

Návrh rozbalancování pracoviště s prvky štihlé výroby ve společnosti Vitesco Technologies Czech Republic s. r. o.

Bc. Lucie Radostová

Diplomová práce
2020

 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: 2019/2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Lucie Radostová
Osobní číslo: M18038
Studijní program: N6209 Systémové inženýrství a informatika
Studijní obor: Průmyslové inženýrství
Forma studia: Kombinovaná
Téma práce: Návrh rozbalancování pracoviště s prvky štihlé výroby
ve společnosti Vitesco Technologies Czech Republic s. r. o.

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši k dané problematice a v systematickém přehledu prezentujte získané poznatky, které budou východiskem pro zpracování praktické části diplomové práce.

II. Praktická část

- Popište a analyzujte současný stav dané výrobní buňky ve společnosti Vitesco Technologies Czech Republic s. r. o.
- Zhodnoťte výsledky analýzy a vytvořte projekt rozbalancování pracoviště s prvky štihlé výroby.
- Projekt podrobte časové, nákladové a rizikové analýze.
- Zhodnoťte navrhované řešení a uveďte závěrečné doporučení pro společnost Vitesco Technologies Czech Republic s. r. o.

Závěr

Rozsah diplomové práce: cca 70 stran
Forma zpracování diplomové práce: Tištěná/elektronická

Seznam doporučené literatury:

- BAUER, Miroslav. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks, 2012, 193 s. ISBN 9788026500292.
DENNIS, Pascal. *Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system*. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2016, 223 s. ISBN 9781498708876.
CHROMJAKOVÁ, Felicitia. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů*. Žilina: Georg, 2013, 116 s. ISBN 9788081540585.
MONDEN, Yasuhiro. *Toyota production system: an integrated approach to just-in-time*. 4th ed. Boca Raton: CRC Press, 2012, 520 s. ISBN 9781439820971.
ŠTEFÁNEK, Radoslav. *Projektové řízení pro začátečníky*. Brno: Computer Press, 2011, 304 s. ISBN 9788025128350.

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Rastislav Rajnoha, Ph.D.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání diplomové práce: **6. ledna 2020**
Termín odevzdání diplomové práce: **21. dubna 2020**

L.S.

doc. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan

Ing. Eva Juříčková, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 6. ledna 2020

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 přípoště-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně 4. 6. 2020

Jméno a příjmení: Lucie Radostová

podpis diplomanta

ABSTRAKT

Tato diplomová práce je zaměřena na rozbalancování pracoviště s prvky štihlé výroby ve společnosti Vitesco Technologies Czech Republic s. r. o. Práce je rozdělena na teoretickou část a praktickou část. V teoretické části je popsán obor průmyslové inženýrství, štihlý podnik a metody, které jsou potřebné k rozbalancování pracoviště.

V praktické části je popsána společnost a analýza současného stavu pracoviště. Na tuto analytickou část navazuje návrh rozbalancování pracoviště. Na základě rozbalancování pracoviště jsou navrženy dva výrobní scénáře. Součástí výrobních scénářů je návrh nového layoutu pracoviště, návrhy na zlepšení a revize MOSTu. Výrobní scénáře jsou následně porovnány a finančně zhodnoceny.

Klíčová slova: průmyslové inženýrství, štihlý podnik, plýtvání, MOST, rozbalancování pracoviště, layout

ABSTRACT

This diploma thesis focuses on balancing of a workplace with the elements of Lean Production in the company Vitesco Technologies Czech Republic Inc. It is divided into a theoretical and a practical part. The theoretical part focuses on the field of Industrial Engineering, Lean Production, and methods necessary for balancing the workplace.

The practical part describes the company Vitesco Technologies, Inc. and an analysis of the current situation on the workplace. A draft of balancing the workplace follows the analytic part. Based on which, two production scripts are suggested. A design of a new layout of the workplace, improvements and revisions of MOST are all part of the production plans. Afterwards, the production plans are compared and financially evaluated.

Keywords: Industrial engineering, Lean Production, wasting, MOST, balancing of a workplace, layout

Ráda bych touto cestou chtěla poděkovat společnosti Vitesco Technologies Czech Republic s. r. o., že mi poskytla možnost vypracovat diplomovou práci právě v jejich společnosti. Dále bych chtěla poděkovat panu Ondřeji Složilovi za jeho čas, spolupráci a cenné rady, které mi pomohly při zpracování diplomové práce.

Dále chci poděkovat panu prof. Ing. Rastislavu Rajnohovi, Ph.D. za rady, bezproblémovou komunikaci a za jeho čas, který mi věnoval.

V neposlední řadě chci poděkovat mé rodině a přátelům za obrovskou podporu během celého mého studia.

OBSAH

ÚVOD	10
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	13
1.1 PRŮMYSLOVÝ INŽENÝR A JEHO ROLE	13
1.2 ŠTÍHLÝ PODNIK	14
1.2.1 Štíhlá výroba	15
1.2.2 Štíhlá logistika	16
1.2.3 Štíhlá administrativa	17
1.2.4 Štíhlý vývoj	18
1.3 PLÝTVÁNÍ	19
1.3.1 Nadprodukce	20
1.3.2 Nadbytečné zásoby	20
1.3.3 Zbytečné pohyby	21
1.3.4 Čekání	21
1.3.5 Doprava.....	22
1.3.6 Nadměrné zpracování	22
1.3.7 Vady.....	23
1.3.8 Nevyužité schopnosti pracovníků.....	23
2 METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ	24
2.1 ANALÝZA A MĚŘENÍ PRÁCE.....	24
2.1.1 Přímé měření práce	24
2.1.1.1 Snímek pracovního dne	25
2.1.1.2 Chronometráž.....	25
2.1.2 Nepřímé měření	25
2.1.2.1 Systémy předem určených časů	26
2.1.2.2 Metoda MOST.....	26
2.2 BALANCOVÁNÍ VÝROBY	28
2.2.1 Yamazumi chart	30
2.2.2 Takt.....	31
2.2.2.1 Zákaznický takt	31
2.2.2.2 Výrobní takt	32
2.3 LAYOUT PRACOVIŠTĚ	33
2.3.1 Spaghetti diagram.....	33
2.4 PRINCIPY ŘÍZENÍ VÝROBY	34
2.4.1 Kanban	35
2.4.2 Just in time	36
2.5 OSTATNÍ VYBRANÉ METODY ŠTÍHLÉHO PRACOVIŠTĚ.....	37
2.5.1 Metoda 5S	37
2.5.2 Jidoka.....	38
2.5.3 Poka-yoke.....	38
2.6 SWOT ANALÝZA	39
3 PROJEKTOVÉ ŘÍZENÍ	40

3.1	ŽIVOTNÍ CYKLUS PROJEKTU	41
3.1.1	Předprojektová fáze	41
3.1.2	Projektová fáze	41
3.1.3	Poprojektová fáze	42
3.2	PROJEKTOVÝ TÝM	42
3.3	RIZIKOVÁ ANALÝZA PROJEKTU	42
3.3.1	RIPRAN	42
3.4	FINANČNÍ ŘÍZENÍ PROJEKTU	42
4	SHRNUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI.....	43
II	PRAKTICKÁ ČÁST	45
5	PŘEDSTAVENÍ PROJEKTU	46
5.1	NÁZEV PROJEKTU	46
5.2	CÍLE PROJEKTU	46
5.3	PROJEKTOVÝ TÝM	46
5.4	ČASOVÁ ANALÝZA	47
5.5	RIZIKOVÁ ANALÝZA	47
5.6	NÁKLADOVÁ ANALÝZA	48
6	PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI.....	49
6.1	HISTORIE KONCERNU.....	49
6.2	ORGANIZAČNÍ STRUKTURA	50
6.3	VITESCO TECHNOLOGIES – FRENŠTÁT POD RADHOŠTĚM.....	50
7	POPIS PRODUKTU	52
7.1	PRACOVNÍ POSTUP.....	52
8	SOUČASNÝ STAV	53
8.1	ROZBALANCOVÁNÍ PRACOVIŠTĚ	53
8.1.1	Předmontáž.....	53
8.1.2	Ruční osazování	54
8.1.3	Selektivní pájení	54
8.1.4	AOI	55
8.1.5	ICT.....	55
8.1.6	Montáž krabičky.....	56
8.1.7	Konečná zkouška.....	56
8.1.8	Balení.....	57
8.2	ANALÝZA LAYOUTU PRACOVIŠTĚ	58
8.3	SPAGHETTI DIAGRAM	58
8.4	PRVKY ŠTÍHLÉ VÝROBY	59
8.5	ZÁSOBOVÁNÍ PRACOVIŠTĚ	59
8.6	MATERIÁLOVÝ TOK.....	60
8.7	SWOT ANALÝZA PRACOVIŠTĚ.....	61
9	NÁVRH ROZBALANCOVÁNÍ PRACOVIŠTĚ	62
9.1	VÝPOČET ZÁKAZNICKÉHO TAKTU	62
9.1.1	Dostupný pracovní čas.....	62
9.1.2	Požadavek zákazníka	63

9.2	TAKT VÝROBY.....	65
9.3	STANOVENÍ OPTIMÁLNÍHO POČTU OPERÁTORŮ	65
9.3.1	Metoda MOST.....	66
9.3.2	Chronometráž.....	66
9.3.3	Porovnání metody MOST s chronometráží	67
10	NÁVRH VÝROBNÍHO SCÉNÁŘE	69
10.1	NÁVRH VÝROBNÍHO SCÉNÁŘE PRO 4 PRACOVNÍKY	69
10.1.1	Layoutu pracoviště a rozdělení práce	69
10.1.2	Yamazumi chart	70
10.1.3	Finanční zhodnocení.....	71
10.2	NÁVRH VÝROBNÍHO SCÉNÁŘE PRO 3 PRACOVNÍKY.....	72
10.2.1	Návrhy na zlepšení	72
10.2.2	Revize MOSTu.....	74
10.2.3	Návrh layoutu pracoviště a rozdělení práce	78
10.2.4	Yamazumi chart	79
10.2.5	Finanční zhodnocení.....	80
11	ZHODNOCENÍ PROJEKTU	81
11.1	POROVNÁNÍ VÝROBNÍCH SCÉNÁŘŮ.....	81
11.2	PLNĚNÍ CÍLŮ PROJEKTU.....	83
11.3	PŘÍNOSY PROJEKTU	84
	ZÁVĚR	85
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	86
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	93
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	94
	SEZNAM TABULEK	95
	SEZNAM PŘÍLOH	96

ÚVOD

Diplomová práce se zabývá rozbalancováním výrobní linky ve společnosti Vitesco Technologies Czech Republic s. r. o. Z toho důvodu, že vzrostl požadavek zákazníka na objem výroby produktu, byl závodem zadán požadavek na rozbalancování pracoviště, na kterém se produkt vyrábí. Při současném stavu pracoviště by se totiž požadovaný objem výroby nestihl vyrobit v požadovaném čase.

Automobilový průmysl lze obecně charakterizovat rychlým tempem výroby, vývoje a velkou konkurencí. Pro udržení konkurenceschopnosti je ve výrobě nutné eliminovat plýtvání místem, časem, lidskými zdroji a neustále zvyšovat efektivitu výrobních procesů.

Práce je rozdělena na teoretickou část a praktickou část. V teoretické části je popsán obor průmyslové inženýrství, štíhlý podnik, druhy plýtvání a metody, které jsou potřebné k rozbalancování pracoviště. Tyto poznatky tvoří teoretický rámec pro praktickou část diplomové práce. V praktické části je představena společnost, její historie a analýza pracoviště, které je předmětem této práce. Dále je vytvořen návrh rozbalancování pracoviště pro větší objem výroby. Na základě těchto informací jsou vypracovány dva výrobní scénáře. V závěrečné části jsou výrobní scénáře porovnány a je provedeno zhodnocení projektu.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Hlavním cílem diplomové práce je rozbalancovat pracoviště pro větší objem výroby produktu PSCM MSG o 30 %. Mezi vedlejší cíle, týkající se rozbalancování pracoviště patří zkrácení průběžné doby výroby a návrh nového layoutu pracoviště.

Dílčím cílem práce je zpracování literární rešerše, která je zaměřena na oblast štihlé výroby a vybrané metody průmyslového inženýrství. Literární rešerše tvoří teoretický rámec pro praktickou část diplomové práce.

