

Návrh uspořádání pracoviště a layoutu výrobní linky ventilů

Bc. Petr Masař

Diplomová práce
2018



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Petr Masař**
Osobní číslo: **M16460**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Návrh uspořádání pracoviště a layoutu výrobní linky ventilů**

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši k danému tématu.

II. Praktická část

- Provedte analýzu stávajícího layoutu výrobní linky.
- Na základě provedené analýzy vypracujte návrh nového layoutu výrobní linky.
- Zhodnoťte navrhované řešení.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

DENNIS, Pascal. Lean production simplified: a plain language guide to the world's most powerful production system. 2nd ed. New York: Productivity Press, 2007, 174 s. ISBN 978-1-56327-356-8.

CHROMJAKOVÁ, Felicita. Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štihlým řízením procesů. Žilina: Georg, 2013, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5.

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štihlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006, 240 s. ISBN 978-80-86851-38-9.

SALVENDY, Gavriel. Handbook of industrial engineering: technology and operations management. 3rd ed. New York: Wiley, 2001, 2796 s. ISBN 0471-33057-4.

SIXTA, Josef a Václav MAČÁT. Logistika: teorie a praxe. Brno: CP Books, 2005, 315 s. ISBN 80-251-0573-3.

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: **15. prosince 2017**
Termín odevzdání diplomové práce: **17. dubna 2018**

Ve Zlíně dne 15. prosince 2017



doc. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan




prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že


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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně 4. 4. 2018

Jméno a příjmení: ...P. E. T. R. M. A. S. A. Ů...


.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Tématem této diplomové práce je návrh layoutu a uspořádání pracoviště výrobní linky ventilů. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části jsou uvedeny formou literární rešerše teoretická východiska pro zpracování praktické části z oblastí průmyslového inženýrství, štíhlé výroby a layoutu, metod průmyslového inženýrství i výrobních simulací. Praktická část obsahuje představení společnosti a dále se zabývá podrobnou analýzou současného stavu výrobní linky ventilů. Na základě provedené analýzy byl navrhnout layout nové výrobní linky ventilů při využívání nové zkušební stanice. Následně bylo provedeno balancování a simulace výroby na nové lince. V závěru práce je provedeno zhodnocení projektu.

Klíčová slova: layout, výrobní linka, pracoviště, simulace, automotive

ABSTRACT

This thesis includes a proposal for the valves production line layout. The thesis is divided into two sections, theoretical and practical. The theoretical portion provides theoretical background for the practical portion, which includes the field of industrial engineering, lean production, lean layout, industrial engineering methods and production simulation. The practical section includes an introduction of the company and an analysis of the current state of the valves production line. Based on the analysis, a proposed layout for a new production line, including new testing station, is provided. Subsequently balancing and simulation of new production line is processed. At the end of the thesis, the evaluation of the project is outlined.

Keywords: layout, production line, workplace, simulation, automotive

Touto cestou bych rád poděkoval paní prof. Ing. Felicitě Chromjakové, Ph.D. za vedení, cenné rady a připomínky, které mi poskytla při zpracovávání této diplomové práce.

Dále děkuji zaměstnancům společnosti WOCO STV s.r.o. za vytvoření příjemného pracovního prostředí a jejich ochotu během naší spolupráce. Zejména panu Milanu Rusnokovi za užitečné rady, podněty a čas, který mi věnoval.

Také velmi děkuji mé rodině a přátelům za podporu při psaní této práce.

OBSAH

ÚVOD	10
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	13
1.1 PRŮMYSLOVÝ INŽENÝR	14
1.2 TRENDY V PRŮMYSLOVÉM INŽENÝRSTVÍ.....	15
2 ŠTÍHLÝ PODNIK.....	16
2.1 ŠTÍHLÁ VÝROBA.....	16
2.1.1 MUDA	17
2.1.2 MURA	18
2.1.3 MURI.....	19
2.2 ŠTÍHLÁ ADMINISTRATIVA	19
2.3 ŠTÍHLÁ LOGISTIKA.....	19
3 ŠTÍHLÝ LAYOUT.....	21
4 METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ	23
4.1 MĚŘENÍ PRÁCE.....	23
4.1.1 Snímek pracovního dne	23
4.1.2 Snímek operace	24
4.1.3 Systémy předem určených časů	24
4.1.4 MOST	26
4.2 STANDARDIZACE.....	30
4.3 VIZUALIZACE.....	34
4.4 KANBAN	36
4.5 BALANCOVÁNÍ VÝROBY	38
5 SIMULACE VÝROBY	40
5.1 POSTUP PŘI SIMULOVÁNÍ	40
5.2 SIMULAČNÍ SOFTWARE	41
II PRAKTICKÁ ČÁST	42
6 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI WOCO STV S.R.O.....	43
6.1 PORTFOLIO VÝROBKŮ.....	44
6.2 POLITIKA JAKOSTI	45
6.3 ENVIRONMENTÁLNÍ A ENERGETICKÁ POLITIKA	45
7 ANALYTICKÁ ČÁST	46
7.1 CHARAKTERISTIKA VÝROBNÍ LINKY	46
7.2 PŘEDSTAVENÍ VÝROBKU.....	47
7.3 ANALÝZA LAYOUTU VÝROBNÍ LINKY	48
7.4 POPIS PRACOVNÍHO POSTUPU	49
7.4.1 Pracoviště 1	49
7.4.2 Pracoviště 2	52
7.4.3 Pracoviště 3	53
7.4.4 Pracoviště 4	54

7.4.5	Pracoviště 5	55
7.5	MOST ANALÝZA JEDNOTLIVÝCH PRACOVIŠŤ	56
7.5.1	Pracoviště 1	57
7.5.2	Pracoviště 2	58
7.5.3	Pracoviště 3	59
7.5.4	Pracoviště 4	60
7.5.5	Pracoviště 5	61
7.6	POROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH PRACOVIŠŤ	63
7.7	KAPACITA LINKY	65
7.8	PLÁN PRODUKCE VODNÍCH VENTILŮ	65
7.9	MATERIÁLOVÝ TOK	66
7.9.1	Vstupní materiál	66
7.9.2	Obalový materiál	67
7.9.3	Obslužnost výrobní linky	68
8	VYMEZENÍ PROJEKTU.....	70
8.1	SWOT ANALÝZA	70
8.2	LOGICKÝ RÁMEC	71
8.3	RIPRAN ANALÝZA	72
9	VYPRACOVÁNÍ PROJEKTU.....	73
9.1	NÁVRH NOVÉHO LAYOUTU	73
9.2	ÚPRAVA STOLU PRACOVIŠŤE 1	76
9.3	NOVÁ POLOAUTOMATICKÁ STANICE PRO LISOVÁNÍ.....	77
9.3.1	MOST analýza nového pracoviště lisování	78
9.4	NOVÁ ZKUŠEBNÍ STANICE.....	78
9.4.1	MOST analýza nové zkušební stanice	80
9.5	POROVNÁNÍ PRACOVIŠŤ.....	81
9.6	BALANCOVÁNÍ VÝROBY	82
9.6.1	Balancování výroby – 5 operátorů	82
9.6.2	Balancování výroby – 4 operátoři	83
9.6.3	Balancování výroby – 3 operátoři	85
9.6.4	Porovnání jednotlivých variant vybalancování	88
9.7	SIMULACE VÝROBY	88
9.7.1	Model navrhovaného layoutu.....	88
9.7.2	Výsledky simulace s 5 operátory.....	89
9.7.3	Výsledky simulace se 4 operátory.....	92
9.7.4	Výsledky simulace se 3 operátory.....	94
9.7.5	Porovnání jednotlivých variant výroby.....	96
9.8	STANOVENÍ NOREM	96
9.9	MATERIÁLOVÝ TOK.....	97
9.9.1	Vstupní materiál	97
9.9.2	Obalový materiál	99
9.9.3	Obslužnost linky.....	99
10	ZHODNOCENÍ PROJEKTU	100

10.1	POROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH VARIANT	100
10.2	ZKRÁCENÍ ČASU OBSLUŽNOSTI LINKY	102
10.3	OSTATNÍ PŘÍNOSY	103
ZÁVĚR	.....	104
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	.....	105
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	.....	108
SEZNAM OBRÁZKŮ	.....	109
SEZNAM TABULEK	.....	111
SEZNAM GRAFŮ	.....	113
SEZNAM PŘÍLOH	.....	114

ÚVOD

V současnosti neustále rostou požadavky zákazníků na vysokou kvalitu a zároveň nízkou cenu výrobků. Především v automobilovém průmyslu musí být dosažení vysoké kvality a zároveň přijatelné ceny výrobků samozřejmostí. Zákazníci také požadují vysokou flexibilitu výroby. Dodavatelé automobilových součástí musí proto umět pružně reagovat na požadavky svých zákazníků.

Společnost WOCO STV s.r.o. se zabývá výrobou a montáží aktuátorů a také výrobou gumových dílů. Tato diplomová práce je zpracována právě v divizi aktuátorů, kde se mimo jiné vyrábí i vodní ventily.

Cílem diplomové práce je navrhnout nový layout výrobní linky vodních ventilů při využití nové modernější zkušební stanice, která umožní testovat nové varianty ventilů.

V teoretické části jsou popsány a vysvětleny formou literární rešerše teoretická východiska pro zpracování praktické části. Nejprve je objasněn pojem průmyslového inženýrství a představen koncept štihlé výroby, administrativy, logistiky i layoutu. Následně jsou popsány vybrané metody průmyslového inženýrství z oblastí měření práce, standardizace, vizualizace, kanbanu a balancování výroby. Poslední kapitola teoretické části je věnována výrobním simulacím.

V praktické části diplomové práce jsou nejprve uvedeny základní informace o společnosti a její firemní politice. Představeno je také výrobní portfolio společnosti. V analytické části je podrobně popsán stávající stav výrobní linky ventilů. Nejprve je popsána výrobní linka a její layout. Následně jsou rozebrány pracovní postupy na jednotlivých pracovištích a také jejich časová náročnost. Samostatné kapitoly jsou věnovány analýze výrobní kapacity a plánu výroby ventilů. Poslední část je zaměřena na materiálový tok z hlediska vstupního i obalového materiálu.

Na základě poznatků zjištěných v analytické části je definován projekt a vypracován návrh nového layoutu výrobní linky ventilů, který umožní využití nové zkušební stanici. Dalším zlepšením je použití nové poloautomatické stanice lisování, která umožní obsadit novou výrobní linku 3 až 5 operátory. Společnost díky tomu dokáže flexibilně reagovat na požadavky svých zákazníků.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Hlavním cílem diplomové práce je navrhnout nový layout a uspořádání pracoviště výrobní linky ventilů při využití nové zkušební stanice

Teoretická část obsahuje literární rešerše teoretická východiska pro zpracování praktické části práce. V analytické části je provedena důkladná analýza současného stavu s cílem získat dostatek potřebných informací o výrobním procesu. Byla vypracována analýza:

- Layoutu výrobní linky
- Procesu výroby
- MOST
- Výrobní kapacity
- Materiálového toku

V projektové části byl definován projekt s využitím:

- SWOT analýzy
- Logického rámce
- RIPRAN analýzy

V projektové části byl vypracován návrh nového layoutu výrobní linky ventilů při využití nové zkušební stanice. Dalším zlepšením bylo pořízení nové poloautomatické stanice lisování. Bylo provedeno balancování výroby pro 3 až 5 operátorů. Pro ověření realizovatelnosti nového layoutu linky byla vypracována výrobní simulace v Plant Simulation. Na základě dat zjištěných pomocí simulace byly stanoveny normy. Byl navržen způsob fungování materiálového toku a obslužnosti linky manipulátem. V poslední části bylo provedeno zhodnocení přínosů projektu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Průmyslové inženýrství je multidisciplinární obor, který se zabývá navrhováním, zaváděním a zlepšováním systémů, které v sobě zahrnují lidi, materiál, strojní vybavení, informační systémy a energie. Potřebných výsledků lze dosahovat s využitím znalostí z oblasti matematiky, fyziky, managementu a sociálních věd společně s inženýrskými metodami (Salvendy, 2001, s. 5-6).

Průmyslové inženýrství jako vědní obor má v sobě z hlediska zvyšování produktivity vysoký potenciál. V České republice neexistovalo průmyslové inženýrství téměř padesát let. Tento fakt lze pozorovat nejen v průmyslové výrobě, ale i v jiných oblastech (služby, administrativa, zdravotnictví, poštovní a peněžní ústavy).

Výraz „průmyslové inženýrství“ je překladem anglického „industrial engineering“, který se začal používat pro tento inženýrský obor v USA. Dnes se velmi často setkáváme pouze se zkratkou anglicky IE nebo česky PI, která bude použita i v této práci.

Uplynulo již sto let od doby prvních průkopníků PI. Za toto období již všechny vyspělé země akceptovaly tento obor potřebný pro zvyšování produktivity práce. Průmyslové inženýrství můžeme dle odlišností rozdělit na tři základní školy:

- americká
- německá
- japonská

V České republice se výraz „průmyslové inženýrství“ objevuje až po roce 1989. Před tímto rokem se základní aktivity PI také prováděly, ale nešlo o uplatňování uceleného oboru a také neexistovalo samostatné oddělení, které se specializovalo jen na činnosti PI.

Průmyslové inženýrství se zabývá odstraňováním plýtvání, nepravidelností, iracionality a přetěžování pracovišť. Výsledkem tohoto snažení je výroba kvalitních výrobků i poskytování kvalitních služeb rychleji a levněji. Mezi základní metody a techniky PI patří:

- Plánování, navrhování a řízení
- Uplatňování lidského rozměru
- Technologické aspekty
- Kvantitativní a kreativní techniky

(Mašín a Vytlačil, 2000, s. 79-82)

1.1 Průmyslový inženýr

Průmyslový inženýr upozorní ostatní inženýrské profese, že existuje obchodní realita. Pomáhá překonat mezeru mezi manažery a liniovými pracovníky. Často je tím kdo řekne technikovi, že nákup nového stroje nemusí zaručit podstatné zvýšení produktivity. Průmyslový inženýr se musí umět dívat na věci z nadhledu a zaměřit se na celkové řešení. Pracovníci oddělení průmyslového inženýrství jsou skutečnými projektanty práce v moderních továrnách. Průmyslový inženýr má za úkol koordinovat plány s cílem stavět nové výrobní provozy s předpoklady pro dosahování vysoké produktivity práce. Průmyslový inženýr je hledačem lepších řešení i průmyslových moderátorem. Znalosti oboru průmyslového inženýrství mohou být využity skoro ve všech oblastech podnikání, od automobilového průmyslu po nemocnice, od výzkumných projektů po armádu (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 84-86).

Průmyslový inženýr se dostává do pozice organizátora vzájemných vazeb v rámci komplexně organizovaných procesů. V posledních letech vzniklo mnoho počítačových nástrojů pro podporu plánování a rozvrhování výrobních procesů, modelování 3D simulací a dalších moderních technologií, které umožňují průmyslovému inženýrovi být při své práci rychlejší a sofistikovanější.

Mezi klíčové znalosti průmyslového inženýra patří:

- plánování a řízení projektů
- plánování a organizace výroby
- technická a technologická příprava
- organizace materiálových a informačních toků
- řízení produktivity a procesů
- analýza a měření práce
- ergonomie
- vývoj a implementace nových výrobních konceptů
- strategické plánování
- flexibilní řízení změn
- finanční management

(Chromjaková, 2013, s. 5-10)

1.2 Trendy v průmyslovém inženýrství

Oblast průmyslového inženýrství v posledních desetiletích velmi rychle vyvíjí a pružně reaguje na nově se objevující potřeby podniků. Management podniků pochopil důležitost štihlé výroby a začíná v podnicích zakládat oddělení specializované na průmyslové inženýrství. Mezi hlavní nové trendy PI dle Debnára (2011, s. 6-9). lze zařadit:

Předvýrobní etapy a vývoj

Společnosti stále častěji zapojují průmyslové inženýry do předprojektových a předvýrobních etap. Cenné znalosti při navrhování výrobních systémů se snaží aplikovat ještě předtím, než se začnou vyrábět výrobky. Průmysloví inženýři jsou velmi dobrými moderátory, a také oponenty navrhovaného řešení, kteří dokáží řešit nově vznikající problémy.

Administrativa, služby a servis

V současné době průmyslové inženýrství začíná pronikat také do oborů jako je zdravotnictví, stravovací služby nebo bankovníctví. Průmysloví inženýři čelí nové výzvě v podobě měření a standardizace práce v administrativě.

Tvorba pracoviště a nové požadavky na něj

Nové požadavky na návrh pracoviště i pracovního prostředí jsou ovlivněny věkem odchodu pracovníků do starobního důchodu. Každé nově vznikající pracoviště musí být navrženo tak, aby tam mohli pracovat i lidé, kterým již bylo 60 let.

Zmenšující se produkční systém a větší specializace průmyslových inženýrů

Při pohledu na produkční systém 90. let a systém současný lze pozorovat velký rozdíl mezi nimi. Moderní výrobní zařízení jsou velmi často multifunkční, a proto je stále náročnější porozumět výrobním procesům. Sledování procesu výroby u některých strojů není možné, protože proces probíhá z bezpečnostních důvodů v zakrytované části zařízení, kde nevidíme. Průmysloví inženýři se vzhledem k zvyšující náročnosti dnes používaných produkčních systémů musí stále více specializovat.

2 ŠTÍHLÝ PODNIK

Štíhlý podnik dělá podle Košturiaka a Frolíka (2006, s. 17) jen ty činnosti, které jsou nezbytně nutné, dělá je bez chyby vždy napoprvé, dělá je také rychleji a s nižšími náklady než konkurenti. Samotná redukce nákladů však nestačí, protože šetřením ještě nikdy nikdo nezbohatl. Štíhlý podnik se musí zaměřit především na zvýšení svojí výkonnosti, tím že efektivněji využije výrobních prostor a zkrátí průběžnou dobu výroby. Štíhlost znamená, že vždy uděláme přesně to, co požaduje náš zákazník. Snažíme se přitom eliminovat činnosti, které nepřidávají hodnotu výrobku nebo služby. Filozofie štíhlého podniku tedy znamená při vynaložení menšího úsilí vydělat rychleji více peněz.

Klíčové principy štíhlého podniku:

- otevřenost – problém je příležitost
- problém se detailně zkoumá a řeší tam, kde vznikl
- snaha o dokonalost – neustálé zlepšování
- důvěra a spolupráce vyváří synergii
- minimalizace plýtvání a maximalizace přidané hodnoty
- definování hodnoty pro zákazníka
- vybudování plynulých toků
- zavedení tahového řízení
- dovedení všeho k dokonalosti

(Chromjaková, 2013, s. 33)

2.1 Štíhlá výroba

Štíhlá výroba, kterou známe také jako Toyota Production System, znamená vyrábět více s menšími požadavky na čas, prostor, lidskou práci, stroje a materiály. Pojem lean neboli štíhlý byl zpopularizován především díky knihám *The Machine that Changed the World* a *Lean Thinking*, které napsali James Womack a Daniel Jones.

Dříve platila pro výpočet ceny výrobků následující rovnice:

náklady + zisková marže = cena

Náklady byly vypočteny účetním oddělením a následně byla připočtena marže. Tento postup výpočtu ceny již v mnohých podnicích neplatí. Nyní platí tato rovnice:

$$\text{cena (fixní)} - \text{náklady} = \text{zisk}$$

Dnes jsou v mnoha odvětvích podnikání ceny fixní, protože zákazníci jsou silnější než kdykoli předtím. Mají totiž možnost výběru z obrovského množství druhů výrobků od různých dodavatelů. Zákazníci přitom vždy požadují stoprocentní kvalitu a rozumnou cenu. Jedinou cestou ke zvýšení zisku je tak v dnešní době snižování nákladů. Toyota production system bojuje proti plýtvání zapojením lidí do procesů neustálého zlepšování (Dennis, 2007, s. 13-14).

2.1.1 MUDA

Výraz MUDA pochází z japonštiny a česky znamená plýtvání. MUDA lze definovat jako vše, co nepřidává produktu hodnotu anebo ho nepřibližuje zákazníkovi. Plýtvání lze rozdělit na osm druhů:

1. Nadvýroba
2. Čekání
3. Zbytečná manipulace
4. Špatný postup
5. Zásoby a rozpracovanost
6. Zbytečné pohyby
7. Chyby a vady
8. Neuzití potenciálu lidí

Často není jednoduché plýtvání odhalit, jedná se například o činnosti, které je nyní nutné vykonávat, ale časem by bylo možné je vynechat, případně omezit dobu jejich trvání. Jako příklad lze uvést výměnu nástrojů a přípravků, seřizování stroje, kontrola výrobků, nadbytečná manipulace a čekání na materiál nebo informace.

Dle Toyota Production System je jedním z nejzávažnějších druhů plýtvání nadvýroba, protože má za následek zvýšení dodatečných nákladů, zvýšení nároků na skladovací prostory a velmi často i dodatečnou lidskou práci na zlikvidování výrobků, které nebyly prodány. Dalším druhem plýtvání, které lze, ale většinou snadno odhalit je čekání. Do tohoto plýtvání zahrnujeme čekání na opravu stroje, čekání na materiál, čekání na informace, čekání

na seřízení stroje, čekání na uvolnění do výroby a také čekání operátora v době procesního času stroje.

Nejčastěji se objevujícím druhem plýtvání je nadbytečná manipulace a transport. Materiálový tok často vede ze skladu na výrobní linku, poté do meziskladu polotvarů, následně na další pracoviště a zase zpět do meziskladu, atd.

Nesprávný pracovní postup může způsobit nutnost dodatečné práce a s tím spojené dodatečné náklady. Příklady nesprávně zvoleného postupu jsou špatně navržené materiály, nevhodná konstrukce stroje, přípravku, výrobku nebo dlouhé procesní časy strojů způsobeny příliš dlouhými posuny nástrojů stroje ještě předtím než započne vlastní opracování.

Nadbytečné zásoby přinášejí dodatečné náklady na jejich udržení a vážou v sobě velké množství finančních prostředků. Řada podniků řeší své problémy pomocí polštáře zásob, místo toho, aby tyto problémy odstranila.

Plýtvání zbytečnými pohyby zahrnuje veškeré pohyby na pracovišti, které nepřidávají hodnotu pro zákazníka. Například se jedná o zbytečnou chůzi pro materiál, přechody operátora mezi výrobními zařízeními v případě, kdy obsluhuje více strojů.

Chyby pracovníků a neshodné výrobky přinesou dodatečné náklady, protože bude nutné provést opakovaný transport, přepracování neshodného kusu a opakovanou kontrolu. Čím později se nám podaří chybu odhalit, tím budou dodatečné náklady vyšší. Nejhorší variantou bude, když vadu objeví až náš zákazník, protože s námi může přestat obchodovat.

Osmým druhem plýtvání je nevyužití tvůrčího potenciálu, znalostí, schopností a talentu zaměstnanců (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 45 – 47).

2.1.2 MURA

Mura, jak uvádí Dennis (2007, s. 25), znamená nepravidelnost při práci, která je obvykle způsobena proměnlivými výrobními plány. Příkladem této nevyrovnanosti a nepravidelnosti může být výrobní linka, která první polovinu směny vyrábí jednoduché výrobky a ve druhé polovině naopak komplikované výrobky. Zaměstnanci jsou tak ve druhé polovině směny vytíženi výrazně více než v první polovině. Požadovaného snížení MUDA lze dosáhnout pomocí heijunka nebo vyrovnaním výroby.

2.1.3 MURI

MURI představuje nadměrné přetěžování strojů i lidí, které může být způsobeno variabilitou produkce, nevhodnými pracovními postupy nebo ergonomií pracoviště, nevyhovujícím materiálem, nástroji nebo nejasnou specifikací (Dennis, 2007, s. 25).

2.2 Štíhlá administrativa

Principy štíhlého podniku je nutné začít zavádět i v administrativě, protože administrativní procesy zabírají více než 60 % průběžné doby výroby a také počet administrativních pracovníků se již v některých podnicích rovná počtu výrobních pracovníků. V mnoha firmách nemají určenou osobu, která je zodpovědná za plánování, řízení a organizaci administrativních procesů jako celku, ale vždy pouze za procesy v konkrétní oblasti. (personalistika, ekonomika, nákup) V administrativních procesech vlivem elektronizace narůstá počet odpovědnostních konfliktů, chybně vyřizovaných úkolů a to vše společně způsobuje chaos.

Velmi často se lze setkat s nestandardizovanými administrativními procesy, což vede k multitaskingu, velké variabilitě práce i nepředvídatelnosti realizace práce u mnoha administrativních pracovníků. Významnou roli v administrativních procesech hraje komunikace, protože pracovníci se musí umět dohodnout na vzájemných kompetencích a koordinaci pracovních úkolů. Informační toky společně s komplikovanými organizačními strukturami představují hlavní problémy v administrativních procesech.

Zlepšování administrativních procesů je možné realizovat pomocí řízení toku vyřizování objednávek produktu a také řízením konkrétních pracovních úkolů potřebných pro chod podniku v krátkém i dlouhém období. Cílem tohoto zlepšování je snížení počtu chyb vzniklých v průběhu těchto procesů a současně zvýšení počtu uskutečněných pracovních úkolů při dodržení požadovaného času, kvality i nákladů (Chromjaková, 2015, s. 70-72).

2.3 Štíhlá logistika

Počátky pojmu logistika je nutné hledat ve vojenství, kde představovala nauku o pohybu, zásobování a ubytování vojsk. Logistika se postupem času začala uplatňovat také v hospodářské praxi, zejména pak ve Spojených státech Amerických. Bylo to vyvoláno nutností překonávat obrovské vzdálenosti nejen v oblasti vojenské, ale i hospodářské. To vyústilo v postupné prosazování systémového pohledu na materiálové toky jako na řetězec operací probíhající v prostoru a čase za pomoci fungujících toků informací. Primární cíl logistiky

je uspokojení požadavků zákazníků. Tohoto cíle je dosahováno za pomoci zvyšování objemu prodeje, zkracování dodacích lhůt, zlepšování úplnosti a spolehlivosti dodávek a zvýšením flexibility logistických služeb (Sixta a Mačát, 2005, s. 17 - 43).

Náklady na logistiku představují v mnoha případech 15 % až 70 % z celkových nákladů výroby, proto je nutné začít zeštíhlovat také logistické procesy. Dosahovat tohoto zeštíhlování lze optimalizací dopravních cest, řízením dodavatelských řetězců, standardizací logistických procesů i zvyšováním jejich kvality. Velmi důležitá je také spolupráce s dodavateli a odběrateli, kterou je možno podpořit moderním informačním a komunikačním systémem. Veškeré logistické procesy je nutné neustále zlepšovat.

Druhy plýtvání v logistice:

- Nadbytečné zásoby materiálu
- Zbytečná manipulace
- Čekání na materiál, informace nebo dopravní prostředky
- Oprava poruch v manipulačním systému
- Chyby při přípravě materiálu
- Nevyužití přepravní kapacity a lidský potenciál

(Košturiak a Frolík, 2006, s. 28 - 29)

3 ŠTÍHLÝ LAYOUT

Štíhlý layout jak uvádí Košturiak a Frolík (2006, s. 135) přináší především úsporu výrobních ploch, na kterých je možné následně umístit další výrobní zařízení. Dalším přínosem štíhlého layoutu je také snížení zásob, což vede k zvýšení přehlednosti o pohybu materiálu a zároveň zjednodušení řízení výrobních procesů.

Štíhlý layout má podle Košturiaka a Frolíka (2006, s. 135) tyto základní parametry:

- Zkrácení přepravních vzdáleností
- Přímý tok materiálu
- Zmenšení plochy na mezisklady a zásobníky
- Co nejkratší a přímočaré cesty
- Eliminace dvojnásobných manipulací
- Minimalizovaná průběžná doba výroby
- Skladování až v místě spotřeby
- Zavedení tahového systému a FIFO
- Nízké náklady na instalaci
- Segmentace, uspořádání do buněk a spine layout
- Flexibilní pracoviště kvůli změnám ve výrobním programu

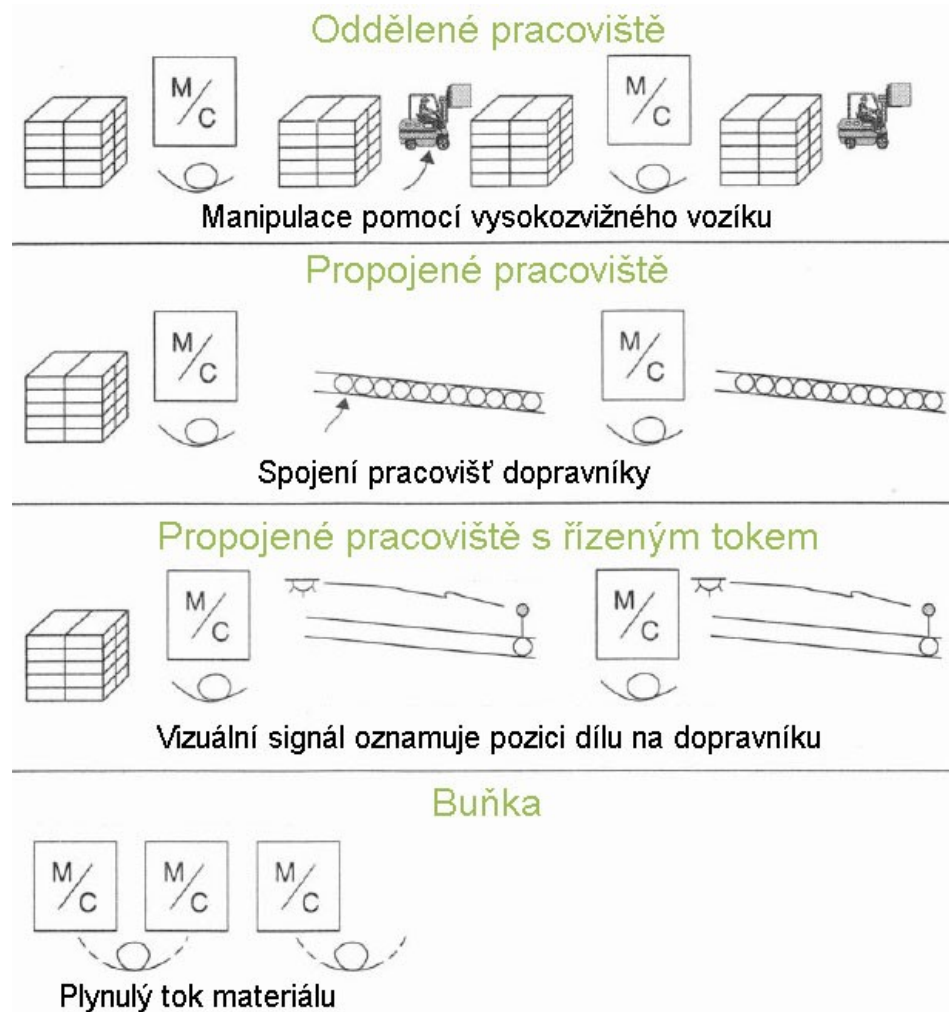
Podle Bauera (2012, s. 108) ovlivňují layout pracoviště především technologické požadavky a technické možnosti. Při navrhování nového uspořádání pracoviště je nutné se zaměřit také na ergonomické požadavky.

Vylepšení layoutu výrobní haly podle Trenta (2008, s. 83 - 86) přinese snížení cyklových časů, snížení zásob rozpracované výroby a zabraných výrobních ploch. Dalšími pozitivy jsou snížení manipulací materiálem, zvýšení kvality i flexibility a v neposlední řadě snížení celkových nákladů. Správně sestavený layout je jedním z klíčových prvků k dosažení požadované produktivity. Zbytečný pohyb operátorů po pracovišti představuje velké plýtvání.

Druhy layoutů jak je uvádí Dennis (2007, s. 63):

- Oddělené pracoviště
- Propojené pracoviště
- Propojené pracoviště s řízeným tokem
- Buňka

Obrázek 1 Druhy layoutu (vlastní zpracování dle Dennise, 2007, s. 64)



Obrázek 1 znázorňuje jednotlivé druhy uspořádání layoutu. Prvním typem je upořádání formou oddělených pracovišť, kdy přeprava dávek rozpracované výroby mezi pracovišti je realizována pomocí vysokozdvížných vozíků. Dalším druhem uspořádání jsou pracoviště propojené pomocí dopravníků. U třetího typu je množství polotovarů přepravovaných po dopravnících již sledováno a řízeno na základě potřeby. Nejvýhodnějším typem je uspořádání do buňky, kdy jsou výrobní zařízení umístěny hned u sebe. Díky tomu je možné v ideálním případě zachovat tok jednoho kusu, tedy hned po dokončení první operace putuje polotovar na následující pracoviště. Výhodami buňkového uspořádání jsou snadná komunikace mezi operátory a možnost si v případě potřeby navzájem vypomocet a dále okamžitá zpětná vazba z hlediska kvality výrobku. Zásadou kompaktnosti výrobních buněk je tlak na snížení zásob rozpracované výroby, což vede ke zkrácení průběžné doby výroby. V neposlední řadě se operátoři při práci v buňce učí jeden od druhého a získané dovednosti se projeví ve zvýšení kvality produkce.

