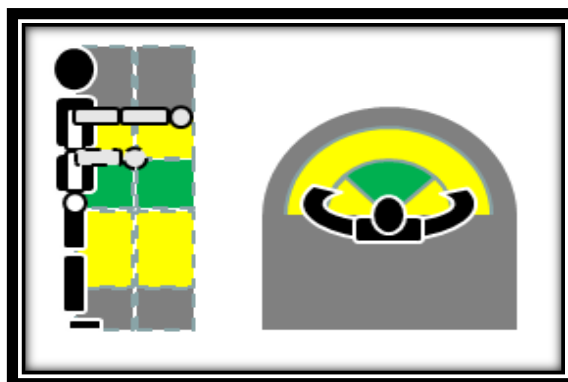
ve tvaru otočeného písmene U. Při tomto uspořádání jsou pracovníci/pracovnice blízko u sebe a nemusí přenášet polotovary, stačí jim jednoduché otočení tělem.



Obr 21. Layout pracoviště [vlastní]

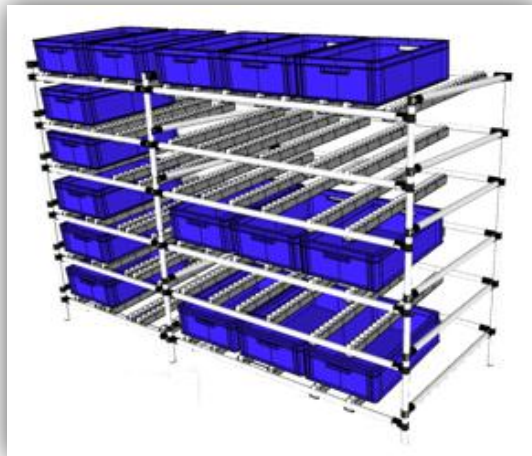
- a) současný layout pracoviště
- b) návrh nového layoutu pracoviště

Při vytváření ergonomického pracoviště je nezbytné se zabývat i otázkou správného rozmístění dílů. Díly a nástroje by měly být umístěny, co nejbliže u pracovníka nebo pracovnice, aby se předešlo zbytečným pohybům. Správné uložení dílů a nástrojů je takové, že tyto díly a nástroje leží ve vyznačené zelené oblasti, tak jak je to nakreslené na obrázku číslo 22. Na pracovní ploše by měli být jen takové předměty, které pracovník a pracovnice potřebuje ke své práci. Všechny ostatní předměty by měly být z pracoviště odstraněny.



Obr 22. Rozmístění dílů na pracovišti [9]

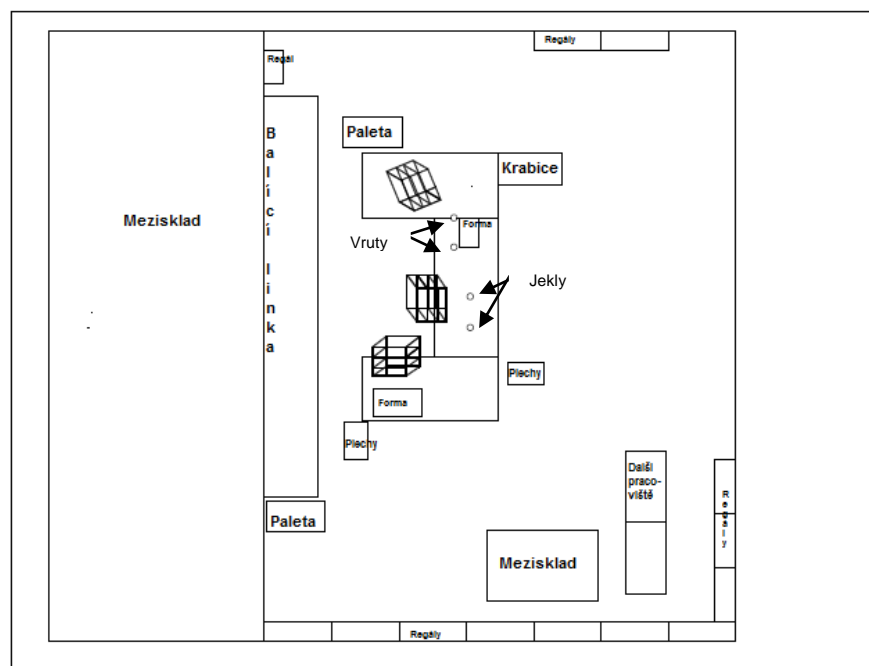
Na pracovní stůl nebo za něj je možné umístit regály s bednami, v kterých budou umístěny jednotlivé přepravky s díly. Tyto regály jsou polohovací a je možné je opatřit i kolečky, aby se daly jednoduše přemísťovat. Velkou výhodou těchto regálů je to, že pracovníci/pracovnice mají před sebou všechny potřebné díly a nemusí se pro ně ohýbat nebo otáčet.



Obr 23. Způsob uložení dílů [9]

Některé z používaných skladovaných dílů v meziskladu by se daly přemístit přímo na pracoviště. Podle plánu výroby by se tyto díly připravily na pracovišti, pracovníci a pracovnice by byli schopni rychleji doplňovat nezbytné díly a pružněji reagovat na změnu vyráběného sortimentu. Díly jsou uloženy v přepravkách a v boxech a je možné je stohovat na sebe, aby se ušetřila skladová plocha. Stohování přepravek a boxů je možné využít i na pracovišti, aby se pracovníci pro díly nemusely předklánět a shýbat.

Při vytváření pracovního místa bychom měli myslet na to, že by mělo být přizpůsobeno člověku, protože výrazně ovlivňuje jeho pracovní výkon.