V analytické části byla provedena analýza současného stavu pracoviště, která se zabývá především layoutem pracoviště, pracovním postupem, materiálovým tokem a metodou MOST. Na závěr je provedena SWOT analýza pracoviště. Cílem analytické části bylo získat potřebné informace týkající se výrobní buňky.

S využitím metody RIPRAN byla v projektové části provedena analýza rizik, byl vytvořen harmonogram projektu a nákladová analýza. Dále bylo navrženo rozbalancování pracoviště pro větší objem výroby s cílem zjistit optimální počet pracovníků. Na základě těchto informací byly navrženy dva výrobní scénáře. Byly vypracovány návrhy na zlepšení, vytvořen nový layout pracoviště a provedena revize MOSTu. V závěrečné části je provedeno zhodnocení projektu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Pojem průmyslové inženýrství je přeloženo z anglického termínu Industrial engineering. Jeho kořeny sahají do přelomu 19. a 20. století, jedná se tedy o nejmladší inženýrský obor. V ČR je tento pojem známý a používaný až od roku 1989 (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 79). Na to navazuje Maynard a Zandin (2001, s. 3) a tvrdí, že tato absence je v ČR znatelná především v průmyslové výrobě, ale také i ve službách. Dále definují průmyslové inženýrství jako obor, který se zaměřuje prioritně na zvyšování produktivity ve výrobních i nevýrobních oblastech.

Salvendy (2001, s. 5–6) definuje průmyslové inženýrství jako multidisciplinární obor zabývající se navrhováním, zaváděním a zlepšováním systémů, které v sobě zahrnují materiál, lidi, strojní vybavení, energie a informační systémy. K dosažení potřebných výsledků je nutné společně s inženýrskými metodami využít také znalostí z oblasti fyziky, matematiky, sociálních věd a managementu.

Mašín, Košturiak a Debnár (2007, s. 128) definují průmyslové inženýrství jako: *„Uznávaný vědní obor, který se orientuje na plánování, navrhování, zavádění a řízení integrovaných systémů, jejichž cílem je produkce výrobků nebo poskytování služeb. V těchto systémech zajišťuje a podporuje vysoký výkon, spolehlivost, údržbu, plnění plánu a řízení nákladů v rámci celého životního cyklu výrobku nebo služby.“*

Průmyslové inženýrství popisuje Badiru (2005, s. 1) jako praktickou aplikaci, která se skládá z kombinace inženýrských oborů společně se zásadami vědeckého řízení. Jedná se o aplikaci inženýrských metod, postupů a znalostí na výrobní i servisní podniky. Průmyslové inženýrství klade velký důraz na lidský prvek v průmyslových postupech. Cílem je dosáhnout zlepšení a vyšší efektivity činností a technik, které jsou vykonávány. Tyto činnosti a techniky zahrnují:

- Navrhování pracovních míst.
- Stanovení výkonnostních standardů a měřítek kvality, množství a nákladů.
- Návrh, zavedení a zlepšení systémů.

1.1 Průmyslový inženýr a jeho role

Průmyslový inženýr je podle Mašína (2005, s. 65) člověk, který při výkonu své profese využívá vedle znalostí z oboru i například základní inženýrské a technické vědy, výpočetní techniku, sociální a humanitní vědy nebo teoretické poznatky z managementu. Mezi jeho

hlavní cíle patří především vysoká produktivita, kvalita i vysoký zisk. Orientuje se na neustálé zlepšování různých procesů a na odstraňování plýtvání, které je spojené s výrobky nebo službami.

Toto tvrzení doplňuje Chromjaková (2013, s. 5-10) a tvrdí, že průmyslový inženýr se dostává v rámci komplexně organizovaných procesů i do pozice organizátora. Dále uvádí, že mezi klíčové znalosti průmyslového inženýra patří například:

- organizace informačních a materiálových toků,
- technická a technologická příprava,
- organizace a plánování výroby,
- plánování a řízení projektů,
- analýza a měření práce,
- strategické plánování,
- ergonomie.

Dle Badiru (2005, s. 2) jsou průmysloví inženýři žádáni ve všech průmyslových odvětvích, od výroby až po podniky poskytující služby. Tedy ve všech společnostech, které si chtějí zachovat konkurenceschopnost a musí tak neustále optimalizovat své procesy.

1.2 Štíhlý podnik

Za štíhlý podnik je považován podnik, který vykonává činnosti, které jsou nezbytně nutné, které vykonává vždy napoprvé bez chyby, a to rychleji než ostatní konkurenti za nižší cenu. Štíhlý podnik tedy zvyšuje výkonnost podniku tím, že vyrobí se stejným počtem strojů a zaměstnanců větší přidanou hodnotu, spotřebuje méně času na všechny procesy a vyřídí ve stejném čase více objednávek než konkurence. Obecně lze tedy říci, že dokáže na daném místě se stejnými podmínkami vyrobit více než konkurence. Štíhlost znamená, že se vyrábí jen to, co požaduje zákazník, a přitom se podnik snaží eliminovat činnosti, které nezvyšují přidanou hodnotu. Cílem je tedy vydělávat peníze s větší rychlostí při vynaložení co nejmenšího úsilí a nejméně prostředků (Košturiak a Frolík, 2006, s. 17).

Dennis (2016, s. 19) tvrdí, že štíhlý podnik produkuje více s menším využitím lidských zdrojů, s menším využitím času, s menším využitím počtu strojů a s menšími zásobami. Prioritou však musí být splnění požadavku zákazníka v určitém čase.

Na tuto problematiku navazuje Chromjaková (2013, s. 33) a uvádí klíčové principy štíhlého podniku:

- definování hodnoty pro zákazníka,
- problém se detailně řeší a zkoumá tam, kde vznikl,
- spolupráce a důvěra vytváří synergii,
- maximalizace přidané hodnoty a minimalizace plýtvání,
- problém je příležitost,
- neustálé zlepšování,
- dovedení všeho k dokonalosti.

Co si tedy představit pod pojmem štíhlý podnik? Podle Jurové et al. (2016, s. 245) se štíhlý podnik skládá z těchto oblastí:

- štíhlá výroba,
- štíhlá logistika,
- štíhlá administrativa,
- štíhlý vývoj.

Štíhlý podnik stanovuje cenu pomocí odlišné rovnice než obyčejné podniky. Podniky, které si na štíhlosti a průmyslovém inženýrství nezakládají, stanovují cenu pomocí rovnice: $\text{náklad} + \text{zisk} = \text{cena}$. Tato rovnice byla pro štíhlý koncept pozměněna. Rovnice pro určení ceny štíhlého podniku je: $\text{fixní cena} - \text{náklad} = \text{zisk}$. Z toho vyplývá, že pokud chce společnost dosahovat vyššího zisku, musí snížit svoje náklady, například eliminací plýtvání (Dennis, 2016, s. 21).

1.2.1 Štíhlá výroba

Štíhlá výroba je zaměřena na odstraňování plýtvání ve všech částech výroby, od prvního kontaktu se zákazníkem přes samotný proces výroby, až po dodání produktu nebo služby zákazníkovi. Cílem je tedy dosáhnout plynulosti výroby s minimalizací ztrát a flexibility. K tomu je potřeba společné úsilí motivovaných a způsobilých zaměstnanců, bez kterých by společnost nemohla být úspěšná (Petříková et al., 2007, s. 89).

Řízení štíhlé výroby je podle Keřkovského (2009, s. 75) zaměřeno na maximální uspokojení potřeb každého zákazníka. Štíhlá výroba dokáže pružně reagovat na poptávku a požadavky jednotlivých zákazníků. Každý zaměstnanec má velkou odpovědnost za průběh vý-

roby a za kvalitu, a to do takové míry, že když pracovník zjistí nějakou chybu, nekvalitu produktu, má právo výrobu přerušit a upozornit na ni.

Základem štíhlé výroby je dle Chena a Menga (2010) identifikace a eliminace odpadu. Veškerou činnost podniku lze rozdělit do tří oblastí:

- Práce s přidanou hodnotou – zahrnuje činnosti, které přidávají hodnotu a za které je zákazník ochoten zaplatit.
- Náhodná práce – spadají sem veškeré pomocné činnosti, které nemusí přinášet přidanou hodnotu, ale musí být prováděny pro podporu práce s přidanou hodnotou.
- Práce, která nepřináší přidanou hodnotu – patří sem veškeré činnosti, které zvyšují čas, náklady, úsilí lidského faktoru a podobně. Tyto činnosti nepřináší hodnotu. Nejčastěji se jedná o plýtvání (nadbytečné zásoby, zbytečná přeprava materiálu, čekání nebo zbytečné pohyby).

Štíhlá výroba lze vymezit jako proces, který se skládá z pěti kroků. A to z definování hodnoty pro zákazníka, stanovení hodnotového toku, získání systému tahu směrem od zákazníka a úsilí o dosažení excelence (Liker, 2007, s. 30).

Cílem řízení štíhlé výroby je dle Keřkovského (2009, s. 75):

- využívat co nejmenší prostory,
- minimum zařízení, lidí,
- zásob a například minimální rozpracovanost výroby,
- minimální průběžné časy a ztráty v důsledku nekvality.

1.2.2 Štíhlá logistika

Štíhlá logistika je zaměřena na interní a externí logistické procesy. Tyto procesy podporují dosažení nepřetržitého toku výrobních materiálů včetně informačního toku. Eliminují také činnosti, které nevytváří přidanou hodnotu. Je tedy nutné je neustále zlepšovat. Cílem štíhlé logistiky je poskytnout koncovému zákazníkovi požadovanou dodávku dle jeho přání a zároveň zajistit eliminaci plýtvání. Je žádoucí, aby dodávky byly dokončeny včas a předány koncovému zákazníkovi v požadované kvalitě (Wronka, 2016).

Dle Košturiaka a Floríka (2006, s. 28) oblast logistiky (skladování, přepravování, manipulace) může v podniku tvořit až 25 % činnosti zaměstnanců a zabírá 55 % plochy. Veškerý čas, který materiál stráví v podniku, činí až 85 %. Náklady na logistiku mohou činit od 16 do 70 % celkových nákladů na výrobek a dokážou velmi ovlivnit cenu. Tyto skuteč-

nosti poukazují na to, jak velký vliv má logistika na náklady podniku, výkonnost a jeho konkurenceschopnost.

Baudin (2005, s. 30) uvádí dva hlavní cíle štíhlé logistiky:

- Dodání potřebného materiálu v přesném množství, v požadovaném čase a kvalitě.
- Usilování o odstranění plýtvání v logistickém procesu, aniž by došlo ke zhoršení kvality dodávek.

Z pohledu Pavelky (2015) je důležité logistické procesy neustále zlepšovat. Vyšší efektivitu těchto procesů lze dosáhnout uplatněním různých principů, například využití tahového systému, rozvržení výroby dle sekvenčního plánování, zajištění pohybu materiálu jen tehdy, kdy je to opravdu nutné. Obecně je důležité zaměřit se na eliminaci plýtvání. Právě plýtvání je totiž nejčastější příčinnou neefektivity logistických procesů, patří sem:

- nadbytečné zásoby materiálu,
- oprava poruch, chyby při přípravě materiálu,
- nevyužitý lidský potenciál,
- nevyužitá přepravní kapacita,
- čekání na materiál,
- zbytečná manipulace.

1.2.3 Štíhlá administrativa

Při budování štíhlého podniku je důležité nezapomínat i na administrativu, její procesy zabírají více než 60 % celkové průběžné doby zakázky. Chybovost v administrativě je způsobena převážně faktem, že zaměstnanci nečtou veškeré dokumenty, protože jsou jimi zahlceni a nemají na to čas (Košturiak a Frolík, 2006, s. 34).

Při identifikaci a eliminaci plýtvání v administrativě je dle Bejčkové (2015) nutné postupovat ve třech fázích:

- Vizuální fáze (Visual office kaizen) – identifikace plýtvání „pohledem“ (uspořádanost pracoviště, bezpečnost, přehlednost dokumentů).
- Procesní fáze (Process Office Kaizen) – identifikace plýtvání přímo v administrativních procesech (proces standardizace, zpracování zakázek).
- Produktová fáze (Object Office Kaizen) – optimalizace „produktu“, který je dodáván přímo zákazníkovi (reporty, faktury, prezentace).

Tuto problematiku doplňuje Chromjaková (2015, s. 70) a tvrdí, že hlavním problémem v administrativních procesech jsou informační toky společně se složitými organizačními strukturami. Cílem štíhlé administrativy jsou:

- nízké zásoby,
- přehledné procesy,
- krátké průběžné časy zakázek,
- bezchybné procesy,
- vyšší efektivnost administrativních procesů.