4 METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ

4.1 Měření práce

Analýza a měření práce jedním z nejdůležitějších nástrojů v boji proti plýtvání ve výrobě. Vždy je nutné se nejprve zabývat analýzou pracovního postupu a odhalit neproduktivní činnosti, a poté je možné analyzovanou práci zjednodušit. Tímto získáme lepší pracovní postup. Navazovat budeme měřením práce, tedy zjištěním spotřeby času dané operace. (Dlabač, 2015)

Metody měření práce se člení na momentkové pozorování, strukturované odhady, časové studie a předdefinované časy. Následující tabulka obsahuje vhodnost jednotlivých metod dle cyklového času a objemu výroby (Košturiak a Frolík, 2006, s. 73).

Tabulka 1 Metody měření práce (vlastní zpracování dle Košturiak a Frolík, 2006)

		objem výroby		
		vysoký	střední	nízký
cyklový čas	dlouhý	momentkové pozorování kontinuální časové studie	momentkové pozorování kontinuální časové studie	expertní odhady momentkové pozorování historická data
	střední	momentkové pozorování kontinuální časové studie předdefinované časové normy	momentkové pozorování kontinuální časové studie	expertní odhady historická data kontinuální časové studie
	nízký	předdefinované časové normy	předdefinované časové normy kontinuální časové studie	kontinuální časové studie expertní odhady

4.1.1 Snímek pracovního dne

Snímek pracovního dne řadíme mezi kontinuální časové studie. Pomocí nich zjišťujeme celkovou spotřebu času operátora i stroje. Tato metoda spočívá v nepřetržitém pozorování, zaznamenávání a hodnocení spotřeby času pracovníka během celé směny. Data získané měřením musíme analyzovat a po vyhodnocení je můžeme využít ke kvantifikaci jednotli-

vých činností vyjádřených spotřebou času, analýze struktury spotřeby času během směny, odhalení neproduktivních časů, popřípadě ke zjištění produktivity v průběhu směny.

Typy snímků pracovního dne:

- Snímek pracovního dne jednotlivce
- Snímek pracovního dne čtyř
- Hromadný snímek pracovního dne
- Vlastní snímek pracovního dne

Postup při realizaci snímkování pracovního dne:

1. Příprava k pozorování, kdy je nutné učit si cíl snímkování, vybrat pracoviště a pracovníka, učít den a směnu vhodnou pro snímkování
2. Pozorování, měření a zaznamenávání činnosti pracovníka na pracovišti během celé směny. Zapisuje se vždy začátek a konec každé činnosti operátora.
3. Vyhodnocení snímku pracovního dne spočívá ve výpočtu časů jednotlivých činností a jejich rozřazení do kategorií. Následně lze porovnat kolik procent času strávil pracovník produktivní případně neproduktivní činnostmi.

4.1.2 Snímek operace

Mezi metody studia pracovního procesu patří snímek operace, pomocí kterého, jak uvádějí Novák a Šlampová (2007, s. 38 - 42), zkoumáme spotřebu času u opakovaných operací na pracovišti. Snímky operace členíme na plynulou, výběrovou a obkročnou chronometráž, dále snímek průběhu práce a filmový snímek

Chronometráž patří mezi nejčastěji využívaný nástroj pro stanovení výkonové normy. Metoda spočívá v rozdělení měřené pracovní operace na několik dílčích částí. Spotřeba času těchto částí je následně zaznamenána do formuláře. Největší výhodou představuje právě rozdělení operace na jednotlivé činnosti. Díky tomu lze potom vyloučit extrémní hodnoty jednotlivých úkonů a zajistit vysokou spolehlivost měření. Další výhodou je možnost balancování operací, tedy přesouvání jednotlivých činností mezi operátory (Dlabač, 2015).

4.1.3 Systémy předem určených časů

Systémy předdefinovaných časů nám poskytují informace o pracovních činnostech na základě jednotlivých pohybů lidského těla. Tyto pohyby orientované na objekty nebo chování. Při objektově orientovaném se zaměřujeme na vlastnosti výrobků, typu zařízení i vyba-

vení pracoviště. Systémy orientované na chování zkoumají pohyby na základě subjektivního názoru pozorovatele. Systémy lze také dělit podle toho, zda se zaměřují na pohyb, akci nebo aktivitu. Pohyb lze chápat jako nejmenší jednotku, kterou nelze dále dělit. Akce zahrnuje několik jednotlivých pohybů. Aktivity se pak skládají ze sekvence jednotlivých akcí a pohybů. Jako příklad lze uvést přesunutí výrobku z místa A na místo B.

Všechny systémy předdefinovaných časů vyžadují důkladnou analýzu pracovního procesu ještě před určením standardu. Díky tomu odhalíme neefektivní práci, jejíž výskyt můžeme následně omezit. Výhoda těchto systémů je, že nerozlišují mezi různě výkonnými pracovníky a výsledný čas je vždy pro průměrného pracovníka. Systémy předem určených časů lze také využít na analýzu spotřeby času u výrobků, které jsou teprve ve fázi vývoje. V tomto případě nám stačí znát předem pracovní postup dané plánované výroby. Mezi nevýhody těchto systémů lze zařadit to, že jsou ve většině případů zaměřeny pouze na lidskou práci a neberou v potaz strojní čas. Další nevýhodou je fakt, že použití těchto systémů vyžaduje značnou praxi.

Nejznámějšími systémy předem určených časů jsou:

- MTM – methods time measurement
- Work factor system
- BTM – basic time study
- MODAPTS – modular arrangement of predetermined time standards
- GSD – general sewing data
- USD – standard data
- MSD – master standard data
- MOST – maynard operational sequence technique

(Maynard a Zandin, 2001, s. 639 – 651)

Jedním z nejznámějších systémů předem určených časů je MTM, který byl vyvinut Maynardem, Stegermetenem a Schwabem a zveřejněn v roce 1948. Systém MTM je považován za jeden z nejpresnějších systémů předem určených časů pohybů. MTM velmi podrobně rozděluje základní pohyby, sáhnout, uchopit, přemístit, uvolnit, umístit, pohyby, těla, nohou i chodidel. Přesnost časů z datové tabulky vyžaduje velmi přesné určení vzdálenosti jednotlivých pohybů. Pokud jsou vzdálenosti určeny nepřesně, může být výsledek analýzy nesprávný. Analýza pomocí MTM zabírala velké množství času, a proto byly vyvinuty nové systémy MTM-2 a následně MTM-3. Tyto systémy zjednodušily analýzu pomocí

seskupení základních pohybů a jejich druhů. Analýza práce s využitím systémů předem určených časů spočívá v rozdělení práce na velmi malé úseky zvané základní pohyby (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 106).

Podle Singha (2018, s. 94) spočívá MTM v analýze videa výrobních operací, kdy průmyslový inženýr sleduje mikro pohyby snímek po snímku. Data jsou roztříděna do 8 skupin základních pohybů. Čas základních pohybů rukou a prstů je závislý na:

- vzdálenosti pohybu
- druhu úchopu A, B, C, D, E, kdy záleží na pozici předmětu, rychlosti, nutnosti viditelnosti a získání kontroly
- druhu pohybu I, II, III podle toho zda je ruka v pohybu na již začátku sledovaného pohybu a zda pokračuje v pohybu i na konci sledovaného pohybu.

4.1.4 MOST

Definice práce říká, že práce je jakékoli přemístování hmoty nebo objektů na určitou vzdálenost. Do této činnosti lze zařadit převážnou většinu práce vykonávané v podnicích každý den. Činností při které nedochází k přesunu žádných objektů je například myšlenkový proces neboli čas myšlení. Všechny základní jednotky práce by měly být organizovány za účelem dosažení požadovaného cíle pomocí přemístění objektu. Systém MOST se proto zaměřuje právě na přemístování objektů. Autor tohoto systému pan Zandin přišel na to, že přemístování předmětů se řídí určitými vzorci, jako uchopení, sáhnutí, přemístění a umístění předmětu. Identifikoval tyto vzorce a roztřídil do sekvence pohybových prvků přemístování předmětů. Základními jednotkami měření práce nejsou stejně jako u MTM základní pohyby, ale základní aktivity, které se týkají přemístování objektů. Aktivity se člení na jednotlivé subaktivity, které mají pevné místo v sekvenci. Primární vzorec přemístění předmětu, lze díky tomu popsat univerzálním sekvenčním modelem a ne náhodně seřazenými detailními pohyby. Veškeré předměty je možné přemístit dvěma způsoby, buď zvednutí a přemístění volným prostorem, nebo přemístění při udržování kontaktu s pevným povrchem. Jakýkoli díl buď přemístíme posunutím po desce stolu, nebo ho přemístíme vzduchem nad povrchem stolu. Analýza použití nástrojů využívá speciálního sekvenčního modelu, který dovoluje při analýze sledovat pohyby při používání ručního nástroje pomocí standartní sekvence pohybových prvků (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 107 - 109).

Podle Maynarda a Zandina (2001, s. 652) se BasicMOST dělí na tyto základní sekvence:

- obecné přemístění – ruční přesun předmětů vzduchem z jednoho místa na druhé. Pro pokrytí všech možných kombinací směrů pohybu slouží následující subaktivity:
A – akce na určitou vzdálenost (pohyb většinou horizontálně)
B – pohyb těla (většinou vertikálně)
G – získání kontroly (uchopení předmětu)
P – umístění předmětu
- řízené přemístění – sekvence v sobě zahrnuje aktivity jako hýbání pákou, stisk tlačítka nebo jednoduše přesouvání objektu po povrchu. Tato sekvence k předchozím parametrům A, B, G, které známe z obecného přemístění, přidává tyto další:
M – řízený přesun
X – procesní čas
I - vyrovnání
- použití nástroje – sekvence zahrnuje veškeré činnosti, při kterých využíváme nářadí nebo nástroje jako například utahování, ohýbání, řezání, čištění, měření, zaznamenávání, čtení i kontrola.

Další tři sekvence se zaměřují na manipulaci s velmi těžkými břemeny:

- použití ručního jeřábu
- použití elektrického jeřábu
- použití vozíku – zahrnuje transport objektů pomocí vysokozdvizného vozíku, ručního vozíku nebo paletového vozíku

Mašín a Vytlačil (2000, s. 113) uvádí, že zjistit pomocí MOST analýzy čas trvání konkrétní operace můžeme, pouze pokud správně přiřadíme indexová čísla jednotlivým parametrům v sekvencích. Tento proces, který nazýváme indexování parametrů, spočívá ve vybrání vhodného parametru z datové MOST tabulky. Hodnoty v tabulkách jsou založeny na údajích získaných při MTM analýzách. Číslo indexů vždy představuje pevné časové rozmezí, které se rovná mediánu časů daného rozmezí. Hodnoty těchto rozmezí byly zjištěny pomocí matematické statistiky.

Zandin (2003, s. 32) uvádí co vše je potřeba při přiřazování konkrétních indexů parametrům sledovat:

- Druh předmětu, který přemístíme
- Jakým způsobem předmět přemístíme
- Jak se operátor k předmětu dostane, nám určí index u A, B, G v první etapě
- Co operátor udělá pro přemístění, nám určí index u A, B, P ve druhé etapě
- Jestli se operátor následně vrací zpět, nám určí index A ve třetí etapě
- Je prováděná činnost nezbytná pro daný pracovní úkol nebo ji můžeme zrušit
- Je možné některé vysoké indexy snížit úpravou layoutu pracoviště

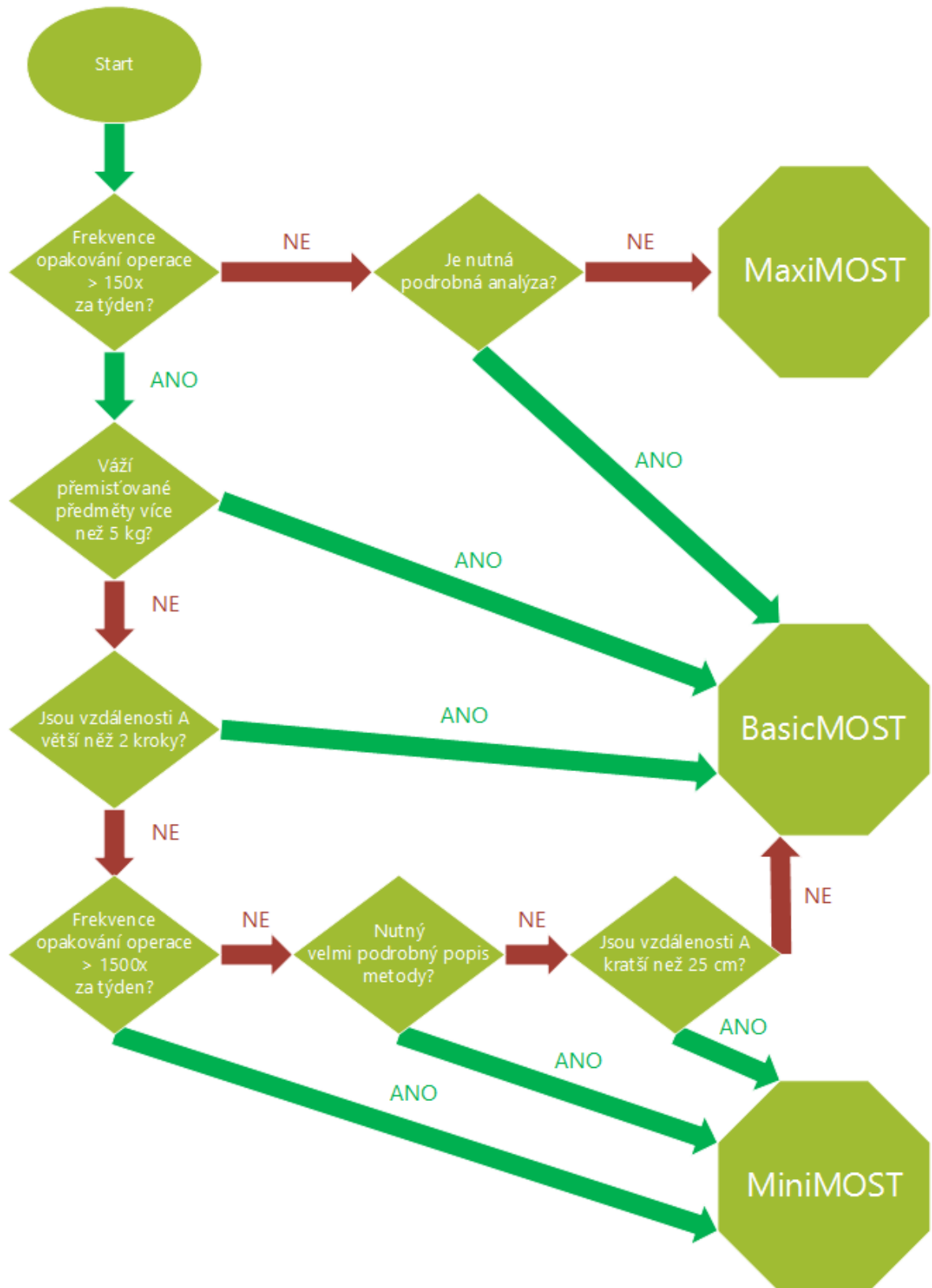
MOST se dělí na více různých druhů, proto má tato metoda velmi široké možnosti využití, od výroby lodí, vagónů až po velmi přesné montáže malých součástí, případně manipulaci materiálem ve skladu. Tyto systémy se dělí podle času cyklu a opakovatelnosti operace Zandin (2003, s. 20).

V tabulce 2 jsou uvedeny údaje o časové náročnosti jednotlivých druhů systému MOST:

Tabulka 2 Srovnání časové náročnosti analýzy pomocí MOST (vlastní zpracování dle Mašín a Vylačil, 2000, s. 116)

Druh systému MOST	Počet TMU analyzovaných za hodinu práce
Mini MOST	4 000 TMU
Basic MOST	12 000 TMU
Maxi MOST	25 000 TMU

Následující diagram ukazuje, který systém si vybrat pro analýzu, tak aby byla dostatečně přesná a zároveň nezabrala velké množství času (Zandin, 2003, s. 26):



Obrázek 2 Diagram pro volbu vhodného MOST systému (vlastní zpracování dle Zandin, 2003, s. 26)

Dle Mašina a Vytlačila (2000, s. 117) se nejčastěji využívá Basic MOST, který je vhodný pro analýzu pracovních operací trvajících od několika sekund až po 10 minut a zároveň operací, které se opakují 150 krát až 1500 krát za týden. Výhodou systému je jeho schopnost pokrýt kolísání času mezi cykly díky rozsahu indexů. Výsledkem analýzy pomocí Basic MOST je popis pracovní metody, která svojí podrobností vystačí jako instrukce pro pracovníky.

Mini MOST umožňuje nejpřesnější a nejpodrobnější analýzu, kterou je vhodné využít při pracovních operacích, které se opakují častěji než 1500 krát týdně. Tyto operace nejčastěji mají velmi krátký cyklový čas, protože jsou již operátorovi velmi známé a také podnik se snaží neustále vylepšovat pracoviště i pracovní postupy. Nejčastěji jsou analyzované operace, při kterých pracovník nechodí a veškeré operace může vykonávat na dosah.

Maxi MOST se naopak nejvíce využívá v případě pracovních úkonů, které se opakují maximálně 150 krát týdně. Typickým příkladem využití Maxi MOST představuje těžká montáž nebo seřizování strojů. Rozsahy indexů jsou schopny pokrýt vysoké kolísání mezi jednotlivými cykly, které se u těch činností vyskytuje (Vytlačil a Mašín, 2000, s. 118).

4.2 Standardizace

Tomek a Vávrová (2014, s. 76 - 77) tvrdí, že standardizace je nezbytná k úspěšné integraci výrobního procesu při dosažení potřebné konkurenceschopnosti, flexibility, technologické vyspělosti a schopnosti uspokojit tržní poptávku. Standardizace spočívá v systematickém výběru, který povede k sjednocení a stabilizaci možných variant procesu. Nelze se smířit s chaosem, který je způsobován přijímáním nekonceptních změn. Tento přístup by mohl v budoucnosti ovlivnit vztah s našimi zákazníky.

Princip standardizace představuje především omezení rozmanitosti a proměnlivosti procesů v podniku. Tento přístup můžeme chápat jako negativní ve vztahu k flexibilitě a kreativitě.

Kreativita nesmí být nikdy neomezená, protože všechny činnosti mají vzájemné vazby. Proto je nutné všechny činitele přizpůsobovat postupně. Významnou roli při tom má standardizace, která usměrňuje, sjednocuje a uspořádává proces z hlediska věcného i časového. Tento proces se zásluhou standardizace stane více přehledným a dosažené výsledky lze velmi snadno analyzovat a vyhodnocovat. Musí být však vždy využíváno reálných, ekonomických a perspektivních řešení.

Standardizace nesmí nikdy být brzdou pozitivního technického pokroku nebo se stát omezením kreativity zaměstnanců.

Hádek (2005, s. 33 - 34) popisuje standardizaci jako dynamický a zároveň systematický proces sjednocování, výběru a stabilizace různých variant pracovních postupů, vstupních prvků i jejich vzájemných kombinací. Standardizace směřuje k snížené rozmanitosti a nahodilosti v řízeném procesu. Také standardizace musí neustále flexibilně reagovat na rozvoj technologií, inovace i změn na trhu, které přináší do podniku velké množství novinek, které způsobí vyšší náročnost výroby i složitost výrobků.

Zavedení standardizace přináší sebou následující výhody:

- Organizování výrobní, ekonomické, technické, personální i jiné činnosti podniku
- Sjednocení informací a jejich jednoznačná vypovídající schopnost
- Zjednodušení organizace a řízení výrobního procesu
- Snížení nákladů vedoucí k zvýšení konkurenceschopnosti firmy
- Rozvoj specializace
- Zvyšování technické úrovně provedení a kvality
- Přizpůsobení variant výrobků požadavkům zákazníků
- Podpora komplexního systému jakosti
- Zavedení automatizace výroby i automatizace řízení
- Transparentnost evidence výroby i materiálu
- Zvyšování bezpečnosti práce a odstraňování namáhavosti pracovních operací

Standardizace vstupů zahrnuje standardizace materiálu, výrobních zařízení, náradí, přípravků a řídicích systémů.

Standardizují se také činnosti výrobního procesu, tedy pracovní, technologické a montážní postupy. Dále je nutné v procesu výroby standardizovat také technickohospodářské normy pracovní, kapacitní i materiálové. V té stejné kategorii jsou zahrnuty také normativy a řízení výrobního procesu.

Další kategorií standardizace jsou výstupy, konkrétně typizace, unifikace, dědičnost případně stavebnicové řešení.

Standardizace podle Misiureka (2016, s. 4) pomáhá velmi efektivně odstraňovat lidské chyby, protože eliminuje již kořenové příčiny těchto chyb. Standardizace zvyšuje povědomí pracovníků o pracovním procesu pomocí tréninku a neustálého zlepšování. Toto jsou

dvě základní činnosti, které je nutné vykonávat pravidelně, aby bylo dosaženo snížení počtu lidských chyb.

Komplexní standardizace musí splňovat podle Tomka a Vávrové (2009, s. 171) následující vlastnosti:

- exaktnost
- závaznost
- pružnost
- plánovitost

Exaktnost je velmi důležitá při standardizaci řídicího procesu a věcných vstupních prvků výrobního procesu. Tento výrobní proces včetně všech činností a druhů přeměn musí být zároveň závazný. Při standardizaci vztahů v oblasti spotřeby, využití výrobních činitelů musí být zachována pružnost, aby bylo možno výrobu operativně řídit. Plánovitost je základní podmínka pokud se jedná o standardizaci výstupních prvků výrobního procesu.

Standardizace hraje velmi důležitou roli již ve fázi projektování výrobních procesů, kdy jak uvádí Chromjaková (2015, s. 62 - 66) je nutné se zaměřit především na standardizaci produkčních a procesních výkonů i standardizaci toků.

Vždy při projektování výrobního procesu je požadována maximální možná přidaná hodnota produkce. Proto je nutné se zaměřit na standardizaci produkčních výkonů, konkrétně pak naplánovat požadovaný typ, strukturu i objem budoucí produkce. Nezbytné je znát náklady jednotky vyrobené produkce, které lze vypočítat následovně:

$$PNVP = CVN / Q$$

kde:

PNVP je průměrná nákladovost jednotky vyrobené produkce

CVN – celkové výrobní náklady

Q – objem produkce

Dalším údajem, který je nutné znát již při projektování výrobních procesu je disponibilita strojního zařízení potřebná pro výrobu požadovaného objemu produkce.

$$DSZ = VSK / CDSK$$

Kde:

DSZ – disponibilita strojního zařízení

VSK – využitelná strojní kapacita

CDSK – celková disponibilní strojní kapacita

Při standardizování procesních výkonů se musíme zaměřit na následující parametry:

- štíhlý layout a výrobní buňky
- vybalancovaný tlakový/tahový systém produkčních toků
- štíhlé pracoviště a standardizované pracovní postupy
- funkční řízení toku hodnot ve výrobních procesech
- rychlé přetypování a flexibilní redukce výrobních dávek
- práce v týmu
- systematické zlepšování výrobních procesů
- dosahování požadované kvality

Základními předpoklady, které jsou nutné pro standardizovanou práci, jsou důslednost ve vykonávání přesně definovaných pracovních postupů a disciplína pracovníků vůči své pracovní náplni. Každý podnik má zároveň mít jen takový počet standardizovaných pracovišť a výrobních postupů, jaký je nutný pro zajištění efektivního fungování procesů.

Standardizace toků je nezbytně nutná pro zachování plynulosti materiálových a informačních toků mezi jednotlivými operacemi při neustálém snižování časových ztrát.

Podle Bauera a Haburaiové (2015, s. 127) se rozumí standardizací dokumentace nejlepšího způsobu provádění určité práce. Standardizovaná práce pak představuje optimální kombinaci práce strojů, lidské práce a vstupních dílů. Mezi tři hlavní prvky standardizované práce lze zařadit dobu taktu, posloupnost pracovních činností a standardizovaný výrobní proces. Standardy jsou předpisy, pravidla, nařízení a postupy, které představují nejlepší způsob, jak vykonávat danou práci tak, aby bylo dosaženo požadovaného výsledku.

4.3 Vizualizace

Vizualizace neboli vizuální management je podle mnohých považován za tajemství úspěchu světových podniků. Pracovníci mohou pomocí prostředků vizualizace velmi rychle zjistit stav výrobního procesu, pochopit standardy pracovního postupu nebo porovnat odchylky. Další přidanou hodnotou, kterou vizuální management přinese je podpora týmové práce, řízení, kontroly i sdílení informací.

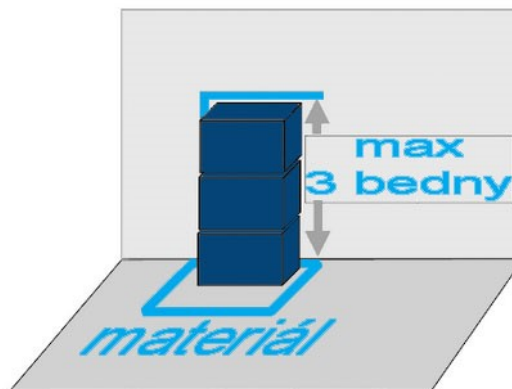
Stará moudrost říká: „Lepší je jednou vidět, než dvakrát slyšet“ Člověk totiž nejvíce informací z okolního světa přijímá právě zrakem. Od vzniku filmů, televize a fotografií se velmi rozšířili možnosti příjmu informací zrakem a lidstvo tak získalo cenné zdroje informací (Bauer, 2012, s. 43).

Rich (2006, s. 81 - 83) pokládá vizuální management za jeden ze základních stavebních prvků štíhlých výrobních systémů. Příkladem použití vizualizace je znázornění výkonosti v grafu na tabuli místo toho, aby byly údaje založeny někde v šuplíku. Dále mít například místa pro nářadí a nástroje vyznačeny vizuálně a každý pracovník tak snadno zjistí, který nástroj má kde uložit, případně který nástroj není na svém místě. Vizualizaci je možné využít ve všech odvětvích výroby od výroby kovů, po řízení elektrárny. Použití vizualizace není limitováno pouze na opakující se výrobní operace, ale lze uplatnit i v oblastech, kde se pracovní úkoly mění každý den jako například televizní studia, nemocnice nebo servis letadel.

Mezi výhody vizualizace patří bezesporu také rychlejší zaučení nových zaměstnanců do výrobního procesu, kteří snáze pochopí vizuální instrukce nebo princip fungování procesů ve společnosti. Tento aspekt vizuálního managementu je v dnešní době velice důležitý, protože fluktuace pracovníků je na velmi vysoké úrovni a firmy musí tak neustále nabírat nové zaměstnance a ty znovu proškolovat a zaučovat. Díky vizualizaci můžeme zabránit nákladným chybám a výrobě zmetků novými operátory. A zaučení nových lidí již nemusí probíhat původním nákladným způsobem. Běž za Nelou a sleduj ji, jak to dělá ona. Tento způsob sebou nesl nevýhodu v podobě toho, že nový pracovník se naučil postup i včetně špatných návyků, které Nela vykonávala.

Vizuální označení místa pro nářadí, označení prostoru pro materiál (viz obrázek 3), stroje, případně hotové výrobky, barevné odlišení kontrolovaných míst na pracovišti, to vše pomáhá při zaškolení nového operátora. Pokud například bedny na obrázku obsahují těžké díly do motoru automobilu a nový pracovník má tento materiál přichystat, nemusí v dokumentaci balících předpisů zjišťovat, že je možné uložit na sebe maximálně 3 bedny, ale vidí to hned díky vizuálnímu označení.

Obrázek 3 Vyznačení místa pro materiál
(vlastní zpracování dle Rich, 2006, s. 83)



Mezi další vizuální techniky podle Bauera (2012, s. 44-45) patří:

- Barevné kódování a značení
- Obrázky, grafika
- Kanban karty
- Barevné linie
- Signalizace
- Nástěnky a informační tabule
- Diagramy
- Obrázková dokumentace
- Barevné značení abnormalit
- Checklisty

Podle Bauera (2012, s. 45) je nezbytné si uvědomit, že pomocí vizuálního managementu řídíme celý proces. Vizuální management podporuje vzájemnou aktivitu zaměstnanců, výrobních zařízení a okolí firmy. Zároveň je nutné nebrat vizuální management jako cíl, ale pouze jako pomůcku pro dosažení našich cílů. Musíme si vždy určit, proč to děláme, čemu to pomůže a čeho tím chceme dosáhnout.

Zavádění vizuálního managementu do praxe je velmi náročný proces, který vyžaduje velké množství času a úsilí. Na první pohled, stejně jako v případě uměleckých děl, se jeví vizuální management velmi jednoduchý. Skvělé umělecké dílo vypadá jednoduše, obzvláště pokud je pozorovatelem laik, protože obraz je působivý a není příliš komplikovaný. Můžeme se tak domnívat, že byl namalován za jedno odpoledne, ale nic nemůže být dále od pravdy. Práce na uměleckém díle si vyžaduje výjimečné dovednosti, hodiny příprav, případových studií a plánování. Stejně jako tvorba umění, filmů či hudby, tak i zavádění vizuálního managementu je těžká práce. (Liff a Posey, 2004, s. 202).

Vždy je nutné, aby veškeré vizualizované informace byly přehledné a jasné. Toho lze docílit ubráním textu a přidáním obrázků s vysvětlením. Podobu vizualizované informace je užitečné projednat se zaměstnanci a zajistit tak, že ji všichni pracovníci budou správně chápat. Při proškolení nových zaměstnanců daného oddělení musíme vysvětlit také vizualizaci používanou na pracovištích (Bauer, 2012, s. 48).

4.4 Kanban

Kanban, jak uvádí Filip (2016, s. 216), znamená v japonštině původně oznamovací kartu. Za kanban můžeme pokládat přepravky, konkrétní místo na podlaze, ve skladě nebo v regále. Častěji se však u nás setkáváme s významem kanbanu jako tahovým systémem řízení výroby. Tahový systém pracuje na principu výzvy následujícího pracoviště, že již má volno a potřebuje další materiál. Díky tomuto systému se sníží stav rozpracované výroby a nemusíme mít zbytečné mezizásoby, které by nám zabíraly místo.

Nejdůležitějšími principy systému Kanban podle Sixty a Mačáta (2005, s. 242) jsou:

- Fungování samořídících regulačních okruhů, které se skládají z odběratelské a dodavatelské strany propojené tažným systémem
- Objednávané množství vždy odpovídá obsahu celého přepravního prostředku
- Dodavatel se vždy zaručuje dodat kvalitní materiál a zároveň odběratel musí vždy objednávku převzít
- Kapacita odběratelů i dodavatelů je srovnatelná a veškerá jejich činnost synchronizovaná
- Dodavatel ani odběratel netvoří žádné zásoby

Nejčastěji se využívá kanban systém ve velkosériové výrobě se stabilním odbytem výrobků a jednosměrným tokem materiálů.

V praxi kanban systém probíhá v následujících krocích: odběratel odesílá dodavateli prázdnou bednu společně s kanban kartou a výrobní průvodkou, která má zároveň funkci objednávky. Jakmile je prázdná bedna dodána k dodavateli, začíná výroba požadovaného množství výrobku. Vždy musí být expedováno zpět k odběrateli přesně dané množství výrobků společně s průvodkou. Odběratel musí vždy objednané výrobky zkontrolovat a převzít (Sixta a Mačát, 2005, s. 243).

Kanban může mít podle Dennise (2007, s. 74) následující podoby:

- Papírová, případně plastová karta
- Místo vyznačené na podlaze, které je třeba doplnit materiálem
- Čára na dopravníku nebo v regále, která značí minimální zásobu
- Automatické spuštění výrobního zařízení při poklesu zásoby na minimální úroveň
- Světelný signál na řídicím pultu
- Elektronický kanban systém s využitím počítačů, mobilů i počítačové sítě

Podle Mašina a Vytlačila (2000, s. 267 - 269) je kanban systém nepostradatelnou součástí just in time systémů. Již ve fázi zavádění těchto systémů je nutné se zaměřit na plánování rovnoměrného sledu vyráběných výrobků na lince, layout strojů, standardizované pracovní postupy i zkracování času potřebného pro seřizování. Systém kanban je velmi užitečný pomocník při zefektivňování výrobních procesů.