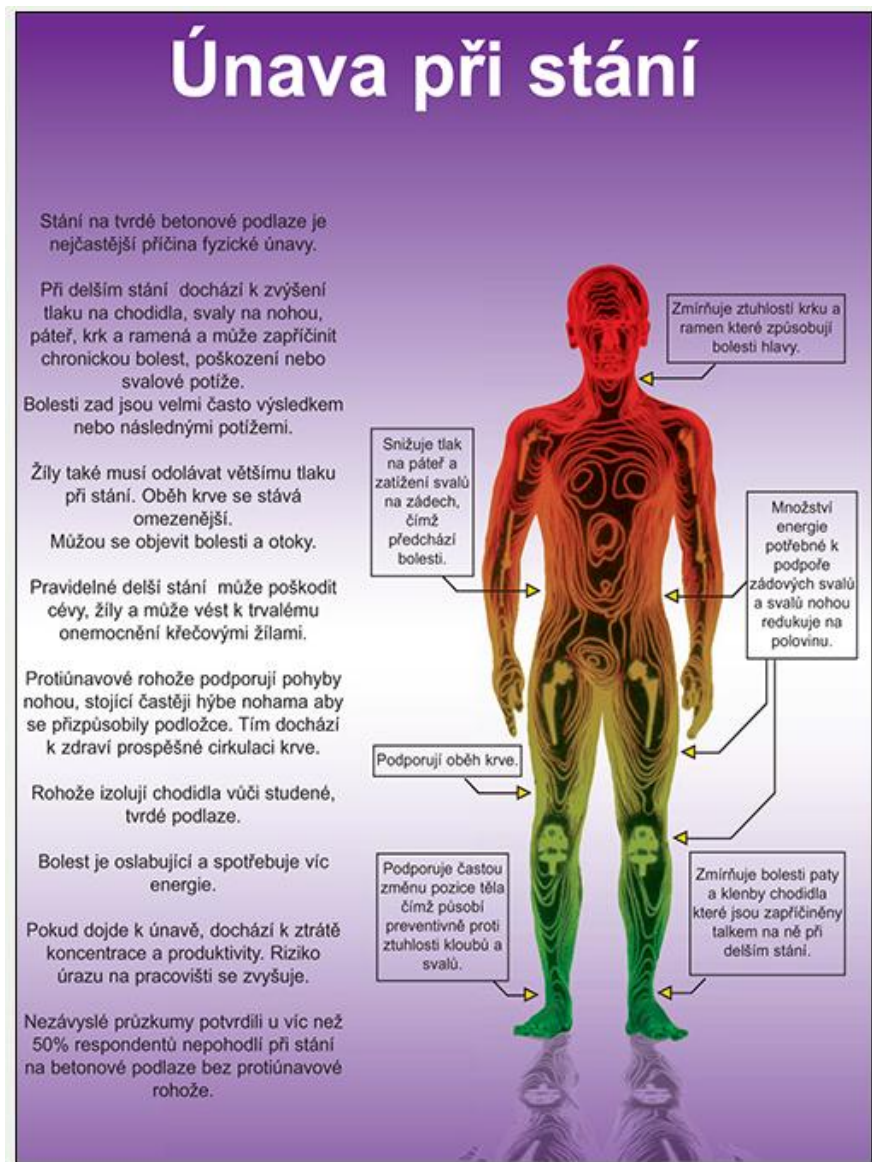


Obr 24. Návrh nového uspořádání pracoviště [vlastní]

Při práci na tomto pracovišti pracovníci a pracovnice celou pracovní dobu stojí. Tato pracovní poloha je energeticky náročná a dochází při ní k trvalému zatěžování dolních končetin. Pracovnice a pracovníci jsou dříve unaveni a trpí bolestí zad a nohou. Únavě a trvalému zatěžování končetin se dá zabránit používáním protiúnavových rohoží.



Obr 25. Protiúnavová rohož [1]



Obr 26. Únava při stání [1]

5.4.2 Balancování pracovních činností

V současné době jsou montážní činnosti nevybalancované. Dochází k zvyšování tlaku na pracovníky/pracovnice, kteří vykonávají více operací s delšími montážními časy. Účelem balancování činností je rozdělit pracovní úkoly mezi pracovníky/pracovnice rovnoměrněji.

Tab. 8. Balancování pracovních činností [vlastní]

Pracoviště	Stav před změnou	Stav po změně	Způsob dosažení změny
Montáž I.	25	23,3	Odstranění plýtvání
Montáž II.	26,9	24,09	Odstranění plýtvání
Montáž III.	18,3	21,35	Přidání další operace - vyzkoušení funkčnosti výrobku
Montáž IV.	29,16	22,3	Odstranění plýtvání, Odebrání operace
Balení	41	31	Odstranění plýtvání

Při návrhu nového stavu se nejdříve z procesu odstranilo plýtvání, to vedlo k zrychlení pracovních činností. Dalším krokem bylo balancování třetího montážního pracoviště, na které se přidala další operace z montážního pracoviště číslo čtyři. Pracovnice/pracovník na třetím montážním pracovišti po spojení dílů k sobě pomocí vrutů, bude ještě zkoušet funkčnost výrobku. To povede k prodloužení doby operace na třetím pracovišti a k snížení doby prováděné činnosti na čtvrtém pracovišti. Po balancování časů se doba činností u pracovišť snížila. Před změnou byl rozdíl mezi nejdelší a nejkratší montážní operací 10,86 sekund. Po změně došlo k snížení času mezi nejdelší a nejkratší montážní operací na 2,74 sekund. Nejužším místem v procesu stále zůstává balení výrobků, i když z procesu bylo odstraněno plýtvání způsobené přenášením dílů z místa na místo. Délka této činnosti se zkrátila o 10 sekund. Další snížení času by bylo možné pouze po úpravě délky dopravníku.