Cíle štíhlé administrativy doplňuje Hřebíček (2010), který je definuje v jiném pojetí:

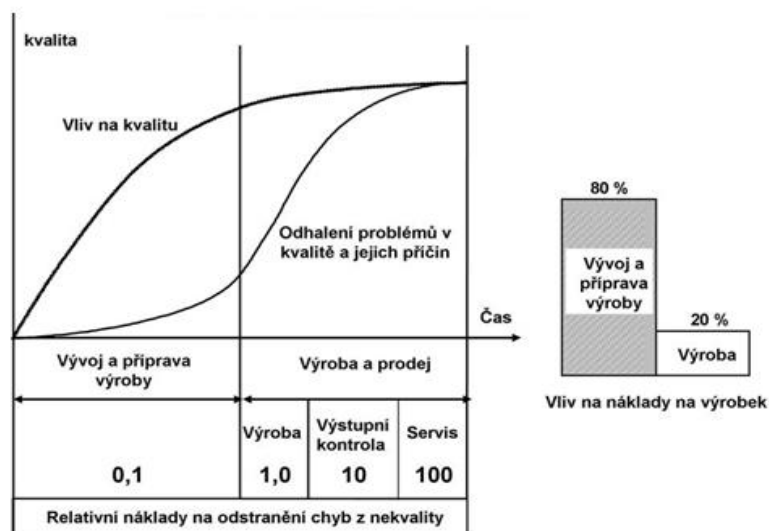
- Minimalizovat dotazování a nadbytečnou práci.
- Vytvářet hodnoty bez plýtvání.
- Definovat a redukovat hranice operací.
- Zrušit zbytečné schvalovací podpisy.
- Zpracovávat informace paralelně.

Hlavní výhody, které plynou ze zavedení štíhlé administrativy, jsou například bezchybné dokumentace, dostupnost dokumentů ve správném čase, ve správné kvalitě a na správném místě a například kratší průběžná doba vyřizování objednávek (Chromjaková, 2013, s. 54).

1.2.4 Štíhlý vývoj

Pomocí vývoje dochází k novější a lepší verzi produktů. Úkolem štíhlého vývoje je zefektivnit tento proces a zajistit jeho úplnou dokumentaci. Pro zefektivnění procesu je dobré aplikovat znalosti z předchozích projektů, které mohou tento proces urychlit. Klíčovým principem štíhlého vývoje je stabilizovat a zefektivnit celý proces. Cílem je tedy navrhnout řešení tak rychle a efektivně, jak je to možné. Důležité je eliminovat plýtvání, které stojí v cestě celého procesu vývoje (Schipper a Swets, 2010, s. 2–3).

Aby se zamezilo plýtvání, je důležité, aby se do výroby předávaly pouze takové výrobky, které jsou na to dostatečně připravené a vyvinuté. Po zavedení výrobku do výroby by se měli eliminovat následné úpravy. A to z toho důvodu, aby nedocházelo ke zbytečnému navyšování nákladů a tím i k plýtvání. Tento fakt lze vidět na obrázku 1, kde je znázorněn vliv jednotlivých fází na kvalitu a náklady výrobku v čase (e-api.cz, © 2005–2020).



Obrázek 1: Vliv jednotlivých fází na kvalitu a náklady výrobku v čase

(Zdroj: Košťuriak a Frolík, 2006, s. 31)

V současné době je mnoho pracovníků výzkumu a vývoje, kteří tvrdí, že čas potřebný na vývojovou a výzkumnou část nelze časově určit, a to z toho důvodu, že potřebují počkat, než chytí svoji „múzu“. Tento fakt ale popírá průzkum, podle kterého se v 80 až 85 % jedná o rutinní práci. Na základě toho je tedy možné k této činnosti přistupovat jako k opakujícím se činnostem a jejich čas redukovat (Košťuriak a Frolík, 2006, s. 34).

1.3 Plýtvání

Plýtvání je pojem, který lze slyšet denně, neustále se mluví o zbytečném plýtvání a jeho eliminaci. Co to ale vlastně je to plýtvání? Januška (2018, s. 124) tvrdí, že plýtvání lze popsat jednoduchou definicí: „Plýtvání je vše, za co není ochoten zákazník zaplatit.“

Dle Bauera (2012) se jedná o všechny činnosti, které výrobku nepřidávají žádnou hodnotu. Tvrdí, že plýtvání se většinou nepodaří zcela odstranit, ale je možné ho eliminovat na minimální úroveň. Vyskytuje se v každém procesu a společnosti.

Tuto problematiku doplňuje Jurová et al. (2016, s. 88) a tvrdí, že při eliminaci plýtvání je potřeba vzít v úvahu skutečné zlepšení a viditelné zlepšení. Když například snížíme manipulaci s materiálem, bude se jednat o viditelné zlepšení, ale nikoliv o skutečné zlepšení, protože selepší organizace, ale problém (vysoká manipulace s materiálem) zůstává. Skutečného zlepšení lze dosáhnout teprve tehdy, když jsou známy nejen problémy, ale i příčiny. To si vyžaduje nejprve zjistit aktuální stav a až po té provádět zlepšení.

Dennis (2016, s. 29) uvádí, že existuje 8 druhů plýtvání ve výrobě:

- nadprodukce,
- nadbytečné zásoby,
- zbytečné pohyby,
- čekání,
- doprava,
- nadměrné zpracování,
- vady
- nevyužité znalosti

1.3.1 Nadprodukce

Tento druh plýtvání je považován za nejhorší ze všech druhů plýtvání a vzniká z většího vyrobeného množství, než zákazník vyžaduje. Nadprodukce je vnímána jako bezpečnostní příkrývka, ve skutečnosti jde ale o tlačení zásob finálních produktů před sebou. Společnost vyrábí buď příliš mnoho, nebo příliš brzy. Nejčastější příčinou nadprodukce je například dlouhé přetypování, špatné plánování (plánování výroby na sklad) nebo již zmiňovaná nadvýroba v případě poruchy (e-api.cz, © 2005-2020).

Díky tomuto plýtvání vznikají administrativní i dopravní náklady a je zbytečná potřeba skladovacích prostor. Je tady žádoucí si uvědomit, co je pro společnost prioritou, jestli produktivita výroby nebo celopodniková produktivita. A zda je výhodnější pojistná zásoba pro případ poruchy či zmetkovitosti nebo stanovení opatření pro minimalizaci zmetků a poruchovosti (Jurová et al., 2016, s. 88).

1.3.2 Nadbytečné zásoby

Tento druh plýtvání dle Likera (2007, s. 56) vzniká shromažďováním zásob na pracovišti například na stolech, v prostoru, v počítači i ve skladu. Může se jednat o rozpracované výrobky, zásoby surovin nebo hotové produkty. Tyto zásoby zvyšují skladovací i dopravní náklady, způsobují zastarávání materiálu, delší dobu výroby i poškození produktů.

Nadbytečné zásoby mají tendenci zvyšovat dopravní i skladovací náklady, dodací lhůtu, způsobují zastarávání materiálu a zabraňují rychlé identifikaci problému. Lze tedy tvrdit, že na základě těchto faktorů je způsobena náročnější komunikace ať už s dodavateli nebo se zákazníky (Rawabdeh, 2005).

Z psychologického hlediska se jedná o nejsložitější odstranění tohoto plýtvání, protože pracovníci tuto zásobu vnímají za správnou. Z jejich hlediska plní nadbytečná zásoba funkci pojistné zásoby, kterou když mají, tak se cítí lépe (e-api.cz, © 2005-2020).

1.3.3 Zbytečné pohyby

Zbytečné pohyby ve výrobním prostředí mohou mít za následek i fakt, že jsou výrobky zpracovány se zpožděním. Patří sem veškeré pohyby, které nepřináší výrobku hodnotu. Důvodem zbytečných pohybů může být špatné pochopení pracovního postupu, špatně rozvržený layout pracoviště nebo například nekonzultované vlastní nápady zaměstnanců. Tyto zbytečné pohyby mohou vést i ke zranění (Arunagiri a Gnanavelbabu, 2014).

Dle Jurové et al. (2016, s. 89) málokterý pohyb pracovníka přináší hodnotu. Například hodnotu nepřináší pohyb dělníka, který chodí někam daleko pro materiál nebo se natahuje pro součástku. Tento pohyb nepřiblíží rozpracovaný výrobek k jeho finální podobě. Za pohyb, který přináší hodnotu, se považuje například přimontování součástky. Je tedy nutné rozlišovat neefektivní pohyby, efektivní pohyby a pohyby, kterými pracovníci předstírají, že něco dělají.

Tuto problematiku doplňuje Burieta (2013, s. 15) a tvrdí, že do plýtvání formou zbytečných pohybů patří i nadměrné fyzické zatížení.

1.3.4 Čekání

K tomuto plýtvání dochází, pokud není možné z důvodu čekání pokračovat ve výrobním procesu. Popřípadě když pracovníci čekají a dohlíží na automatický chod stroje místo toho, aby tento čas využili k činnosti, která přidává hodnotu na výrobku (Liker, 2007, s. 55).

Tento typ plýtvání se objevuje i při jakékoliv přípravě či přetypování stroje. Každá příprava a údržba vyžaduje čas a nepřidává výrobku žádnou hodnotu. Plýtvání formou čekání nemusí být pouze ze strany pracovníka, za plýtvání se považuje například i čekání výrobků na pásu (Badiru, 2005).

Za nejčastější zdroje plýtvání považuje Jurová et al. (2016, s. 89) zejména nedostatek materiálu, poruchy stroje, nerovnoměrnou výrobu, nedostatečné informace nebo prostoje. Plýtvání v této oblasti může představovat i pouze několik pár minut či sekund, ale některé společnosti jsou na takové vysoké úrovni štíhlé výroby, že vyhledávají a eliminují plýtvání i o délce několika desetin sekund.

1.3.5 Doprava

Pod tímto druhem plýtvání si lze představit v podstatě jakýkoliv transport (hmotných, nehmotných věci i informací), který je komplikovanější a vzdálenější, než je nutné. Hlavní příčinou může být například nesystematicky vedený sklad, produkce v dávkách nebo špatně stanovený layout pracoviště (e-api.cz, © 2005-2020).

Tento druh plýtvání je způsoben nejčastěji neefektivním rozvržením pracoviště, sériovou výrobou nebo nadměrně velkým vybavením. Jde o plýtvání, které vzniká například v případě přesunutí velké dávky z procesu do procesu nebo přepravou komponentů nedokončené výroby pomocí operátorů či dopravníků. Cílem je minimalizovat náklady na transport (Dennis, 2016, s. 32).

Tuto problematiku navazuje Bauer (2012, s. 28) a tvrdí, že platí pravidlo: „Čím méně transportu, tím lépe“. Je to z toho důvodu, že nejen, že dochází k plýtvání časem, který stojí peníze a tím se snižuje hospodářský výsledek podniku. Ale zvyšuje se riziko poškození výrobku při přepravě.

1.3.6 Nadměrné zpracování

Nadměrné zpracování je možné definovat jako činnost v procesu, která je nepotřebná ke zpracování výrobku. K takové situaci dochází například při stanovení nevhodného konstrukčního řešení, při použití špatných nástrojů nebo při nezavedení či nedodržení standardů. Aby nedocházelo k tomuto druhu plýtvání, měli by se pracovníci držet zákaznického principu. To znamená nevyrábět produkt ve vyšší kvalitě, než požaduje zákazník a nevymýšlet zbytečné, složité prvky, o které zákazník nemá zájem (Liker, 2007, s. 56).

Nadměrné zpracování může být způsobeno i zvolením nevhodných technologií či nevhodného provedení. Tento druh plýtvání je často výsledkem špatného rozbalancování výrobních procesů (Imai, 2005, s. 82).

Každá malá odchylka od požadavku zákazníka představuje určitou ztrátu. Tu odběratel pocítí například formou vyšších nákladů na provoz, údržbu nebo zpracování. V důsledku těchto vyšších nákladů může zákazník ztratit zájem o výrobek a přejít ke konkurenci, která jeho požadavkům vyhoví lépe (Dennis, 2007, s. 23).