Cílem při zavádění tahového systému kanban je vytvoření regulačních okruhů, při jejichž tvorbě je nutné dodržovat následující pravidla:

- Operátoři pracoviště by měli obdržet díly z předcházejícího pracoviště pouze na základě informací uvedených na kanbanové kartě
- Operátoři vyrábí pouze výrobky podle informací na kanbanové kartě
- Výroba ani transport není realizován bez kanbanové karty
- Kanbanové karty jsou vždy s výjimkou návratu umístěny na přepravních jednotkách
- Dodávané díly musí být vždy stoprocentně kvalitní
- Počet kanbanových karet by měl být průběžně snižován za účel vylučování plýtvání

4.5 Balancování výroby

Balancování výrobní linky je podle Karthika (2016, s. 399 - 400) nezbytné pro efektivní fungování výrobního procesu na lince. Cílem balancování je rozdělit pracovní činnosti na jednotlivé operátory rovnoměrně, aby byla zajištěna plynulost výroby a nevznikaly žádné úzké místa, před nimiž by se hromadily polotovary. Při balancování snižujeme dobu čekání operátorů na minimum a zároveň se snažíme využívat překrytých časů. Balancování lze realizovat vhodným uspořádáním pracovních stanic, výrobních zařízení a operátorů ve výrobní lince, a tak dosáhnout u jednotlivých pracovníků stejných časů jejich práce.

Cíle balancování výrobní linky:

- Splnit výrobní plán
- Snižit dobu čekání
- Minimalizovat práci přesčas
- Chránit příjmy operátorů

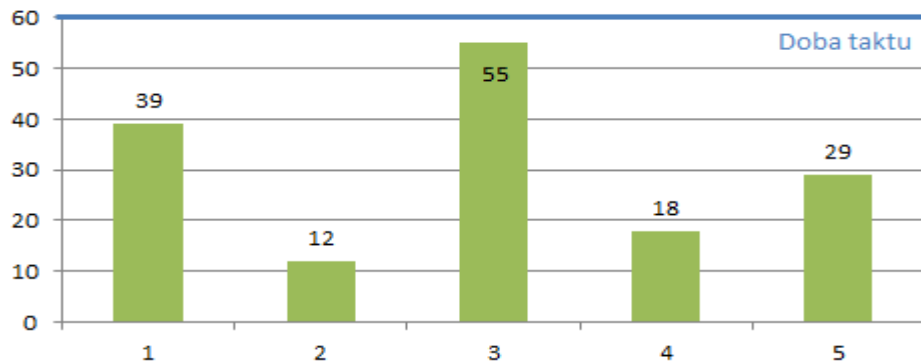
Vybalancovaná výrobní linka dokáže vyrábět flexibilní sekvenci výrobků podle zákaznického požadavku při minimálních zásobách a zároveň s velmi krátkou průběžnou dobou výroby. Díky tomu je zajištěn plynulý tok ve výrobě a výrobky se dostanou k zákazníkům rychleji a bez zbytečných zpoždění. Jednotlivé operace na sebe navazují časově a výstup z první operace, okamžitě přechází do další operace (Košturiak a Frolík, 2006, s. 170).

Postup při balancování linky dle Karthika (2016, s. 400):

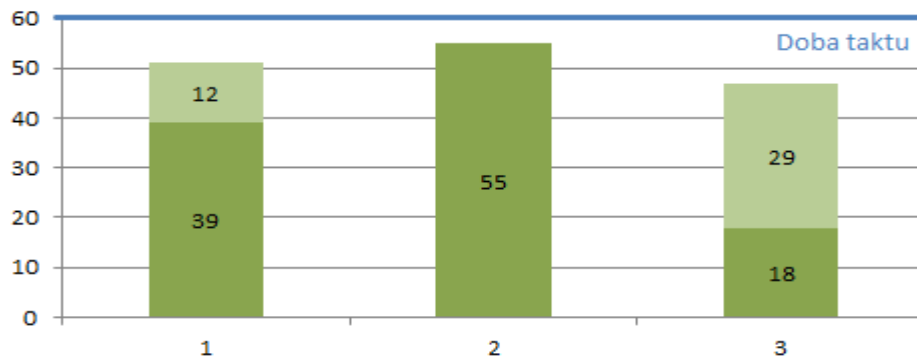
- Výpočet potřeby operátorů
- Analýza pracovních operací
- Teoretické balancování jednotlivých operací
- Prvotní balancování výroby
- Kontrola stavu balancované výroby

Balancováním podle Townsenda (2012, s. 41) lze dosáhnout toho, že cyklový čas jednotlivých operací bude nižší než čas taktu zákazníka. Cílem je vybalancovat čas operací vykonávaných na jednotlivých pracovních stanicích na 95 procent taktu zákazníka. Je to z důvodu, že musíme mít nějakou rezervu pro lidské chyby. Pokud bychom nechali čas čekání více, než 15 procent bude se již jednat o plýtvání, které nás bude stát dodatečné náklady.

Graf 1 ukazuje časy jednotlivých operátorů před vybalancováním a graf 2 ukazuje časy po vybalancování, pomocí sloučení operací 1 a 2 a současně sloučením operací 4 a 5. Díky této úpravě uspoříme a zvýší se výrobní efektivita.



Graf 1 Nevybalancovaná výrobní linka (vlastní zpracování)



Graf 2 Výrobní linka po vybalancování (vlastní zpracování)

Podle Dennise (2007, s. 53) je doba taktu definována jako rychlost, kterou musíme vyrábět výrobky, aby byl uspokojen požadavek zákazníka. Nejedná se tedy o to, kolik toho jsme schopni maximálně vyrobit, ale o množství odpovídající přesně zákaznickému požadavku.

Pro vypočítání doby taktu využijeme následující vzorce:

Doba taktu = denní provozní doba / denní poptávka

Například, pokud je denní poptávka 890 kusů a vyrábíme ve dvou směnách po 445 minutách, bude naše doba taktu následující:

Doba taktu = $890 / (445+445) = 1$ minuta

Musíme tedy vyrobit každou minutu jeden produkt.

Balancování výroby představuje synchronizování cyklového času a doby taktu, které nám umožní realizovat produkci ve výrobních buňkách, což vede k toku jednoho kusu.

5 SIMULACE VÝROBY

Simulace jsou dle Bangsowa (2015, s. 1 - 6) důležitým nástrojem používaných pro plánování, zavádění a provoz komplexních výrobních systémů. Simulace zahrnuje přípravu, implementaci a experimentů za použití simulačního modelu.

Model představuje zjednodušenou kopii reálného systému včetně jeho procesů. Rozdíly mezi vlastnostmi reálného systému a modelu jsou pouze v určených mezích.

5.1 Postup při simulování

Požadavky konkrétní simulace musí být vždy probrány se zadavatelem simulace. Na základě těchto požadavků musí být sepsána smlouva, která zahrnuje řešené problémy řešené simulací. Dále musí být prověřeno, zda je možné simulační model využít. Problém může nastat, když model obsahuje příliš velké množství proměnných, vstupní data jsou nepřesná případně je systém příliš rozsáhlý.

Dalším krokem je určení cílů, kterých chceme dosáhnout při simulování. Nejčastěji to jsou:

- Snížení procesního času
- Maximalizace využití zdrojů
- Snížení zásob
- Zvýšení produktivity

Data potřebná pro analýzu splnění těchto cílů jsou sbírána v průběhu simulace a následně jsou vyhodnocena.

Při každé tvorbě simulačního modelu potřebujeme zadat vstupní data, které zahrnují výrobní dokumentaci, procesní časy, layouty, informace o materiálech, baleních, strojích, poruchách, operátorech, výrobních a expedičních plánech.

Modelování spočívá v sestavování a testování simulačního modelu. Nejprve je nutné vytvořit objekty z konceptuálního modelu a ten následně převést na softwarový model. Analyzované data generalizujeme, čímž model zjednodušíme do té míry, aby stále zůstal dostatečně přesný pro účely simulace. Při samotné tvorbě simulačního modelu a jeho testování je potřeba myslet na pečlivou dokumentaci, která nám v budoucnu poslouží při úpravách funkcionalit simulačního modelu.

Spuštění simulačního modelu probíhá formou experimentů, kdy při jednotlivých spuštěních můžeme měnit vstupní parametry i chování modelu a získat pro každou variantu jiné

výsledky. Není výjimkou, že simulační model je spuštěn i několik hodin v kuse, proto je nutné si vyhradit na testování dostatek času.

Jednou z nejdůležitějších fází simulace je vyhodnocení výsledků daných modelem. Někdy se u velmi komplexních projektů vyskytují rozdíly mezi fungováním modelu a reálným systémem, které nejde nijak ovlivnit a odstranit.

Celý postup simulace musí být dokumentován. Komplexní dokumentace nám poskytne přehled o variantách, funkcích, objektech, proměnných i struktuře modelu.

5.2 Simulační software

Simulační software se dělí na simulační nástroje a doplňkové produkty. Tradiční simulační nástroje zahrnují simulační jazyk a simulační balíčky neboli simulátory. Doplňkové produkty slouží pro podporu simulačních softwarů. Simulační jazyk slouží k matematickému popsání procesu pomocí proměnných a syntaxí určených pro analýzu dynamických systémů. Simulační balíčky ulehčují modelování simulací pomocí uživatelsky přívětivého rozhraní softwaru. Simulační balíčky jsou navrženy pro konkrétní odvětví, například výroba, komunikace, logistika a řízení podniku (Salvendy, 2001, s. 2446).

Jak uvádějí Al-Aomar, Williams a Ülgen (2015, s. 34), jsou simulační programy často navrhovány lidmi z oblastí výroby, zdravotnictví nebo logistiky. Tyto simulační softwary obsahují předpřipravené entity a procesy, které představují objekty a činnosti z reálného světa. Vývojáři simulačních softwarů intenzivně spolupracují s lidmi z praxe na vývoji a integraci simulačních modulů, které usnadňují tvorbu simulačních modelů a umožňují rychlé vyhodnocení výsledků simulace. Jako příklad nejpoužívanějších simulačních softwarů lze uvést: Arena, AutoMod, Witness, Simul8, Enterprise Dynamics, ProModel.

Plant Simulation patří také mezi velmi populární simulační software, který umožňuje vytvářet výpočetní modely komplexních výrobních a logistických systémů. Díky simulačnímu modelu může být plánovaný systém otestován a optimalizován ještě před zahájením výroby. Objektově orientovaného modelování umožňuje vytvořit 2D i 3D modely, které lze následně analyzovat pomocí širokého spektra analytických nástrojů (iSILOG, 2018).

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI WOCO STV S.R.O.

Obchodní firma: WOCO STV s.r.o.
Datum vzniku: 12. Února 1993
Sídlo: Jasenice 2088, 755 01 Vsetín
Identifikační číslo: 47975261
Základní kapitál: 30 000 000 Kč

(Veřejný rejstřík a Sbírka listin - Ministerstvo spravedlnosti České republiky, ©2012-2015)

Společnost WOCO STV s.r.o. je součástí mezinárodního koncernu Woco Industrietechnik GmbH, který má svoji centrálu v Bad Soden-Salmünsteru ležícího v blízkosti Frankfurtu nad Mohanem. Společnost byla založena v Německu Franz Josef Wolfen již v roce 1956, kdy hlavní část produkce tvořili gumové výrobky.

V současnosti je WOCO flexibilní společnost, která produkuje převážně díly pro automobilový průmysl. Jejími zákazníky jsou světové automobilky, uvedme jen některé z nich: Audi, BMW, Daimler, Ford, Jaguar, Land Rover, Porsche, Škoda, Volkswagen, Volvo. Společnost WOCO má pobočky v těchto zemích: Německo, Česká Republika, Maďarsko, Španělsko, Francie, Rumunsko, Spojené Arabské Emiráty, Rusko, Indie, Čína, USA a Mexiko. Celosvětově zaměstnává cca 5000 lidí.

Společnost WOCO v roce 1991 zahájila svoji spolupráci s firmou MEZ Vsetín. Majitelé společnosti WOCO byli se spoluprací spokojeni, a tak v roce 1993 založili vlastní společnost WOCO spol. s r.o. a Systém Technik Vsetín spol. s r.o. V současné době pokračuje pod názvem WOCO STV s.r.o. a s více než 1000 zaměstnanců patří mezi největší zaměstnavatele ve Vsetínském okrese (interní zdroj společnosti).

WOCO STV má vlastní vývojové centrum a laboratoř, kde vyvíjí nové díly. Současně projektuje a programuje nové výrobní zařízení, jak pro vlastní výrobní závod, tak pro ostatní pobočky WOCO, například v Číně, Mexiku i dalších zemích. Realizace vývojových projektů probíhá za intenzivní spolupráce se zákazníky i spolupracovníky na celém světě.

6.1 Portfolio výrobků

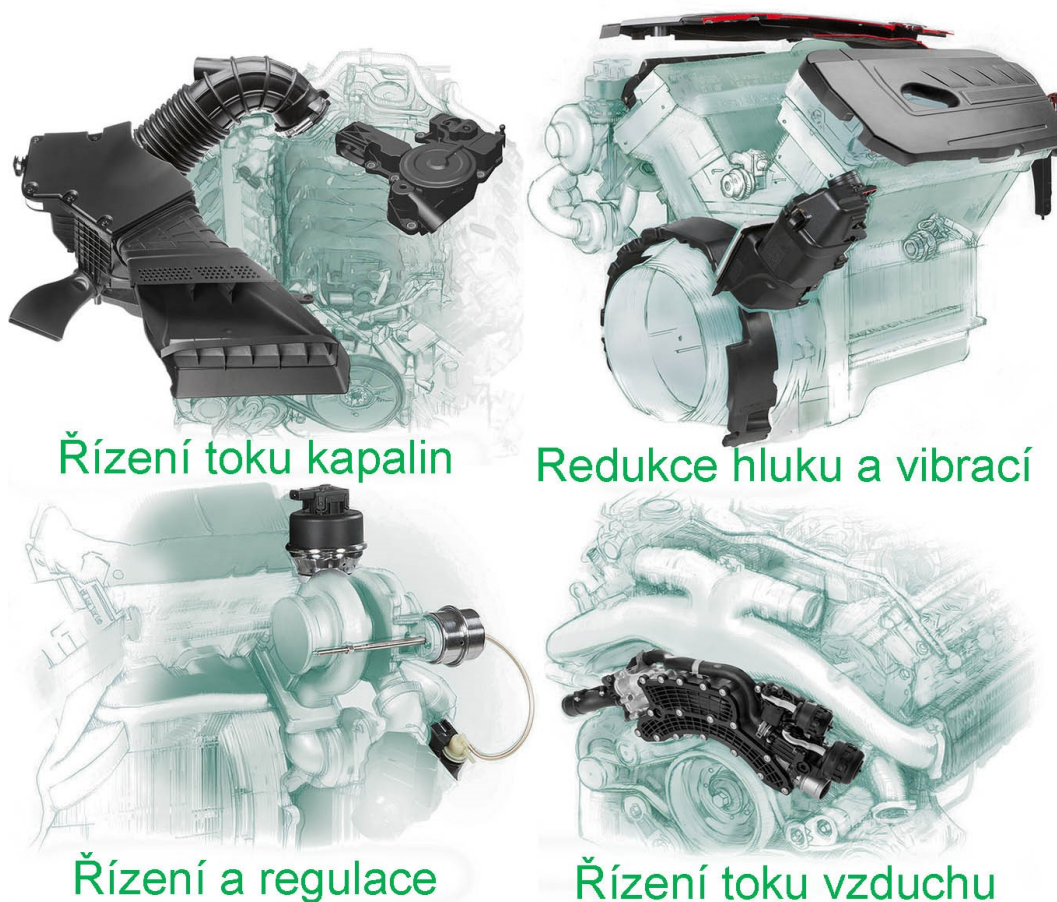
Společnost WOCO STV má výrobní závod i sídlo ve Vsetíně, kde vyrábí ve dvou divizích:

- Výroba a montáž aktuátorů, která zahrnuje vodní ventily, ovládací jednotky pro vzduchové pérování automobilů, součásti klimatizace automobilů, řídicí moduly pneumatické, elektrické, mechanické, řídicí dózy turbodmychadel a další aktuátory.
- Výroba gumových dílů pro automobilový a stavební průmysl, který zahrnuje membrány, těsnění, průchodky a dále výroba dílů z EPDM i silikonových směsí na vstřikolisech a transferových lisech (WOCO GROUP, ©2018).

Produkty společnosti WOCO přispívají k ochraně životního prostředí, prostřednictvím snižování emisí škodlivých látek i snižování hluku. Výrobky z divize aktuátorů zvyšují akustický komfort a zároveň podporují snižování spotřeby paliva. Při výrobě všech produktů jsou využívány materiály vysoké kvality, díky tomu je dosaženo jejich dlouhé životnosti.

Aktuátory zajišťují v automobilu řízení toku vzduchu, vody i oleje, pomocí interakce elektronických a mechanických součástí (WOCO Groupe, ©2018).

Obrázek 4 Výběr z portfolia výrobků (WOCO Groupe, ©2018)



6.2 Politika jakosti

Neustálé uplatňování politiky jakosti je základním pilířem pokračujícího úspěchů společnosti. Povědomí o kvalitě motivuje zaměstnance k vývoji co nejspolehlivějších výrobků, implementaci nových projektů do výrobního procesu a dále do dodavatelského řetězce. Pro splnění cílů kvality je nezbytná strategie nulových chyb.

Výchozím bodem pro vývoj nových výrobků jsou požadavky normy IATF 16949 a zároveň specifické požadavky zákazníků. Systém řízení jakosti je prověřován pravidelně interními audity a zásluhou neustálého zlepšování se přizpůsobuje rostoucím požadavkům trhu.

Ve WOCO STV je kvalita a splnění zákaznických požadavků prioritou. Společnost je držitelem certifikátu IATF 16949 (WOCO GROUP, ©2018).

6.3 Environmentální a energetická politika

Součástí obchodní strategie je ochrana životního prostředí, které lze dosáhnout systémovým přístupem. Cílem je minimalizovat negativní vliv průmyslové činnosti na životní prostředí. Společnost je držitelem certifikátu ISO 14001:2015. Společnost WOCO STV se zavázala ke kontinuálnímu zlepšování systému environmentálního managementu a také k ochraně životního prostředí a prevenci jeho znečištění. Proto ve společnosti používají ekologicky šetrné materiály a technologie, zefektivňují logistické procesy a zkracují materiálové toky. Zároveň rozvíjí technologie šetrné k životnímu prostředí. Společnosti účelně využívá energetické zdroje, výrobní i pomocné materiály. Produkty společnosti zvyšují bezpečnost a hospodárnost automobilů a přispívají tak k ochraně životního prostředí snížením emisí škodlivých látek i poklesem spotřeby pohonných hmot.

Uplatňování energetické politiky je realizováno pomocí systému managementu hospodaření s energií podle normy ISO 50001:2011 Podpora nákupu energeticky úsporných produktů a služeb společně s aktivním zapojením všech zaměstnanců při uplatňování energetické politiky jsou jejími základními prvky. Společnost pravidelně sbírá a analyzuje data o spotřebě energií. V souladu s energetickou politikou neustále snižuje spotřebu energií a hodnotí energetickou účinnost a úspory energií (WOCO GROUP, ©2018).

7 ANALYTICKÁ ČÁST

Tato kapitola je věnována analýze současného stavu na vybrané výrobní lince vodních ventilů, která se nachází ve výrobní hale divize aktuátorů. Z důvodu ochrany interních firemních údajů bude výrobní linka označena jako LV.

Kapitola začíná popisem vybrané linky, představením výrobku a dále popisem výrobního postupu vodních ventilů na této lince. Následují jednotlivé analýzy potřebné pro zpracování projektu.

7.1 Charakteristika výrobní linky

Zkoumaná linka LV slouží k výrobě několika druhů vodních ventilů. Výrobní linku obsluhuje 5 operátorů, jejichž pracovní náplní je montáž dílů, obsluha jednotlivých výrobních zařízení, vizuální kontrola a balení hotových dílů. Materiál potřebný pro výrobu i balení výrobků doplňuje manipulát v pravidelných intervalech. Manipulát zároveň odváží palety s hotovými výrobky do expedičního skladu.

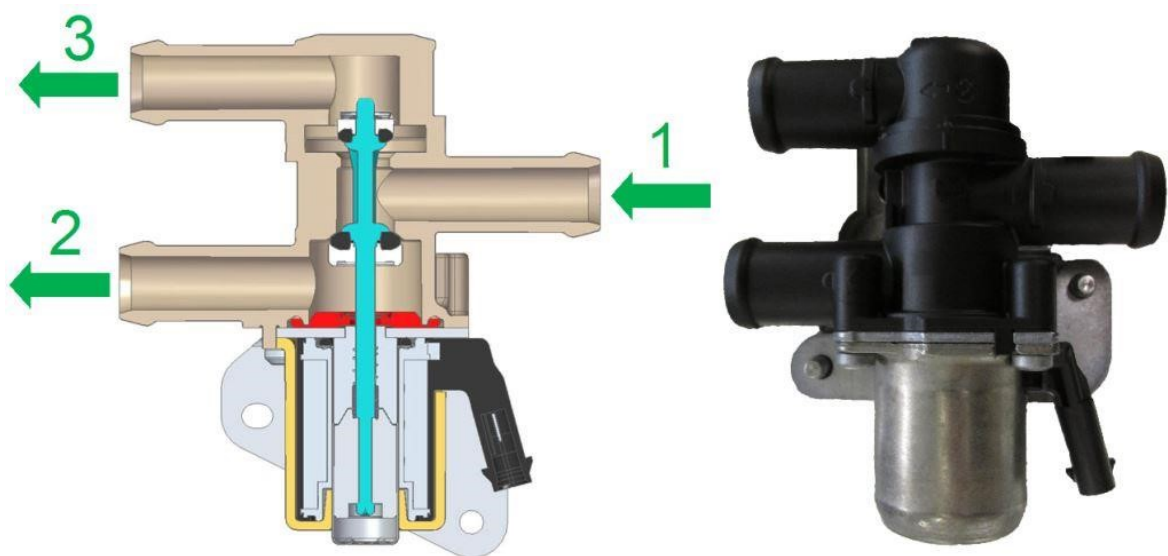
Obrázek 5 Výrobní linka ventilů (vlastní zpracování)



7.2 Představení výrobku

Linka LV produkuje vodní ventily, které slouží k řízení toku vody v soustavě chlazení motoru automobilu. Princip fungování elektromagnetického ventilu spočívá v tom, že při sepnutí začne do cívky proudit elektřina, což vyvolá elektromagnetické pole, jehož působením se posune magnet společně s tyčkou a tím se změní tok vody. Při sepnutí ventilu začne voda proudit do vývodu číslo 2 a při vypnutí opět do vývodu 3. Na obrázku číslo 6 je zobrazen nesepnutý vodní ventil, kdy voda proudí z přívodu 1 do vývodu 3.

Obrázek 6 Vodní ventil (vlastní zpracování dle interního zdroje společnosti)



V současné době se na lince LV vyrábí 3 varianty vodních ventilů, které se odlišují pouze mírně tvarem vývodů nebo držáku. Rozdíly v časové náročnosti montáže různých variant jsou pouze v řádu desetin sekund.

V tabulce 3 lze vidět data o produkci jednotlivých variant ventilů za rok 2017.

Tabulka 3 Produkce jednotlivých variant ventilů v roce 2017 (vlastní zpracování)

Varianta výrobku	počet kusů
VV-J	194 892
VV-P	159 188
VV-T	143

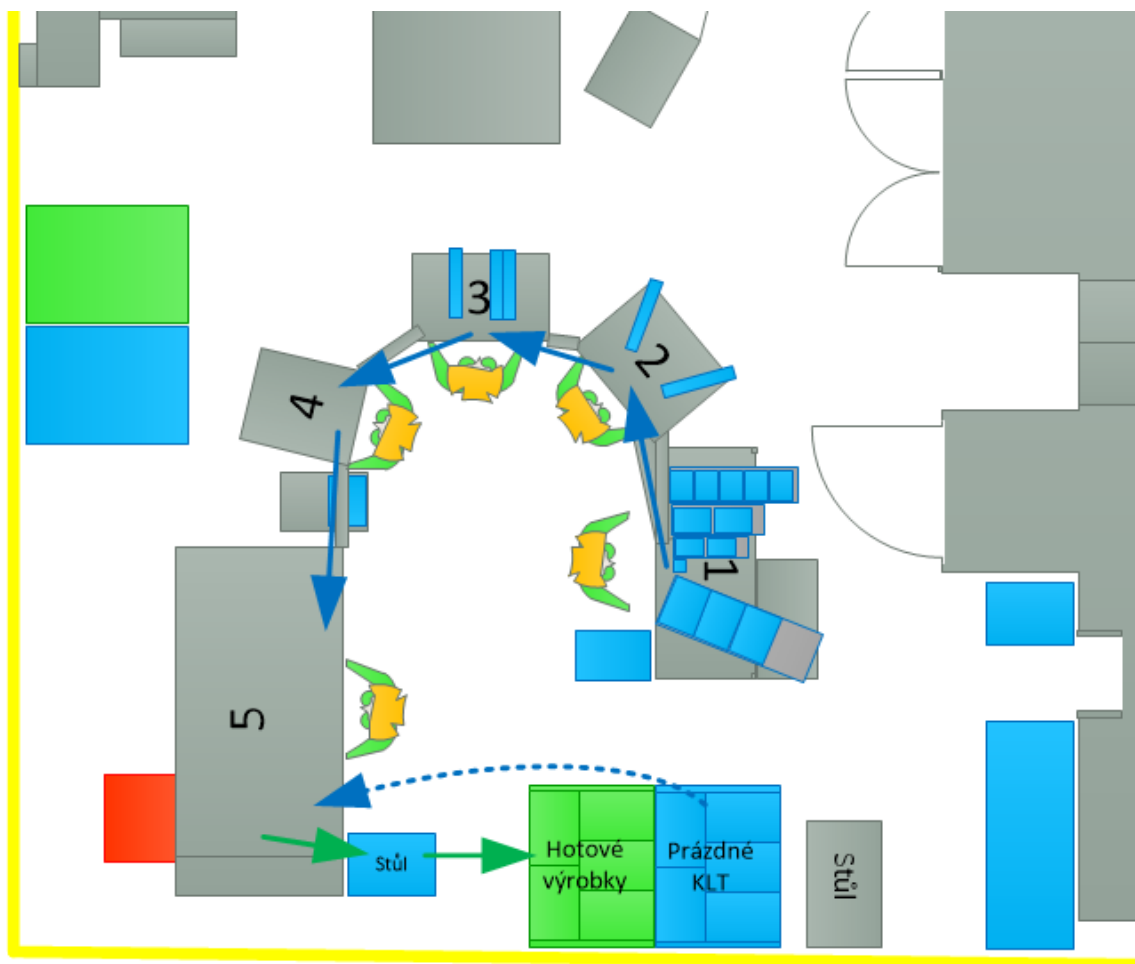
Největší část produkce na zkoumané výrobní lince tvoří varianty ventilů VV-J a VV-P, proto bude dále analyzována právě varianta VV-J.

7.3 Analýza layoutu výrobní linky

V této kapitole bude analyzován současný layout výrobní linky. Jednotlivá pracoviště jsou v současné době uspořádány do U-linky. Materiálový tok probíhá protisměru hodinových ručiček v tomto pořadí pracovišť:

1. Montáž
2. Šroubování
3. Lisování
4. Svařování
5. Kontrola + balení

Obrázek 7 Současný layout výrobní linky (vlastní zpracování)



Vstupní materiál na podavačích u jednotlivých pracovišť a také stůl určený pro balení jsou vyznačeny modrou barvou. U linky se nachází jedno paletové místo pro hotové výrobky a jedno paletové místo pro prázdné KLT, do kterých se balí hotové kusy. Stůl zakreslený šedou barvou slouží pro měření a administrativu při uvolňování výroby na začátku směny.

Linka vodních ventilů sousedí ze dvou stran s dopravní trasou, která je vyznačena žlutě, z pravé strany pak s automatickou linkou, která slouží pro montáž podsestavy spodního dílu ventilu a shora s výrobní linkou dalšího typu vodních ventilů. Operátor, který obsluhuje zkušební stanici a zároveň balí hotové kusy, jako jediný při práci musí chodit. Ostatní operátoři chodit nemusejí, protože mají všechen materiál, přípravky i ovládací prvky na dosah. Operátoři si však pravidelně na jednotlivých pracovištích střídají, aby byly jejich pracovní činnosti vyvážené.

Za pomoci laserového dálkoměru a svinovacího metru byly naměřeny rozměry jednotlivých pracovních stolů, výrobních zařízení i zkušební stanice. Zjištěné rozměry jsou uvedeny v tabulce číslo 4.

Tabulka 4 Rozměry pracovních stolů a výrobních zařízení (vlastní zpracování)

	Rozměry (mm) D x Š
Pracovní stůl 1	1850 x 1300
Pracovní stůl 2	1000 x 800
Pracovní stůl 3	1100 x 700
Rotační svářečka	760 x 900
Zkušební stanice	2800 x 1340
Stůl pro balení	700 x 500
Stůl pro měření	1010 x 610

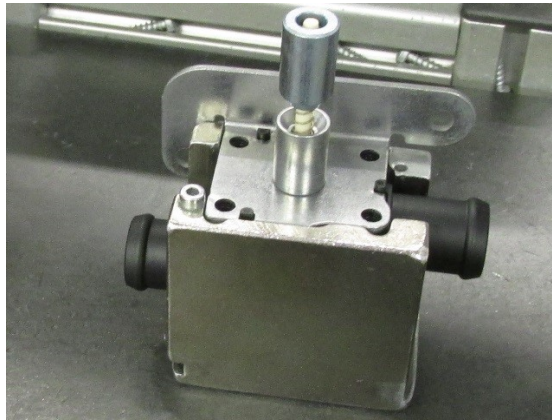
7.4 Popis pracovního postupu

Tato kapitola popisuje činnosti na jednotlivých pracovištích, přesně tak jak probíhají v současné době. Z této analýzy všech 5 pracovišť včetně balení bude vycházeno v projektové části. Jednotlivá pracoviště jsou montáž, šroubování, lisování, svařování, kontrola a balení hotových výrobků. Každý operátor musí vždy před začátkem práce zkontrolovat čistotu pracoviště, výrobních zařízení, přípravků a také správnost připraveného materiálu. Během pracovní činnosti musí postupovat přesně podle daného pracovního postupu.

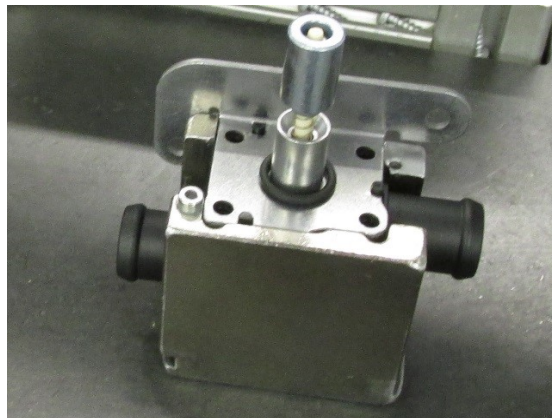
7.4.1 Pracoviště 1

Operátor na pracovišti číslo 1 provádí montáž jednotlivých dílů a podsestav ventilu. Nejprve musí umístit do přípravku nosič pro montáž dílů. Následně do nosiče vložit podsestavu spodního dílu, která se skládá z tyčky, těsnění, kroužku, těsnícího kroužku, držáku, pružiny, kotvy, spodních vývodů a byla zmontována na jiném pracovišti.

Obrázek 8 Vložení podsestavy do nosiče
(interní zdroj společnosti)

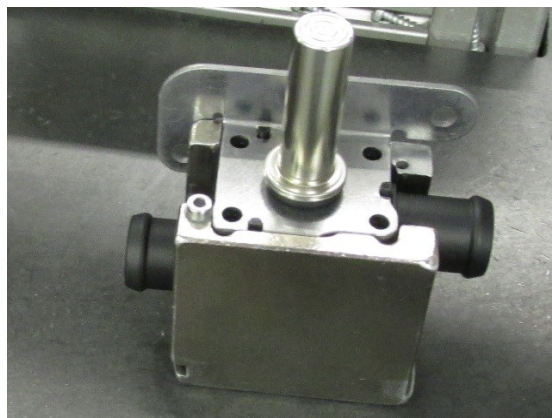


Dále z KTL boxu vezme o-kroužek a nasadí ho na podsestavu.
Obrázek 9 Nasazení o-kroužku a pouzdra
(interní zdroj společnosti)



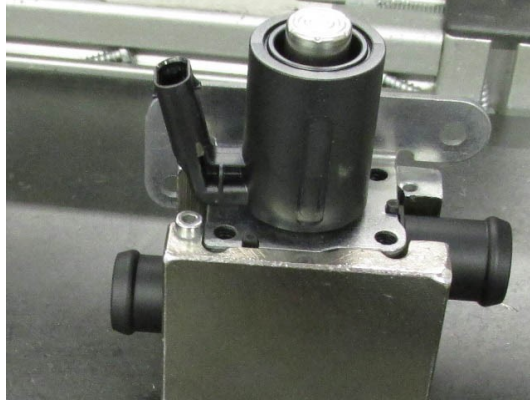
Z KLT boxu vezme pouzdro a nasadí ho na podsestavu ventilu.