5.4.3 Metoda 5S

Při realizaci nového návrhu je vhodné na pracovišti zavést metodu 5S, která vede k organizovanému, disciplinovanému a čistému pracovišti. Z pracoviště by se tak odstranily všechny nepotřebné předměty a na pracovišti by zůstaly jen takové pomůcky, které pracovníci nutně potřebují k výkonu své činnosti. U této metody můžeme využít strategii tzv. lepicí pásky, která by vedla k tomu, že všechny předměty by byly pokaždé na stejném místě a při změně sezónně vyráběného sortimentu by se páska dala jednoduše

odstranit. Tuto strategii by bylo možné využít hlavně při umístění palet a přepravek.

5.4.4 Vizualní management

Vizuální management by bylo možné použít u beden s rozdílnými díly. Takovéto vizuální prostředky zkracují dobu hledání potřebných dílů a tím předchází zbytečným pohybům a především zabraňují lidským chybám. Jakýkoliv pracovník při využití vizualizace by byl schopen poměrně rychle doplňovat díly na pracoviště. Vizuálním prostředkem by zde mohly být barevně odlišené visačky, které by se umístily na přepravky a boxy.

Vizuální management můžeme využít i při standardizaci pracovních postupů. Standardizace vede k tomu, že každý pracovník vykonává svou práci nejlepším možným způsobem. Standardizace by omezila provádění činností odlišným způsobem.

Prostředkem vizualizace jsou i různé nástěnky umístěné na pracovišti. Tyto nástěnky nejen dotváří vzhled pracovního místa, ale jsou i silným nástrojem pro komunikaci a motivaci zaměstnanců. Pokud pracovníci nemají přístup do systému, v kterém mohou vidět aktuální plán výroby, je používání nástěnky zvláště vhodné. Pracovníci by měli být včas informováni o tom, co se bude vyrábět a kdy, aby se předešlo náhlým změnám vyráběného sortimentu. Jakékoliv takovéto neočekávané změny opět vedou k plýtvání a k špatné atmosféře na pracovišti.

5.4.5 Systém tahu

Při současném způsobu montáže výrobků se uplatňují tlačné systémy. Pracovnice/pracovníci vyrábí bez ohledu na to, jestli je další pracoviště schopno provést následující montážní operaci. To vede k vytváření rozpracovaných výrobků. Nedostatek místa při zvyšujícím se množství rozpracovaných výrobků se řeší prodloužením pracovní plochy, tím dochází k prodlužování vzdáleností mezi pracovišti. Čím více se prodlouží pracovní plocha, tím více se nachodí pracovník nebo pracovnice na dalším montážním pracovišti a tím více se prodlouží doba cyklu a čas, při kterém výrobku

není přidávána hodnota. Tyto zbytečné pohyby způsobují zbytečné plýtvání a především mají negativní vliv na průběžnou dobu výroby.

Systémy tahu se snaží odstranit nedostatky tlačných systémů. Stabilizují proces a zkracují průběžnou dobu. S výrobou dalšího výrobku se začíná až poté, co vystoupí hotový výrobek z posledního pracoviště. Nejčastěji se tyto systémy používají u toku jednoho kusu. Aby bylo možné zavést systém tahu na tomto pracovišti, muselo by dojít k úpravě současně zpracovávaného množství na jednotlivých pracovištích. V ideálním případě by měl být vyráběn vždy sudý počet finálních výrobků a to z toho důvodu, že hotový výrobek, který se balí do krabice, vždy obsahuje dva kusy nosičů.

5.4.6 Optimální hladina rozpracovanosti

Při zavádění obecných systémů tahu bychom měli určit optimální hladinu rozpracovanosti, kterou budeme v procesu udržovat. Tuto optimální hladinu označujeme jako WIP Cap. Při stanovení optimální hladiny budeme postupovat následujícím způsobem:

1. Výpočet současné průběžné doby (PLT_s)

Jak už bylo uvedeno ve fázi měřit, průběžnou dobu procesu vypočítáme, tak že rozpracovanost podělíme propustností. [6] Současná průběžná doba procesu vychází 47,26 minut.

$$PLT_s = 47,26 \text{ minut}$$

2. Výpočet současné účinnosti cyklu procesu (PCE_s)

Účinnost cyklu procesu vypočítáme tak, že dobu přidávající hodnotu podělíme průběžnou dobou procesu. [6] Současná účinnost cyklu procesu je 1,78 %.

$$PCE_s = 1,78 \%$$

3. Určení cílové účinnosti cyklu procesu (PCE_c)

Při určení cílové úrovně předpokládáme zvýšení současné účinnosti cyklu procesu alespoň na hodnotu 3,5 %.

$$PCE_c = 3,5 \%$$

4. Výpočet cílové průběžné doby (PLT_c)

Cílovou průběžnou dobu zjistíme tak, že dobu přidávající hodnotu podělíme cílovou (doporučenou) hodnotou účinnosti cyklu procesu. [6] Cílová průběžná doba vychází 5,67 minut.

$$PLT_c = \frac{0,84}{0,035} = 24 \text{ minut}$$

5. Výpočet optimální hladiny rozpracovanosti (WIP Cap)

Optimální hladinu rozpracovanost v procesu vypočítáme, když cílovou průběžnou dobu vynásobíme propustností. [6]

$$WIP \text{ Cap} = 24 * 1,46 = 35,04 \text{ kusů}$$

V současné době je hladina rozpracovanosti na úrovni 69 kusů. Optimální hladina rozpracovanosti v našem procesu vychází 36 kusů.

5.4.7 Mapa hodnotového toku – budoucí stav

Po analýze všech forem plýtvání na pracovišti a po stanovení všech metod, které můžeme použít ke zlepšení, je možné navrhnout mapu budoucího hodnotového toku.