1.3.7 Vady

Tímto druhem plýtvání se rozumí výroba vadných dílů. Kvůli vadným výrobkům se přerušuje výroba a často je vyžadována oprava. Většinou se musí vadný výrobek vyhodit, což představuje velké plýtvání prací a zdroji. V dnešní době se často vyrábí na vysokorychlostních a automatizovaných zařízeních, které mohou vyrobit několik desítek vadných kusů, než se zaznamená problém. Proto by tyto stroje měli být vybaveny mechanismem, který je při vyrobení špatného kusu zastaví. Větší množství nekvalitních rozpracovaných výrobků totiž může i vážně poškodit výrobní zařízení (Imai, 2005, s. 81).

Eliminovat tuto formu plýtvání je možné dle Haysmana (2018) přizpůsobením pracoviště k dané práci, to znamená eliminovat nepříjemné a nadbytečné pohyby operátorů, které mohou vést ke vzniku vadných výrobků. Dále je nutné zohledňovat ergonomické principy a v maximální míře zjednodušit pracoviště. To se týká i zlepšení pracovních podmínek. Operátor, který se cítí na pracovišti dobře, je méně vystavený stresu a nevykonává tolik chyb jako operátor, který se necítí na pracovišti dobře.

1.3.8 Nevyužité schopnosti pracovníků

K tomuto druhu plýtvání dochází tehdy, když podnik nenaslouchá svým zaměstnancům, nedává jim prostor pro jejich nápady nebo pro realizaci jejich dovedností, schopností a zručnosti. Většinou nevytváří ani příležitosti pro jejich sebevzdělávání. Tento druh plýtvání mohou ovlivnit nejvíce vedoucí pracovníci (Liker, 2007, s. 56).

Plýtvání formou nevyužitých schopností pracovníků může být způsobeno nevhodným chováním vedoucích pracovníků, kteří jsou přesvědčeni, že vše znají nejlíp a nemají potřebu se radit s podřízenými pracovníky (Váchal, 2013, s. 437).

Na tuto problematiku navazuje Mašín (2003, s. 20) a tvrdí, že v důsledku nevyužitých schopností pracovníků se brzdí tok myšlenek, zpomaluje se tvorba nápadů na zlepšení a vytváří se demotivace a fluktuace pracovníků. Může tedy dojít k promarnění šance zefektivnit hodnotové toky a to jak na úrovni jednoho podniku, tak i v rámci celkového hodnotového toku mezi podniky.

2 METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ

Metod průmyslového inženýrství využitelných pro rozbalancování pracoviště je velké množství. Cílem této práce není zkoumat všechny metody, ale pouze vybrané, které se vztahují k praktické části.

2.1 Analýza a měření práce

Analýza a měření práce je jedním z velmi účinných nástrojů v oblasti odstranění plýtvání a neefektivnosti procesů. Před samotným měřením práce je důležité provést analýzu práce, jejímž výsledkem je identifikace neproduktivních činností. Po zjednodušení vykonávané práce lze přejít k měření práce, která probíhá mnoha způsoby. Techniky měření práce jsou uvedeny na obrázku 2. Cílem je určit co nejpřesněji normu spotřeby času (Dlabač, 2015).



Obrázek 2: Techniky měření práce (Zdroj: Analýza a měření práce, ©2005)

Měření práce lze rozdělit dle Štůska (2007, s. 141) na přímé a nepřímé měření. Nejčastěji je využívána metoda přímého měření času, existují ale situace, kdy ji nelze uplatnit (například z důvodu malé efektivnosti, náhodného rozptylu dat nebo z bezpečnostních pravidel). Metoda nepřímého měření času pracuje se syntetickými hodnotami, a proto bývá nejčastěji využívána k tvorbě norem času a podobně.

2.1.1 Přímé měření práce

Přímé měření lze charakterizovat jako stanovení spotřeby času za pomoci potřebných formulářů, stopek, popřípadě za pomoci specializovaného softwaru, který nahradí papírové formuláře, stopky a ušetří práci v přepisování dat do elektronické podoby. Rozlišují se dva základní přístupy přímého měření, a to snímek pracovního dne (cílem měření je sledování pracovníka) a chronometráž (cílem je určení času operace) (Dlabač, ©2015).

2.1.1.1 *Snímek pracovního dne*

Snímek pracovního dne je metoda, která slouží k přímému a nepřetržitému pozorování spotřeby času po dobu několik hodin nebo po celou pracovní dobu směny. Cílem sledování je zjistit druh činnosti a její velikost spotřebovaného času na směně. Výstupy se využívají k rozboru a navrhování opatření, které vedou ke zlepšení organizace práce a k eliminaci vzniklých ztrát. Dle způsobu pozorování lze pracovní snímek rozdělit následovně:

- snímek pracovního dne jednotlivce,
- snímek pracovního dne čty,
- hromadný snímek pracovního dne,
- vlastní snímek pracovního dne (Lhotský, 2005, s 67).

2.1.1.2 *Chronometráž*

Chronometráž spadá pod přímé měření práce, kdy se operace rozdělí na jednotlivé činnosti, které se několikrát změří. Na základě naměřených hodnot jednotlivých činností se stanoví průměrná doba každé operace (Soukupová a Strachotová, 2005, s. 118).

Na tuto problematiku navazuje Lhotský (2005, s. 73) a tvrdí, že chronometráž lze rozdělit do následujících tří oblastí:

- Plynulá chronometráž – nepřetržité pozorování všech dílčích činností operace. Nejčastěji se používá v hromadné a sériové výrobě.
- Výběrová chronometráž – jsou měřeny pouze vybrané části operace, které je například nutné změřit znovu, nebo nebyly doposud změřeny.
- Obkročná chronometráž – jsou měřeny velmi krátké části operace, kdy se několik krátkých pracovních činností seskupí, a jednotlivá seskupení jsou pozorována.

2.1.2 **Nepřímé měření**

Nepřímé měření využívá systému předem určených časů. Jde o použití syntetických dat, která byla naměřena v minulosti. Jde o nejpřesnější metodu měření času. Na rozdíl od přímého měření se liší tím, že tyto data byla získána z dlouhodobějšího hlediska na základě několika studií. Nepřímé měření času se využívá především k vytváření norem práce nebo například ke stanovení různých časových standardů (Štůsek, 2007, s. 151).

2.1.2.1 *Systémy předem určených časů*

Systémy předem určených časů poskytují informace o pracovních činnostech na základě jednotlivých pohybů lidského těla. Tyto pohyby jsou orientované na chování (zkoumání pohybů) a na objekty (typ zařízení, vlastnost výrobků, vybavení pracoviště). Pohyb lze obecně chápat jako nejmenší složku, kterou dále nelze dělit. Ze sekvence jednotlivých akcí a pohybů se skládají činnosti. Například přesunutí materiálů z místa A do místa B (Maynard a Zandin, 2001, s. 639).

Výhodou systémů předem určených časů je fakt, že neposuzují pracovní tempo a jejich výsledný čas je vždy pro průměrného pracovníka. Další velkou výhodou je, že analýzu spotřeby času lze provést i u výrobků, které jsou teprve ve fázi vývoje. Za výhodou lze také považovat, že na základě stanovení časových norem lze odhalit neefektivní práci, kterou lze následně eliminovat. Za nevýhodu lze považovat to, že většinou jsou systémy zaměřeny pouze na lidskou práci a neberou v potaz strojní čas a jejich správné použití vyžaduje značnou praxi (Košturiak a Frolík, 2006, s. 73–74).

Mezi nejznámější systémy předem určených časů dle Maynarda a Zandina (2001, s. 650) patří:

- MTM – methods time measurement
- MSD – master standard data
- MOST – maynard operation sequence technique
- BTM – basic time study
- GSD – general sewing data

Na tuto problematiku navazuje Dlabáč (2015) a tvrdí, že jeden z nejpoužívanějších systémů předem určených časů je MOST. Jde o systém, který je univerzální a až na pár výjimek ho lze použít ve všech odvětví průmyslu.

2.1.2.2 *Metoda MOST*

MOST je výkonný analytický nástroj, pomocí kterého lze měřit každou minutu činnosti dané operace. Díky tomu se analýza práce stává lépe zvládnutelným, praktickým a nákladově efektivním úkolem (Salvendy, 2001, s. 1439). MOST analýza je kompletní studium operací, které se skládají z několika kroků metody a spadají do odpovídajícího sekvenčního modelu (Jain et al., 2016).

Základní jednotkou měření práce jsou základní aktivity, které se týkají přemístování objektů. Aktivity se člení na jednotlivé subaktivity a mají své pevné místo v sekvenci. Přemístění předmětu je popsáno univerzálním sekvenčním modelem, který slouží jako primární vzorec. Nelze tedy seřazovat pohyby náhodně. Objekty lze přemísťovat dvěma způsoby, buď přemístěním při udržení kontaktu s pevným povrchem (posunutí objektu po desce stolu), nebo zvednutím a přemístěním vzduchem (zvednutí objektu a přenesení ho někam). Ke sledování pohybů při použití ručního nástroje existuje speciální sekvenční model, který tvoří standardní sekvence pohybových prvků (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 108–109).

Basic MOST se dělí na tyto sekvence (Jain et al., 2016):

- Obecné přemístění – ruční přesunutí objektu vzduchem z jednoho místa na druhé.

Sekvenční model:

A B G	A B P	A
vzít objekt	položit objekt	návrat

- Řízené přemístění – tato sekvence zahrnuje aktivity týkající se kliky, páky či stisknutí tlačítka, vypínače nebo posunutí předmětu po povrchu.

Sekvenční model:

A B G	M X I	A
vzít objekt	přesunout/spustit	návrat

- Použití nástroje – zahrnuje činnosti, při kterých se používá ruční nářadí.

Sekvenční model:

A B G	A B P	*	A B P	A
vzít nástroj	umístit nástroj	aktivovat nástroj	odložit nástroj	návrat

* – sem se doplní písmeno dle toho, co se s nástrojem dělá (F – utáhnout, L – uvolnit, C – dělit, S – povrchová úprava, M – měření, R – zaznamenání, T – myšlení).

Tuto problematiku rozšiřují Maynard a Zandin (2001, s. 652) o další tři sekvence, které se týkají manipulace s velmi těžkými břemeny:

- použití ručního jeřábu
- použití elektrického jeřábu
- použití vozíku (paletový vozík, vysokozdvižný vozík)

Dílním činnostem sekvenčního modelu je následovně přiřazen čas pomocí indexu. MOST používá indexová čísla 0, 1, 3, 6, 10 a 16, což odpovídá relativní obtížnosti parametru. Indexy se přiřazují na základě data karty MOST, která je uvedena v příloze P I. Výslednou časovou hodnotu sekvence lze získat vynásobením součtu indexových čísel měřítkem 10. Toto měřítko odpovídá TMU (Salvendy, 2001, s. 1439).

TMU (Time Measurement Units) je jednotka měření času, která se používá jako jednotka času pro analýzu MOST. TMU se převádí na sekundy, minuty, hodiny dle následující tabulky (Pandey, Deshpande a Gunjar, 2016):

Tabulka 1: Převod jednotek TMU

1 TMU = 0,00001 hodin	1 hodina = 100,000 TMU
1 TMU = 0,0006 minut	1 minuta = 1667 TMU
1 TMU = 0,036 sekund	1 sekunda = 27,8 TMU

(Zdroj: Pandey, Deshpande a Gunjar, 2016)

Tuto problematiku doplňuje Chaudhary, Sing a Kukreja (2008) a tvrdí, že se MOST dělí na tyto podskupiny:

- Mini MOST – opakující se operace s krátkým cyklem, délka trvání činnosti 2 až 10 sekund, součet indexů se násobí měřítkem 1.
- Basic MOST – střední úroveň, používá se nejčastěji, délka trvání činnosti 2 sekundy až 10 minut, součet indexů se násobí měřítkem 10.
- Maxi MOST – neopakující se operace s dlouhým cyklem, délka trvání činnosti 2 minuty a déle, součet indexů se násobí měřítkem 100.

2.2 Balancování výroby

Pro efektivní fungování výrobního procesu je dle Karthika (2016, s. 399–400) nezbytné správně vybalancovat výrobní linku. Cílem balancování výrobní linky je rovnoměrné rozdělení pracovní činnosti mezi operátory, zajištění plynulosti výroby a snaha o využití překrytých časů. Dále splnit výrobní plán, snížit dobu čekání mezi jednotlivými operacemi a téměř odstranit práci přesčas. Balancování se realizuje pomocí vhodného uspořádání výrobních zařízení a operátorů s cílem rovnoměrného rozdělení práce mezi nimi.