Obrázek 10 Nasazení pouzdra na podsestavu
(interní zdroj společnosti)



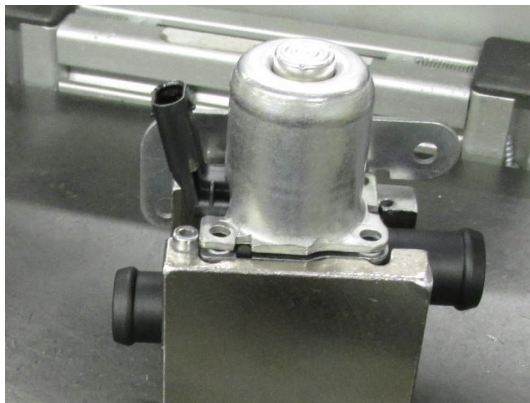
Následně z KTL boxu vezme podsestavu cívky a umístí ji na podsestavu ventilu.

Obrázek 11 Umístění cívky na podsestavu ventilu (interní zdroj společnosti)



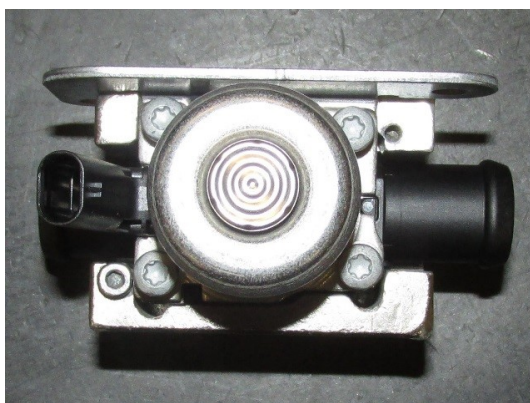
Dále z kartonové krabice vezme magnetické jho a umístí ho na podsestavu ventilu.

Obrázek 12 Umístění magnetického jha na podsestavu (interní zdroj společnosti)



Poslední operací prováděnou na prvním pracovišti je vložení čtyř šroubů do otvorů držáku.

Obrázek 13 Vložení šroubů do otvorů držáku (interní zdroj společnosti)

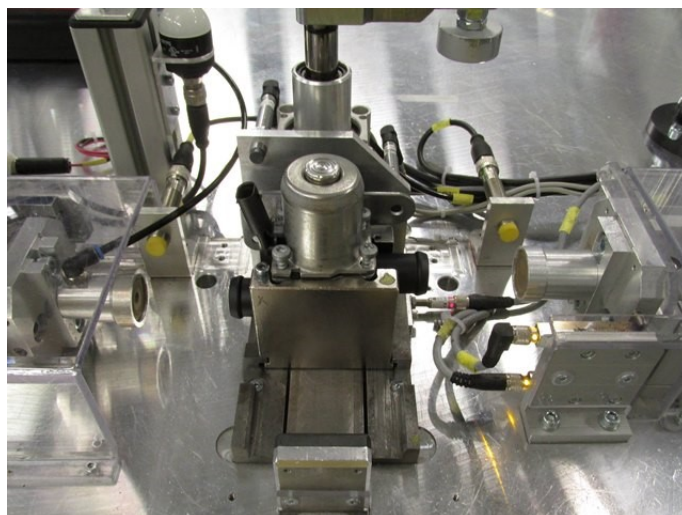


Tuto podsestavu ventilu operátor zkontroluje a společně s nosičem odloží na odkládací plochu v levé části stolu pro zpracování na následujícím pracovišti.

7.4.2 Pracoviště 2

Na druhém pracovišti probíhá operace šroubování. Operátor vezme podsestavu ventilu společně s nosičem a umístí ji do přípravku na stole. Následně stiskem obouručního tlačítka zajistí nosič s podsestavou ventilu v přípravku. Dále operátor uchopí šroubovák a nasadí bit šroubováku na první šroub. Šroubování probíhá v přesně daném pořadí, začíná se levým zadním šroubem, potom následuje pravý přední šroub, dále pravý zadní šroub a poslední levý přední šroub. Řídící jednotka šroubováku na displeji signalizuje výběr správného šroubu a povolí šroubování, pouze pokud je zvolené pořadí správné. Operátor stiskem tlačítka na šroubováku provede šroubování. Řídící jednotka zelenou barvou signalizuje správné utažení šroubu. Následně operátor zopakuje postup u zbylých šroubů. Když utažení všech šroubů proběhne v pořádku je nosič s ventilem automaticky odblokován z přípravku. Operátor posune nosič v přípravku zpět do výchozí polohy, podsestavu ventilu vyjme z nosiče. Nosič odloží na válečkovou dráhu vedoucí zpět na pracoviště 1. Další operaci prováděnou na pracovišti 2 je vizuální kontrola podsestavu ventilu a následné odložení ventilu na určené místo pro zpracování na dalším pracovišti.

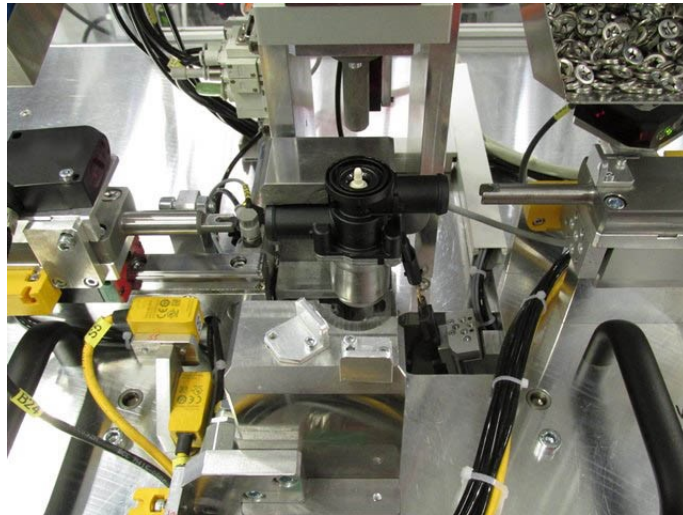
Obrázek 14 Utažení šroubů na podsestavě ventilu
(interní zdroj společnosti)



7.4.3 Pracoviště 3

Operátor na třetím pracovišti provádí montáž zajišťovacího kroužku a podložky. Nejprve operátor vezme podsestavu ventilu a vloží ji do přípravku výrobního zařízení. Následně musí operátor dát ruce z pracovního prostoru stroje, který je hlídán světelnou závorou.

Obrázek 15 Podsestava vložena do přípravku lisu
(interní zdroj společnosti)

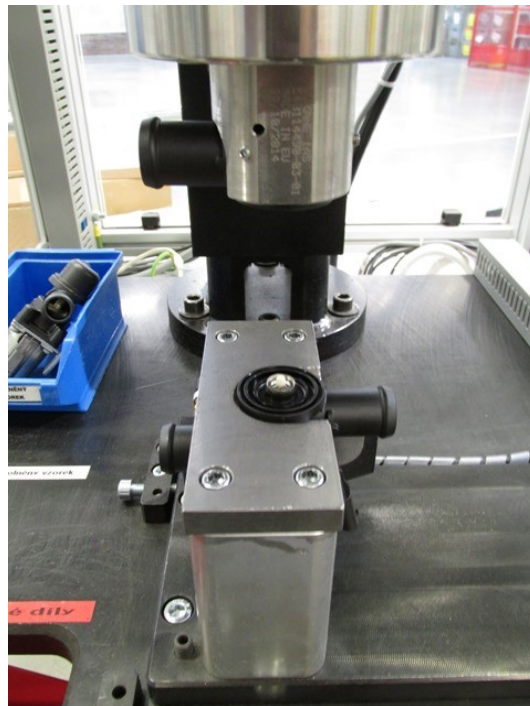


Stanice provede automaticky uzavření přípravku, kontrolu vložené podsestavy a přípravu procesu lisování. Operátor v překrytém čase, kdy probíhá uzavírání přípravku, přichystá podsestavu podložky a zajišťovacího kroužku, kterou po uzamčení přípravku ihned vloží na tyčku podsestavy ventilu. Následně operátor nasadí na lisovací trn stroje pojistnou podložku, a jakmile vyjme ruce z pracovního prostoru stroje, následuje automatické zalisování podložky. Dokončení prvního lisování je signalizováno bílým světlem a operátor umístí na lisovací trn druhou pojistnou podložku a operace lisování se opakuje po vyjmutí rukou z pracovního prostoru stroje. Přípravek je po dokončení obou lisování automaticky otevřen a operátor ihned vkládá další podsestavu ventilu pro nové lisování. Po vyjmutí zalisované podsestavy ventilu se přípravek automaticky uzavře a proces se opakuje. Poslední operací na třetím pracovišti je vizuální kontrola podsestavy a její odložení pro zpracování na následujícím pracovišti.

7.4.4 Pracoviště 4

Na čtvrtém pracovišti probíhá rotační svařování podstavy ventilu a dílu horního vývodu. Operátor vezme podstavu ventilu a umístí ji do spodního přípravku. Následně vezme díl horního vývodu z krabice a vsadí ho do horního přípravku svářečky.

Obrázek 16 Vložení podstavy a dílu horního vývodu do přípravku svářečky (interní zdroj společnosti)

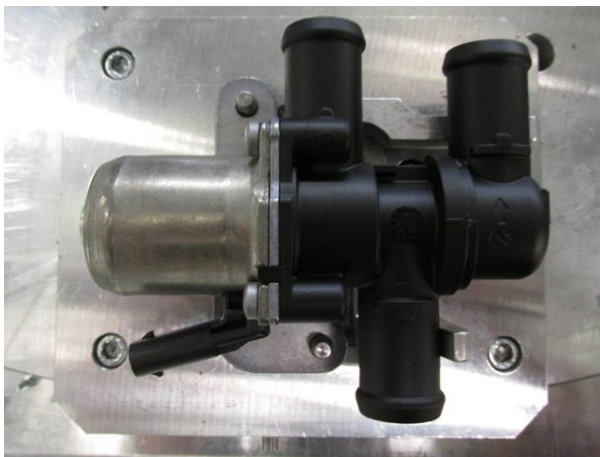


Operátor pomocí brnknutí do táhla spustí proces svařování. Svařený ventil vyjme z přípravku stroje, zkontroluje kvalitu sváru a odloží jej na určené místo pro zpracování na následném pracovišti.

7.4.5 Pracoviště 5

Na pátém pracovišti probíhá výstupní kontrola hotových ventilů. Operátor vždy na začátku směny musí nechat vyzkoušet na zkušební stanici referenční vzorky. Nejdříve resetuje na dotykovém displeji počítač zkontrolovaných kusů.

Obrázek 17 Hotový ventil vložený do zkušební stanice (interní zdroj společnosti)



Následně vloží do přípravku zkušební stanice hotový ventil. Operátor stiskem tlačítka spustí kontrolu hotového kusu.

Obrázek 18 Zkontrolované díly uložené v KLT bedně (vlastní zpracování)



Zkontrolované OK díly jsou automaticky ukládány do KLT bedny. Operátor obsluhující zkušební stanici také provádí veškeré činnosti balení hotových dílů. Nejprve z palety vezme prázdnou KLT bednu a na stole určeném pro balení do ní vloží sáček. Takto připravené KLT umístí do zkušební stanice. Jakmile je v bedně zaplněna první vrstva, tedy je zkontrolováno 12 kusů hotových ventilů, vloží operátor do KLT bedny mřížku a proložku. Po za-

plnění další vrstvy operátor vyjme bednu KLT bednu ze zkušební stanice a odloží ji na stůl určený pro balení. Dále vloží do KLT bedny mřížku, zakryje hotové díly sáčkem a bednu odloží na připravenou paletu. Veškeré činnosti spojené s přípravou KLT beden provádí operátor v překrytém čase, kdy na zkušební stanici probíhá zkouška dílu.

7.5 MOST analýza jednotlivých pracovišť

Následující část je věnována analýze časové náročnosti jednotlivých operací pomocí metody BasicMOST. Nejprve byl pořízen podrobný videozáznam pracovních činností prováděných na jednotlivých pracovištích. Natáčení videozáznamu probíhalo ve dvou různých směnách, aby se předešlo případnému nestandardnímu pracovnímu postupu způsobenému nervozitou operátorů. V prvním případě se jednalo o natáčení při ranní směně a znovu potom při odpolední směně. Analýzou videozáznamů z obou směn bylo zjištěno, že sekvence pracovních činností prováděných operátory různých směn se neliší, proto dále uvádím u každého pracoviště pouze výsledky analýzy ranní směny. Při realizaci MOST analýzy byly využity tyto pomůcky: videokamera, papír, tužka, šablona pro zpracování MOST v Excelu, notebook a data karta BasicMOST. Výsledky MOST analýzy budou podkladem pro analýzu a porovnání využití jednotlivých operátorů pracujících na zkoumané výrobní lince.

7.5.1 Pracoviště 1

Postup a výsledky MOST analýzy prvního pracoviště jsou uvedeny v tabulce 5. Operátor při nasazování jednotlivých dílů na podsestavu spodního dílu ventilu využívá obě ruce a jeho pracovní činnost je díky tomu plynulejší a rychlejší. Při analýze ranní směny v jednom případě nastal problém se zablokováním nosiče s podsestavou v přípravku a operátor následně tento problém vyřešil resetováním výrobního zařízení.

Tabulka 5 MOST analýza pracoviště 1 (vlastní zpracování)

								index	čas
1	Vzít nosič a umístit do přípravku							4	1,44
	A	B	G	A	B	P	A		
	1	0	1	1	0	1	0		
2	Vzít podsestavu spodního dílu a vložit ji do nosiče							6	2,16
	A	B	G	A	B	P	A		
	1	0	1	1	0	3	0		
3	Vzít o-kroužek i pouzdro a postupně nasadit							9	3,24
	A	B	G	A	B	P	A		
	1	0	1	1	0	6	0		
4	Vzít cívku a jho a postupně nasadit							9	3,24
	A	B	G	A	B	P	A		
	1	0	1	1	0	6	0		
5	Vzít šrouby a nasadit do otvorů							9	3,24
	A	B	G	A	B	P	A		
	1	0	1	1	0	6	0		
6	Vzít šrouby a nasadit do otvorů							9	3,24
	A	B	G	A	B	P	A		
	1	0	1	1	0	6	0		
7	Stisknout tlačítko - uvolnění dílu							3	1,08
	A	B	G	M	X	I	A		
	1	0	1	1	0	0	0		
8	Vzít celý nosič a poslat na další pracoviště							3	1,08
	A	B	G	A	B	P	A		
	0	0	1	1	0	1	0		
Celkem							52	18,72	

Podle výsledků analýzy je jedna podsestava ventilu zmontována za 18,72 sekundy.

7.5.2 Pracoviště 2

Postup a výsledky MOST analýzy druhého pracoviště jsou uvedeny v tabulce 6. Operátor po zajištění podsestavy v přesně daném pořadí utáhne 4 šrouby a následně odloží sešroubovanou podsestavu ventilu pro zpracování na dalším pracovišti.

Tabulka 6 MOST analýza pracoviště 2 (vlastní zpracování)

								index	čas
1	Vzít nosič s podsestavou a vložit do přípravku							6	2,16
	A	B	G	A	B	P	A		
	1	0	1	1	0	3	0		
2	Dvoutlačítkem zajistit nosič							3	1,08
	A	B	G	M	X	I	A		
	1	0	1	1	0	0	0		
3	Procesní čas upnutí nosiče							3	1,08
	A	B	G	M	X	I	A		
	0	0	0	0	3	0	0		
4	Vzít šroubovák a utáhnout 4 šrouby							23	8,28
	A	B	G	M	X	I	A		
	1	0	1	4	12	4	1		
5	Procesní čas uvolnění nosiče							3	1,08
	A	B	G	M	X	I	A		
	0	0	0	0	3	0	0		
6	Vzít a odložit ventil							4	1,44
	A	B	G	A	B	P	A		
	1	0	1	1	0	1	0		
7	Vzít a odložit nosič							4	1,44
	A	B	G	A	B	P	A		
	1	0	1	1	0	1	0		
Celkem							46	16,56	

Z výsledků MOST analýzy vyplývá, že pracovní činnosti prováděné operátorem na druhém pracovišti trvají celkem 16,56 sekundy.

7.5.3 Pracoviště 3

Postup a výsledky MOST analýzy provedené na třetím pracovišti jsou uvedené v tabulce 7. Operátor vykonává pracovní činnosti označené zeleně v překrytém čase, kdy probíhá procesní čas výrobního zařízení (označen červeně). Díky tomu se sníží celkový čas potřebný pro zpracování jednoho ventilu na tomto pracovišti o 3,24 sekundy.

Tabulka 7 MOST analýza pracoviště 3 (vlastní zpracování)

								index	čas
1	Vzít podsestavu ventilu							2	0,72
	A	B	G	A	B	P	A		
	1	0	1	0	0	0	0		
2	Založit podsestavu ventilu do přípravku							5	1,8
	A	B	G	A	B	P	A		
	0	0	0	1	0	3	1		
3	Procesní čas upnutí přípravku							6	2,16
	A	B	G	M	X	I	A		
	0	0	0	0	6	0	0		
4	Vzít podložku a o-kroužek a složit dohromady							5	1,8
	A	B	G	A	B	P	A		
	1	0	1	0	0	3	0		
5	Nasadit podsestavu na tyčku a podložku na trn							8	2,88
	A	B	G	A	B	P	A		
	0	0	0	1	0	6	1		
6	Procesní čas lisování							8,5	3,06
	A	B	G	M	X	I	A		
	0	0	0	0	8,5	0	0		
7	Vzít pojistnou podložku							2	0,72
	A	B	G	A	B	P	A		
	1	0	1	0	0	0	0		
8	Nasadit pojistnou podložku na trn							5	1,8
	A	B	G	A	B	P	A		
	0	0	0	1	0	3	1		
9	Procesní čas lisování a otevření přípravku							12	4,32
	A	B	G	M	X	I	A		
	0	0	0	0	12	0	0		
10	Vyjmout podsestavu a odložit ji dále							4	1,44
	A	B	G	A	B	P	A		
	1	0	1	1	0	1	0		
Celkem							57,5	20,7	
Celkem bez překrytých časů							48,5	17,46	

Celkový čas sekvence operací na třetím pracovišti je podle MOST analýzy 17,46 sekund. Operátor vykonává produktivní činnosti 11,16 sekundy a zbylých 6,3 sekundy čeká na dokončení činnosti stroje, což jeden z druhů plýtvání.

7.5.4 Pracoviště 4

Tabulka 8 obsahuje postup a výsledky MOST analýzy čtvrtého pracoviště.

Tabulka 8 MOST analýza pracoviště 4 (vlastní zpracování)

											index	čas	
1	Vzít podsestavu ventilu a vložit do přípravku										6	2,16	
	A	B	G	A	B	P	A						
	1	0	1	1	0	3	0						
2	Vložit díl horního vývodu do přípravku										4	1,44	
	A	B	G	A	B	P	A						
	0	0	0	1	0	3	0						
3	Brnknot do spouštědla										3	1,08	
	A	B	G	M	X	I	A						
	1	0	1	1	0	0	0						
4	Procesní čas svařování										40	14,4	
	A	B	G	M	X	I	A						
	0	0	0	0	40	0	0						
5	Vyjmout svařený ventil z přípravku										2	0,72	
	A	B	G	A	B	P	A						
	1	0	1	0	0	0	0						
6	Vizuální kontrola										3	1,08	
	A	B	G	A	B	P	T	A	B	P			A
	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0			0
7	Odložit ventil										2	0,72	
	A	B	G	A	B	P	A						
	0	0	0	1	0	1	0						
										Celkem	60	21,6	
										Celkem bez překrytých časů	57	20,52	

Operátor vloží do spodního přípravku podsestavu ventilu a do horního přípravku umístí díl horního vývodu. Následně spustí proces svařování. Během procesu svařování provede v překrytém čase vizuální kontrolu svařeného kusu z toho důvodu je celkový čas provedení operací na pracovišti 4 kratší o 1,08 sekundy. Celkový čas potřebný pro svaření jednoho ventilu na tomto pracovišti 20,52 sekund. Operátor však vykonává produktivní činnosti jen 7,2 sekundy a zbylých 13,32 sekundy čeká na svaření kusu a jedná se tedy o plýtvání.

7.5.5 Pracoviště 5

V tabulkách 9 a 10 jsou uvedeny postupy a výsledky MOST analýzy pátého pracoviště.

Tabulka 9 MOST analýza pracoviště 5 – zkouška (vlastní zpracování)

								index	čas
1	Vzít ventil							2	0,72
	A	B	G	A	B	P	A		
	1	0	1	0	0	0	0		
2	Vložit ventil do zkušební stanice							4	1,44
	A	B	G	A	B	P	A		
	0	0	0	1	0	3	0		
3	Spuštění stanice stiskem tlačítka							3	1,08
	A	B	G	M	X	I	A		
	1	0	1	1	0	0	0		
4	Procesní čas zkušební stanice							50	18
	A	B	G	M	X	I	A		
	0	0	0	0	50	0	0		
Celkem							59	21,24	
Celkem bez překrytých časů							57	20,52	

Operátor vezme hotový ventil během probíhající zkoušky, a jakmile je připravena volná pozice ve zkušební stanici, vloží do přípravku stanice hotový ventil.

Během zkoušení hotových kusů operátor postupně provádí veškeré činnosti balení, které jsou uvedeny v tabulce 10. Celkový čas sekvencí operací spojených s přípravou prázdných KLT, skládáním mřížek, vkládáním proložek, manipulací s prázdnými i plnými KLT bednami je 50,76 sekund. Tento čas po rozpočítání na jeden vyrobený kus je 2,97 sekund.

Pátý operátor provádí produktivní činnosti obsluhy zkušební stanice a balení hotových výrobků v celkovém čase 5,49 sekundy.

Tabulka 10 MOST analýza pracoviště 5 – balení (vlastní zpracování)

								index	Čas
1	Vzít a vložit proložku do KLT							20	7,2
	A	B	G	A	B	P	A		
	6	0	1	1	0	6	6		
2	Vzít a odložit KLT s hotovými kusy							11	3,96
	A	B	G	A	B	P	A		
	6	0	1	3	0	1	0		
3	Vzít a vložit prázdné KLT							12	4,32
	A	B	G	A	B	P	A		
	1	0	1	3	0	1	6		
4	Vzít mřížku							9	3,24
	A	B	G	A	B	P	A		
	6	0	1	1	0	1	0		
5	Rozložení mřížky							6	2,16
	A	B	G	M	X	I	A		
	1	0	1	3	0	1	0		
6	Skládání mřížky - 4x							16	5,76
	A	B	G	M	X	I	A		
	1	0	1	1	0	1	0		
7	Vložení mřížky do KLT							6	2,16
	A	B	G	A	B	P	A		
	1	0	1	1	0	3	0		
8	Uzavření sáčku - 4x							16	5,76
	A	B	G	M	X	I	A		
	1	0	1	1	0	1	0		
9	Zavření víkem							6	2,16
	A	B	G	A	B	P	A		
	1	0	1	1	0	3	0		
10	Odložení KLT na paletu							16	5,76
	A	B	G	A	B	P	A		
	1	0	3	3	0	3	6		
11	Připravení prázdného KLT							14	5,04
	A	B	G	A	B	P	A		
	6	0	1	6	0	1	0		
12	Vložení sáčku do prázdného KLT							9	3,24
	A	B	G	A	B	P	A		
	1	0	1	1	0	6	0		
Celkem							141	50,76	
Celkem na 1 kus							8,25	2,97	

7.6 Porovnání jednotlivých pracovišť

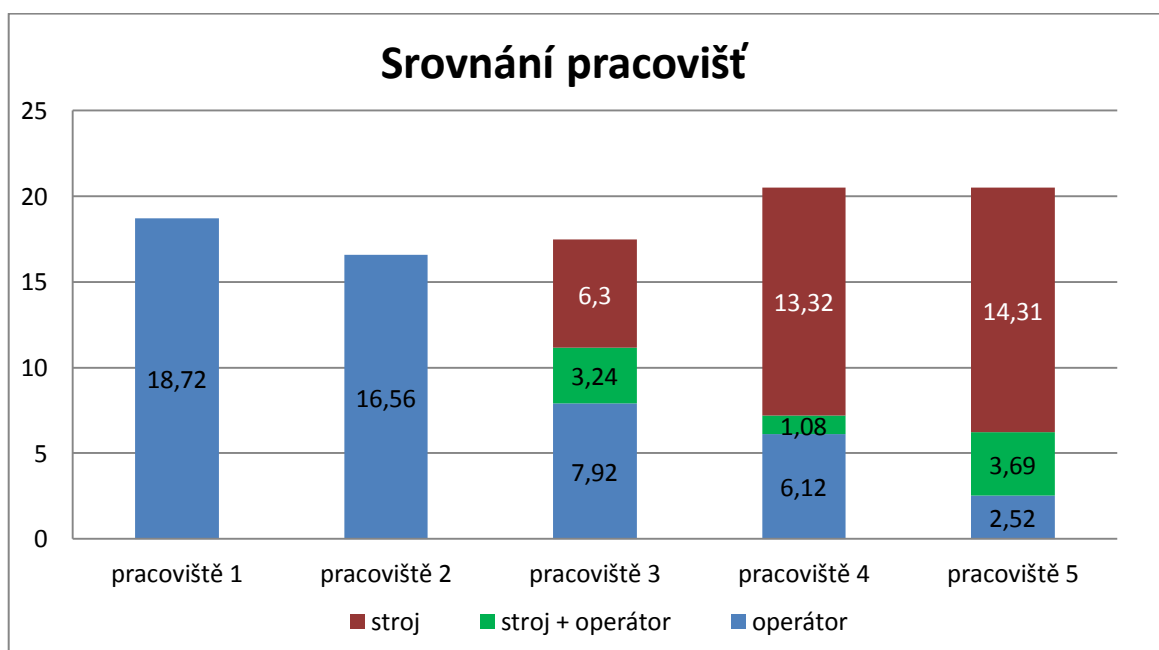
Tato kapitola se zabývá srovnáním časů potřebných pro vykonání jednotlivých operací a také vytížením jednotlivých operátorů. Při tomto srovnání se vychází z časů zjištěných pomocí MOST analýzy, která je uvedena v předchozí kapitole.

V tabulce 11 jsou shrnuty cyklové časy operací prováděných na jednotlivých pracovištích. Úzké místo tvoří s cyklovým časem 20,52 sekundy pracoviště svařování a kontrolování vodních ventilů. Naopak nejrychleji probíhá operace šroubování, které je urychleno tím, že šrouby jsou do otvorů držáku vkládány již na předchozím pracovišti.

Tabulka 11 Cyklové časy jednotlivých pracovišť
(vlastní zpracování)

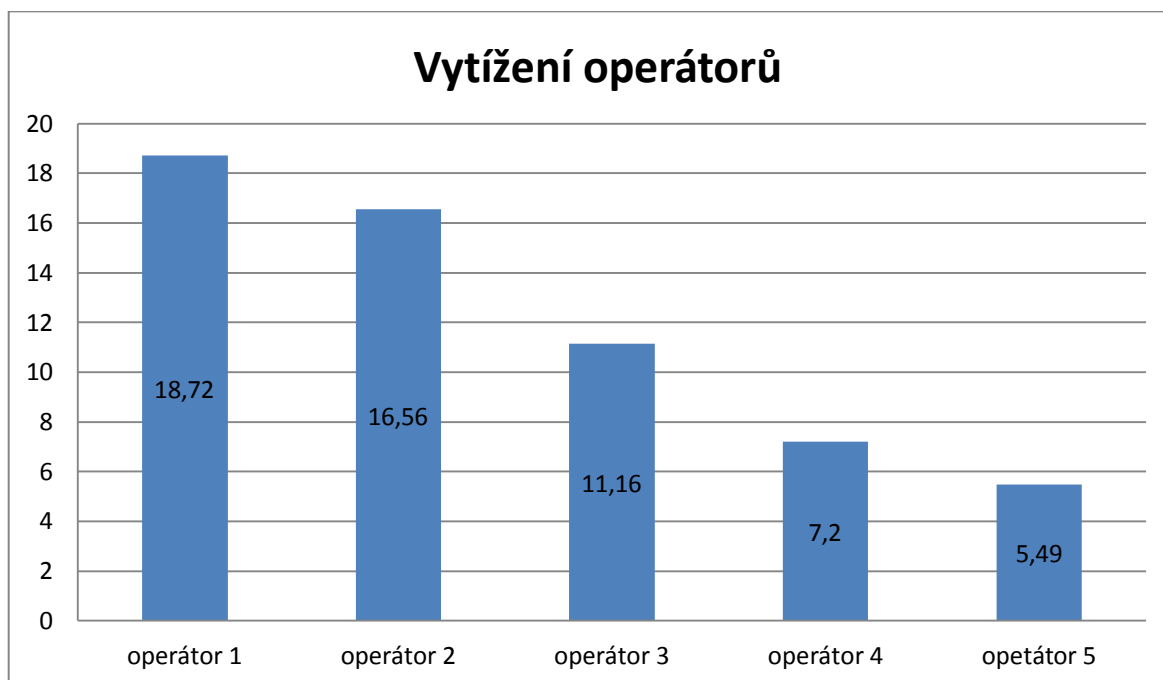
Pracoviště	Cyklový čas
Pracoviště 1 - montáž	18,72
Pracoviště 2 - šroubování	16,56
Pracoviště 3 - lisování	17,46
Pracoviště 4 - svařování	20,52
Pracoviště 5 - kontrola	20,52

Graf 3 znázorňuje rozdělení časů jednotlivých pracovišť na čas produktivní práce operátora v době, kdy stroj nejede, dále činnosti vykonávané při chodu stroje, tedy využití překrytého času a také čekání operátora na dokončení činnosti stroje.



Graf 3 Srovnání cyklových časů jednotlivých pracovišť (vlastní zpracování)

Graf 4 porovnává vytížení operátorů pracujících na jednotlivých pracovištích. Uvedené hodnoty jsou součtem času produktivní práce operátora v případě, kdy stroj jede i nejede.



Graf 4 Vytížení operátorů (vlastní zpracování)

Z analýzy časů produktivních činností jednotlivých operátorů vyplývá, že jsou velmi nevyvážené. Na základě porovnání časů produktivních činností a cyklového času úzkého místa bylo zjištěno, že operátoři čekají. Konkrétní časy čekání jednotlivých operátorů jsou uvedeny v tabulce číslo 12.

Tabulka 12 Časy čekání jednotlivých operátorů
(vlastní zpracování)

Operátor	Čas čekání
Operátor 1	1,8
Operátor 2	3,96
Operátor 3	9,36
Operátor 4	13,32
Operátor 5	15,03

7.7 Kapacita linky

Kapacita výrobní linky na základě času úzkého místa a stanovená výkonová norma jsou uvedeny v tabulce 13.

Tabulka 13 Výrobní kapacita a výkonová norma (vlastní zpracování)

	Kapacita výrobní linky (ks)	Norma (ks)
Za hodinu	175	140
Za směnu (7 h)	1 228	980
Denně (21 h)	3 684	2 940
Měsíčně (21 dní)	77 368	61 740
Ročně (252 dní)	928 421	740 880

Na zkoumané výrobní lince se pracuje na 3 směnách po 7 hodinách čistého času, průměrně je ročně 252 pracovních dnů. Celkový využitelný časový fond je 5292 hodin ročně. Při kapacitě linky 175 kusů za hodinu se ročně vyprodukuje 928 421 kusů.

Výkonová norma je stanovena na 140 kusů za hodinu, což odpovídá 80% kapacity výrobní linky. Produkce ventilů při dodržení stanovené normy činí 740 880 kusů ročně.

7.8 Plán produkce vodních ventilů

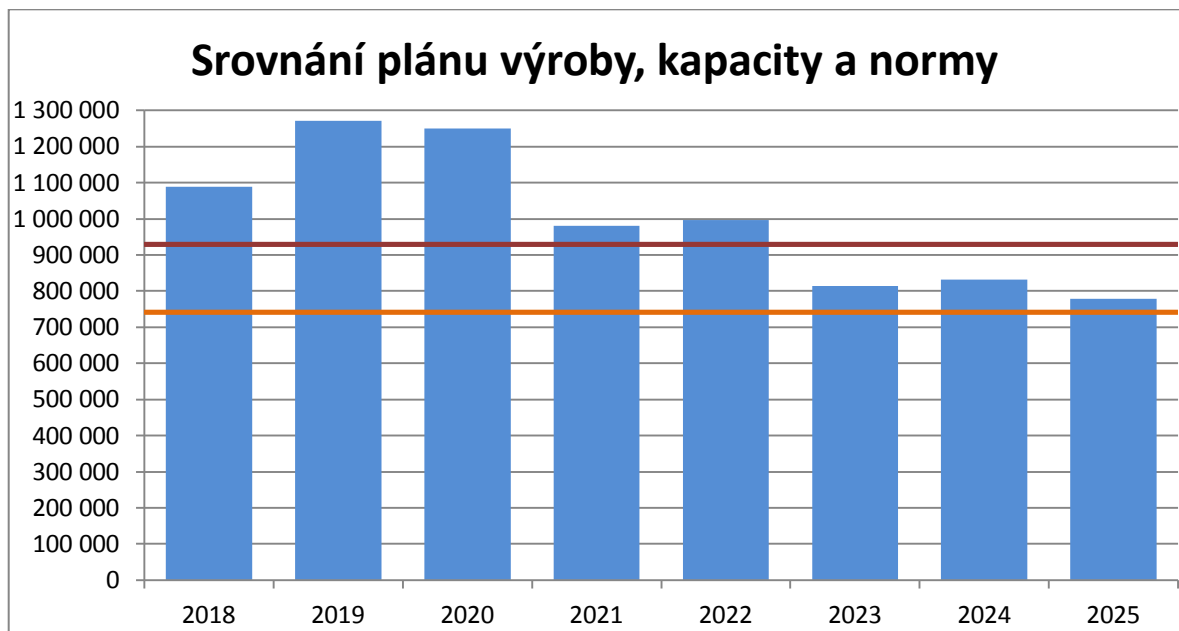
V tabulce číslo 14 jsou uvedeny data o plánované produkci vodních ventilů na další léta.