V prvním kroku se v mapě projevila úprava pracoviště, která vedla k eliminaci plýtvání. Úprava pracoviště se projevila ve zkrácení vzdáleností mezi pracovišti, mezi pracovníky a díly a mezi pracovníky a skladem dílů.

Poté došlo k odstranění rozpracovanosti díky balancování výrobních časů a po zavedení systému tahu a stanovení optimální hladiny této rozpracovanosti.

Podle výpočtů se optimální hladina rozpracovanosti pohybuje na úrovni 36 kusů. Tuto rozpracovanost rozdělíme rovnoměrně mezi tři montážní pracoviště, protože proces je více vybalancovaný a rozdíly jedné maximálně dvou sekund jsou zanedbatelné.

Tab. 9. Ukazatelé charakterizující proces – mapa budoucího stavu [vlastní]

Ukazatel	Hodnota	
Takt time (doba taktu)	52,07 sekund	0,87 minut
Čas cyklu	142,2 sekund	2,37 minut
Činnosti přidávající hodnotu	50,4 sekund	0,84 minut
Činnosti nepřidávající hodnotu	91,8 sekund	1,53 minut
Průběžná doba procesu	1 113,6 sekund	18,56 minut
Účinnost cyklu procesu	4,66 %	4,66 %

Při vytváření budoucí mapy jsem zachovala dobu taktu, tedy stejný výrobní čas a požadavek zákazníka. Úpravou pracoviště by bylo možné dosáhnout zkrácení času cyklu na 142,2 sekundy, z tohoto času by 50,4 sekund tvořilo čas přidávající hodnotu a zbylých 91,8 sekund čas nepřidávající hodnotu. Snížením rozpracovanosti díky zavedení systému tahu by bylo možné snížit průběžnou dobu procesu na 18,56 minut. Zkrácení průběžné doby by se projevilo ve zvýšení účinnosti cyklu procesu, která by se zvýšila ze současné hodnoty 1,78 % na hodnotu 4,66 %.

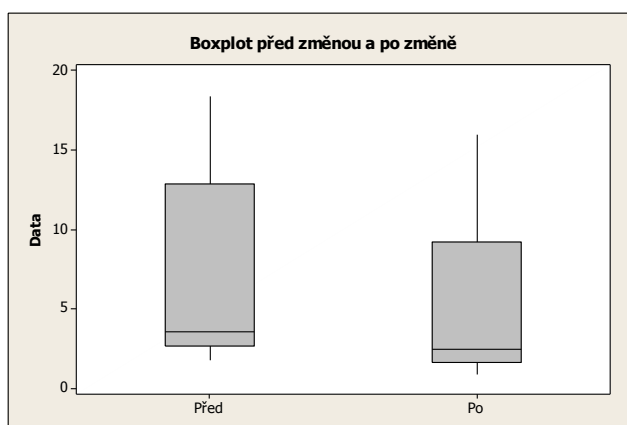
5.5 Řídit

V této fázi vytváříme nezbytnou dokumentaci a monitorujeme proces a jeho klíčové metriky, vyhodnocujeme přínosy projektu a ukončujeme projekt. Tato fáze je náročná, protože v ní musíme zajistit dlouhodobé udržení navrženého zlepšení. Existuje mnoho nástrojů, které můžeme využít, jedním z nich je např. Kontrolní plán. Ten obsahuje detailní popis úkolů, ty můžeme vizuálně znázornit pomocí vývojových diagramů, procesních map atd. Další částí jsou metriky, které budeme sledovat, způsob jejich záznamu. Poté následují nápravná opatření při odhalení vad a vymezení odpovědnosti za provedení nápravného opatření a předání informací o provedeném nápravném opatření vedení.

5.5.1 Ověření dosažených výsledků

K ověření splnění zadaného cíle a k srovnání stavu před změnou a po změně jsem využila Boxplot, Individual Value Plot a sloupcový diagram. Pro lepší pochopení výsledků jsou první dva grafy doplněny ještě o popisnou statistiku.

Z grafu číslo tři je patrné, že po novém uspořádání pracoviště by došlo k výraznému snížení vzdálenosti při výrobě výrobků. Snížil by se průměr, medián těchto hodnot a také minimální a maximální vzdálenosti na pracovišti. Výrazné snížení hodnot můžeme sledovat i u prvního a třetího kvartilu. Po změně se začíná třetí kvartil přibližovat mediánu a zmenšuje se rozdíl mezi vzdálenostmi na pracovištích, to se projevuje ve zploštění Boxplotu.

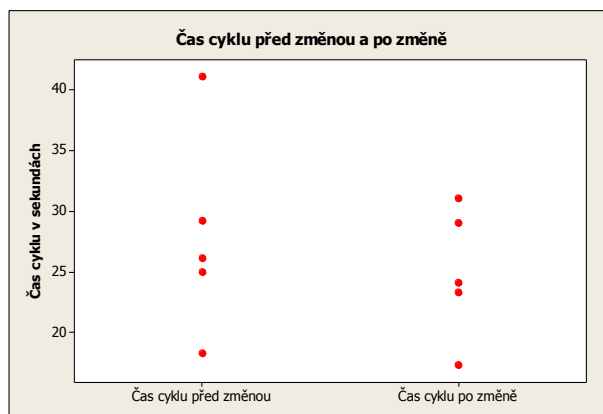


Graf 3. Boxplot vzdáleností před změnou a po změně [vlastní]

Popisná statistika: Srovnání stavu před změnou a po změně

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
Před	5	0	6,96	3,00	6,71	1,80	2,70	3,60	12,90	18,40
Po	5	0	4,86	2,80	6,26	0,90	1,65	2,50	9,25	16,00

I u grafu číslo čtyři můžeme sledovat pozitivní vývoj času cyklu. Čas cyklu by se po úpravě pracoviště zkrátil v průměru o 2,96 sekund. Došlo by i k snížení času u minimální a maximální doby trvání činnosti. Také by se zkrátila doba u všech činností, to můžeme vidět v grafu vpravo, ve kterém dochází k zhuštění vyznačených časů. To nám naznačuje i první a třetí kvartil.