Balancování jednotlivých operací mezi operátory ve výrobní lince považují Meyers a Stewart (2001, s. 243) za důležitý nástroj průmyslového inženýrství. Dále tvrdí, že nejčastěji

dochází k balancování operací za účelem stanovení taktu pracoviště, vyrovnání pracovní zátěže mezi operátory, tvorby layoutu, určení počtu pracovišť nebo například snížení nákladů výroby či stabilizování procentuální zátěže operátorů.

Při balancování času jednotlivých operací je dle Townsenda (2012, s. 41) nutné počítat přibližně s 5procentní rezervou pro lidské chyby. Rezerva nesmí být příliš velká, aby nezačalo docházet k plýtvání a tím i ke zbytečně vynaloženým nákladům.

Postup při balancování výrobní buňky podle Karthika (2016, s. 400):

- Stanovení optimálního počtu operátorů.
- Analýza jednotlivých pracovních operací.
- Vybalancování jednotlivých operací teoreticky.
- Vybalancování výroby prakticky.
- Kontrola stavu vybalancované výroby.

Stanovení optimálního počtu operátorů poskytuje orientační informaci pro rozbalancování pracoviště. K výpočtu je nutné znát součet všech manuálních činností, které lze nejpřesněji získat metodou předem určených časů a takt (e-api.cz, © 2005–2020).

$$\text{Optimální počet operátorů} = \frac{\text{suma času všech manuálních činností}}{\text{čas taktu}}$$

Při rozbalancování pracoviště lze dle Cevikcana (2014) zvážit tři alternativy:

- Klasický montážní systém – Přerozdělení operací jednotlivým pracovníkům tak, aby byli rovnoměrně vytíženi. Každý pracuje na své operaci a posílá výrobek dál.
- Segmented rabbit chase – Výrobní operace jsou rozděleny na jednotlivé segmenty. Tyto segmenty jsou přiděleny různému počtu operátorů. Záleží na velikosti výrobní linky. Po vykonání poslední operace v segmentu provedou operátoři smyčku a pracují od první operace v segmentu.
- Overall rabbit chase – Operátoři postupují v rovnoměrných rozestupech a každý si projde všechny operace na lince. Nevýhodou je, že každý operátor musí být zaškolen na každou operaci.

Rabbit chase neboli v překladu „králíčí honička“ nebo také „operátoři v pohybu“ je jeden ze způsobů, jak spravovat pracovníky na pracovišti. Tato metoda slouží výhradně pro výrobní linky, které jsou sestaveny do tvaru U, kde začátek i konec montáže jsou blízko u sebe. Rabbit chase je proces, ve kterém pracovník projde s výrobkem všechny jednotlivé

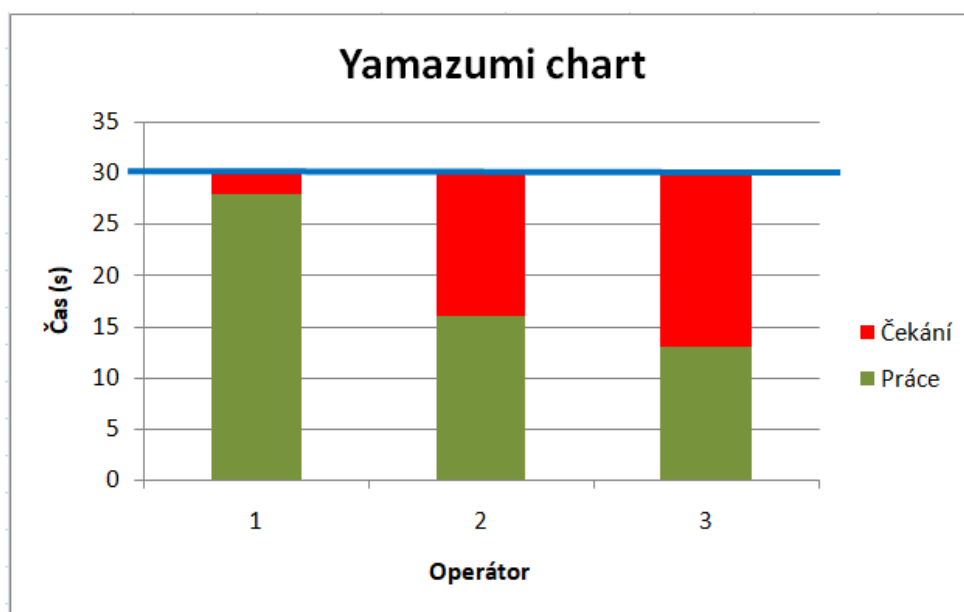
operace a poté se znovu vrátí na začátek. Jedna z nevýhod je, že rychlost systému udává tempo nejpomalejšího operátora a rychlejší pracovník bude muset čekat, až mu pomalejší pracovník uvolní operaci (Roser, 2017).

2.2.1 Yamazumi chart

Yamazumi chart je vizuální nástroj používaný ve štíhlé výrobě pro podporu neustálého zlepšování výrobních buněk. Jedná se o jednu z nejrozšířenějších forem balancování operátora. Lze ho definovat jako skládaný sloupcový graf, který na základě linie, znázorňující zákaznický takt, zobrazuje rovnoměrné vytížení jednotlivých operátorů na jednotlivých operacích (Jagusiak-Kocik a Ingaldi, 2014).

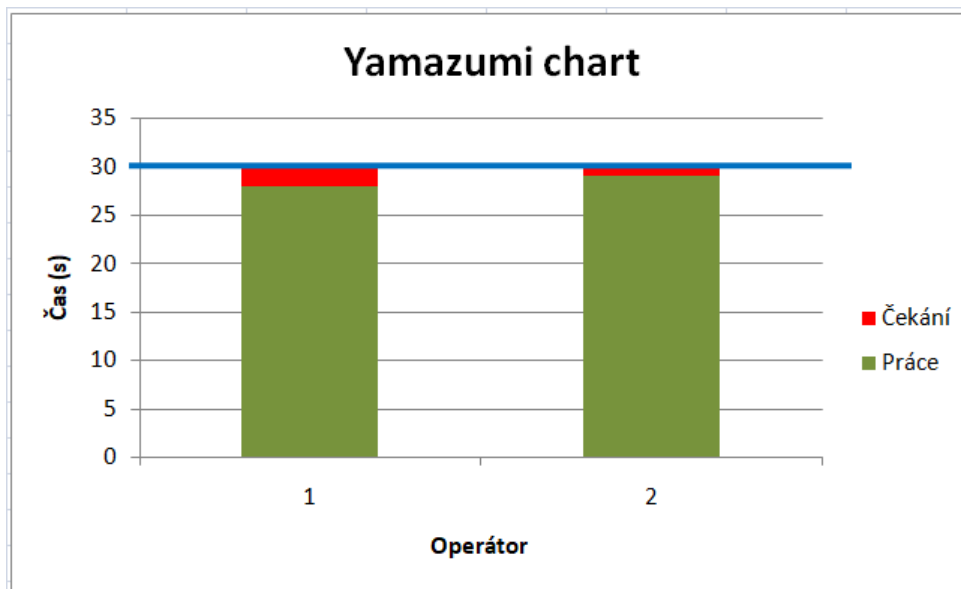
K vykreslení grafu je nutné identifikovat každý jednotlivý detail operačního procesu. Konkrétněji vytvořit co nejpřesnější časovou studii, která bude zahrnovat mimo práci i pohyby a čekání operátorů. Jednotlivé činnosti lze v grafu barevně odlišit, aby bylo na první pohled jasné, kolik času operátor věnuje například čekání a podobně. Činnosti lze odlišit i na základě toho, jestli přidávají hodnotu či nikoliv. Primárním cílem grafu je snížit odchylku mezi zákaznickým taktem a dobou potřebnou k výkonu operace. Dochází tak často k přerazování úkolů mezi operátory s cílem rovnoměrného využití (Kays et al., 2019).

Na grafu 1 lze vidět yamazumi chart před rozbalancováním pracoviště. Na grafu jsou znázorněni 3 operátoři. Zeleně je zaznačena práce operátorů a červeně čekání na výrobek z předchozí operace v sekundách. Modrá čára znázorňuje zákaznický takt. Na první pohled je zřejmé, že takto rozbalancované pracoviště je neefektivní a dochází zde k plýtvání.



Graf 1: Yamazumi chart před rozbalancováním pracoviště (Zdroj: vlastní zpracování)

Na grafu 2 lze vidět yamazumi chart po rozbalancování pracoviště. Práce vykonávaná druhým a třetím operátorem se sloučila do jedné. Celkově tedy budou na pracovišti pracovat dva operátoři. Zvýšila se efektivita pracoviště a eliminovalo se plýtvání formou čekání.



Graf 2: Yamazumi chart po rozbalancování pracoviště
(Zdroj: vlastní zpracování)

2.2.2 Takt

Takt značí rychlost výroby, kterou je nutné dodržet, aby byl uspokojen požadavek zákazníka. Jedná se tedy o množství, které odpovídá přesně zákaznickému požadavku, nikoliv tomu, kolik toho jsme schopni maximálně vyrobit (Dennis, 2007, s. 53).

Takt definuje Imai (2005, s. 140) jako „číslo, podle kterého musí všichni v podniku žít“. Jde o jednu ze základních veličin ve výrobě a její výpočet je využíván například při balancování pracoviště nebo při výpočtu kapacit. Dělí se na zákaznický takt a výrobní takt.

2.2.2.1 Zákaznický takt

Zákaznický takt definuje Košturiak a Frolík (2006, s. 179) jako „rychlost výroby, která vychází z rychlosti prodeje“. Tedy rychlost, za kterou musí být produkt vytvořen, aby byla uspokojena potřeba zákazníka. Vypočítá se následovně:

$$\text{Zákaznický takt} = \frac{\text{Dostupný pracovní čas}}{\text{Požadavek zákazníka}}$$

Výsledkem je čas, za který musíme stihnout výrobek vyprodukovat.

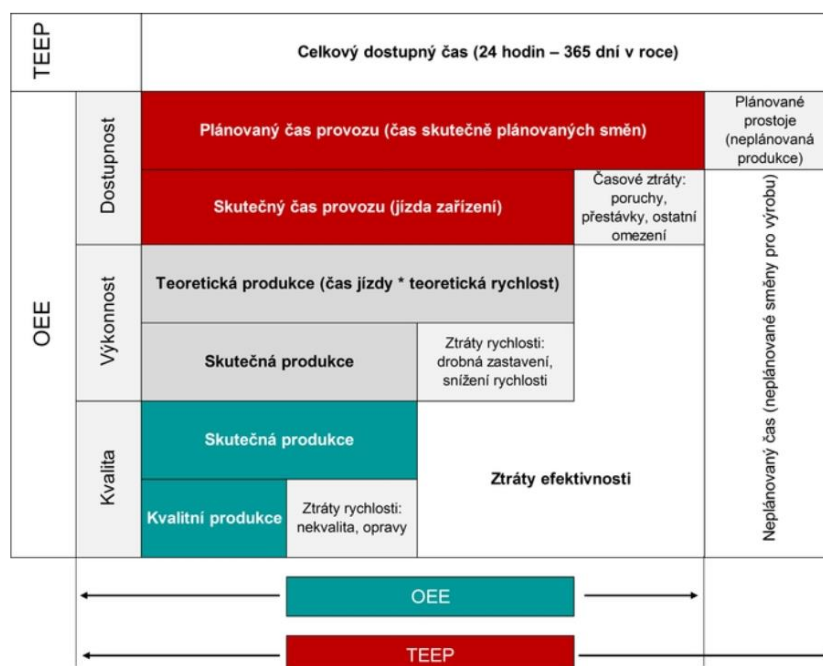
2.2.2.2 Výrobní takt

Výrobní takt zahrnuje strojní i ruční časy, které jsou potřebné pro vykonání operace. Výrobní takt zahrnuje ukazatel OEE (Overall Equipment Effectiveness). Jedná se o ukazatel celkové efektivity stroje nebo zařízení, který procentuálně vyjadřuje, jak je společnost schopna efektivně využívat stroje nebo zařízení. Pokud vyjde procentuální hodnota OEE 85 % a více, považuje se využití strojů a zařízení za efektivní (e-api.cz, ©2005–2020).