Tabulka 14 Plán produkce vodních ventilů (vlastní zpracování)

Varianta výrobku	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
VV-J	545 642	459 845	348 582	0	0	0	0	0
VV-P	205 313	475 643	239 800	193 000	177 000	0	0	0
VV-T	9 397	16 225	20 061	20 916	20 390	19 880	18 000	12 006
VV-U	248	14 584	33 022	51 452	53 495	50 997	43 248	23 640
VV-V	55 000	65 000	60 000	0	0	0	0	0
Suma	815 600	1 031 297	701 465	265 368	250 885	70 877	61 248	35 646
Suma + požadavek	1 088 699	1 271 297	1 250 346	980 723	996 684	813 936	831 869	777 762

Z plánu produkce vyplývá, že v dalších letech přibudou nové varianty VV-U, VV-V a zároveň se rozšíří výroba stávajících variant VV-J, VV-P a VV-T. Nové varianty nebude možné testovat na stávající zkušební stanici, proto bude nutné pořídit novou.

Linka LV nebude mít v následujících letech dostatečnou kapacitu. Srovnání výrobní kapacity, normy a plánované produkce znázorňuje graf 5.



Graf 5 Srovnání plánu výroby, kapacity a normy (vlastní zpracování)

Porovnáním plánu výroby a výkonových norem bylo zjištěno, že již v letošním roce bude nedostatek kapacity dosahovat 347 819 kusů, v následujících dvou letech díky navýšení objednávek tento nedostatek vzroste na 530 417 a 509 466 kusů. V dalších letech pak bude dosahovat nedostatek kapacity těchto hodnot: 239 843, 255 804, 73 056, 90 989, 36 882 ks.

7.9 Materiálový tok

V této kapitole jsou analyzovány druhy a množství vstupní materiálu včetně balení, ve kterém je materiál dodáván. Dále byla provedena analýza obslužnosti výrobní linky manipulantom.

7.9.1 Vstupní materiál

V tabulce číslo 15 jsou uvedeny jednotlivé vstupní díly včetně druhu a rozměrů balení v jakém je doplňován na linku. Materiál je doplňován manipulantom každé 2 hodiny, proto na základě normy 140 kusů za hodinu a přírážky 20% bylo vypočteno požadované množství materiálu na 2 hodiny výroby.

Tabulka 15 Vstupní materiál (vlastní zpracování)

Díl	Balení	Rozměry balení (mm)	Kusy v balení	Potřeba kusů	Potřeba kusů na 2 hodiny	Počet balení
		L x D x H				
podsestava spodního dílu	KLT 6147	600x400x147	63	1	336	6
o-kroužek	LF 221	234x150x122	cca 290	1	336	2
pouzdro	KLT 3147	300x200x140	168	1	336	2
podsestava cívky	KTL 4147	400x300x147	120	1	360	3
magnetické jho	Karton	240x185x175	72	1	336	5
šrouby	LF 211	168x103x76	cca 700	4	1344	2
podložka	LF 211	168x103x76	cca 290	1	336	2
zajišťovací kroužek	LF 211	168x103x76	cca 290	1	336	2
pojistná podložka	násynník	-	cca 800	2	672	-
horní vývod ventilu	Karton	400x300x230	500	1	336	1

Bylo zjištěno množství jednotlivých druhů materiálu v KLT boxech a kartonu. V případě velmi malých dílů jsou použity LF boxy a není možné určit počet kusů přesně, protože jsou tyto díly pravidelně dosypávány z originálního kartonového balení. Celkový počet balení potřebný na 2 hodiny je uveden v posledním sloupci tabulky. Bylo zjištěno, že magnetické jho a díl horního vývodu ventilu jsou na linku dodáván v kartonové krabici, což není dobré z hlediska dodržení čistoty ve výrobě. Při manipulaci s krabicí a jejím otevírání dochází k odpadávání drobných kousků kartonu, které mohou způsobit zanesení nečistot na pracoviště, do vstupních dílů, polotovarů nebo hotových kusů, což může mít vliv na kvalitu.

7.9.2 Obalový materiál

V tabulce číslo 16 je uveden veškerý obalový materiál potřebný pro balení hotových kusů na 2 hodiny. Každé zabalené KLT obsahuje sáček, 24 hotových ventilů, 2 mřížky, 1 proložku a celé je nakonec uzavřeno víkem.

Tabulka 16 Obalový materiál (vlastní zpracování)

Materiál	Potřeba kusů na 2 hodiny
KLT bedna 6147	14
Víko KLT	14
Sáček do KLT	14
Proložka	14
Mřížka	28

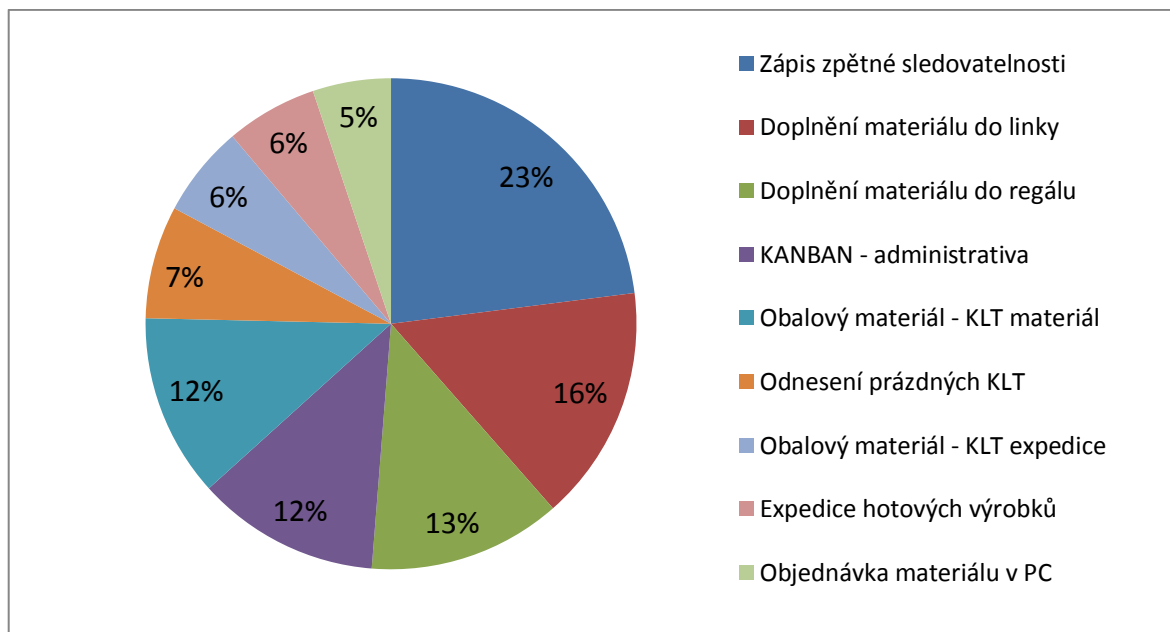
7.9.3 Obslužnost výrobní linky

Byla provedena analýza celkové časové náročnosti obsluhy zkoumané výrobní linky manipulantom. Pro tuto analýzu byl využit snímek pracovního dne manipulanta, měření bylo provedeno ve 2 různých směnách pomocí mobilní aplikace. Naměřené hodnoty byly následně exportovány do Excelu, kde byla provedena podrobná analýza jednotlivých činností, které manipulant vykonává. Celkové časy pro obsluhu linky jsou uvedeny v tabulce 17. Celkem trvá obsluha sledované linky za jednu směnu manipulantom 1 hodinu a 40 minut.

Tabulka 17 Obslužnost výrobní linky manipulantom (vlastní zpracování)

Činnost	Začátek směny	po 2 hodinách	po 4 hodinách	po 6 hodinách
Doplnění materiálu do linky	232	232	232	232
Zápis zpětné sledovatelnosti	375	333	333	333
Odnesení prázdných KLT	120	108	108	108
Objednávka materiálu v PC	154		154	
KANBAN - administrativa	360		360	
Doplnění materiálu do regálu	380		380	
Obalový materiál - KLT expedice				360
Obalový materiál - KLT materiál	360		360	
Expedice hotových výrobků				360
Celkem v sekundách	1981,00	673	1927	1393
Celkem v minutách	33,02	11,22	32,12	23,22
Celkem v minutách	99,57			
Celkem za směnu	1 hod. 40 minut			

Manipulant doplňuje materiál do linky z regálu, který je vzdálený 14 metrů. Používaný regál má vyznačené pozice pro jednotlivé druhy materiálu, ale protože se jedná o klasický policový regál, není možné zajistit dodržení systému FIFO. Pracovník logistiky zároveň odnáší vyprázdněné KLT bedny. Vždy musí také načíst čárové kódy pro kontrolu zpětné sledovatelnosti vstupních dílů, zapsat čas a datum otevření balení do počítače. Na začátku směny navíc musí objednat v systému další materiál, provést potřebnou administrativu systému KANBAN karet, doplnit materiál do regálu a také připravit prázdné KLT pro balení hotových výrobků. Po 4 hodinách musí tyto činnosti zopakovat. Po 6 odváží hotové výrobky do expedičního skladu. Zároveň musí odvézt prázdné KLT a také prázdné kartony, které rozřeže a připraví pro svoz odpadu.



Graf 6 Činnosti prováděné manipulantem (vlastní zpracování)

Poměr jednotlivých činností je znázorněn grafem číslo 6. Největší část pracovní doby manipulantů zabírají administrativní činnosti, které zahrnují zápis zpětné sledovatelnosti, administrativa spojená s KANBAN kartami a objednávání nového vstupního materiálu ze skladu. Doplnění materiálu do linky a regálu zabírá manipulantovi celkem 39 % času. Zbývá část pracovních činností zahrnuje odvážení a dovážení palet s materiálem, hotovými výrobky a prázdnými KLT pomocí tahače.

8 VYMEZENÍ PROJEKTU

Tato kapitola popisuje základní cíl projektu včetně SWOT a RIPRAN analýzy. Cílem projektu je vytvoření návrhu nového layoutu výrobní linky ventilů při využívání nové zkušební stanice.

8.1 SWOT analýza

Byla vypracována kritériální SWOT analýza, která identifikuje silné i slabé stránky projektu a zároveň ukazuje možné příležitosti a hrozby, které mohou projekt ovlivnit. V tabulce číslo 18 je u jednotlivých položek uvedena váha míry ovlivnění projektu a hodnota významnosti dané položky od 1 do 5. Vynásobením váhy míry ovlivnění a hodnoty významnosti byla zjištěna celková bodová hodnota jednotlivých položek.

Tabulka 18 SWOT analýza projektu (vlastní zpracování)

Silné stránky	Váha	Hodnota	Celkem
Kvalitní strojní vybavení	0,3	3	0,9
Zkušené pracovníci	0,2	4	0,8
Změna layoutu	0,2	3	0,6
Ochota investovat	0,2	3	0,6
Rozmanitost výrobků	0,1	2	0,2
Celkem	3,1		
Slabé stránky	Váha	Hodnota	Celkem
Nedostatečná komunikace	0,3	4	1,2
Rozměry nové zkušební stanice	0,3	3	0,9
Neochota operátorů přijímat změny	0,2	3	0,6
Materiálový tok	0,2	2	0,4
Celkem	3,1		
Příležitosti	Váha	Hodnota	Celkem
Snížení nákladů	0,3	4	1,2
Využití nových technologií	0,3	3	0,9
Zvýšení produktivity	0,2	3	0,6
Snížení nekvality	0,2	2	0,4
Celkem	3,1		
Hrozby	Váha	Hodnota	Celkem
Nedostatek zaměstnanců	0,3	4	1,2
Neočekávané prostoje	0,2	3	0,6
Úbytek zakázek	0,3	2	0,6
Růst konkurence	0,2	3	0,6
Celkem	3		

Silnými stránkami projektu jsou kvalitní stojní vybavení pracoviště, zkušené pracovníci, ochota vedení společnosti investovat do změny layoutu a velká rozmanitost výrobků. Silné stránky projektu by měla společnost dále maximalizovat.

Mezi slabé stránky projektu, které se společnost musí snažit minimalizovat, patří nedostatečná komunikace mezi pracovníky jednotlivých oddělení, která může způsobit problémy při realizaci projektu. Dalšími slabými stránkami projektu jsou velké rozměry zkušené stanice, neochota operátorů přijímat změny a materiálový tok.

Mezi nejvýznamnější příležitosti projektu, které by měla společnost využít, lze zařadit snížení nákladů, využívání nových moderních technologií, zvýšení produktivity a zároveň snížení nekvality.

Projekt naopak ohrožují možný nedostatek zaměstnanců, neočekávané prostoje, které mohou být způsobeny poruchou na strojích nebo čekáním na materiál. Projekt může ohrozit také úbytek zakázek a růst konkurence. Společnost se musí kontinuálně snažit dopady těchto hrozeb snižovat.

8.2 Logický rámec

Vždy při přípravě projektu je užitečné vypracovat logický rámec, který je možné následně využít při realizaci i vyhodnocení projektu. Logický rámec obsahuje cíl projektu a také aktivity pomocí, kterých je možné tohoto cíle dosáhnout. Konkrétní aktivity lze uskutečnit za pomoci prostředků. Další součástí logického rámce jsou objektivně ověřitelné ukazatele, kterými lze ověřit splnění cílů projektu. Logický rámec také zahrnuje rizika projektu, předběžné podmínky realizace projektu a časový rámec jednotlivých aktivit. Z logického rámce uvedeného v příloze P I vyplývá, že hlavním cílem projektu je zlepšení layoutu, kterého bude dosaženo návrhem uspořádání výrobní linky ventilů.

8.3 RIPRAN analýza

Byla vypracována analýza rizik RIPRAN, která odhaluje rizika, které mohou nastat při realizaci projektu. U jednotlivých hrozeb je vždy uveden scénář a pravděpodobnost, se kterou může nastat. Vynásobením pravděpodobnosti rizika a pravděpodobnosti scénáře byla určena celková pravděpodobnost na základě, které se riziko zařadí do kategorie pravděpodobnosti. Následně byl určen dopad dané hrozby na projekt. Díky těmto hodnotám byla určena hodnota rizika kategorie a také opatření. RIPRAN analýza je uvedena v tabulce číslo 19.

Tabulka 19 RIPRAN analýza projektu (vlastní zpracování)

ID	Hrozba	P. hrozby	Scénář	P. scénáře	Celková P.	Dopad	Hodnota rizika	Opatření
1	Operátoři nespolupracují	30%	Konflikt s operátory	80%	VP	MD	SHR	Dostatečná komunikace, motivace
2	Chyby při zpracování analýzy	20%	Nesprávně nastavené kapacity	70%	SP	SD	SHR	Důkladná analýza dat, kontrola, konzultace
		20%	Chybné vyhodnocení	80%	SP	SD	SHR	Důkladná analýza dat
3	Nedostatečná komunikace	65%	Nedodržení termínu dokončení	65%	SP	VD	VHR	Pravidelné porady, workshopy
4	Nepřesná vstupní data	45%	Nedodržení termínu dokončení	75%	VP	VD	VHR	Ověření správnosti vstupních dat, konzultace
		45%	Špatně navržený layout	50%	SP	VD	VHR	Ověření správnosti vstupních dat
5	Úbytek zakázek	25%	Změna projektu	90%	VP	SD	VHR	Pravidelné porady, workshopy
6	Nezájem společnosti o realizaci	20%	Zrušení projektu	90%	SP	VD	VHR	Pravidelné porady, workshopy

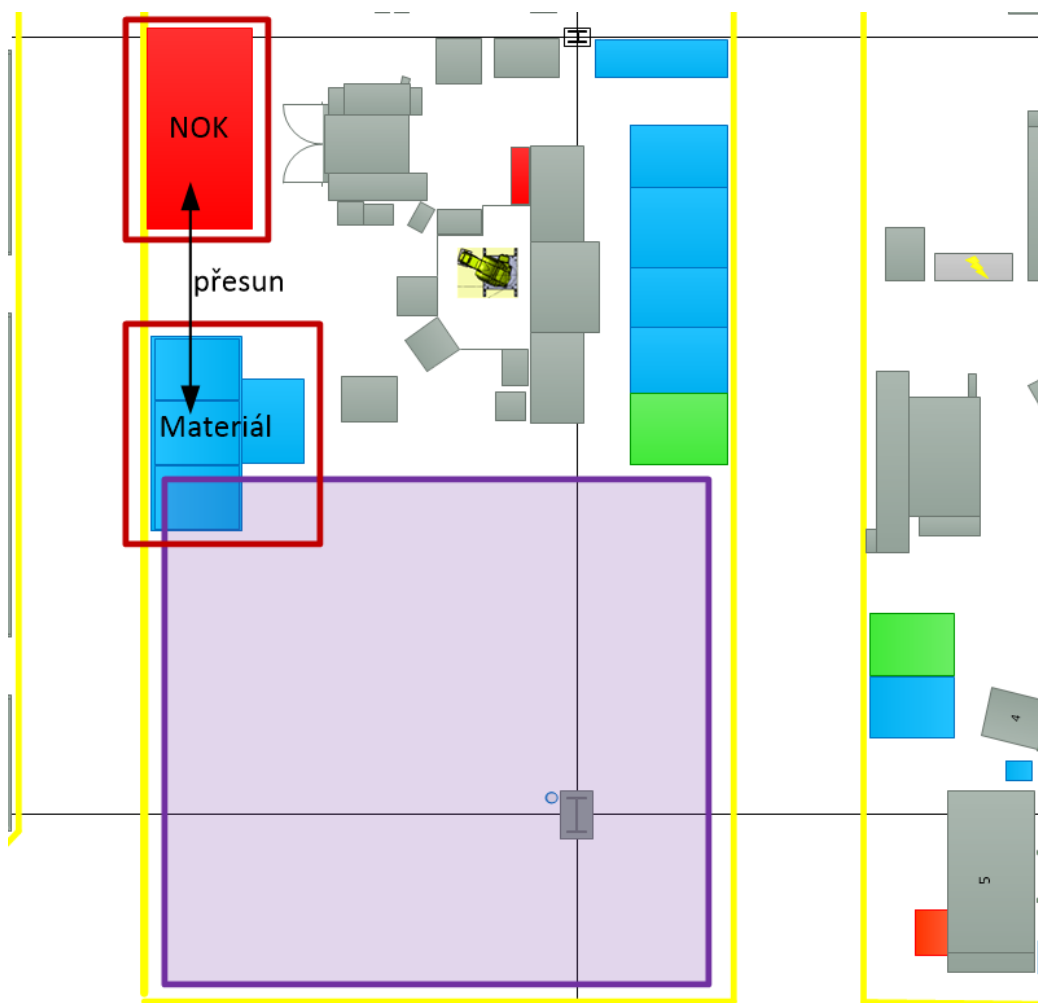
9 VYPRACOVÁNÍ PROJEKTU

Byla vypracována projektová část na základě výsledků analytické části. Projekt zahrnuje návrh layoutu výrobní linky při využívání nové zkušební stanice a poloautomatické stanice lisování, balancování operací vykonávaných jednotlivými operátory, návrh doplňování materiálu manipulantom a také model počítačové simulace výroby při práci 3, 4 a 5 operátorů. Následně bylo provedeno zhodnocení výsledků projektu.

9.1 Návrh nového layoutu

Na základě analýzy plánu výroby je nutné pořídit novou zkušební stanici, protože ta stávající neumožňuje testovat nové druhy vodních ventilů, které se začnou v roce 2018 vyrábět. Zároveň bylo zjištěno, že stávající výrobní linka nebude kapacitně stačit, proto je nutné pořídit linku novou. Analýzou výrobních prostorů společnosti bylo vybráno místo pro umístění nové výrobní linky ventilů a je vyznačeno fialovou barvou na obrázku 19.

Obrázek 19 Místo pro umístění nové výrobní linky (vlastní zpracování)



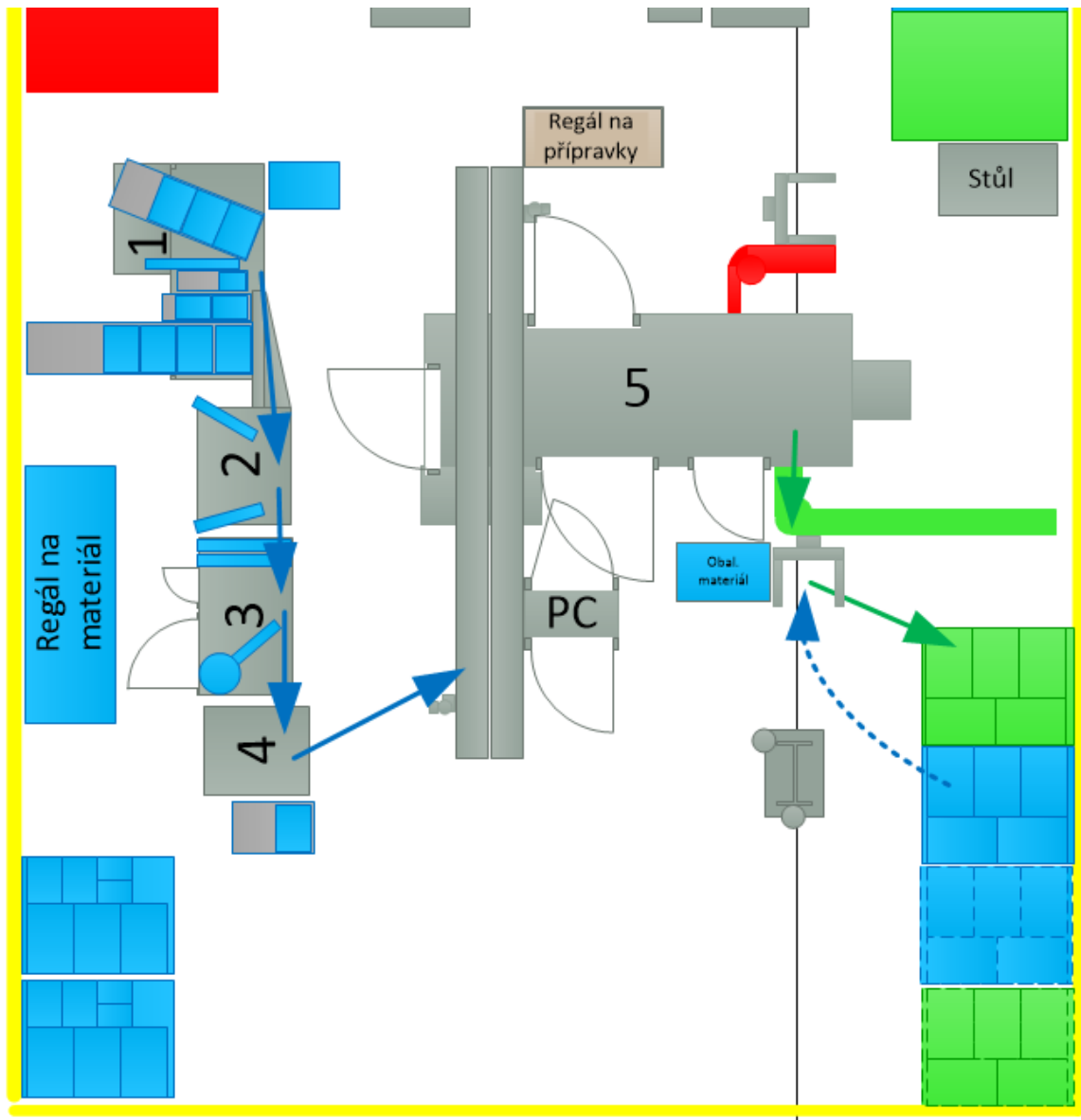
Nově navržené místo se nachází nalevo přes uličku od stávající výrobní linky ventilů. Pro získání potřebného prostoru je nutné provést přesuny, které jsou vyznačeny červenou barvou. Konkrétně se jedná o přesunutí 4 paletových míst určených pro sousední linku a také přestěhování klece určené na neshodné výrobky - NOK. Stav po provedení potřebných přesunů je znázorněn na obrázku 20.

Obrázek 20 Místo pro novou výrobní linku po přesunech (vlastní zpracování)



Obrázek 21 obsahuje návrh nového layoutu výrobní linky ventilů při využití nové zkušební stanice a také nového zařízení pro poloautomatické lisování.

Obrázek 21 Návrh nového layoutu (vlastní zpracování)

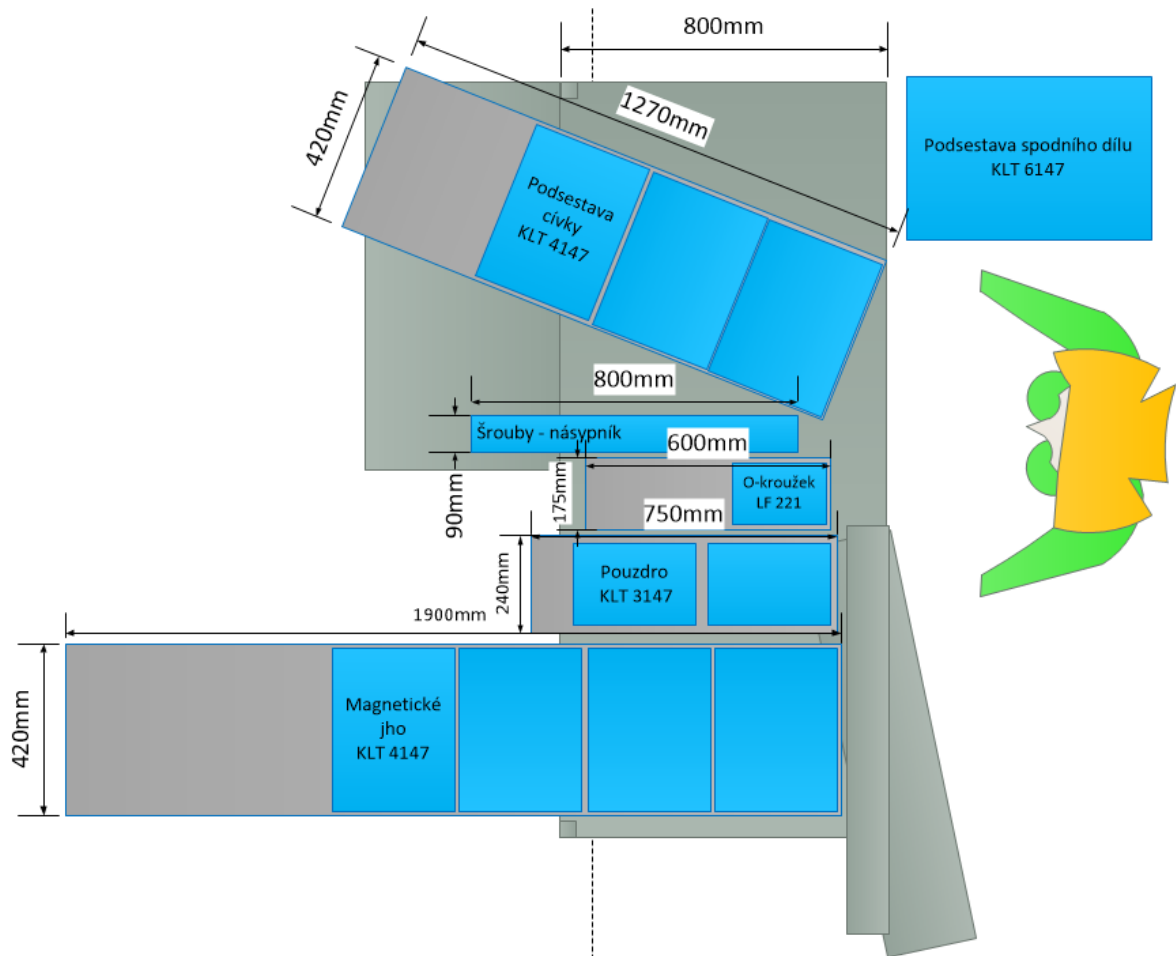


Pracoviště 1 až 4 jsou umístěny zadní stranou k uličce nalevo, tak aby bylo možné jednoduše doplňovat materiál do podavačů na linku. Vedle této uličky se nachází také nově navržený válečkový regál na materiál. V levém dolním rohu je vyznačeno jedno paletové místo na vstupní materiál a další paletové místo na vyprázdněné KLT bedny. V pravém dolním rohu jsou vyznačeny dvě místa na hotové výrobky a dvě místa na prázdné KLT bedny. Materiálový tok jde po pracovištích 1 až 5 dle šípek v pořadí montáž, šroubování, poloautomatické lisování, svařování, zkoušení a balení hotových kusů.

9.2 Úprava stolu pracoviště 1

Na základě výsledků analýzy balení, ve kterém je dodáván materiál, bylo zjištěno, že magnetické jho přichází na linku v kartonovém balení. Pro zajištění čistoty ve výrobě bylo navrženo nově používat KLT balení, které ale nevejde do současného podavače na pracovním stole prvního pracoviště a proto byly navrženy nové podavače.

Obrázek 22 Návrh stolu prvního pracoviště (vlastní zpracování)

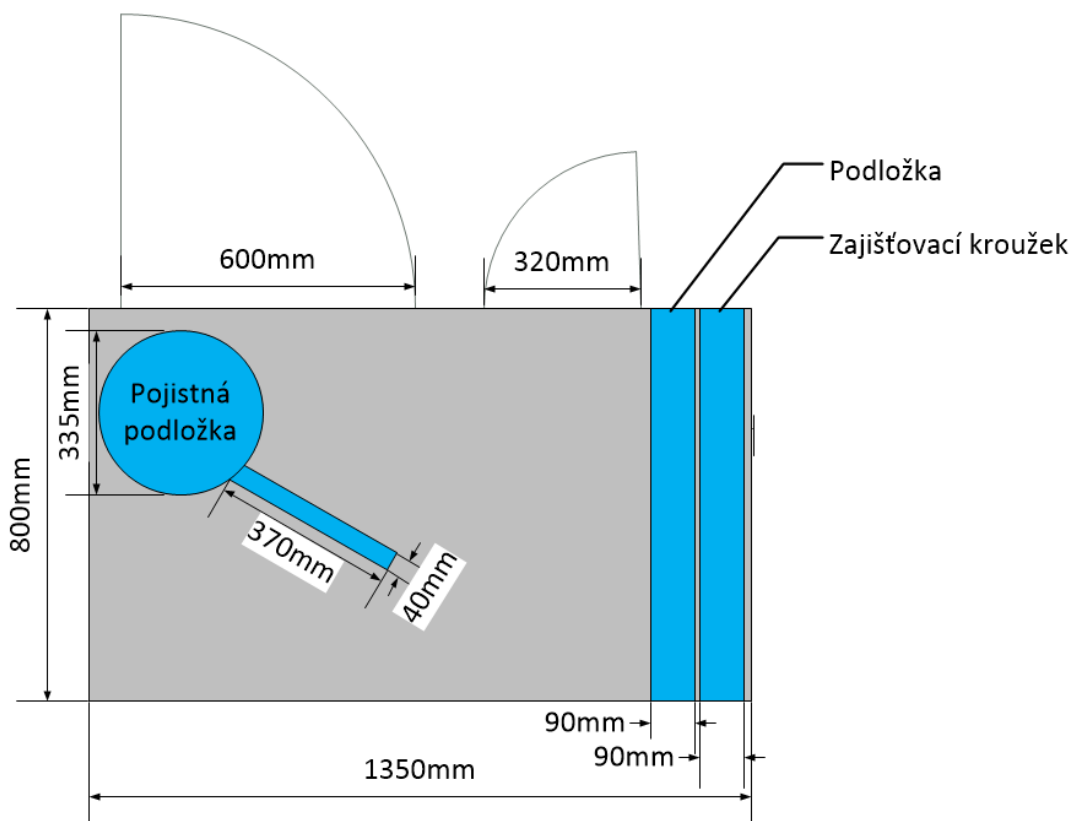


Obrázek číslo 22 znázorňuje návrh nového uspořádání podavačů včetně přidání nového podavače na magnetické jho a nového násypníku na šrouby. Operátor má díky tomuto uspořádání veškeré vstupní díly ve vzdálenosti na dosah a zároveň manipulát může doplňovat materiál položením KLT bedny přímo na podavače.