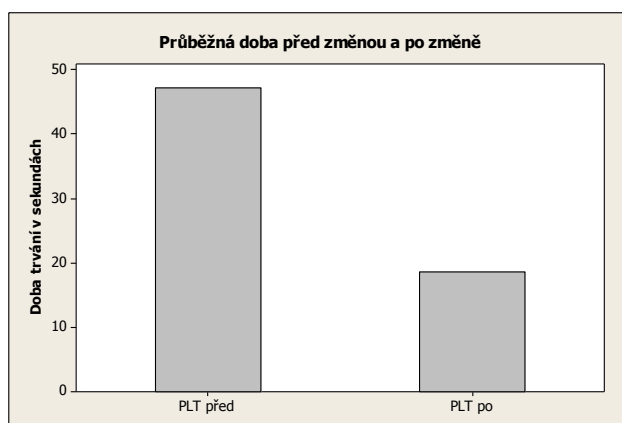
Graf 4. Individual Value Plot času cyklu před změnou a po změně [vlastní]

Popisná statistika: Čas cyklu před změnou a po změně

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median
Čas cyklu před změnou	5	0	27,91	3,72	8,32	18,30	21,65	26,09
Čas cyklu po změně	5	0	24,95	2,39	5,34	17,35	20,33	24,09

Variable	Q3	Maximum
Čas cyklu před změnou	35,08	41,00
Čas cyklu po změně	30,00	31,00

Posledním grafem je sloupcový diagram, který zaznamenává průběžnou dobu před změnou a po změně. Díky snížení rozpracovanosti a po zavedení systému tahu je možné zkrátit průběžnou dobu o 28,70 minut.



Graf 5. Sloupcový diagram průběžné doby před změnou a po změně [vlastní]

5.5.2 Uzavření projektu

Tab. 10. Ukončení návrhu projektu [vlastní]

Ukončení návrhu projektu					
Název projektu	Návrh zeštíhlení pracoviště montáž				
Sponzor	Petr Král				
Datum realizace	1. 11. 2012 – 15. 3. 2013				
Popis projektu	Součástí tohoto projektu je návrh nového uspořádání pracoviště, tak aby odpovídalo ergonomickým požadavkům a vedlo k eliminaci všech forem plýtvání.				
Cíle projektu	Metrika	Počáteční stav	Cílový stav	Stav u návrhu	Změna
	Průběžná doba	47,26 minut	42,5 minut	18,56 minut	↓28,70 minut
	Účinnost cyklu procesu	1,78 %	3,5 %	4,66 %	↑2,88 %
	Doba cyklu	2,67 minut	2,40 minut	2,37 minut	↓0,3 minut
	Vzdálenost	34,8 metrů	27,84 metrů	24,3 metrů	↓10,5 metrů
Předpokládané finanční výsledky	<ol style="list-style-type: none"> 1. Snížení vázanosti finančních prostředků v zásobách o 11,24 %. 2. Zvýšení cash flow o 24,2 %. 3. Zkrácení doby výroby produktu o 12,22 % (z 324 sekund na 284,4 sekund) 4. Zvýšení počtu vyráběných kusů za směnu o 50 kusů (o 14,1 %), zvýšení tržeb po prodeji výrobků přibližně o 115 200 Kč za směnu. 				
Předpokládané nefinanční výsledky	<ol style="list-style-type: none"> 1. Snížení fluktuace 2. Lepší atmosféra na pracovišti 3. Vytvoření přehledného pracoviště 4. Uplatnění prvků vizuálního managementu 				
Přínosy pro zákazníka	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rychlejší dodávka produktů 				

6 Podmínky realizace a přínosy

Návrh zeštíhlení pracoviště montáž nosičů lyží musí být schválen vedením podniku. Vzhledem k tomu, že se vyrábí sezónní sortiment, předpokládá se realizace projektu ke konci tohoto roku. Ve firmě už proběhly drobné úpravy pracoviště a na základě těchto změn předpokládám, že pracovníci a pracovníci ve firmě budou dále pokračovat ve vytváření optimalizovaného pracoviště a budou ho přizpůsobovat k provádění jejich práce nejlepším možným způsobem.

Realizace tohoto návrhu předpokládá změny při plánování výroby, při předávání informací o plánu výroby na pracoviště, při ukládání a značení dílů. Komplexní realizace návrhu bude vyžadovat i vynaložení finančních prostředků na nákup protiúnavových rohoží a na zakoupení úložných regálů na přepravky, do kterých by se umístily používané díly.

6.1 Kritéria úspěchu a rizika projektu

Na kritéria úspěchu a rizika projektu se můžeme podívat ze dvou stran. Nejdříve zde máme interní (vnitřní) faktory. Interní faktory zahrnují samotnou firmu a všechny pracovníky v ní. Tím druhým pohledem jsou externí (vnější) faktory. Mezi externí faktory patří především okolí firmy. Pod pojmem okolí si můžeme představit vše, co firmu ovlivňuje a to hlavně dodavatelé, zákazníci, legislativa země a další.