Ukazatel OEE bere v úvahu všechny ztráty efektivity (čas, rychlost a kvalitu). Vypočítá se jako součin kvality, výkonnosti a dostupnosti. Tyto jednotlivé ukazatele zahrnují:

- Dostupnost – zohledňuje časové ztráty, které jsou způsobeny například poruchami nebo přestávkami.
- Kvalita – zahrnuje například zmetkovitost, nekvalitně vyrobené kusy nebo různé opravy.
- Výkon – zohledňuje prostoje výroby jako například krátké zastavení výroby nebo snížení rychlosti (Irhirane, Bounit a Dakkak, 2017).

Dalším ukazatelem výrobního taktu je TEEP (Total Effective Equipment Performance). Tento ukazatel nebere v úvahu pouze plánovaný čas provozu jako OEE, ale celkový dostupný čas. Jde o manažerský pohled, který zohledňuje kromě využití strojního zařízení také schopnost sehnat určité množství zakázek. Pro lepší představu slouží obrázek 3, na kterém jsou znázorněné ukazatele OEE a TEEP (Dlabač a Pavelka, 2018).



Obrázek 3: Grafické znázornění OEE a TEEP (Zdroj: Dlabač a Pavelka, 2018)

2.3 Layout pracoviště

Dle Janušky (2018, s. 74–75) se jedná o prostorové rozvržení pracoviště. Pod pojmem pracoviště si lze představit buď samotný pracovní stůl, nebo více uspořádaných strojů vedle sebe, které jsou z hlediska organizace seskupeny do výrobních dílen, které tvoří výrobní jednotky (závody), které vyrábí konkrétní výrobní řady.

Layout pracoviště ve společnosti se zavedenou štíhlou výrobou je tvořen do písmene U, kde je minimalizován pohyb pracovníků při přesunu z jedné pracovní operace na druhou. Dalším prvkem štíhlého pracoviště je nepřetržitý tok výrobků a každý proces je připojen k dalšímu procesu, který následuje v pořadí výroby. Mezi procesy často bývají umístěny posuvné nebo gravitační dopravníky, které slouží k přepravě mezi pracovními operacemi. Nevýhodou tvaru pracoviště do písmene U jsou zakřivené „roh“ písmene. Jde o potenciálně mrtvý prostor, který se doporučuje využít jako malý úložný prostor pro potřebné součástky k výrobě (Lešková, 2013).

Štíhlý layout pracoviště má dle Košturiaka a Frolíka (2006, s. 135) následující pravidla:

- Výstup jedné operace je vstupem další navazující operace.
- Plynulý materiálový tok.
- Využití gravitace pro jednodušší manipulaci mezi jednotlivými operacemi.
- Potřebné nářadí či pomůcky na dosah.
- Vnitřní prostor pracoviště je bez překážek.
- Mezisklady jsou umístěny poblíž pracoviště.
- Na pracovišti ve tvaru U je první a poslední operace blízko sebe, aby ji mohl obsluhovat jeden operátor.
- Stroje jsou uspořádány těsně vedle sebe, aby umožnili vícestrojovou obsluhu.
- Vstupující součástky jsou umístěny na snadno dosažitelném místě.

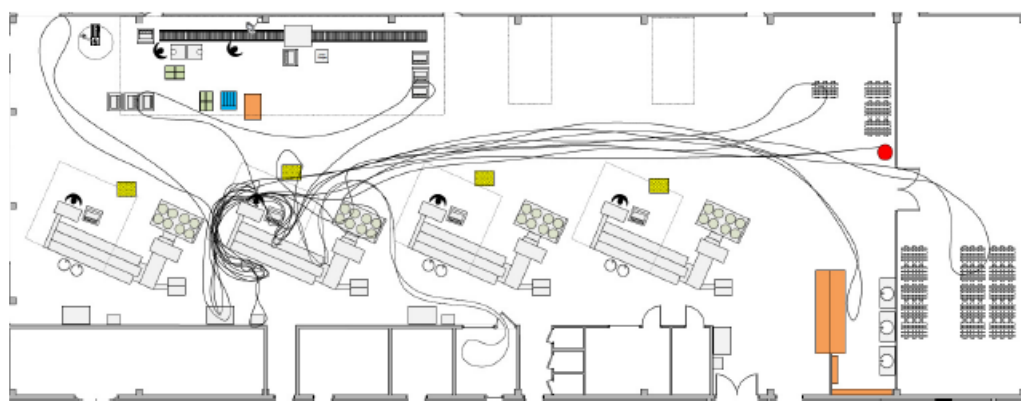
Neefektivní oblasti layoutu pracoviště lze identifikovat například pomocí spaghetti diagramu. Ten napomáhá ke správnému rozložení pracoviště a pomáhá také minimalizovat pohyb operátorů nebo například materiálu (Senderska, Mareš a Václav, 2017).

2.3.1 Spaghetti diagram

Spaghetti diagram je jednou z nejjednodušších metod, která se používá například pro návrh layoutu pracoviště, k mapování interního materiálového toku nebo například k hledání nej-

vhodnější přepravní cesty. Cílem metody je co nejpřesněji zakreslit každý pohyb pracovníka v daném čase a na určitém pracovišti (Jurová et al., 2016, s. 219).

Na tuto problematiku navazuje Senderska, Mareš a Václav (2017) a tvrdí, že zkoumaným objektem nemusí být jen pracovník, ale také materiál, hotové výrobky a další. Pro každý jednotlivý sledovaný objekt lze použít jinou barvu. Po zhotovení diagramu lze identifikovat například délky pohybů, překrývající se pohyby a jejich křížení. Na základě těchto výsledků potom lze určit neefektivní pohyby a neefektivní oblasti. Lze také eliminovat počet operátorů a provádět změny v organizaci práce nebo navržením nového layoutu. Na obrázku 4 je zobrazena ukázka spaghetti diagramu, který získal název podle zakreslených čar, které připomínají špagety.



Obrázek 4: Spaghetti diagram (Zdroj: Senderska, Mareš a Václav, 2017)

2.4 Principy řízení výroby

Řízení výroby lze definovat jako aktivity, které jsou spojené s řízením toků ve výrobě a přiřazují pracovní úkony jednotlivým osobám a zařízením dle aktuální potřeby. Řízení výroby lze rozdělit do dvou skupin, a to na řízení založené na principu tlaku nebo tahu. Jinými slovy push a pull systém (e-api.cz, ©2005–2012).

Štíhlá výroba se orientuje na řízení výroby na principu tahu (pull systém). To znamená, že výrobní zakázky prochází výrobou v souladu s principem „dones“. Každý pracovník je zodpovědný za kvalitu a zajištění požadavků nadcházejících výrobních operací. Hlavní výhodou pull systému je zkrácení průběžné doby výroby a markantní snížení výrobních nákladů z důsledku snížení mezioperačních zásob. Mezi tahové řízení výroby patří zejména KANBAN a JIT (Keřkovský, 2009, s. 75).

2.4.1 Kanban

Výrobní systém kanban je vícestupňový systém určený k řízení zásob a plánování výroby. Na základě přesných informací z výroby pomáhá výrobním jednotkám rychle reagovat na změny. Implementace systému kanban je snadná a nevyžaduje velké náklady. Funguje na základě kanban karet. Kanban karta je v podstatě plastová karta, která prochází výrobou společně s výrobkem a je předávána z jedné operace na druhou. Karta obsahuje všechny potřebné informace pro výrobu. Zahrnuje také informace pro montáž v každé jednotlivé výrobní fázi produktu až po jeho dokončení (Kumar a Panneerselvam, 2007).

Pojem kanban v japonštině znamená výraz pro oznamovací štítek, kartu nebo informaci. Za kanban (informaci) lze tedy považovat i přepravní bednu nebo například identifikační místo na podlaze, v regále či v boxu. Předpokladem pro fungování tohoto systému je existence okruhu mezi dodavatelským a odběratelským stupněm ve výrobním procesu (Pavelka, 2015).

Tuto problematiku doplňuje Kubík a Strejček (2015, s. 153) a tvrdí, že tento systém se uplatňuje zejména při hromadné či sériové výrobě. Tedy při opakované výrobě, pro kterou je charakteristická velká rovnoměrnost odbytu. Nejčastěji se tento výrobní systém využívá v automobilovém průmyslu.

V tradičním kanbanovém systému s kartami se postupem času objevily určité nedostatky. Jako například neproduktivní práce způsobená manipulací s kanban kartami. Dále nepravdivost při jejich pohybu, kde se karty nepohybují v přesný moment, kdy se spotřebovává materiál (Drickhamer, 2005). Při velkém objemu výroby, kdy je potřeba také velké množství karet, se pracovníkům může stát, že kartu založí na špatné místo nebo se karta ztratí. To způsobuje velké problémy při výrobě. Z toho důvodu vznikl elektronický systém kanban, který má oproti tradičnímu kanbanu mnoho výhod (Kumar a Panneerselvam, 2007).

Elektronický kanban systém je speciálně navržen pro výrobu a logistiku. Jednotlivé kanban karty jsou nahrazeny čárovým kódem, který je při každém pohybu materiálu či výrobku skenován pomocí čtečky. Naskenované informace jsou automaticky odesílané do aplikace a kanbanový proces může být neustále vylepšován. Tento způsob je oproti tradičnímu kanbanu přesnější a poskytuje informace v reálném čase (Monden, 2012, s. 374–376).

2.4.2 Just in time

Výrobní systém just in time, který vyvinula společnost Toyota Motor Co., lze označit za skladování nebo výrobu pouze nutných položek v nezbytně nutném množství a čase. Koncept just in time je považován za pull systém. To znamená, že čas a množství materiálového toku je určen rychlostí a časem skutečné spotřeby materiálu (Tae-Moon Kim, 2007).

Metoda Just in time neboli „právě včas“ je praktický a velmi uznávaný pojem ve světě. Tento pojem představuje filozofii řízení především opakované výroby, ve které je pohyb zboží i materiálu a jejich provoz uskutečňován co nejušporněji a nejrychleji. Jde tedy o strategii zásobování, která funguje na principu dodání materiálu včas. Smyslem této metody je osvobodit kapitál, který je ve výrobním systému vázán neproduktivně. Tento kapitál pak může být investován například do školení personálu nebo do vývoje nových výrobků (Kavan, 2002, s. 342).

Podle Mačáta a Sixty (2005, s. 245) jde o způsob uspokojování poptávky po určitém materiálu ve výrobě v přesně dohodnutých a dodržovaných termínech. Dodávky materiálu probíhají v menším množství a v co nejpozdějším okamžiku. Proto na sebe mohou navazovat s minimální pojistnou zásobou. Zásoby je možné tvořit pouze na několik hodin.

Na tuto problematiku navazuje Gleissner a Femerling (2012, s. 150) a tvrdí, že včasné poskytování prostřednictvím dodavatelů je založeno na třístupňovém procesu:

- Rámcová dohoda – dohoda na příští rok či dva roky týkající se kapacit a poptávky.
- Hodnocení předběžných výsledků – stanovení dodacích lhůt a povinností s převzetím dodávky.
- Odeslání dodávky právě včas – stanovení přesného množství, specifikace termínů a dodacích míst.

Mezi výhody metody just in time jednoznačně patří snížení nároků na prostor, snížení zásob, zvýšení kvality výrobků, nižší nutnost inventarizace a zkrácení doby toku materiálu. Naopak mezi nevýhody patří problémy s dodržáním časových plánů, rozmístění dodavatelů a jejich výrobní plány. Za nevýhodu lze také považovat, že časté dodávky mohou způsobovat ve městech zácpy a s tím související negativní vliv výfukových plynů na životní prostředí (Mačát a Sixta, 2005, s. 249).

2.5 Ostatní vybrané metody štíhlého pracoviště

2.5.1 Metoda 5S

Metoda 5S pochází z Japonska a vyvinul ji Hiroyuki Hirano. Tato technika systematicky dosahuje hospodárnosti, pořádku, čistoty a standardizace na pracovišti. Jejím zavedením získá společnost velkou výhodu v oblasti kvality, produktivity, zdraví a bezpečnosti. Termín 5S představuje počáteční písmena pěti japonských slov a to seiri, seiton, seiso, seiketsu a shitsuke (Kanamori, Shibamura a Jimba, 2016).