9.3 Nová poloautomatická stanice pro lisování

Byla navržena nová poloautomatická stanice určená pro lisování podložky, zajišťovacího kroužku a pojistných podložek. Princip fungování nové lisovací stanice je následující. Operátor vezme podsestavu ventilu z místa určeného pro odkládání z předchozí operace. Dále umístí na podsestavu ventilu zajišťovací kroužek a podložku. Takto připravenou podsestavu následně vloží do přípravku stroje a stroj spustí. Dveře lisovacího stroje a přípravek se automaticky zavřou. Následně proběhne zkouška funkce cívky a první lisování. Potom je automaticky pomocí vibračního podavače a lišty dopravena první pojistná podložka do správné pozice na lisovací trn a proběhne druhé lisování. Dalším krokem je automatické dopravení a nalisování druhé pojistné podložky. Po nalisování se přípravek a dveře lisovací stanice znovu otevřou a operátor odebere zalisovanou podsestavu, kterou následně provede vizuální kontrolu a odloží podsestavu pro zpracování na dalším pracovišti. Na obrázku číslo 23 je zobrazena nová stanice určená pro lisování.

Obrázek 23 Návrh stanice pro poloautomatické lisování (vlastní zpracování dle interního zdroje společnosti)



9.3.1 MOST analýza nového pracoviště lisování

Pro výpočet cyklového času operace lisování na nové poloautomatické stanici byla využita metoda BasicMOST. Postup a výsledky provedené analýzy jsou uvedeny v tabulce 20.

Tabulka 20 MOST analýza nového pracoviště 3 (vlastní zpracování)

								index	čas
1	Vzít podsestavu ventilu							2	0,72
	A	B	G	A	B	P	A		
	1	0	1	0	0	0	0		
2	Vzít podložku a kroužek a složit dohromady							9	3,24
	A	B	G	A	B	P	A		
	1	0	1	1	0	6	0		
3	Umístit podsestavu ventilu do přípravku							8	2,88
	A	B	G	A	B	P	A		
	0	0	0	1	0	6	1		
4	Procesní čas lisování							55	19,8
	A	B	G	M	X	I	A		
	0	0	0	0	55	0	0		
5	Vyjmout podsestavu ventilu a odložit ji dále							4	1,44
	A	B	G	A	B	P	A		
	1	0	1	1	0	1	0		
Celkem							78	28,08	
Celkem bez překrytých časů							67	24,12	

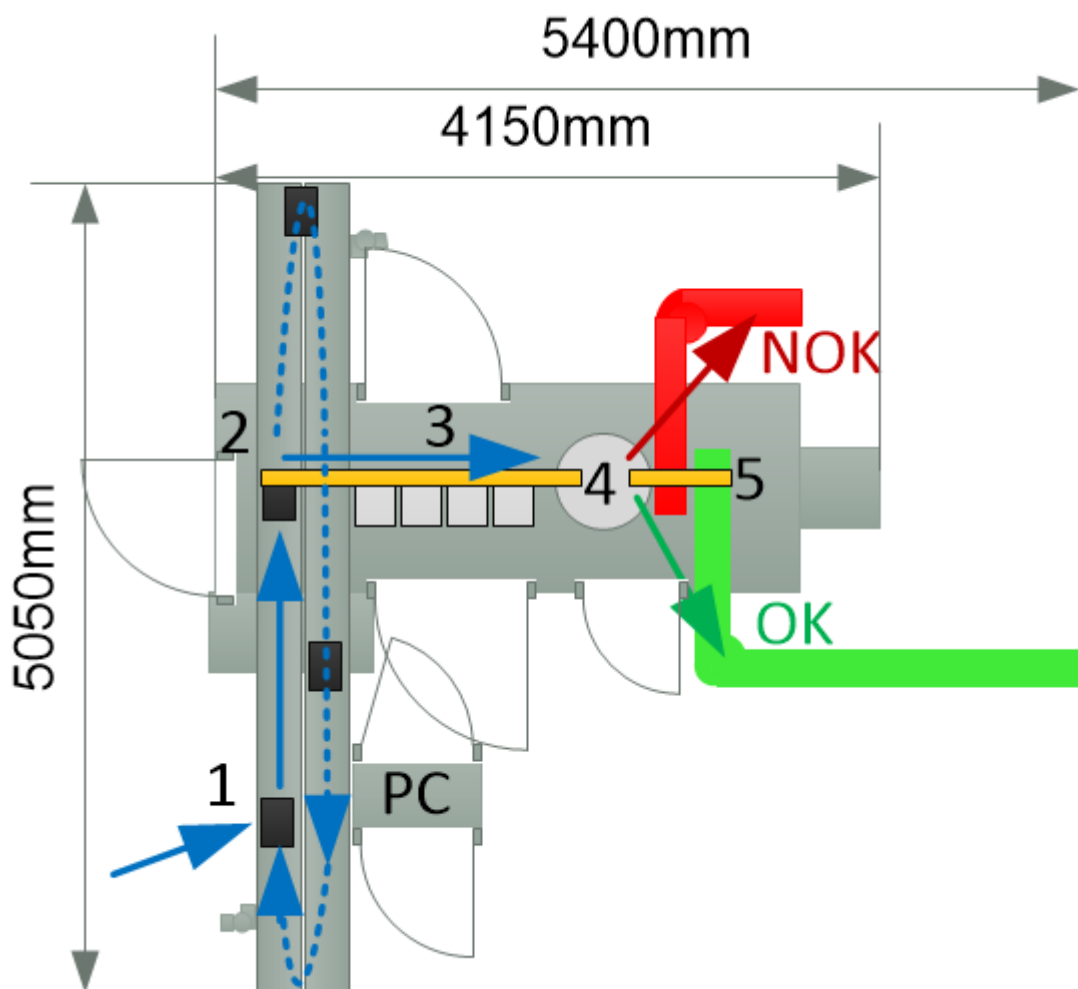
Procesní čas lisování na nové stanici je 19,8 sekundy. Celkový čas potřebný pro zalisování jednoho kusu je 24,12 sekundy. Produktivní činnosti operátora trvají 8,28 sekundy.

9.4 Nová zkušební stanice

Na základě provedené analýzy bylo zjištěno, že je nutné pořídit novou zkušební stanici, protože ta původní není schopna testovat nové varianty ventilů. Nová zkušební stanice to umožní díky snadno vyměnitelným přípravkům. Princip fungování nové zkušební stanice je následující. Operátor vloží hotový ventil na vozík (1), který je následně na páse dopraven do zkušební stanice (2). Hotový kus si z vozíku odebere automatický portálový robot, který ho umístí do přípravku (3), kde probíhá samotná zkouška. Výhodou zkušební stanice je, že mohou současně probíhat až 4 zkoušky, protože přípravky jsou celkem 4. Po dokončení zkoušení je ventil odebrán dalším portálovým robotem a dopraven na otočný stůl (4), kde probíhají další zkoušky a popis hotového výrobku laserem. Nakonec portálový robot (5) umístí kusy, které byly vyhodnoceny jako OK na pás pro dobré kusy a neshodné

výrobky - NOK na pás pro špatné kusy. Na těchto pásových dopravnících vyjíždějí hotové výrobky ven ze zkušební stanice. Hotové a otestované výrobky jsou následně operátorem posbírány z pásového dopravníku a umístěny do KLT bedny. Na obrázku číslo 24 je znázorněna podoba a materiálový tok na nové zkušební stanici. Modrou plnou šipkou je vyznačen tok výrobku, modrou čárkovanou šipkou pohyb prázdných vozíků, zeleně pak dobré kusy a červeně neshodné výrobky.

Obrázek 24 Návrh nové zkušební stanice (vlastní zpracování dle interního zdroje společnosti)



9.4.1 MOST analýza nové zkušební stanice

Pro určení celkového cyklového času nové zkušební stanice byla vypracována MOST analýza, jejichž postup a výsledky jsou uvedeny v tabulce 21.

Tabulka 21 MOST analýza nové zkušební stanice (vlastní zpracování)

								index	čas
1	Vzít ventil							2	0,72
	A	B	G	A	B	P	A		
	1	0	1	0	0	0	0		
2	Vložit ventil do zkušební stanice							4	1,44
	A	B	G	A	B	P	A		
	0	0	0	1	0	3	0		
3	Spuštění stanice stiskem tlačítka							3	1,08
	A	B	G	M	X	I	A		
	1	0	1	1	0	0	0		
4	Procesní čas zkušební stanice							55	19,8
	A	B	G	M	X	I	A		
	0	0	0	0	55	0	0		
Celkem							64	23,24	
Celkem bez překrytých časů							62	22,32	

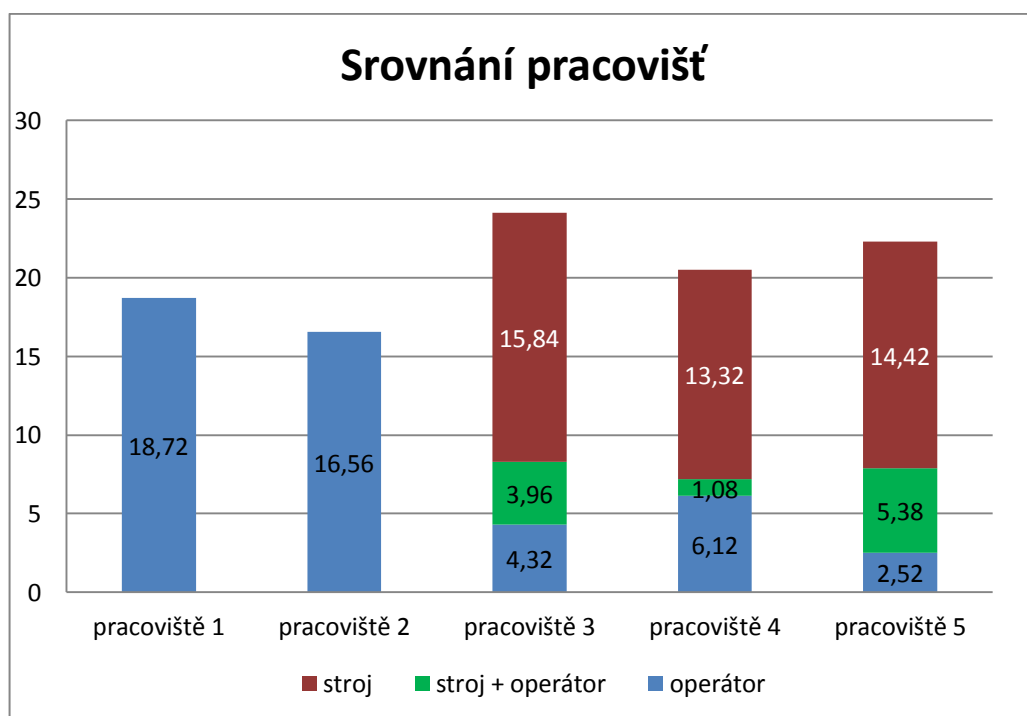
Procesní čas zkušební stanice při využívání 4 zkušebních přípravků bude 19,8 sekund. Celkový procesní čas byl MOST analýzou určen na 22,32 sekundy. Operátor provádí obsluhu zkušební stanice 3,24 sekundy a zároveň v překrytém čase vykovává činnosti balení, které po rozpočítání na jeden kus trvají 4,66 sekundy. Celkově operátorovi zaberou produktivní činnosti obsluhy zkušební stanice a balení hotových kusů 7,9 sekundy.

9.5 Porovnání pracovišť

Tabulka 22 shrnuje celkové cyklové časy pracovišť při využití nové stanice pro poloautomatické lisování a také nové zkušební stanice.

Tabulka 22 Cyklové časy jednotlivých pracovišť
(vlastní zpracování)

Pracoviště	Cyklový čas
Pracoviště 1 - montáž	18,72
Pracoviště 2 - šroubování	16,56
Pracoviště 3 - lisování	24,12
Pracoviště 4 - svařování	20,52
Pracoviště 5 - kontrola	22,32



Graf 7 Srovnání cyklových časů jednotlivých pracovišť (vlastní zpracování)

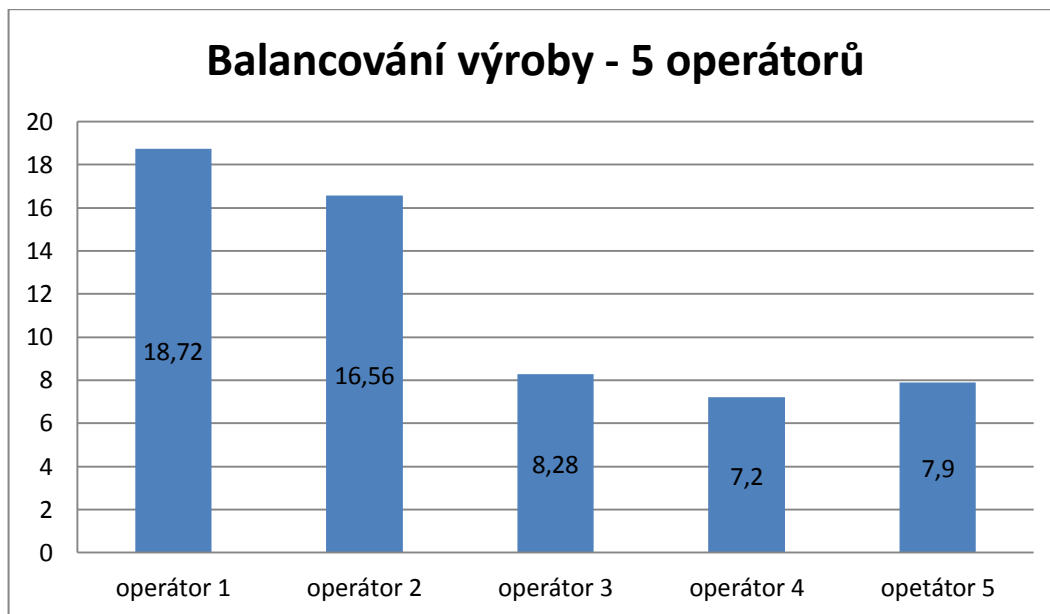
Graf 7 znázorňuje srovnání cyklových časů jednotlivých pracovišť. Novým úzkým místem se stalo pracoviště číslo 3 s cyklovým časem 24,12 sekundy, což bylo způsobeno zvýšením procesního času lisování.

9.6 Balancování výroby

Na základě analýzy vytížení jednotlivých operátorů bylo provedeno balancování výroby. Byly vypracovány 3 různé varianty rozdělení pracovních činností mezi 3 až 5 operátorů.

9.6.1 Balancování výroby – 5 operátorů

Graf 8 ukazuje vytížení operátorů, pokud bude každý obsluhovat 1 pracoviště.



Graf 8 Balancování výroby – 5 operátorů (vlastní zpracování)

Tabulka číslo 23 ukazuje dobu čekání jednotlivých operátorů na jednotlivých pracovištích.

Tabulka 23 Časy čekání jednotlivých operátorů (vlastní zpracování)

Operátor	Čas čekání
Operátor 1	5,4
Operátor 2	7,56
Operátor 3	15,84
Operátor 4	16,92
Operátor 5	16,22

Ze zjištěných údajů lze vidět, že tento stav není vhodný a operátoři nejsou dostatečně využiti, protože průměrná doba čekání operátorů je 12,39 sekundy.

9.6.2 Balancování výroby – 4 operátoři

Bylo navrženo rozdělení činností mezi 4 operátory. První operátor bude nadále provádět montáž na pracovišti číslo 1. Druhý operátor bude šroubovat na pracovišti číslo 2. Třetí operátor bude obsluhovat novou poloautomatickou stanici lisování a zároveň v překrytém čase obsluhovat také stanici číslo 4 určenou pro svařování. Tento pracovní postup a pohyb třetího operátora po pracovišti – mapa pohybů je znázorněna na obrázku číslo 25.

Obrázek 25 Pracovní postup třetího operátora (vlastní zpracování dle interního zdroje společnosti)



Operátor vyjme zalisovanou podskupinu z přípravku
Umístí na podskupinu ventillu kroužek a podložku
Vloží připravenou podskupinu do přípravku
Spustí lisování

1. operátor přejde během Lisování
na pracoviště 4 - Svařování

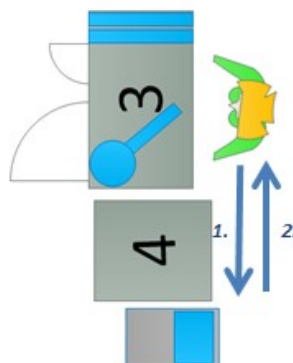


2. operátor přejde během Svařování
zpět na pracoviště 3 - Lisování

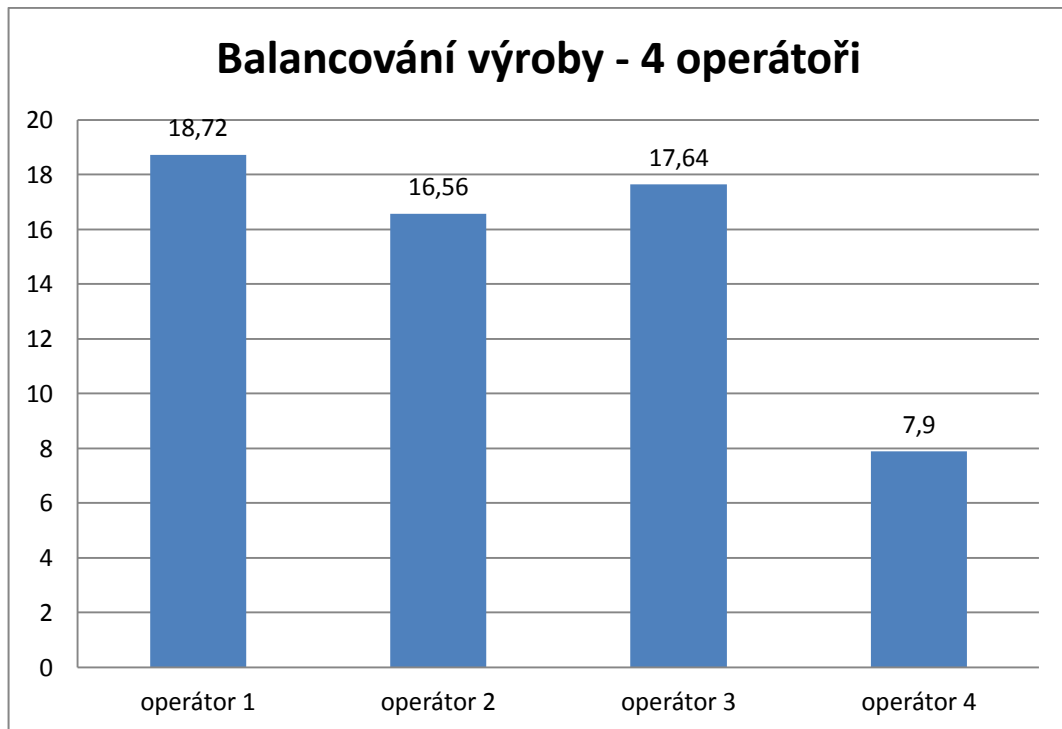


Operátor vyjme svařený kus
Vloží do spodního přípravku podsestavu ventilu
Vloží do horního přípravku díl horního vývodu
Spustí svařování

MAPA POHYBŮ v Layoutu



Čtvrtý operátor bude obsluhovat novou zkušební stanici a zároveň provádět činnosti balení hotových kusů.



Graf 9 Balancování výroby – 4 operátoři (vlastní zpracování)

Graf číslo 9 ukazuje vytížení jednotlivých operátorů po vybalancování. Tabulka 24 obsahuje časy čekání jednotlivých operátorů po vybalancování. Cyklový čas úzkého místa bude při tomto vybalancování 26,28 sekundy.

Tabulka 24 Časy čekání jednotlivých operátorů
(vlastní zpracování)

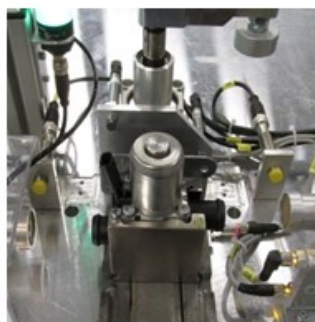
Operátor	Čas čekání
Operátor 1	7,56
Operátor 2	9,72
Operátor 3	8,64
Operátor 4	18,38

Čas čekání operátora 3 je již kratší, ale průměrná doba čekání je stále 11,1 sekundy.

9.6.3 Balancování výroby – 3 operátoři

Bylo navrženo také rozložení pracovních činností mezi 3 operátory. První operátor bude provádět montáž na pracovišti 1. Druhý operátor bude pracovat na pracovišti šroubování a zároveň bude obsluhovat poloautomatickou stanici lisování. Vždy po spuštění procesního času lisovacího stroje půjde šroubovat. Pracovní postup a mapa pohybů po pracovišti pro druhého operátora je vidět na obrázku 26.

Obrázek 26 Pracovní postup pro druhého operátora (vlastní zpracování dle interního zdroje společnosti)



Operátor utáhne šrouby na tělese ventilu dle pokynů definovaných v pracovním postupu

1. operátor přejde na pracoviště 3 - Lisování

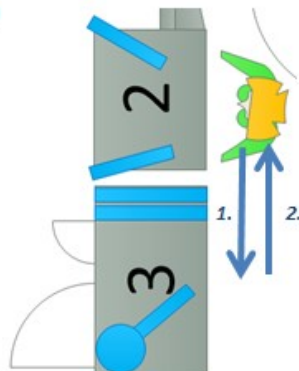


2. operátor přejde během lisování zpět na pracoviště 2 - Šroubování



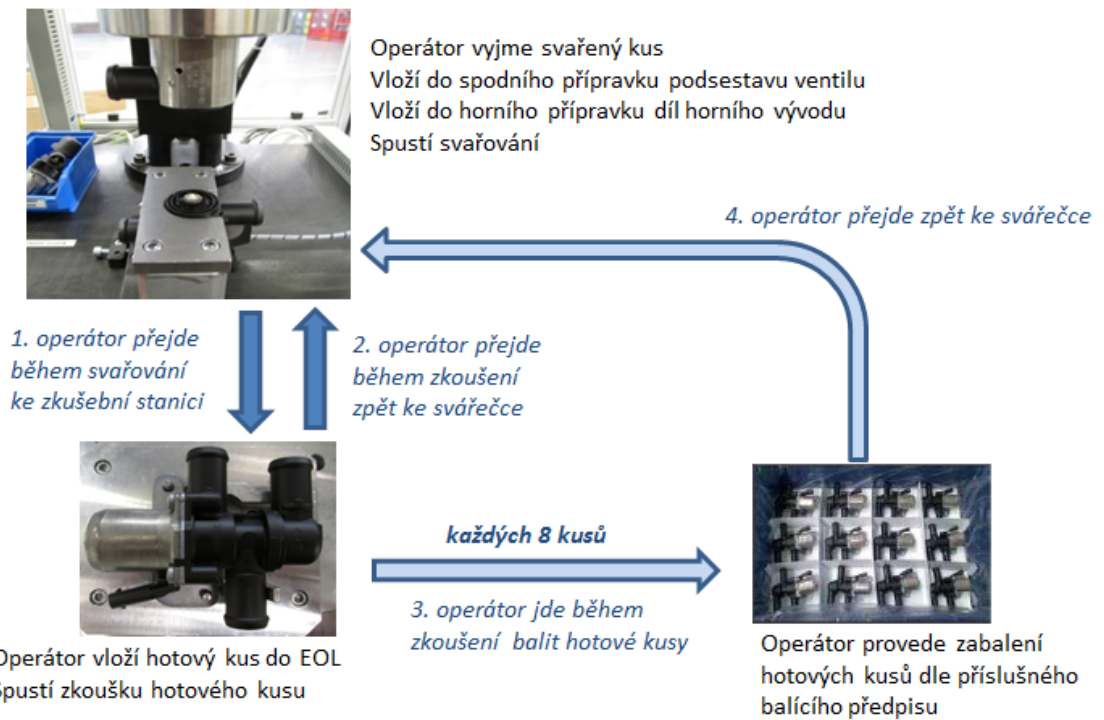
Operátor vyjme zalisovanou podskupinu z přípravku
Umístí na podskupinu ventilu kroužek a podložku
Vloží připravenou podskupinu do přípravku
Spustí lisování

MAPA POHYBŮ v Layoutu

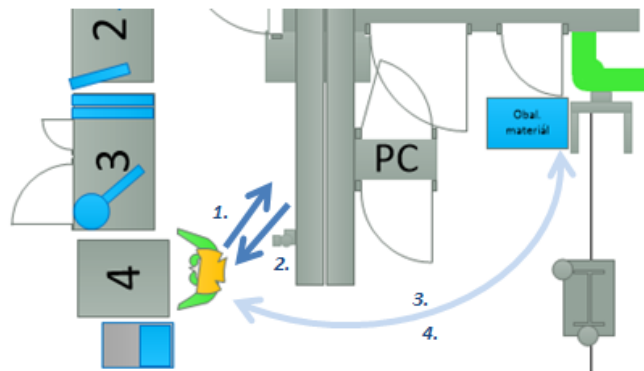


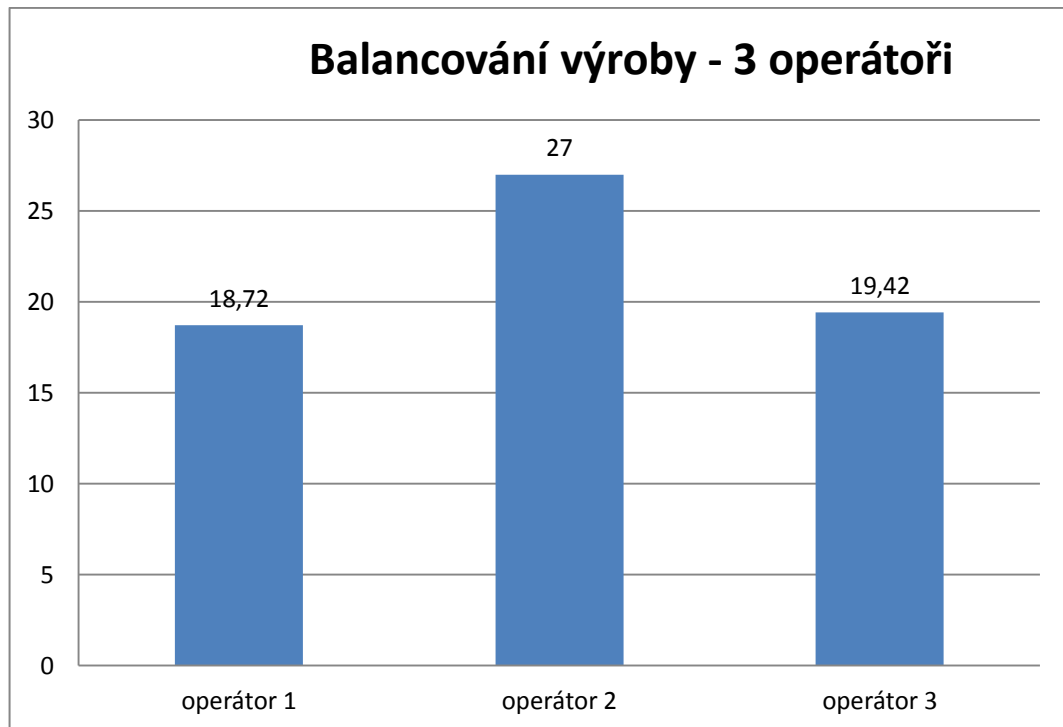
Třetí operátor bude obsluhovat rotační svařečku, zkušební stanici a zároveň bude v překrytém čase balit hotové výrobky. Pracovní postup a mapa pohybů po pracovišti pro třetího operátora je znázorněna na obrázku 27.

Obrázek 27 Pracovní postup pro třetího operátora (vlastní zpracování dle interního zdroje společnosti)



MAPA POHYBŮ v Layoutu





Graf 10 Balancování výroby – 3 operátoři (vlastní zpracování)

Vytížení jednotlivých operátorů po rozdělení pracovních činností ukazuje graf 10. V tabulce číslo 25 jsou uvedeny časy čekání jednotlivých operátorů. Cyklový čas bude při této variantě vybalancování 27 sekund.

Tabulka 25 Časy čekání jednotlivých operátorů (vlastní zpracování)

Operátor	Čas čekání
Operátor 1	8,28
Operátor 2	0
Operátor 3	7,58

Při tomto rozdělení operací jsou operátoři využiti a průměrná doba čekání je 5,29 sekundy.

9.6.4 Porovnání jednotlivých variant vybalancování

Byly navrženy 3 různé varianty vybalancování výrobní linky ventilů. Srovnání jednotlivých variant je uvedeno v tabulce číslo 26.

Tabulka 26 Srovnání variant vybalancování (vlastní zpracování)

Varianta	Cyklový čas úzkého místa	Výrobní kapacita		Produktivita 1 operátora		Průměrný čas čekání
		za hodinu	za směnu	za hodinu	za směnu	
5 operátorů	24,14	149,13	1043,91	29,83	208,78	12,39
4 operátoři	26,28	136,99	958,90	34,25	239,73	11,10
3 operátoři	27,00	133,33	933,33	44,44	311,11	5,29

Z údajů v tabulce vyplývá, že cyklový čas úzkého místa se zvýšil o 11,7 %, ale produktivita přepočtená na 1 operátora vzrostla při práci 3 operátorů o 49 % oproti variantě, kdy na výrobní lince pracuje 5 operátorů. Zároveň se při práci 3 operátorů zkrátí průměrný čas čekání na 5,29 sekundy, tedy o 57 %.

Layout linky byl navržen, tak aby umožňoval využít všech tří variant vybalancování, tedy práce 3 až 5 operátorů podle aktuálního stavu zakázek a plánu výroby.

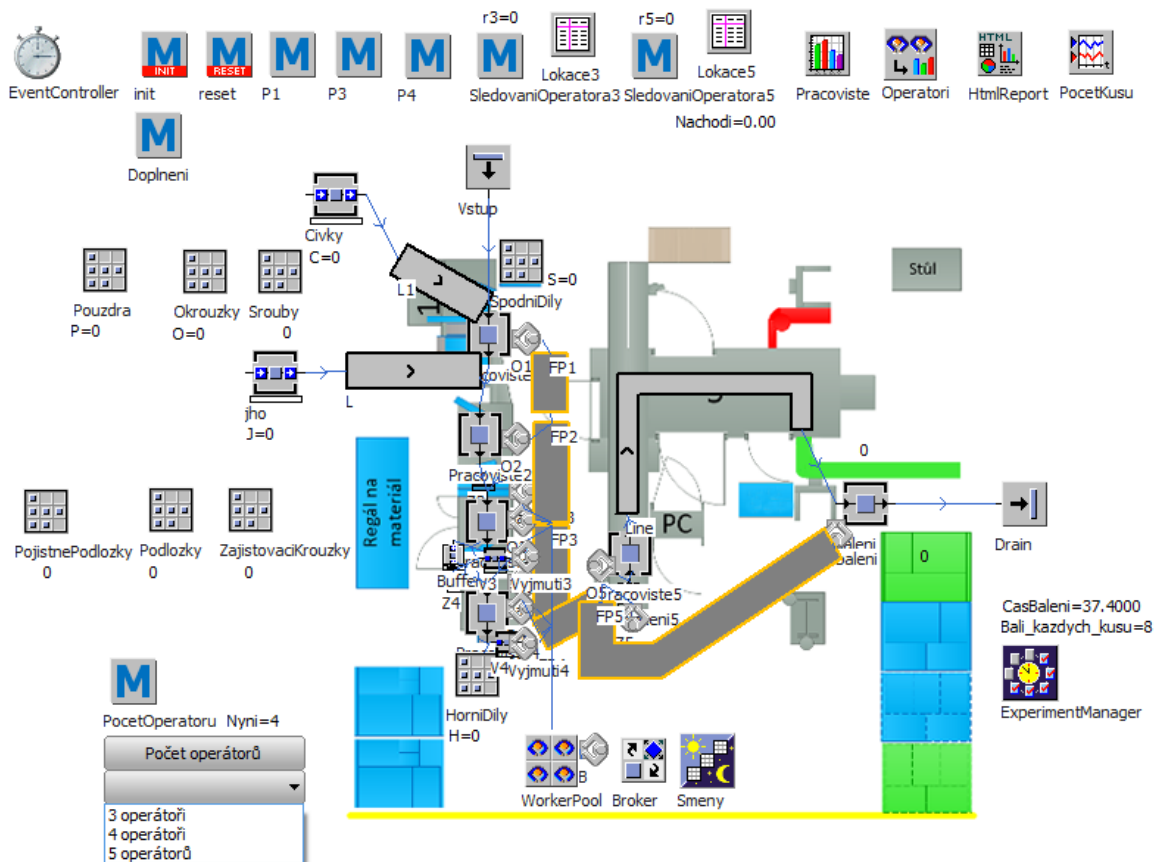
9.7 Simulace výroby

Pomocí simulačního softwaru Plant Simulation byl vytvořen model navrhovaného layoutu výrobní linky ventilů, který umožnil prověřit realizovatelnost navrhovaného řešení.