6.1.1 Interní faktory

O úspěchu celého navrhovaného projektu především rozhodují hlavní členové realizačního týmu. Projekt bude úspěšný v případě, že vedení firmy a všichni zainteresovaní pracovníci a pracovníci budou dostatečně motivovaní a budou mít zájem zlepšit současnou situaci. To vyžaduje, aby vedení firmy pracovníky a pracovníci seznámilo s aktuálním stavem a s možnostmi, jak je možné začít s navrhovaným zlepšením a vysvětlilo jim důvody realizace těchto změn.

6.1.2 Externí faktory

Základním kritériem, které zabezpečí dlouhodobé přežití na trhu, je vývoj poptávky po tomto zboží a zabezpečení konkurenceschopnosti vůči ostatním firmám. Výrobky jsou srovnatelné s konkurencí, ale někteří konkurenti při výrobě nosičů již využívají robotizaci a jsou schopni poměrně rychle reagovat na požadavky zákazníků. Určujícím kritériem pro zákazníka při výběru zboží se potom stává cena. Konečná cena výrobků je závislá na ceně od dodavatelů některých dílů a na nákladech, které firma vynaloží při výrobě dílů ve vlastní režii. Externí faktory, mezi které patří cena energie, dílů, výše daní, náklady na likvidaci odpadu firma nemůže ovlivnit.

6.2 Návrh změn

Navržené změny, které vedou k zeštíhlení pracoviště montáž, jsou investičního a neinvestičního charakteru.

6.2.1 Změny investičního charakteru

Změny investičního charakteru souvisí s pořízením regálových systémů, dále s pořízením protiúnavových rohoží a s nákupem vyznačovací podlahové pásky. V současné době existuje na trhu široká nabídka, jak regálových systémů, tak i protiúnavových rohoží. U regálových systémů vychází jako nejvhodnější varianta nákup jednotlivých částí (trubek, kovových spojek, koleček) a poté poskládání regálu podle požadavků firmy.

Pořizovací cenu u regálu jsem vypočítala z cen jednotlivých dílů, které jsou nezbytné pro sestavení regálu. Náklady na jeden regál vychází na 3 207 Kč, tuto částku jsem vynásobila třemi a získala jsem celkové náklady na pořízení tří regálových systémů.

Další položku tvoří nákup protiúnavových rohoží. Ty by měli být umístěny na pracovní plochu, v které pracovníci a pracovnice vykonávají svou práci. Počet metrů rohože jsem získala z výkresu nového návrhu pracoviště.

Poslední položku tvoří vyznačovací podlahová páska, kterou je možné využít při implementaci metody 5S a její strategii tzv. lepicí pásky.

Tab. 11. Náklady na realizaci projektu [vlastní]

Položka	Předpokládaná cena bez DPH
3 kusy regálových systémů	9 621 Kč
7 metrů protiúnavové rohože	6 720 Kč
Vyznačovací podlahová páska	390 Kč
Celkem	16 731 Kč

Ekonomické vyhodnocení nákladů na projekt:

Celkové náklady na realizaci projektu jsou odhadovány na 16 731 Kč. Tato investice nám v průměru přinese minimální výnos ve výši 115 200 Kč. Pro ekonomické vyhodnocení výhodnosti návrhu tohoto projektu použijí dobu splacení, rentabilitu vložených investic, čistou současnou hodnotu a index výnosnosti.

1. Doba splacení

Doba splacení (návratnosti) se vypočítá podle vzorce [15]:

$$DS = \frac{IN}{\text{Roční CF}} \quad (1)$$

Kde IN - jsou investiční náklady
CF - cash flow.

$$DS = \frac{16\,731}{93\,312} = 0,179 \text{ roku} * 365 = 65,34 \text{ dnů}$$

Doba návratnosti investičních nákladů ve výši 16 731 je přibližně 65 dnů.

2. Rentabilita investice

Rentabilita investic se vypočítá podle vzorce [15]:

$$r_I = \frac{Zr}{IN} * 100 \quad (2)$$

Kde Zr – je průměrný výnos plynoucí z investice,
IN – jsou investiční náklady.

$$r_I = \frac{115\,200}{16\,731} * 100 = 688,54 \%$$

Návratnost investice je ve výši 688,54 %. Výnosy z této investice několikanásobně převyšují vložené finanční prostředky.

3. Čistá současná hodnota projektu (ČSH)

Čistou současnou hodnotu počítáme podle vzorce [15]:

$$\text{ČSH} = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} - IN \quad (3)$$

Kde CF_t – je hodnota cash flow v období t ,

IN – jsou investiční náklady,

k – je podniková diskontní sazba.

Realizace projektu se odhaduje na 1 rok. Průměrné náklady na kapitál jsou ve výši 10 %.

$$\text{ČSH} = \sum_{t=1}^n \frac{93\,312}{(1+0,1)^t} - 16\,731 = 68\,098,09 \text{ Kč}$$

Pokud ČSH projektu je vyšší než 0, přijímáme projekt. ČSH vyšla 68 098,09 Kč, tento projekt lze přijmout.

4. Index výnosnosti (IV)

Index výnosnosti počítáme podle vzorce [15]:

$$IV = \frac{SHCF}{IN} \quad (4)$$

Kde $SHCF$ – je současná hodnota cash flow,

IN – jsou investiční náklady.

$$IV = \frac{84\,829}{16\,731} = 5,07$$

Výsledek u indexu výnosnosti je vyšší než 1, proto je vhodné investici přijmout.

Pro firmu je ekonomicky výhodné realizovat navrhovaný projekt. Investiční náklady se několikanásobně vrátí v podobě výnosů.

6.2.2 Změny neinvestičního charakteru

Mezi změny neinvestičního charakteru patří:

- Přestavba pracoviště, která by měla vést k odstranění největšího plýtvání na pracovišti.
- Uplatnění metody 5S při vytváření nového pracoviště, by umožnilo odstranit všech nepotřebné a zbytečné předměty na pracovišti.
- Používání vizuálního řízení při značení boxů a přepravek, vizualizace plánu výroby.
- Zavedení systému tahu a nastavení optimální hladiny rozpracovanosti.