- **Seiri (roztřídit)** – Na pracovišti je nutné roztřídit věci nejlépe do tří segmentů. Věci, které jsou často používané, občas používané a zbytečné. Po té je nutné roztřídné věci seskupit dle určitého systému. Ty, které jsou často používané, musí být umístěny na pracovní ploše nebo v její těsné blízkosti. Věci, které jsou občas používané, se umístí na dosah a zbytečné věci se buď uloží na místo, kde jsou potřebné nebo se vyhodí. Výhodou je lepší využití pracovního prostoru a předejití ztrátám pracovních pomůcek (Patel a Thakkar, 2014).
- **Seiton (srovnat)** – Cílem tohoto kroku je minimalizovat počet pohybů, které musí pracovník vykonat k získání potřebného předmětu. Je tedy nutné, aby věci byly na místě, odkud je lze snadno vzít a také vrátit. Často bývají na místě určeném zakresleny siluety předmětů, aby bylo na první pohled zřejmé, když ten předmět někdo používá, že tam není. Výhoda tohoto kroku spočívá v tom, že se zkrátí doba hledání pomůcek a zvýší se bezpečnost pracovníků (Sorooshian et al., 2012).
- **Seiso (vyčistit)** – V tomto kroku je nezbytné pracoviště vyčistit od různých nečistot, prachu, vzniklého odpadu z výroby nebo například od plísní či mastnoty. Použití pravidla 3S závisí na každodenním udržování čistoty na pracovišti. Je tedy nutné stanovit osobu, která bude za čistotu pracoviště zodpovědná a dohlídne na dodržování čistoty. Tímto krokem se významně zvýší údržba zařízení, efektivita strojů a sníží se výskyt pracovních úrazů (Patel a Thakkar, 2014).
- **Seiketsu (standardizovat)** – Po aplikaci 3S je nutné standardizovat osvědčené postupy a zavedené zásady, aby se v nich mohlo nadále pokračovat. Pro plné uplatňování a rozvoj standardů je důležitá účast všech zaměstnanců. Dalším pomocníkem ke tvoření standardů jsou záznamy o sledování výkonu a dokumentace. Standardy se nejčastěji tvoří pomocí vizuálního managementu. Cílem je, aby byly srozumitelné, na první pohled pochopitelné, konkrétní a aktuální. Zachycují detailní srozumí-

telnou informaci o tom, v jakém množství se má co nacházet, na jakém místě a jaký je správný postup pro zpracování (Singh, Rastogi a Sharma, 2014).

- **Shitsuke (udržovat)** – Aby 5S mohlo fungovat, je nutné dodržovat všechny pravidla. Ředitelé by měli vysvětlit důležitost a podstatu 5S svým zaměstnancům prostřednictvím různých školení. A neustále jejich znalosti rozšiřovat a zdokonalovat. Společnost by měla pravidelně hodnotit a kontrolovat dodržování standardů. Ty by se měly stát samozřejmostí a zvykem v každodenní práci. Zavedením 5S se sníží množství chyb, které vyplývají z nepozornosti, zlepší se mezilidské vztahy a interní komunikační procesy (Patel a Thakkar, 2014).

Tuto problematiku doplňuje Dhouchak (2017) o další pilíř a představuje metodu 6S. Další písmeno S (anglicky safety) se týká bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Tento systém tedy vytváří bezpečné pracovní prostředí. Minimalizuje také plýtvání a zvyšuje produktivitu společnosti za podmínek, že bezpečnost bude při implementaci vždy na prvním místě.

2.5.2 Jidoka

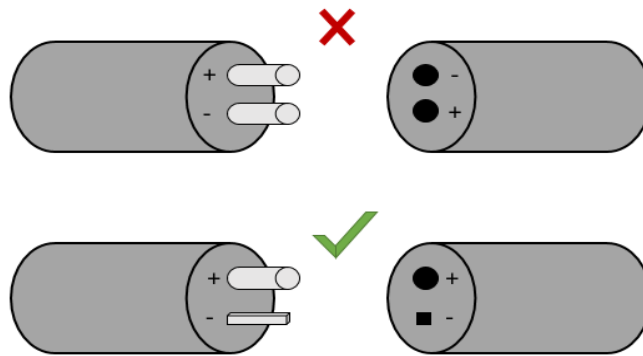
Japonský název Jidoka v překladu znamená automatizace. Dnes je označována jako automatizace, což je automatizace s lidskou inteligencí (Brown, 2016).

Hlavním cílem Jidoky je objevit problémy s kvalitou v dřívějších fázích než na konci. Důležité je také najít co nejdříve hlavní příčiny a odstranit problém, aby se neopakoval do budoucna. V moment, kdy se vyrobí vadný díl, tak se stroj zastaví a upozorní tak na problém, který je potřeba odstranit. Nevyrobí se tedy celá vadná dávka, ale pouze jeden kus či pár kusů. Díky tomuto systému se zvládne jeden člověk postarat o více strojů a udržovat je v provozu. Některé společnosti mají nastavenou jidoku tak, že zastaví výrobu až po například 5 vadně vyrobených kusech. Nastavení je individuální a závisí na velikosti výrobní dávky. Výhodou jidoky není pouze zvýšení kvality výroby, ale také snížení nákladů, které souvisí se zmetkovitostí. Protože většina odpadů v procesu je způsobena právě nekvalitou vyrobených kusů (Soliman, 2016).

2.5.3 Poka-yoke

Poka-yoke je koncept řízení kvality, který byl vyvinutý technikem Shigeo Shingo za účelem zabránit výskytu lidským chybám. Překladů existuje několik, nejpřesnější je „vyhnutí se neúmyslné chybě“. Ať už termín přeložíme jakkoliv, jeho hlavním cílem je dosažení nulových vad (Hudori, 2013).

Koncept Poka-yoke lze charakterizovat jako zlepšující nástroj kvality operací v procesu. Jedná se o mechanismus ve výrobním prostředí, jehož cílem je zabránit vzniku lidským chybám přesně v okamžiku, kdy k nim může dojít. Mechanismus lze vidět na obrázku 5, je vždy nastaven tak, aby proces byl možný vykonat jen jedním možným způsobem (Dudek-Burlikowska a Szewieczek, 2009).



Obrázek 5: Poka-yoke (Zdroj: e-api.cz, © 2020)

2.6 SWOT analýza

SWOT analýza představuje silné a slabé stránky, příležitosti a hrozby. Silné a slabé stránky definují stávající situaci a příležitosti a hrozby jsou zaměřeny na situaci, která může nastat. Tato analýza se skládá ze dvou analýz, a to z analýzy vnitřního prostředí (SW) a analýzy vnějšího prostředí (OT). Doporučeno je začínat s analýzou vnějšího prostředí, která se skládá z mikroprostředí a makroprostředí. Po provedení této analýzy následuje analýza vnitřního prostředí, která se zabývá vnitřním prostředím (Jakubíková, 2008, s. 103).

3 PROJEKTOVÉ ŘÍZENÍ

Projektové řízení definuje Bočková (2016, s. 26) jako: „*Nástroj k zavedení definované změny, kterou nelze zajistit jinak, než projektem jako souhrnem prováděných činností tvořících cestu (trajektorii) od výchozího, počátečního, stavu k definovanému cílovému stavu.*“ Dále tvrdí, že podmínkou úspěchu je projektová komunikace a týmová spolupráce.

Co je to vůbec projekt? Doležal a Krátký (2017, s. 17) tvrdí, že na tuto otázku není snadná odpověď, jak se na první pohled může zdát. Každopádně jde o definovanou a vymezenou změnu ze stavu výchozího do stavu cílového.

Projekt charakterizuje Šobáňová (2010, s. 8–10) jako aktivitu, která je plánovaná, časově omezená a má definovaný cíl a časové trvání. Mezi obecné charakteristiky projektu patří:

- Rozsáhlost a jedinečnost – jedinečný a unikátní soubor činností, které se odlišují od rutinních činností a v budoucnu se nebudou zcela přesně opakovat.
- Různorodost činností – sjednocení dovedností a úsilí mnoha odborníků.
- Omezené zdroje – všechny zdroje jsou získány výlučně pro potřebu naplnění projektových cílů a jejich využívání bude po dosažení cíle ukončeno.
- Hodně vazeb – spousta navazujících činností a množství finančních partnerů.
- Stres a dynamičnost – vznikají zátěžové situace, snaha o dosažení změny.
- Omezená moc – musí se dodržovat stanovené limity, rozhodování je tak omezeno.

Projekt lze definovat dle Štefánka et al. (2011, s. 12–14) jako soubor jednotlivých aktivit, které směřují k naplnění cíle. Projekt je vymezen financemi, materiálními a lidskými zdroji a hlavně časem. Každý projekt má svůj životní cyklus a je realizován projektovým týmem. Projekty není úplně jednoduché řídit a je zcela běžné se setkat s množstvím překážek na cestě k dosažení cíle. Tyto překážky mohou vést k odklonům z plánované trasy.

Cíle projektu je třeba jasně a přesně definovat, aby všichni, kdo se na projektu podílí, měli o něm stejnou a jasnou představu. Důležité je také stanovit kritéria, pomocí kterých se vyhodnocuje úspěšnost projektu (dosažení cíle). Za úspěšný projekt se považuje projekt, který dosáhl požadovaných hodnot v těchto tří dimenzích:

- splnění plánovaných cílů v plánované kvalitě,
- dodržení plánovaného časového rámce,
- dodržení plánovaných nákladů na projekt (Kubík a Strejček, 2015, s. 161).

3.1 Životní cyklus projektu

Životní cyklus projektu tvoří jeho jednotlivé fáze. Jak lze vidět na obrázku 6, projekt se skládá ze tří fází: předprojektová, projektová a poprojektová fáze. Vzhledem k tomu, že životní cyklus projektu je jedinečný a u každého projektu bude vypadat trochu jinak. Nelze tedy tvrdit, která fáze projektu je nejdelší a podobně. Jediné, co lze tvrdit je, že tvar křivky formuje potřeba zdrojů v čase a finance na jejich pokrytí (Štefánek, 2011, s. 16).



Obrázek 6: Životní cyklus projektu (Zdroj: Štefánek, 2011, s. 16)

3.1.1 Předprojektová fáze

V předprojektové fázi se formují myšlenky, vize projektu a zpracovává se studie proveditelnosti a příležitosti, popřípadě jiné analýzy. Cílem je tedy prozkoumat příležitosti a posoudit, zda je projekt proveditelný. Důležité je také stanovit si hlavní cíl projektu, popřípadě vedlejší projektové cíle a výstupy, které odpovídají na otázku, prostřednictvím čeho bude cíle dosaženo. U jednodušších projektů se zpracovávají tzv. předprojektové úvahy, které nahrazují různé analýzy, které jsou prováděny u složitějších projektů (Doležal, Máchal a Lacko, 2012, s. 169–172).

3.1.2 Projektová fáze

Projektová fáze je z hlediska řízení projektu nejnáročnější, skládá se totiž z velkého množství zdrojů a aktivit, které zabezpečují pokrytí projektu. Hladký průběh této fáze závisí především na schopnostech členů projektového týmu a na kvalitě plánu projektu. Cílem projektové fáze je dodržet časový harmonogram a odevzdat požadovaný výstup, kterým tato fáze končí (Bočková a Lajčín, 2018, s. 155).

3.1.3 Poprojektová fáze

Po ukončení projektu je důležitá projekt vyhodnotit. Vyhodnocuje se správnost odhadů nákladů, termínů, analyzují se různé dokumenty, které vznikly v průběhu projektu, hodnotí se práce celého týmu apod. Na základě vyhodnocení projektu se zpracovávají obecné návrhy na zlepšení, které mohou být využity pro budoucí projekty. Cílem poprojektové fáze je vyhnout se stejným chybám a zvyšovat kvalitu projektů (Ježková, 2013, s. 19).

3.2 Projektový tým

Projektový tým je svázán s konkrétním projektem a je dočasný, funguje pouze po dobu projektu. Ideální velikost týmu je 5 až 9 členů. To ale neznamená, že na projektu nemůže pracovat více nebo méně osob. Nevýhodou 10 a více členů týmu je fakt, že se snižuje pružnost vzájemné komunikace (Kubík a Strejček, 2015, s. 164).

3.3 Riziková analýza projektu

Důležitým krokem ke snižování rizik projektu je analýza rizik. Ta je vnímána jako proces definování rizik, pravděpodobnosti jejich nastání a stanovení jejich závažnosti. Pro analýzu projektových rizik se nejčastěji používá metoda RIPRAN (Smejkal a Rais, 2003, s. 69).

3.3.1 RIPRAN

Metoda RIPRAN (RIsk PRojekt ANalysis) je jednoduchá metoda pro analýzu projektových rizik. Skládá se z jednotlivých fází, a to z identifikace rizika, kvantifikace rizika, odpovědnosti a hodnocení rizika. Tato metoda využívá procesní a systémový přístup k analýze rizik a respektuje mezinárodní normy ISO, které doporučují, jak nejkvalitněji provést analýzu rizik projektu (Bočková a Lajčín, 2018, s. 12).