9.7.1 Model navrhovaného layoutu

Model obsahuje veškerý vstupní materiál dodávaný v navrhovaném balení, který je automaticky každé 2 hodiny doplňován manipulátem. Operátoři pracují na třech směnách po 7 hodinách. Zbytek času tvoří přestávky a čas na rozjetí směny. Součástí modelu jsou výrobní zařízení, pracovní stoly, zkušební stanice, místo pro balení hotových kusů, paletová místa pro materiál i hotové výrobky. Procesní časy jednotlivých strojů a čas montáže byl nastaven dle dat získaných MOST analýzou. Model automaticky sleduje počet vstupního materiálu a hotových kusů. Zaznamenává data o využití jednotlivých strojů a operátorů. Analýzy, výpočty a řízení celé simulace je realizováno prostřednictvím naprogramovaných metod, které jsou v modelu označeny ikonou M.

Obrázek 28 Model navrhovaného layoutu (vlastní zpracování)

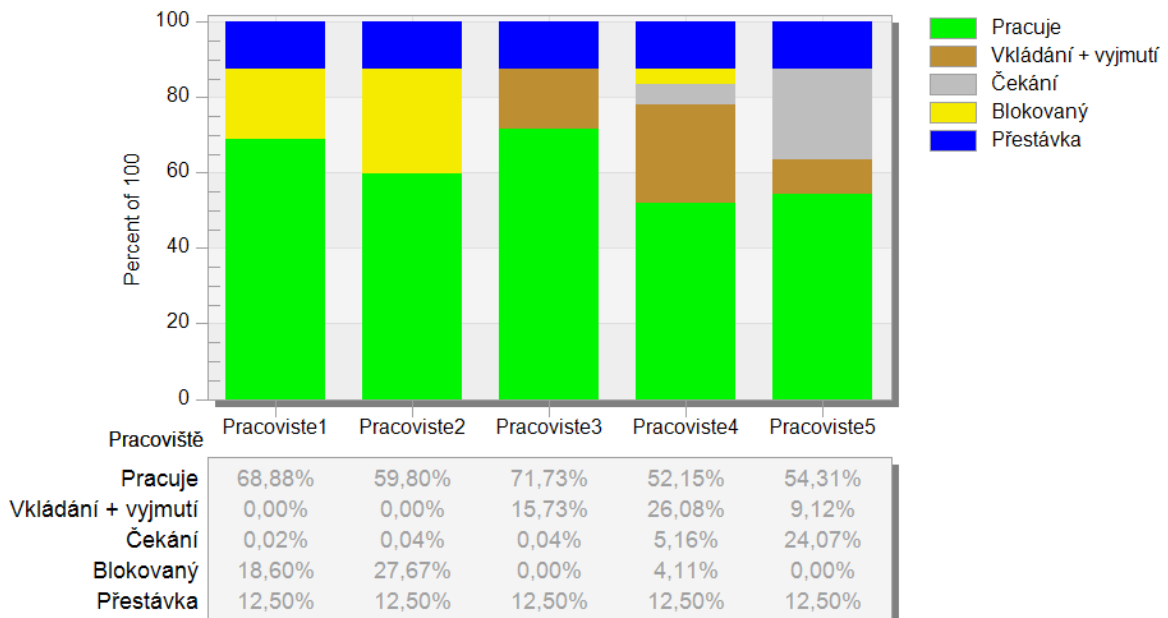


Simulační model je znázorněn na obrázku 28. Simulace umožňuje pomocí rozevíracího menu měnit počet operátorů pracujících na výrobní lince.

9.7.2 Výsledky simulace s 5 operátory

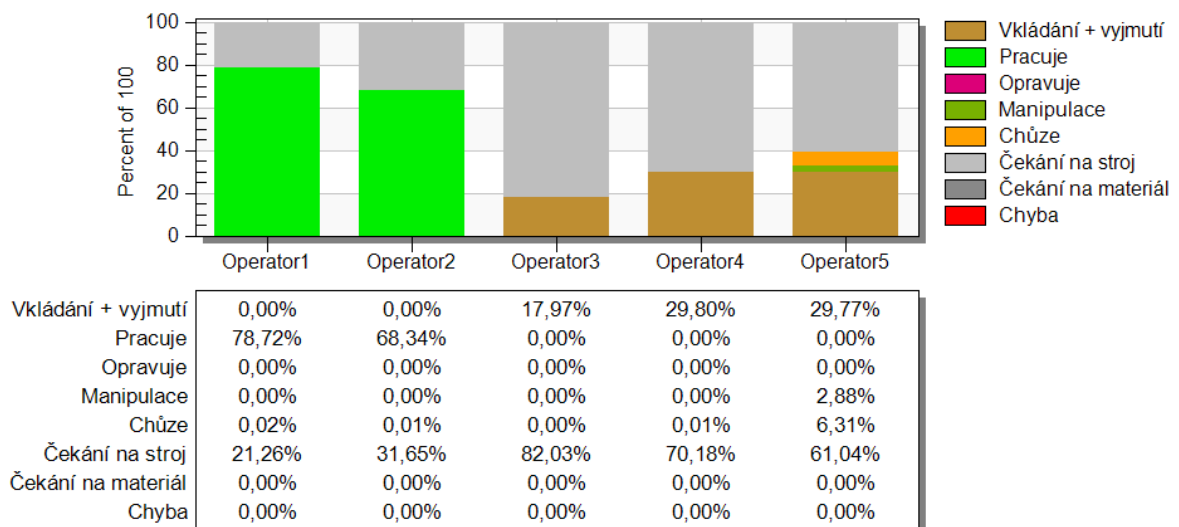
Výsledky jednotlivých variant vybalancování výrobní linky jsou vždy za jeden pracovní den, což odpovídá 3 směnám po 7 pracovních hodinách. První varianta počítá s prací pěti operátorů, kdy každý obsluhuje 1 pracoviště. Operátor číslo 5 provádí také činnosti balení. Analýzou různých kombinací počtu kusů, při kterých odchází balit a času balení bylo zjištěno, že nejvýhodnější je provádět činnosti balení každých 8 kusů, protože linka je plně vytížená a operátor 5 nachodí nejméně metrů.

Graf číslo 11 obsahuje data o vytíženosti jednotlivých pracovišť. Pracoviště 1, kde probíhá ruční montáž ventilu a pracoviště číslo 2, kde probíhá šroubování, vyžadují při práci obsluhu operátorem. Pracoviště 3 až 5 nevyžadují operátora pro celou dobu práce, ale jen pro vkládání a vyjmutí dílů, které je znázorněno hnědou barvou.



Graf 11 Vytížení jednotlivých pracovišť (vlastní zpracování)

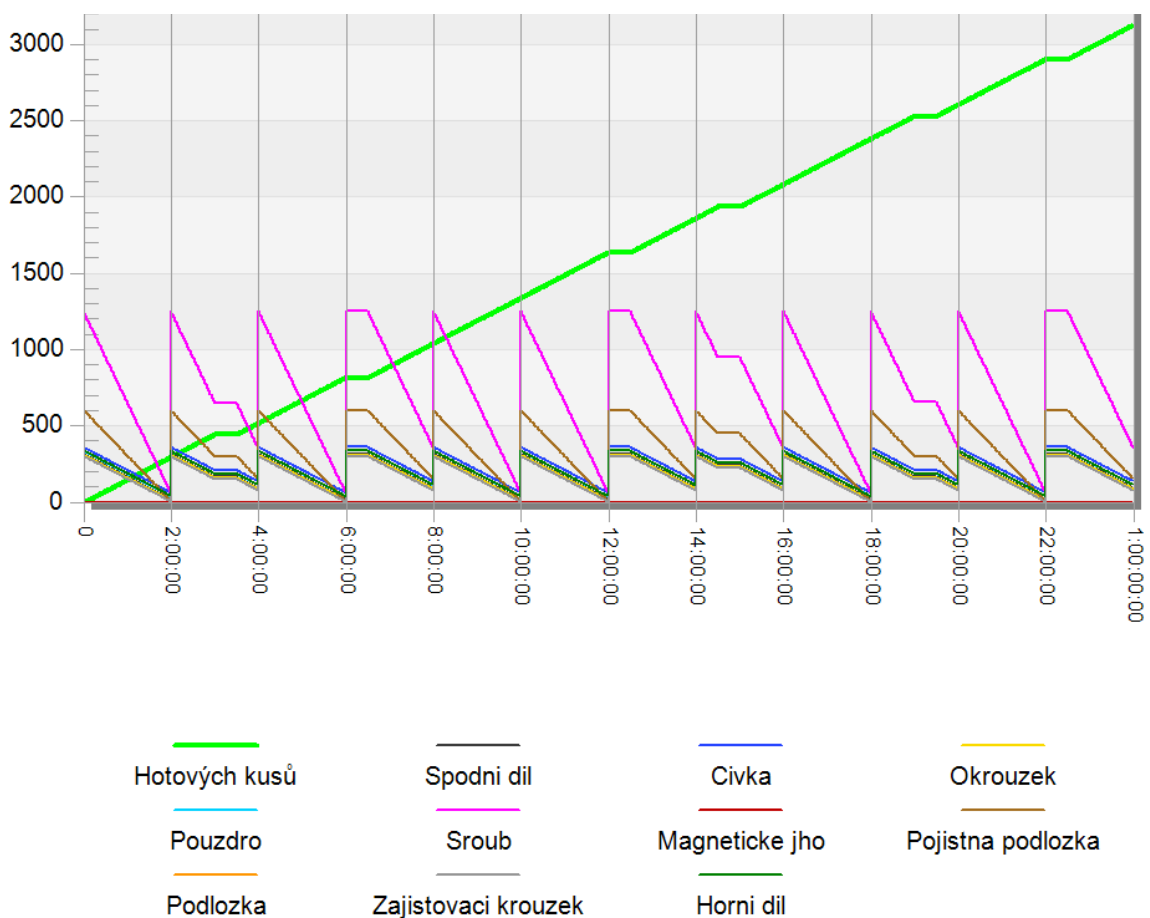
Pracoviště jsou při této variantě nevyvážené. Pracoviště 1 a 2 jsou blokována, což znamená, že následující pracoviště ještě nemá volnou kapacitu. Pracoviště číslo 3 je naopak maximálně využito a zároveň tvoří úzké místo celé výrobní linky. Pracoviště číslo 4 a 5 čekání na materiál z předchozích operací, protože pracují rychleji.



Graf 12 Vytížení jednotlivých operátorů (vlastní zpracování)

Graf číslo 12 znázorňuje vytížení jednotlivých operátorů, které je velmi nevyvážené. Operátor číslo jedna pracuje 78,72 % času. Operátor číslo 2 utahuje šrouby 68,34 % pracovní doby. Operátor číslo 3 obsluhuje stanici lisování 17,97 % pracovní doby. Čtvrtý operátor vkládá díly do svářečky a odebírá svařené ventily ze stroje 29,80 % času. Produktivní činnosti pátého operátora trvají 38,96 % pracovní doby. Zbytek času tvoří čekání. Konkrétně to je pro prvního operátora 21,26%, pro druhého 31,65 %, pro třetího 82,03 %, pro čtvrtého 70,18 %, a pro pátého 61,04%. Průměrně tedy čekání tvoří 53,23 % pracovní doby.

Graf číslo 13 zobrazuje vývoj počtu vyrobených kusů a také množství vstupního materiálu, který se v daný okamžik nacházel na výrobní lince.

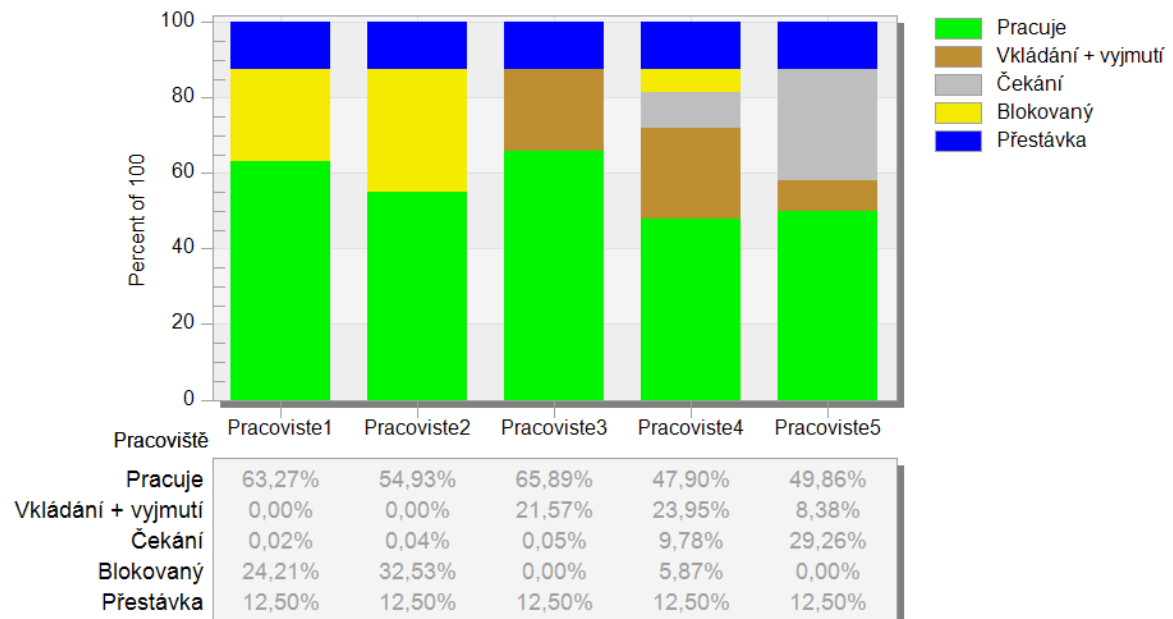


Graf 13 Vývoj množství materiálu a vyrobených kusů (vlastní zpracování)

Analýzou bylo zjištěno, že výrobní linka ve třech směnách po 7 hodinách vyprodukuje 3 128 ventilů. Zároveň bylo ověřeno, že navrhované množství a balení vstupního materiálu je dostatečné a materiál v průběhu výroby nedojde, pokud bude podle plánu doplňován manipulantem každé 2 hodiny.

9.7.3 Výsledky simulace se 4 operátory

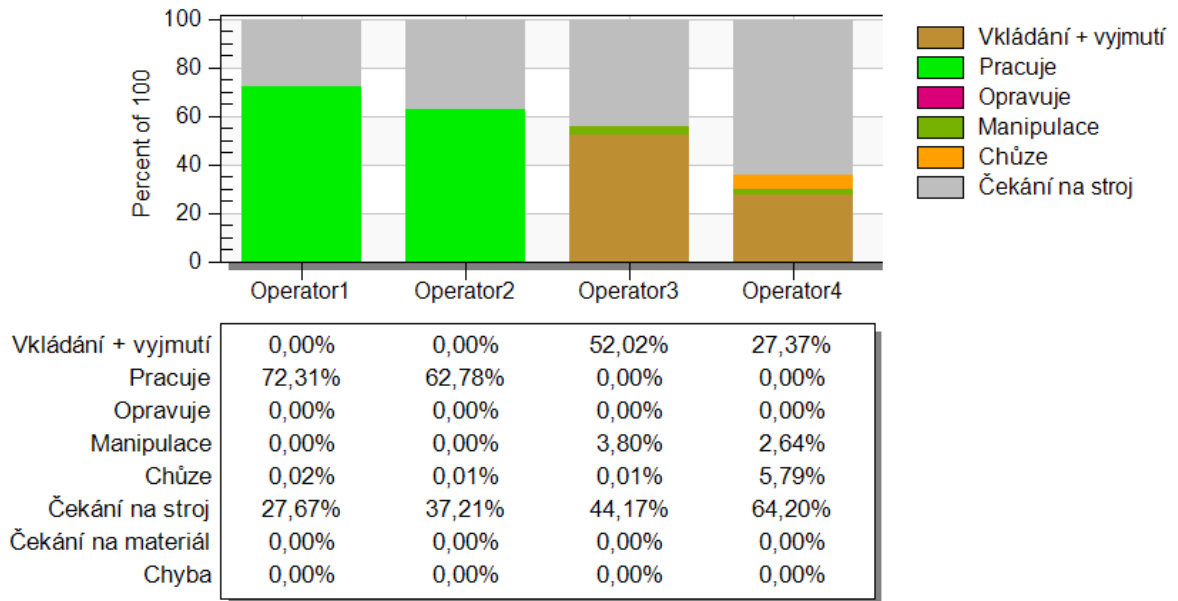
Simulace byla následně naprogramována pro variantu, kdy budou linku obsluhovat 4 operátory, kdy první operátor bude pracovat na pracovišti číslo 1. Druhý operátor bude utahovat šrouby na pracovišti číslo 2. Třetí operátor bude obsluhovat poloautomatickou stanici lisování na pracovišti 3 a zároveň rotační svářečku na pracovišti 4. Čtvrtý operátor bude obsluhovat zkušební stanici a zároveň bude chodit balit hotové výrobky.



Graf 14 Vytížení jednotlivých pracovišť (vlastní zpracování)

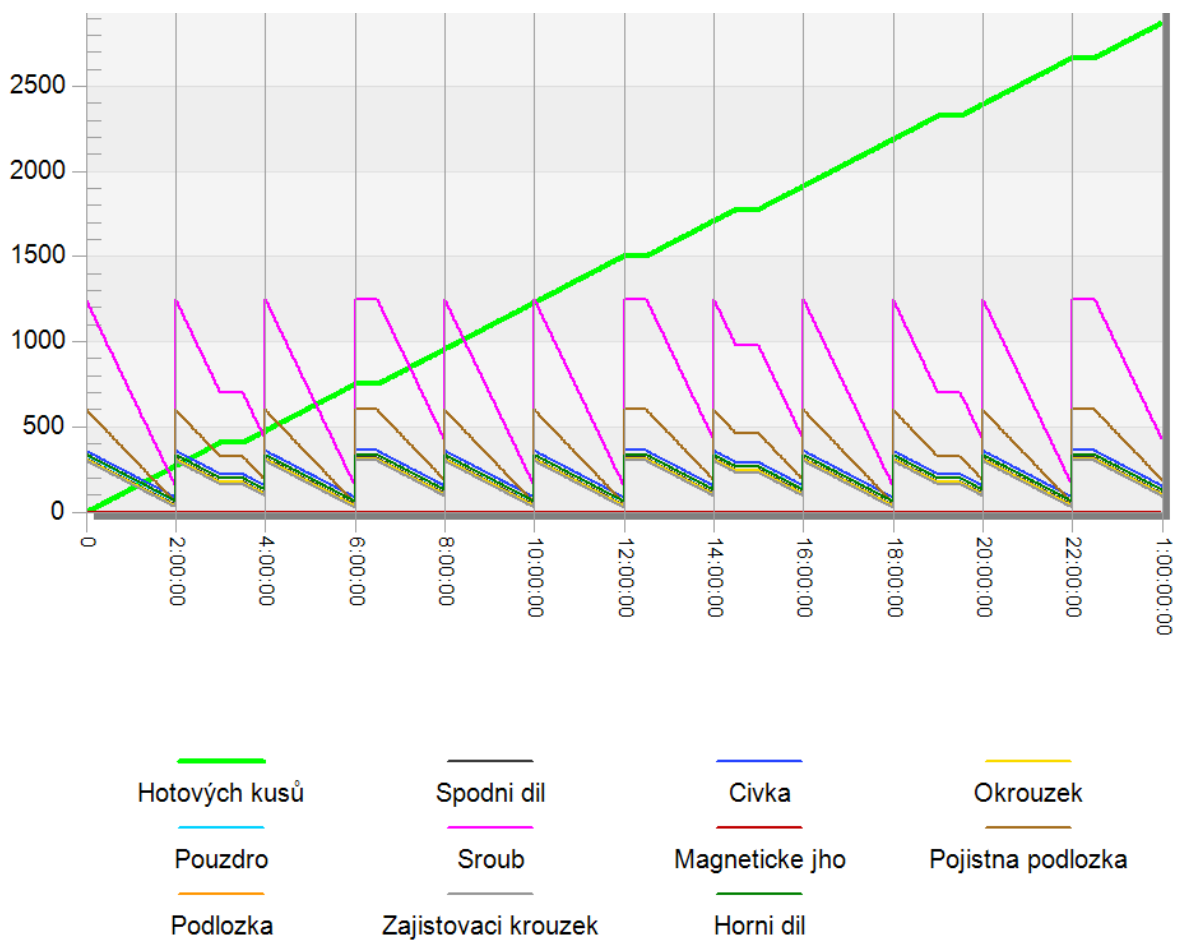
Graf 14 obsahuje data o vytíženosti jednotlivých pracovišť. Pracoviště 1, 2 a 4 jsou blokovány, to znamená, že musejí čekat, než se uvolní kapacita následujícího pracoviště. Pracoviště číslo 3 je plně vytíženo a tvoří úzké místo výrobní linky. Pracoviště 4 a 5 čekají na předchozí pracoviště, protože pracují rychleji.

Vytížení jednotlivých operátorů je zobrazeno v grafu číslo 15. Operátor číslo 1 pracuje 72,31 % pracovní doby, druhý operátor pracuje 62,78 % pracovní doby, třetí operátor, který nyní obsluhuje dvě výrobní zařízení, pracuje 52,02 % pracovní doby, 3,8 % tvoří manipulace s dílem z pracoviště lisu na pracoviště rotační svářečky. Produktivní činnosti čtvrtého operátora představují 35,8 % pracovní doby. Zbytek času zabírá čekání pro prvního operátora 27,67 %, pro druhého 37,21 %, pro třetího 44,17 % a pro čtvrtého 64,20 %. Průměrně tedy čekání operátora tvoří 43,31 % pracovní doby.



Graf 15 Vytížení jednotlivých operátorů (vlastní zpracování)

Graf číslo 16 ukazuje vývoj množství vstupního materiálu i hotový kusů.



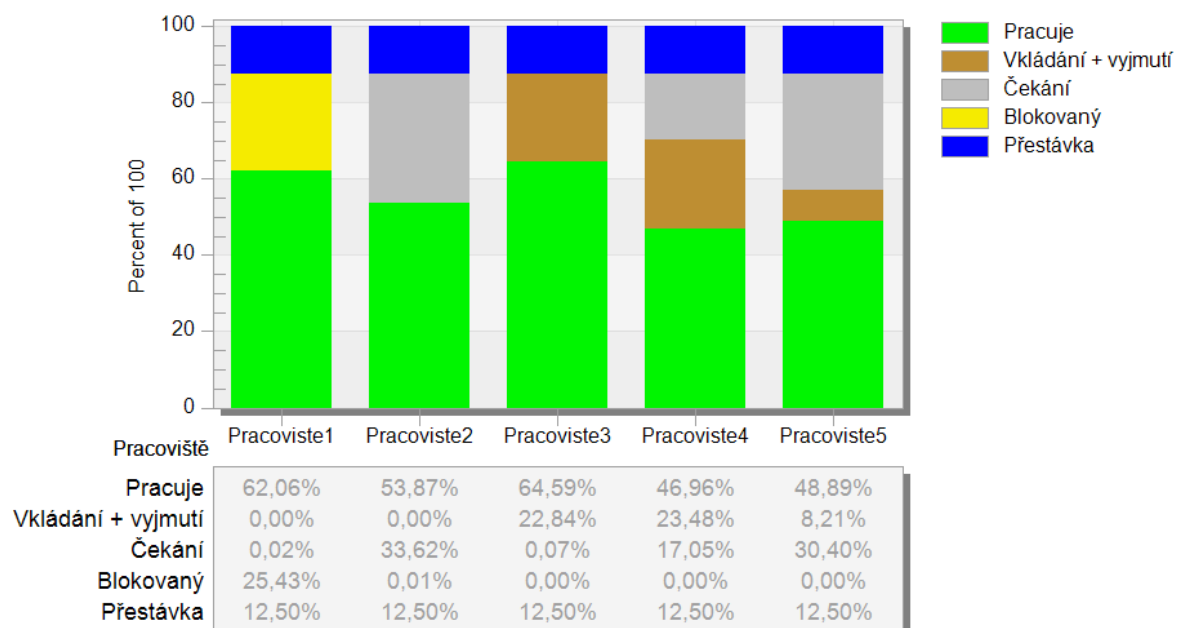
Graf 16 Vývoj množství materiálu a vyrobených kusů (vlastní zpracování)

Analýzou bylo zjištěno, že linka je schopna vyrobit 2 872 ventilů denně.

9.7.4 Výsledky simulace se 3 operátory

Simulační model byl nastaven na variantu, kdy na výrobní lince pracují 3 operátoři. První operátor nadále montuje podestavy ventilů na pracovišti číslo 1. Druhý operátor pracuje na pracovišti číslo 2 – šroubování a zároveň obsluhuje poloautomatickou stanici 3. Třetí operátor obsluhuje rotační svářečku, zkušební stanici a zároveň chodí každých 8 kusů provádět činnosti balení.

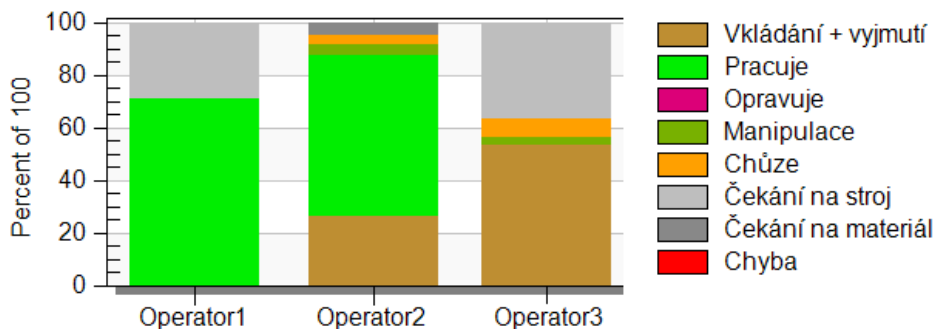
Graf číslo 17 ukazuje vytíženost jednotlivých pracovišť při práci 3 operátorů.



Graf 17 Vytížení jednotlivých pracovišť (vlastní zpracování)

První pracoviště je blokováno 25,43 % času. Pracoviště číslo 2 čeká 33,62 % času. Třetí pracoviště je plně vytíženo a tvoří úzké místo na výrobní lince. Pracoviště číslo 4 a 5 čekají na předcházející pracoviště.

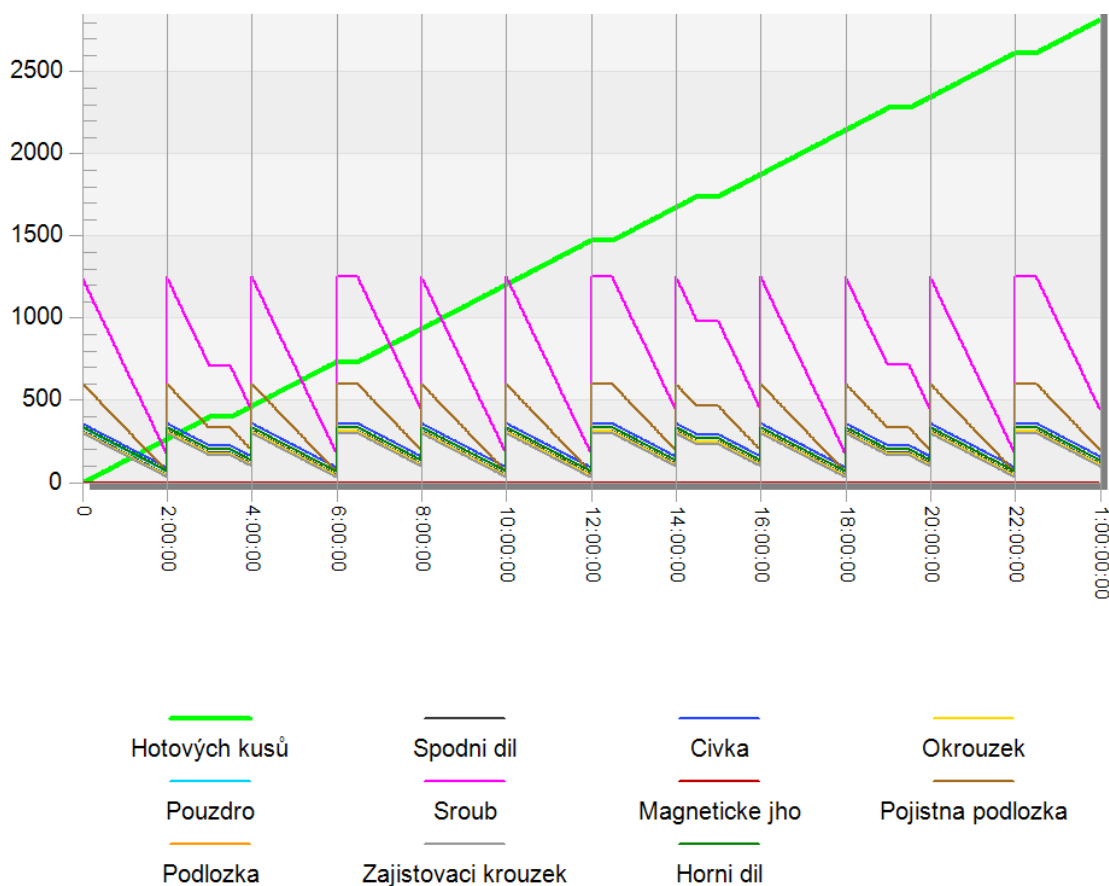
Vytíženost jednotlivých operátorů ukazuje graf číslo 18. Operátor číslo 1 pracuje 70,92 % času. Operátor číslo 2 je maximálně využit a produktivní činnosti tvoří 95,13 % času. Operátor číslo 3 provádí produktivní činnosti 63,18 % času. Doba čekání jednotlivých operátorů je následující. První operátor čeká 29,06 % času, druhý operátor čeká pouze 4,87 % pracovní doby a třetí operátor pak 36,82 % pracovní doby. Průměrná doba čekání operátora je snížena díky vybalancování na 23,58 % pracovní doby.



Vkládání + vyjmutí	0,00%	26,10%	53,65%
Pracuje	70,92%	61,56%	0,00%
Opravuje	0,00%	0,00%	0,00%
Manipulace	0,00%	3,73%	2,59%
Chůze	0,02%	3,74%	6,94%
Čekání na stroj	29,06%	0,03%	36,82%
Čekání na materiál	0,00%	4,84%	0,00%
Chyba	0,00%	0,00%	0,00%

Graf 18 Vytížení jednotlivých operátorů (vlastní zpracování)

Graf 19 znázorňuje vývoj množství vstupního materiálu a hotový kusů.



Graf 19 Vývoj množství materiálu a vyrobených kusů (vlastní zpracování)

Analýzou bylo zjištěno, že výrobní linka vyrobí 2 816 ventilů denně.

9.7.5 Porovnání jednotlivých variant výroby

Tabulka číslo 27 porovnává výsledky jednotlivých variant simulace.

Tabulka 27 Srovnání variant simulace výroby (vlastní zpracování)

Varianta	Cyklový čas úzkého místa	Výrobní kapacita		Produktivita 1 operátora		Průměrný čas čekání
		za hodinu	za směnu	za hodinu	za směnu	
5 operátorů	24,17	148,95	1042,67	29,79	208,53	12,87
4 operátoři	26,32	136,76	957,33	34,19	239,33	11,40
3 operátoři	26,85	134,10	938,67	44,70	312,89	6,33

Data uvedená v tabulce ukazují, že cyklový čas úzkého místa se zvýšil o 11,7 %, ale produktivita přepočtená na 1 operátora vzrostla při práci 3 operátorů o 50,04 % oproti variantě, kdy na výrobní lince pracuje 5 operátorů. Zároveň se při práci 3 operátorů zkrátí průměrný čas čekání na 6,33 sekundy, tedy o 51,08 %.

Výrobní linka umožňuje využít všech tří variant vybalancování výroby, tedy obsluhy linky 3 až 5 operátory podle aktuálního stavu zakázek a plánu výroby.

9.8 Stanovení norem

Na základě zjištěných cyklových časů úzkého místa výrobní linky byly určeny nové normy pro všechny 3 varianty vybalancování linky.

Tabulka 28 Nově navržené normy (vlastní zpracování)

Varianta	Cyklový čas úzkého místa	Výrobní kapacita		Norma	
		za hodinu	za směnu	za hodinu	za směnu
5 operátorů	24,17	148,95	1042,67	120	840
4 operátoři	26,32	136,76	957,33	110	770
3 operátoři	26,85	134,10	938,67	107	749

Norma je vždy stanovena jako 80 % výrobní kapacity linky.