6.3 Přínosy projektu

Přínosy projektu mohou být vyjádřeny jak finančně, tak i nefinančně.

6.3.1 Finanční přínosy

- Snížení vázanosti finančních prostředků v zásobách a zvýšení cash flow přibližně o 1 648 683 Kč.
- Navýšení vyráběného množství o 50 kusů za směnu, což by vedlo k zvýšení výnosů za směnu o 115 200 Kč po prodeji těchto výrobků.

6.3.2 Nefinanční přínosy

- Pokles únavy pracovníků/pracovnic
- Snížení míry fluktuace
- Vytváření čistého a přehledného pracoviště
- Standardizace prováděné práce
- Vizualizace pracoviště, plánu výroby, přepravek s díly

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo vypracovat návrh na zeštíhlení pracoviště montáž a navrhnout optimální uspořádání tohoto pracoviště z hlediska ergonomie. K návrhu zeštíhlení pracoviště jsem využila metody a nástroje štíhlé výroby. Při návrhu zeštíhlení tohoto pracoviště jsem postupovala podle metodiky DMAIC.

Z analýzy současného stavu jsem zjistila hlavní příčiny plýtvání, které vedou k prodlužování průběžné doby a doby cyklu a zároveň snižují účinnost cyklu procesu. Mezi nejčastější formy plýtvání patří zbytečné pohyby, zbytečné činnosti při kompletaci výrobků, velká rozpracovanost na některých pracovištích. K tomuto plýtvání dochází i z důvodu nevhodně navrženého uspořádání pracoviště. Po vytvoření mapy současného stavu jsem zjistila, že 50,2 sekund tvoří časy přidávající hodnotu výrobku a zbylých 110,2 sekund tvoří čas nepřidávající hodnotu finálnímu výrobku.

Při návrhu nového pracoviště jsem se zaměřila na zkrácení doby cyklu, na eliminaci hlavního plýtvání způsobeného zbytečnými pohyby na pracovišti a také na průběžnou dobu. Zkrátit dobu cyklu se mi podařilo díky návrhu nového pracoviště ve tvaru obráceného U a po odstranění zbytečného plýtvání způsobeného vzdálenostmi mezi pracovišti a mezi pracovišti a meziskladem. Na pracoviště byl přidán malý mezisklad, z kterého by se doplňovaly nezbytné díly.

Také byl navržen nový způsob balancování činností, který by vedl ke zkrácení časů mezi jednotlivými montážními operacemi. Díky těmto změnám by bylo možné vybalancovat časy těchto operací.

Další podmínkou byl návrh pracoviště z hlediska ergonomie, to znamenalo další úpravu pracoviště, aby se zamezilo zbytečnému shýbání a předklánění pro díly. U návrhu nového pracoviště se počítá s pořízením regálových systémů, na které by se ukládaly přepravky s potřebnými díly, tak aby je pracovníci a pracovnice měli před sebou. Boxy s plechy by se umístily vedle pracoviště a stohovaly by se na sebe. Dále bych pracoviště

vybavila protiúnavovými rohožemi, aby se zabránilo nadměrné únavě pracovníků a nemocem pohybového ústrojí.

Pro vytvoření přehledného a organizovaného pracoviště jsem doporučila při realizaci návrhu použít metodu 5S, která by umožnila z pracoviště odstranit všechny nepotřebné věci. A také vizuální management.

Úprava pracoviště a zkrácení vzdáleností mezi pracovišti by vedlo k snížení doby cyklu a projevilo by se také ve zkrácení průběžné doby a ve zvýšení účinnosti cyklu procesu. Doba cyklu se u návrhu zkrátila o 18 sekund, také došlo ke zkrácení vzdáleností o 10,5 metrů, klesla průběžná doba o 28,7 minut a účinnost cyklu procesu vzrostla o 2,88 %.

Zkrácení doby cyklu při výrobě produktů nám umožňuje výrobu většího množství kusů. Během jedné směny pracovníci a pracovnice mohou vyrobit o 50 kusů více výrobků. Rychlejší výroba produktů umožňuje firmě snížit skladové zásoby. Snížení skladových zásob by uvolnilo finanční prostředky, které jsou v nich vázané a to přibližně o 24,2 %.

Veškeré tyto změny nejenom zlepší ekonomické ukazatele firmy, ale budou mít vliv i na mimoekonomické ukazatele a povedou hlavně k zlepšení pracovních podmínek zaměstnanců.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *Ergonomie: Stránky zaměřené na ergonomii pracoviště*. [online]. 2001 [cit. 2012-04-27]. LORIKA CZ Dostupné z WWW: <<http://www.ergonomie.name/rohoze.html>>
- [2] FIALA, P. *Modelování a analýza produkčních systémů*. Praha: Professional Publishing, 2002, 260 s. ISBN 80-86419-19-3.
- [3] GEORGE, M. a kol. *Kapesní příručka Lean Six Sigma: Rychlý průvodce téměř 100 nástroji na zlepšování kvality procesů, rychlosti a komplexity*. Brno: SC&C Partner, 2010, 280 s. ISBN 978-80-904099-2-7.
- [4] HIROYUKI, H. *5S pro operátory: 5 pilířů vizuálního pracoviště*. Brno: SC&C Partner, 2009, 105 s. ISBN 978-80-904099-1-0.
- [5] Interní dokumenty Hakr, spol. s r. o.
- [6] Interní dokumenty SC&C Partner, s. r. o.
- [7] KEŘKOVSKÝ, M. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2. vydání. Praha: C. H. Beck, 2009. ISBN 978-80-7400-119-2.
- [8] KOŠTURIÁK, J., FROLÍK, Z. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006, 240 s. ISBN 80-86851-38-9.
- [9] *Lean Tools*. [online]. 2001 [cit. 2012-04-27]. 4LEAN. Dostupné z WWW: <http://www.4lean.net/cms/index.php?option=com_content&view=article&id=70&Itemid=188&lang=en>
- [10] LIKER, J. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Management Press, 2007. 392 s. ISBN 978-80-7261-173-7.
- [11] MEMORY, J. *Štíhlý podnik*. Praha: Česká společnost pro jakost, 2006, 170 s. ISBN 80-02-01849-4.
- [12] PYZDEK, T. *The Six Sigma Handbook: A Complete Guide for Green Belts, Black Belts, and Managers at All Levels*. United States of America: McGraw Hill, 2003, 831 s. ISBN 0-07-141015-5.
- [13] SIXTA, J., MAČÁT, V. *Logistika: teorie a praxe*. Brno: Computer Press, Brno, 2005. 316 s. ISBN 80-251-0573-3.

-
- [14] *SolidWorks/SolidVision* [online]. 2010 [cit. 2011-11-18]. SolidWorks - 3D CAD navrhování. Dostupné z WWW: <<http://www.solidvision.cz/solidworks/>>.
- [15] SYNEK, M. *Manažerská ekonomika*. 4. vydání. Praha: Grada, 2007. 452 s. ISBN 978-80-247-1992-4.
- [16] ŠTRUPL, Zdeněk. Průběžná doba výroby v Toyota Gosei Czech, s. r. o. *Úspěch: produktivita & inovace v souvislostech*. 2011, č. 3, s. 27-32. ISSN 1803-5183.
- [17] *Výrobní systém Toyota TPS: a jeho přínosy pro podnikání*. [online]. [cit. 2011-12-05]. Toyota. Dostupné z WWW: <http://www.toyota-forklifts.cz/SiteCollectionDocuments/TPS_nahled.pdf>.
- [18] WOMACK, J., JONES, D. *Lean Solutions: How Companies and Customers Can Create Value and Wealth Together*. Great Britain: Simon & Schuster, 2005, 355 s. ISBN 0-7432-7595-0.
- [19] WOMACK, J., JONES, D., ROOS, D. *The machine that changed the world*. 2. vydání. London: Simon&Shuster UK, 2007, 327 s. ISBN 978-1-8473-7055-6.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

aj.	A jiné
atd.	A tak dále
DMAIC	Define, Measure, Analyse, Improve, Control
JIT	Just-in-Time
MEAN	Průměr
N	Rozsah souboru (počet hodnot)
N*	Chybějící hodnoty z rozsahu souboru
např.	Například
NVA CT	Non value added cycle time – čas nepřidávající hodnotu
Q ₁	První kvartil
Q ₃	Třetí kvartil
SE MEAN	Směrodatná chyba průměru
SMED	Single Minute Exchange of Die
StDev	Směrodatná odchylka
TPS	Toyota production system
tzn.	To znamená
VA CT	Value added cycle time – čas přidávající hodnotu
VSM	Value Stream Mapping – Mapování hodnotového toku
WIP	Work in process - rozpracovanost

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr 1. Fotografie firmy	13
Obr 2. Organizační struktura firmy	14
Obr 3. Výrobky společnosti.....	15
Obr 4. Vývojový diagram průběhu výroby.....	18
Obr 5. Vývoj k štíhlosti v automobilovém průmyslu	21
Obr 6. Pilíře výrobního systému Toyota	22
Obr 7. Prvky štíhlé výroby	28
Obr 8. DMAIC cyklus	37
Obr 9. Plechy nosičů lyží.....	38
Obr 10. Používané díly při montáži.....	39
Obr 11. Balení výrobků ve firmě.....	40
Obr 12. Layout pracoviště ze dne 4. 11. 2011	40
Obr 13. Snímek pracoviště ze dne 19. 01. 2012	41
Obr 14. Nástěnka na pracovišti.....	41
Obr 15. Sklad hotových výrobků.....	42
Obr 16. Špagetový diagram	49
Obr 17. Mapa hodnotového toku – současný stav.....	53
Obr 18. Mapa hodnotového toku – zjištěné plýtvání.....	54
Obr 19. Rozpracovanost při výrobě.....	57
Obr 20. Diagram příčin a následků.....	57
Obr 21. Layout pracoviště	60
Obr 22. Rozmístění dílů na pracovišti	60
Obr 23. Způsob uložení dílů	61
Obr 24. Návrh nového uspořádání pracoviště	62
Obr 25. Protiúnavová rohož.....	62
Obr 26. Únava při stání.....	63
Obr 27. Mapa hodnotového toku – budoucí stav.....	69

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Metody používané k zeštíhlování procesů	29
Tab. 2. Projektová listina	44
Tab. 3. Diagram SIPOC	45
Tab. 4. Procesní analýza jednoho kusu	50
Tab. 5. Chronometráž operací	51
Tab. 6. Ukazatelé charakterizující proces	55
Tab. 7. Mapa plýtvání na pracovišti montáž nosičů lyží	56
Tab. 8. Balancování pracovních činností	64
Tab. 9. Ukazatelé charakterizující proces – mapa budoucího stavu	70
Tab. 10. Ukončení návrhu projektu	73
Tab. 11. Náklady na realizaci projektu	76

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1. Analýza hodnotového toku.....	51
Graf 2. Diagram taktu	52
Graf 3. Boxplot vzdáleností před změnou a po změně.....	71
Graf 4. Individual Value Plot času cyklu před změnou a po změně.....	72
Graf 5. Sloupcový diagram průběžné doby před změnou a po změně	72