9.9 Materiálový tok

Bylo navrženo nové balení některých vstupních a obalových materiálů a dále byla zjištěna nová doba potřebná pro obslužnost výrobní linky. Potřeba kusů jednotlivých druhů vstupního i obalového materiálu byla vypočtena na 2 hodiny výroby dle normy u varianty s 5 operátory, což vychází na 240 vyrobených kusů, ke kterým je přidána rezerva 20 %. Dohromady je tedy potřeba materiál minimálně pro 288 vyrobených kusů.

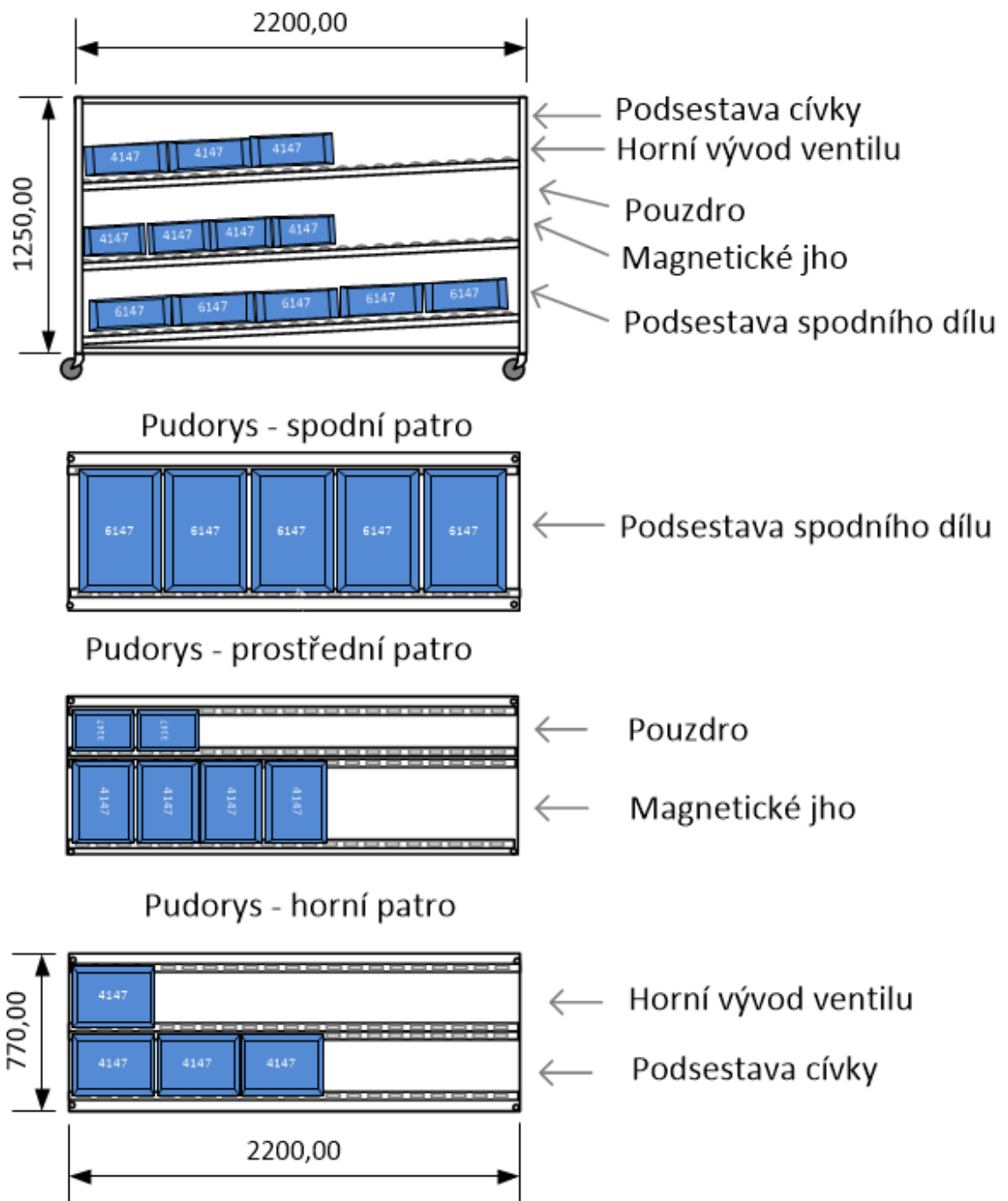
9.9.1 Vstupní materiál

Tabulka 29 Vstupní materiál (vlastní zpracování)

Díl	Balení	Rozměry balení (mm)	Kusy v balení	Potřeba kusů	Kusů na 2 hodiny	Počet balení
		L x D x H				
podsestava spodního dílu	KLT 6147	600x400x147	63	1	315	5
o-kroužek	LF 221	234x150x122	cca 290	1	288	1
pouzdro	KLT 3147	300x200x140	144	1	288	2
podsestava cívky	KTL 4147	400x300x147	120	1	360	3
magnetické jho	KLT 4147	400x300x147	72	1	288	4
šrouby	násypník	-	cca 1200	4	1152	-
podložka	LF 211	168x103x76	cca 290	1	288	1
zajišťovací kroužek	LF 211	168x103x76	cca 290	1	288	1
pojistná podložka	násypník	-	cca 600	2	576	-
horní vývod ventilu	KLT 4147	400x300x147	288	1	288	1

Tabulka 29 obsahuje informace o balení a minimálním množství vstupního materiálu, který bude doplňován na linku každé 2 hodiny. Zásoba materiálu na další 2 hodiny bude ve válečkovém regále, který bude stát umístěn vedle linky. Regál je navržený z trubkového regálového systému a je pro případ nutné manipulace postaven na kolečkách. Velmi malé díly, tedy kroužky, šrouby a podložky budou doplňovány přímo z originálního balení, a proto nemají na válečkové dráze regálu určené místo. Návrh nového regálu je uveden na obrázku číslo 29.

Obrázek 29 Návrh regálu na vstupní materiál (vlastní zpracování)



9.9.2 Obalový materiál

Tabulka 30 obsahuje informace o potřebném obalovém materiálu na 2 hodiny výroby. Hotové díly se budou balit dle balících předpisů do KLT po 24 kusech. Pro každou KLT bednu je vždy potřeba sáček, proložka, dvě mřížky a víko.

Tabulka 30 Obalový materiál (vlastní zpracování)

Materiál	Potřeba kusů na 2 hodiny
KLT bedna	12
Víko KLT	12
Sáček do KLT	12
Proložka	12
Mřížka	24

9.9.3 Obslužnost linky

Byla vypočtena doba potřebná pro obslužnost nové výrobní linky manipulantem. V tabulce číslo 31 jsou uvedeny časy jednotlivých činností, které pracovník logistiky provádí.

Tabulka 31 Obslužnost nové výrobní linky manipulantem (vlastní zpracování)

Činnost	Začátek směny	po 2 hodinách	po 4 hodinách	po 6 hodinách
Doplnění materiálu do linky	75	75	75	75
Zápis zpětné sledovatelnosti	300	300	300	300
Odnesení prázdných KLT	45	45	45	45
Objednávka materiálu v PC	142		142	
KANBAN - administrativa	320		320	
Doplnění materiálu do regálu	242		242	
Obalový materiál - KLT expedice				360
Obalový materiál - KLT materiál	360		360	
Expedice hotových výrobků				360
Celkem v sekundách	1484,00	420	1484	1140
Celkem v minutách	24,73	7,00	24,73	19,00
Celkem v minutách	75,47			
Celkem za směnu	1 hod. 15 minut			

Celkem bude pracovník logistiky obsluhovat novou výrobní linku 1 hodinu a 15 minut, což představuje zkrácení doby potřebné pro obsluhu linky o 25 minut oproti původní lince. Tohoto zlepšení bylo dosaženo především díky umístění válečkového regálu s materiálem těsně u linky a také použitím nového druhu balení a způsobu doplňování některých dílů.

10 ZHODNOCENÍ PROJEKTU

Tento projekt se realizuje především z důvodu pořízení nové výrobní linky ventilů, která bude využívat novou zkušební stanici, protože ta původní neumožňovala testovat nové typy ventilů, které se začnou dle plánu výroby vyrábět již v roce 2018. Další zlepšením oproti původní výrobní lince je využití nové poloautomatické lisovací stanice, která umožní vyrábět na lince se 3 až 5 operátory. Z důvodu citlivosti údajů nejsou pořizovací náklady nové výrobní linky ventilů uvedeny.

10.1 Porovnání jednotlivých variant

Tabulka 32 Porovnání jednotlivých variant (vlastní zpracování)

Varianta	Cyklový čas úzkého místa	Výrobní kapacita		Norma	
		za hodinu	za směnu	za hodinu	za směnu
5 operátorů	24,17	148,95	1042,67	120	840
4 operátoři	26,32	136,76	957,33	110	770
3 operátoři	26,85	134,10	938,67	107	749

Čas úzkého místa, kterým je lisovací stanice, určuje cyklový čas celé výrobní linky. Nejrychlejší variantou je varianta při obsazení linky 5 operátory, kdy je cyklový čas 24,17 s. Výrobní kapacita na hodinu je u této varianty 148,95 kusů. Oproti tomu při využití varianty se 3 operátory se vyrobí o cca 15 ks za hodinu méně. Normy byly stanoveny jako 80% kapacity výrobní linky takto pro variantu s 5 operátory 120 ks za hodinu, pro variantu se 4 operátory 110 ks za hodinu a pro variantu se 3 operátory 107 ks za hodinu.

Tabulka 33 Porovnání produktivity výroby na 1 operátora (vlastní zpracování)

Varianta	Počet vyrobených kusů na 1 operátora			
	dle výrobní kapacity		dle normy	
	za hodinu	za směnu	za hodinu	za směnu
5 operátorů	29,79	208,53	24	168
4 operátoři	34,19	239,33	27,5	192,5
3 operátoři	40,70	284,90	36,67	256,67

Tabulka 33 obsahuje údaje o produktivitě po přepočtu na jednoho operátora, která ukazuje efektivitu výroby při různém počtu operátorů. Bylo zjištěno, že výroba je nejvíce produktivní při obsazení linky 3 operátory, kdy každý z nich je vyrobí 40,7 kusů za hodinu oproti

variantě s 5 operátory, kdy každý z nich vyrobí 29,79 kusů za hodinu. Podle normy vyrobí při obsazení linky 3 operátory každý z nich 36,67 kusů oproti variantě s 5 operátory, kdy je každý operátor vyrobí 24 kusů za hodinu.

Tabulka 34 Porovnání počtu měsíců a výše nákladů výroby v roce 2018
(vlastní zpracování)

Varianta	Doba na výrobu zakázky v měsících	Mzdové náklady v EUR	Úspora v EUR	Úspora v %
5 operátorů	6,57	98 588	0	0,00%
4 operátoři	7,17	86 041	12 548	12,73%
3 operátoři	7,37	66 340	32 248	32,71%

Tabulka číslo 34 obsahuje porovnání počtu měsíců a nákladů výroby v roce 2018, kdy objem zakázek, které se nestihnou vyrobit na původní výrobní lince, bude činit 347 819 kusů. Nejvýhodnější variantou výroby pro rok 2018 je varianta se 3 operátory, kde výše mzdových nákladů činí 66 341 €. Úspory na mzdových nákladech při využití této varianty dosáhnou 32 248 €, což je 32,71 % oproti variantě s 5 operátory. Výroba bude probíhat celkem 7 měsíců a 11 dní.

Tabulka 35 Porovnání počtu měsíců a výše nákladů výroby v roce 2019
(vlastní zpracování)

Varianta	Doba na výrobu zakázky v měsících	Mzdové náklady v EUR	Úspora v EUR	Úspora v %
5 operátorů	10,02	150 345	0	0,00%
4 operátoři	10,93	131 210	19 135	12,73%
3 operátoři	11,24	101 167	49 178	32,71%

V tabulce 35 je uvedeno srovnání doby a mzdových nákladů výroby v roce 2019, kdy objem zakázek na nové lince dosáhne 530 417 kusů. Varianta se 3 operátory bude nejvýhodnější, protože mzdové náklady budou u této varianty činit 101 167 €. Úspory na mzdových nákladech dosáhne hodnoty 49 178 €. Výroba potrvá celkem 11 měsíců a 7 dní.

Tabulka 36 Porovnání počtu měsíců a výše nákladů výroby v roce 2020
(vlastní zpracování)

Varianta	Doba na výrobu zakázky v měsících	Mzdové náklady v EUR	Úspora v EUR	Úspora v %
5 operátorů	9,63	144 406	0	0,00%
4 operátoři	10,50	126 027	18 379	12,73%
3 operátoři	10,80	97 171	47 236	32,71%

Tabulka 36 obsahuje srovnání počtu měsíců a výše nákladů výroby v roce 2018, kdy objem zakázek na nové lince bude činit 509 466 kusů. Nejvýhodnější bude opět varianty při obsazení linky 3 operátory, kdy mzdové náklady budou ve výši 97 171 €. Dosažené úspory na mzdových nákladech dosáhnou 47 236 €. Výroba celkem potrvá 10 měsíců a 24 dní.

Úspory na mzdových nákladech obsluhy linky v letech 2018 až 2020 při využití varianty se 3 operátory dosáhnou celkové výše 128 662 €. Tato varianta je pro společnost nejvýhodnější, protože výrobní linka je schopna vyrábět s nižšími náklady.

10.2 Zkrácení času obslužnosti linky

Celková časová úspora práce manipulanta při obslužnosti nové výrobní linky bude oproti obslužnosti původní linky 25 minut za směnu.

Tabulka 37 Vyčíslení časové úspory práce manipulanta
(vlastní zpracování)

	Úspora v minutách	Úspora v EUR
směna	25	2,65
den	75	7,94
měsíc	1 575	166,69
rok 2018	11 608	1 228,49
rok 2019	17 703	1 873,57
rok 2020	17 010	1 800,23

V tabulce 37 jsou uvedeny údaje o časových úsporách, kterých bylo dosaženo, díky změnám ve způsobu doplňování materiálu na výrobní linku. Celková úspora, které lze měsíčně dosáhnout je výši 166,69 €. V letech 2018 až 2020 dosáhnou celkové úspory zkrácení času práce manipulanta výše 4 902 €.

Celkové úspory v letech 2018 až 2020 budou činit 133 564 €.

10.3 Ostatní přínosy

Na závěr jsou uvedeny ostatní přínosy projektu pořízení nové výrobní linky:

- Schopnost uspokojit poptávku po nových variantách ventilů
- Zvýšení výrobní kapacity
- Zkrácení doby čekání operátorů
- Zkrácení manipulačních vzdáleností pracovníků logistiky
- Zvýšení plynulosti výroby
- Zajištění fungování FIFO u materiálu ve válečkovém regále
- Zvýšení flexibility výroby
- Zlepšení čistoty ve výrobě použitím KLT beden

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo navrhnout nový layout výrobní linky ventilů, který umožní využití nové zkušební stanice.

V teoretické části byla popsána formou literární rešerše teoretická východiska pro zpracování praktické části.

V praktické části byla provedena analýza současného stavu výrobní linky ventilů. Analytická část se skládá z analýzy layoutu linky, analýzy procesu výroby a MOST analýzy. Dále bylo provedeno porovnání výrobní kapacity a plánu výroby na další období. Bylo zjištěno, že stávající výrobní linka ventilů nemá dostatečnou výrobní kapacitu a zároveň stávající zkušební stanice není schopna testovat nové varianty ventilů.

Na základě provedené analýzy byl navrhnout layout nové výrobní linky ventilů při využívání nové zkušební stanice, která umožní testování nových variant ventilů. Dalším zlepšením bylo pořízení nové poloautomatické stanice pro lisování. Následně byla provedena MOST analýza časové náročnosti operací vykonávaných operátory na nových stanicích. Bylo provedeno vybalancování výroby při obsazení linky 3 až 5 operátory a také vypracovány pracovní postupy při obsluze více pracovišť jedním operátorem. Pro ověření realizovatelnosti navrhovaného řešení byl vypracován model výrobní simulace, který umožnil otestovat různé varianty vybalancování výroby v nově navrženém layoutu výrobní linky. Na základě výsledků simulace byla zjištěna nová kapacita výroby a byly stanoveny nové normy při obsazení linky 3 až 5 operátory. Společnost dokáže díky novému layoutu linky, který je uzpůsoben pro obsluhu různým počtem operátorů, flexibilně reagovat na požadavky svých zákazníků. Byl navržen také nový způsob balení některých vstupních i obalových materiálů, který zlepší čistotu ve výrobě. Zároveň byl navržen nový válečkový regál, který pomůže zajistit FIFO u vstupního materiálu doplňovaného na linku. Byla stanovena nová doba trvání obslužnosti výrobní linky pracovníkem logistiky, která byla díky úpravám zkrácena. Na závěr bylo provedeno zhodnocení přínosů projektu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- AL-AOMAR, Raid, Ed WILLIAMS a Onur M. ÜLGEN. Process simulation using WITNESS®. Hoboken, N.J.: Wiley, 2015, 592 s. ISBN 978-0-470-37169-5.
- BANGSOW, Steffen. Tecnomatix Plant Simulation: Modeling and Programming by Means of Examples. Switzerland: Springer, 2015, 713 s. ISBN 978-3-319-19502-5.
- BAUER, Miroslav. Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě. Brno: BizBooks, 2012, 200 s. ISBN 978-80-265-0029-2.
- BAUER, Miroslav a Ingrid HABURAIIOVÁ. Leadership s využitím kaizen a lean: pohádky pro unavené manažery. Brno: BizBooks, 2015, 128 s. ISBN 978-80-265-0390-3.
- DEBNÁR, Peter. Nové trendy v oblasti průmyslového inženýrství. Úspěch: produktivita a inovace v souvislostech. 2011, Č. 1. ISSN 1803-5183.
- DENNIS, Pascal. Lean production simplified: a plain language guide to the world's most powerful production system. 2nd ed. New York: Productivity Press, 2007, 174 s. ISBN 978-1-56327-356-8.
- FILIP, Ludvík. (NE)KVALITA aneb pravdivý příběh kvality. Hradec Králové: TZ-One, 2017, 254 s. ISBN 9788075390493.
- HÁDEK, Ladislav. Organizace a řízení výroby I. Ostrava: Vysoká škola podnikání, 2005, 135 s. ISBN 80-86764-37-0.
- CHROMJAKOVÁ, Felicita. Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů. Žilina: Georg, 2013, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5.
- CHROMJAKOVÁ, Felicita. Zvyšování výkonnosti výrobních a administrativních procesů. Žilina: GEORG, 2015, 106 s. ISBN 9788081541223.
- KARTHIK, T., P. GANESAN a D. GOPALAKRISHNAN. Apparel manufacturing technology. Boca Raton: Taylor & Francis, a CRC title, part of the Taylor & Francis imprint, a member of the Taylor & Francis Group, the academic division of T&F Informa, 2016, 502 s. ISBN 9781498763752.
- KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. Management studium. ISBN 80-86851-38-9.

- LIFF, Stewart a Pamela POSEY. Seeing is believing: how the new art of visual management can boost performance throughout your organization. New York: AMACOM, 2004, 246 s. ISBN 9780814413173.
- MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.
- MAYNARD, Harold Bright a Kjell B. ZANDIN. Maynard's industrial engineering handbook. 5th ed. New York: McGraw-Hilly, 2001. 2567 s. ISBN 978-0070411029.
- MISIUREK, Bartosz. Standardized work with TWI: eliminating human errors in production and service processes. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2016, 191 s. ISBN 978-1-4987-3754-8.
- RICH, Nick. Lean evolution: lessons from the workplace. New York: Cambridge University Press, 2006, 228 s. ISBN 0521843448.
- SALVENDY, Gavriel. Handbook of industrial engineering. 3rd ed. New York: Wiley, 2001, 2796 s. ISBN 978-0-470-24182-0.
- SINGH, Lakhwinder. Work study and ergonomics. Daryaganj, Delhi: Cambridge University Press, 2018, 404 s. ISBN 978-1107503366.
- SIXTA, Josef a Václav MAČÁT. Logistika: teorie a praxe. Brno: CP Books, 2005, 315 s. ISBN 80-251-0573-3.
- TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci. Praha: Grada. Expert, 2014, 368 s. ISBN 978-80-247-4486-5.
- TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. Jak zvýšit konkurenční schopnost firmy. Praha: C.H. Beck. C.H. Beck pro praxi, 2009, 240 s. ISBN 978-80-7400-098-0.
- TOWNSEND, Beverly. The basics of line balancing and JIT kitting. Boca Raton: CRC Press, 2012, 85 s. ISBN 1439882371.
- TRENT, Robert. End-to-end lean management: a guide to complete supply chain improvement. Ft. Lauderdale, Fla.: J. Ross Pub, 2008, 320 s. ISBN 9781932159929.
- ZANDIN, Kjell. MOST work measurement systems. 3rd ed., rev. and expanded. New York: Marcel Dekker, 2003, 552 s. ISBN 978-0824709532.

Interní zdroje společnosti

Elektronické zdroje:

- DLABAČ, Jaroslav. 2015. Analýza a měření práce [online]. [cit. 2018-02-06]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>
- iSILOG. ©2018. Plant Simulation - Simulace výrobních a logistických systémů [online]. [cit. 2018-03-07]. Dostupné z: <http://www.isilog.cz/cs/produkte/produkte/plant-simulation.html>
- NOVÁK, Josef a Pavlína ŠLAMPOVÁ. 2007. Racionalizace výroby. [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, [cit. 2018-02-08]. Dostupné z: <http://projekty.fs.vsb.cz/414/racionalizace-vyroby.pdf>
- Veřejný rejstřík a Sběrka listin - Ministerstvo spravedlnosti České republiky. Justice.cz - úvodní strana [online]. ©2012-2015 [cit. 2018-03-07]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik-firma.vysledky?subjektId=663501>
- WOCO GROUP, ©2018. Kvalita. Woco-vsetin.cz [online]. [cit. 2018-03-07]. Dostupné z: <http://www.woco-vsetin.cz/index.php?id=36>
- WOCO GROUP, ©2018. WOCO v ČR. Woco-vsetin.cz [online]. [cit. 2018-03-07]. Dostupné z: <http://www.woco-vsetin.cz/index.php?id=4>
- WOCO GROUP, ©2018. Životní prostředí. Woco-vsetin.cz [online]. [cit. 2018-03-07]. Dostupné z: <http://www.woco-vsetin.cz/index.php?id=37>
- WOCO Gruppe, ©2018. Powertrain Technology – for perfect convenience and reduction of fuel consumption. [online]. [cit. 2018-03-07]. Dostupné z: <http://www.wocogroup.com/Powertrain-Technology.56.0.html?&L=1>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

- FIFO First In First Out – metoda první dovnitř, první ven
- KLT Kleinladungsträger – bedna pro malé součásti
- MOST Maynard operation sequence technique
- PI průmyslové inženýrství

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Druhy layoutu (vlastní zpracování dle Dennise, 2007, s. 64).....	22
Obrázek 2 Diagram pro volbu vhodného MOST systému (vlastní zpracování dle Zandin, 2003, s. 26).....	29
Obrázek 3 Vyznačení místa pro materiál (vlastní zpracování dle Rich, 2006, s. 83)	35
Obrázek 4 Výběr z portfolia výrobků (WOCO Groupe, ©2018)	44
Obrázek 5 Výrobní linka ventilů (vlastní zpracování)	46
Obrázek 6 Vodní ventil (vlastní zpracování dle interního zdroje společnosti).....	47
Obrázek 7 Současný layout výrobní linky (vlastní zpracování)	48
Obrázek 8 Vložení podsestavy do nosiče (interní zdroj společnosti)	50
Obrázek 9 Nasazení o-kroužku a pouzdra (interní zdroj společnosti)	50
Obrázek 10 Nasazení pouzdra na podstavu (interní zdroj společnosti)	50
Obrázek 11 Umístění cívky na podstavu ventilu (interní zdroj společnosti)	51
Obrázek 12 Umístění magnetického jha na podstavu (interní zdroj společnosti)	51
Obrázek 13 Vložení šroubů do otvorů držáku (interní zdroj společnosti)	51
Obrázek 14 Utažení šroubů na podstavě ventilu (interní zdroj společnosti).....	52
Obrázek 15 Podstava vložena do přípravku lisu (interní zdroj společnosti).....	53
Obrázek 16 Vložení podsestavy a dílu horního vývodu do přípravku svářečky (interní zdroj společnosti)	54
Obrázek 17 Hotový ventil vložený do zkušební stanice (interní zdroj společnosti).....	55
Obrázek 18 Zkontrolované díly uložené v KLT bedně (vlastní zpracování)	55
Obrázek 19 Místo pro umístění nové výrobní linky (vlastní zpracování).....	73
Obrázek 20 Místo pro novou výrobní linku po přesunech (vlastní zpracování).....	74
Obrázek 21 Návrh nového layoutu (vlastní zpracování).....	75
Obrázek 22 Návrh stolu prvního pracoviště (vlastní zpracování).....	76
Obrázek 23 Návrh stanice pro poloautomatické lisování (vlastní zpracování dle interního zdroje společnosti).....	77
Obrázek 24 Návrh nové zkušební stanice (vlastní zpracování dle interního zdroje společnosti)	79
Obrázek 25 Pracovní postup třetího operátora (vlastní zpracování dle interního zdroje společnosti)	83
Obrázek 26 Pracovní postup pro druhého operátora (vlastní zpracování).....	85
Obrázek 27 Pracovní postup pro třetího operátora (vlastní zpracování	86

Obrázek 28 Model navrhovaného layoutu (vlastní zpracování)	89
Obrázek 29 Návrh regálu na vstupní materiál (vlastní zpracování).....	98

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Metody měření práce (vlastní zpracování dle Košturiak a Frolík, 2006)	23
Tabulka 2 Srovnání časové náročnosti analýzy pomocí MOST (vlastní zpracování dle Mašín a Vylačil, 2000, s. 116)	28
Tabulka 3 Produkce jednotlivých variant ventilů v roce 2017 (vlastní zpracování).....	47
Tabulka 4 Rozměry pracovních stolů a výrobních zařízení (vlastní zpracování).....	49
Tabulka 5 MOST analýza pracoviště 1 (vlastní zpracování).....	57
Tabulka 6 MOST analýza pracoviště 2 (vlastní zpracování).....	58
Tabulka 7 MOST analýza pracoviště 3 (vlastní zpracování).....	59
Tabulka 8 MOST analýza pracoviště 4 (vlastní zpracování).....	60
Tabulka 9 MOST analýza pracoviště 5 – zkouška (vlastní zpracování)	61
Tabulka 10 MOST analýza pracoviště 5 – balení (vlastní zpracování)	62
Tabulka 11 Cyklové časy jednotlivých pracovišť (vlastní zpracování)	63
Tabulka 12 Časy čekání jednotlivých operátorů (vlastní zpracování)	64
Tabulka 13 Výrobní kapacita a výkonová norma (vlastní zpracování).....	65
Tabulka 14 Plán produkce vodních ventilů (vlastní zpracování).....	65
Tabulka 15 Vstupní materiál (vlastní zpracování)	67
Tabulka 16 Obalový materiál (vlastní zpracování).....	67
Tabulka 17 Obslužnost výrobní linky manipulantem (vlastní zpracování).....	68
Tabulka 18 SWOT analýza projektu (vlastní zpracování)	70
Tabulka 19 RIPRAN analýza projektu (vlastní zpracování)	72
Tabulka 20 MOST analýza nového pracoviště 3 (vlastní zpracování)	78
Tabulka 21 MOST analýza nové zkušební stanice (vlastní zpracování).....	80
Tabulka 22 Cyklové časy jednotlivých pracovišť (vlastní zpracování)	81
Tabulka 23 Časy čekání jednotlivých operátorů (vlastní zpracování)	82
Tabulka 24 Časy čekání jednotlivých operátorů (vlastní zpracování)	84
Tabulka 25 Časy čekání jednotlivých	87
Tabulka 26 Srovnání variant vybalancování (vlastní zpracování).....	88
Tabulka 27 Srovnání variant simulace výroby (vlastní zpracování).....	96
Tabulka 28 Nově navržené normy (vlastní zpracování).....	96
Tabulka 29 Vstupní materiál (vlastní zpracování)	97
Tabulka 30 Obalový materiál (vlastní zpracování).....	99
Tabulka 31 Obslužnost nové výrobní linky manipulantem (vlastní zpracování)	99

Tabulka 32 Porovnání jednotlivých variant (vlastní zpracování)	100
Tabulka 33 Porovnání produktivity výroby na 1 operátora (vlastní zpracování)	100
Tabulka 34 Porovnání počtu měsíců a výše nákladů výroby v roce 2018 (vlastní zpracování)	101
Tabulka 35 Porovnání počtu měsíců a výše nákladů výroby v roce 2019 (vlastní zpracování)	101
Tabulka 36 Porovnání počtu měsíců a výše nákladů výroby v roce 2020 (vlastní zpracování)	102
Tabulka 37 Vyčíslení časové úspory práce manipulanta (vlastní zpracování)	102

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Nevybalancovaná výrobní linka (vlastní zpracování)	39
Graf 2 Výrobní linka po vybalancování (vlastní zpracování).....	39
Graf 3 Srovnání cyklových časů jednotlivých pracovišť (vlastní zpracování).....	63
Graf 4 Vytížení operátorů (vlastní zpracování)	64
Graf 5 Srovnání plánu výroby, kapacity a normy (vlastní zpracování)	66
Graf 6 Činnosti prováděné manipulátem (vlastní zpracování)	69
Graf 7 Srovnání cyklových časů jednotlivých pracovišť (vlastní zpracování).....	81
Graf 8 Balancování výroby – 5 operátorů (vlastní zpracování).....	82
Graf 9 Balancování výroby – 4 operátoři (vlastní zpracování)	84
Graf 10 Balancování výroby – 3 operátoři (vlastní zpracování).....	87
Graf 11 Vytížení jednotlivých pracovišť (vlastní zpracování)	90
Graf 12 Vytížení jednotlivých operátorů (vlastní zpracování)	90
Graf 13 Vývoj množství materiálu a vyrobených kusů (vlastní zpracování)	91
Graf 14 Vytížení jednotlivých pracovišť (vlastní zpracování)	92
Graf 15 Vytížení jednotlivých operátorů (vlastní zpracování)	93
Graf 16 Vývoj množství materiálu a vyrobených kusů (vlastní zpracování)	93
Graf 17 Vytížení jednotlivých pracovišť (vlastní zpracování)	94
Graf 18 Vytížení jednotlivých operátorů (vlastní zpracování)	95
Graf 19 Vývoj množství materiálu a vyrobených kusů (vlastní zpracování)	95

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Logický rámec projektu

PŘÍLOHA P I: LOGICKÝ RÁMEC PROJEKTU

Popis projektu	Strom cílů	Objektivně ověřitelné ukazatele	Zdroje informací k ověření	Rizika
Hlavní cíl	Zlepšení layoutu	Snížení výrobních nákladů	Interní statistiky, náklady	Operátoři nespolupracují
Cíl projektu	1. Návrh uspořádání pracoviště a layoutu výrobní linky ventilů	Návrh layoutu výrobní linky	Layout výrobní linky	Nedostatečná komunikace
Výstupy projektu	1.1 Analýza současného stavu	Pozorování	Praktická část DP	Nesprávně analyzovaná data
	1.2. Změna layoutu	Nákres layoutu výrobní linky	Layout výrobní linky	Nepřesná vstupní data
	1.3. Pracovní postupy při novém uspořádání linky	Standard pracovního postupu	Pracovní postup	Úbytek zakázek
	1.4. Výpočet kapacit při novém uspořádání linky	Kapacita výrobní linky	Výsledky simulace výroby	Nezájem společnosti projekt realizovat
Aktivity		Prostředky	Časový rámec aktivit	
	1.1.1. Analýza výrobního procesu	Technolog	říjen 2017 - listopad 2017	
	1.1.2. Analýza materiálového toku	Pracovník logistiky	listopad 2017	
	1.1.3. MOST analýza	Kamera, Excel	listopad 2017	
	1.2.1. Naměření rozměrů	Metr, Laserový dálkoměr	říjen 2017	
	1.2.2. Návrh layoutu	Visio	říjen 2017 - listopad 2017	
	1.2.3. Návrh zásobování materiálem	Excel, Visio	listopad 2017	
	1.2.4. Konzultace návrhu layoutu v projektovém týmu	Projektový tým	listopad 2017 - leden 2018	
	1.2.5. Úprava návrhu layoutu	Visio	leden 2018	
	1.3.1. Zjištění aktuálního pracovního postupu	Pracovní postup, Technolog	listopad 2017	
	1.3.2. Balancování pracovišť	Excel	listopad 2017 - leden 2018	
	1.3.3. Úprava pracovního postupu	Excel	únor 2018	
	1.4.1. Výpočet aktuálních kapacit	Excel	prosinec 2017	Předběžné podmínky
	1.4.2. Nalezení úzkých míst	Procesní analýza	prosinec 2017 - únor 2018	Zájem společnosti projekt realizovat
	1.4.3. Simulace výroby	Plant Simulation	únor 2018 - březen 2018	realizovat