Mezi výhody metody RIPRAN dle Lacka (2017, s. 89) patří například existence opatření vedoucí ke snížení rizika, efektivní komunikace v projektovém týmu díky sjednocené terminologii, úspora času při tvorbě projektové analýzy rizik a zvýšení pravděpodobnosti úspěšného dokončení projektu.

3.4 Finanční řízení projektu

Jde o proces správy majetku a řízení finančních toků v souladu s rozpočtovými pravidly. Cílem je zajištění veškerých služeb, které jsou spojeny s využitím finančních a materiálních prostředků a zdrojů pro projekt (Šobánová, 2010, s. 61).

4 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

Teoretická část diplomové práce je rozdělena do tří hlavních kapitol, které jsou dále rozčleněny do jednotlivých podbodů. Všechny kapitoly jsou stejně významné a navazuje na ně praktická část.

První kapitola se zaměřuje na průmyslové inženýrství, kde jednotliví autoři uvádí jeho definici a vysvětlují kdo je to průmyslový inženýr a jaké má role. Obecně se průmyslové inženýrství zaměřuje prioritně na zvyšování produktivity, a to ve výrobních i nevýrobních oblastech. Dále se první kapitola zaměřuje na štíhlý podnik, který se skládá ze štíhlé výroby, logistiky, administrativy a štíhlého vývoje. Hlavním cílem štíhlého podniku je ve všech jednotlivých procesech odstranit plýtvání a zvýšit efektivitu. Díky tomu je společnost lépe schopna uspokojit zákazníka než konkurence. Na závěr této kapitoly autoři rozebírají 8 druhů plýtvání, které se snaží průmysloví inženýři eliminovat.

Druhá kapitola je soustředěna na metody průmyslového inženýrství. Cílem této kapitoly není zkoumat všechny metody, ale pouze ty metody, které se vztahují k praktické části. Je jimi analýza a měření práce. Analýza práce je důležitá k identifikaci neproduktivních činností. Po odstranění neproduktivních činností následuje měření práce, jejímž cílem je určit co nejpřesněji normu spotřeby času. Autoři dále měření práce rozdělují na přímé a nepřímé. Do přímého měření je zahrnuta chronometráž a snímek pracovního dne a do nepřímého měření systému předem určených časů, konkrétně metoda MOST. Dále se druhá kapitola zaměřuje na balancování výroby, jehož cílem je rovnoměrně rozdělit činnost mezi jednotlivé operátory. Optimální počet operátorů na pracovišti se vypočítá jako suma času všech manuálních činností děleno taktem. Takt zahrnuje požadavek zákazníka, dostupný pracovní čas i celkovou efektivitu zařízení neboli OEE. Tento ukazatel se vypočítá jako součin výkonu, kvality a dostupnosti. Dále se kapitola zaměřuje na layout pracoviště neboli prostorové uspořádání pracoviště, na principy řízení výroby (KANBAN a JIT) a ostatní vybrané metody jako například jidoka, poka-yoke nebo metoda 5S.

Poslední kapitola se zaměřuje na projektové řízení. Autoři definují projekt a jeho charakteristiky. Každý projekt má svůj jedinečný životní cyklus, který se skládá ze tří fází: předprojektová fáze, projektová fáze a post-projektová fáze. Každá fáze je pro úspěšné dokončení projektu velmi důležitá. Na začátku je důležité prozkoumat příležitosti a posoudit, zda je projekt proveditelný a stanovit si hlavní, popřípadě i vedlejší cíle projektu. Provádí se časová, finanční a riziková analýza. K analýze rizik se nejčastěji využívá metoda RIPRAN,

mezi její výhody patří zlepšení komunikace v týmu, zvýšení pravděpodobnosti úspěchu projektu, zkrácená doba pro tvorbu analýzy rizik a například existence opatření vedoucí ke snížení rizika. Po ukončení projektu je nejdůležitější částí projekt vyhodnotit. Na základě vyhodnocení se zpracovávají návrhy na zlepšení pro budoucí projekty. Veškeré tyto činnosti má na starost stanovený projektový tým, který je dočasný a většinou zaniká při dokončení projektu.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 PŘEDSTAVENÍ PROJEKTU

Projekt je zaměřen na rozbalancování pracoviště, které má prvky štíhlé výroby. Projekt byl zadán z důvodu rostoucího požadavku zákazníka na výrobu produktu PSCM MSG. Zákazník požaduje pro následující rok větší objem výroby, a to až o 30 %. Pracoviště bylo původně sestaveno pro menší požadavek a za jeho současného stavu by se produkt nestíhal vyrobit. Je tedy nutné reagovat na poptávku a pracoviště znovu rozbalancovat a navrhnout jeho budoucí stav tak, aby byly zachovány prvky štíhlé výroby a nedocházelo ke zbytečným nákladům. V rámci projektu bude analyzován současný stav pracoviště, které bude následně znovu rozbalancováno a na základě toho navrženo nové řešení výrobního scénáře.

5.1 Název projektu

Návrh rozbalancování pracoviště s prvky štíhlé výroby ve společnosti Vitesco Technologies Czech Republic s. r. o.

5.2 Cíle projektu

Cílem projektu je rozbalancovat pracoviště pro větší objem výroby produktu o 30 %.

Definování cíle projektu pomocí metody SMART:

- **Specifický** → Rozbalancování pracoviště pro větší objem výroby produktu.
- **Měřitelný** → Zvýšení výroby produktu PSCM MSG o 30 %.
- **Akceptovatelný** → Dosažení cíle a dokončení projektu pomocí spolupráce týmu.
- **Reálný** → Projekt je zadán a podporován společností.
- **Termínovaný** → Realizace projektu v termínu 1. 10. 2019 – 31. 5. 2020.

Dílčí cíle projektu:

- Zkrácení průběžné doby výroby.
- Návrh nového layoutu pracoviště.

5.3 Projektový tým

- Bc. Lucie Radostová – autorka diplomové práce
- Production team manager
- Manažer výroby

5.4 Časová analýza

V příloze P III je zobrazen časový harmonogram projektu, který mapuje jeho předpokládaný průběh. Jednotlivé činnosti projektu jsou uvedeny v síťovém grafu, kde je přesně uvedeno, jak dlouho trvají, jestli se překrývají a jak na sebe navazují. Prvotní navázání spolupráce se společností proběhlo začátkem října 2019. Následně došlo k seznámení se s výrobou společnosti, výběru vhodné výrobní buňky a stanovení tématu projektu. Začátkem listopadu se stanovil projektový tým a začal se projekt plánovat. Skoro na celý listopad je naplánované seznámení se s pracovištěm, a to z toho důvodu, protože je nutné se s pracovištěm dobře seznámit a co nejlépe ho poznat, aby v dalších krocích nevznikaly nějaké nesrovnalosti. Po seznámení se s pracovištěm následuje analýza pracoviště, která se skládá z analýzy výrobních dávek a výrobní buňky, celý tento proces se rozprostírá od začátku prosince do půlky ledna. Následuje měření práce pomocí chronometráže a revize MOSTu. Pro správné rozbalancování pracoviště je nutné, aby hodnoty byly aktuální. Na základě naměřených hodnot se vypočítá zákaznický a výrobní takt a určí se optimální počet operátorů pro větší objem výroby. Nejdelší stanovená doba je určena pro stanovení návrhu výrobních scénářů. Je situována od začátku dubna do prvního týdne v květnu, tedy celkem 6 týdnů. Je to z toho důvodu, aby byl dostatek prostoru na nové nápady, vyhodnocení předešlých kroků a dosažení hlavního cíle projektu. Na závěr následuje finanční zhodnocení projektu a vyhodnocení jeho přínosů. Ukončení projektu je situováno na konec května roku 2020. Celková naplánovaná doba projektu je 8 měsíců.

5.5 Riziková analýza

Riziková analýza projektu je provedena pomocí metody RIPRAN, která je umístěna v příloze P IV. Zahrnuje 9 možných rizik (hrozeb), jejich scénáře, výskyt pravděpodobnosti, výslednou hodnotu rizika a návrhy na opatření vedoucí k odstranění rizika.

Největší pravděpodobnost rizika, a to 75 %, vyšla u nespolupráce zaměstnanců. Za riziko je považováno to, že se zaměstnanci nemusí chtít podílet na projektu. Tím pádem může dojít s nimi k obtížné komunikaci a ve výsledku nemusí dodržovat nově zavedené standardy. Jako opatření byla stanovená motivace zaměstnanců zahrnující vysvětlení výhod projektu a uvedení praktických příkladů. Dále aby se tomuto riziku zabránilo je důležitý přistupovat k zaměstnancům přátelsky a brát v potaz jejich připomínky.

Za druhé největší riziko s pravděpodobností 70 % se považuje nedodržení časového harmonogramu. Tedy, že se jednotlivé činnosti uvedené v harmonogramu nemusí stihnout v naplánovaném čase a tím dojde ke zpoždění realizace projektu. Konkrétně navržení nových výrobních scénářů, které jsou považovány za časově nejnáročnější. Opatřením tohoto rizika je vytvoření časových rezerv v harmonogramu.

Nejmenší pravděpodobnost výskytu rizika je fakt, že se ztratí naměřená data a společnost nebude ochotná spolupracovat. Zbýlá rizika mají střední hodnotu a patří sem například chybovost sběru dat, chybná analýza dat, neznalost dané problematiky, nenaplnění projektových cílů a fakt, že změny nebudou společností aplikovány.

5.6 Nákladová analýza

Náklady související s rozbalancováním pracoviště pro větší objem výroby jsou spojeny primárně s výběrovým řízením a mzdovými náklady, které zahrnují i odvody na sociální a zdravotní pojištění. V rámci návrhu byly vytvořeny dva výrobní scénáře, na základě kterých bylo doporučeno přijmout jednoho nebo dva nové pracovníky. Průměrná mzda výrobního operátora ve společnosti je 22 300 Kč / měsíc. Dále je nutné do nákladů zahrnout výběrové řízení, které společnost zprostředkovává pomocí personální agentury.

S investičními náklady, které souvisejí s pořízením nových zařízení, se v tomto projektu nepočítá. A to z toho důvodu, že stanovený požadavek na zvýšení objemu produkce je uveden na následující 3 roky, po té požadavek na objem produkce od zákazníka klesá. Investice do zařízení by se tedy nevyplatila.

Další náklady souvisejí s návrhy na zlepšení. Konkrétně jde o pořízení pásového dopravníku, jehož pořizovací cena je odhadována do 20 000 Kč. Dále je navrženo pořídit dvě pružinky do ručního lisu, jejich pořizovací cena je odhadnuta do 200 Kč.

V rámci návrhu bylo dále doporučeno, upravit blistry o „lopatku“, která by měla být z tvrdšího plastu a vyplněna molitanem, který má sloužit jako ochrana proti poškrábání ventilů. Vzhledem k tomu, že společnost blistry nevyrábí, ale objednáva je od dodavatele, tak lze za náklady považovat rozdíl původní ceny a nové pořizovací ceny blistrů s ventily. Tyto ceny by se neměly nijak výrazně lišit. Odhadované náklady na výrobu plastové lopatky, která má být vyplněna molitanem je přibližně 8 Kč / ks. Úprava výplně blistrů pro navrhované „lopatky“ pak přibližně 5 Kč / ks.

Vyčíslení nákladů jednotlivých výrobních scénářů je uvedeno v kapitole 10.1 a 10.2.

6 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Společnost Vitesco Technologies Czech Republic s. r. o. spadá pod nadnárodní koncern Continental Corporation. Ten se dělí do několika oblastí, které společně vytváří společnost celosvětově úspěšnou.

6.1 Historie koncernu

Společnost Continental vznikla v roce 1871 v Hannoveru. První výrobky byly vyráběné z měkké pryže a pogumované textilie. Vyráběly se hlavně celopryžové obruče pro povozy a tlumiče podkov. Na základě toho společnost přijala ochrannou známku skákajícího koně, který je vyobrazen i ve znaku společnosti.

V roce 1892 se začala společnost orientovat na výrobu pneumatik pro jízdní kola a vozy.

V roce 1921 uvedla společnost jako první na trh celopryžové pneumatiky vyztužené ocelovým kordem. Začala tedy vyrábět první obří pneumatiky, které nahradily

pevné pneumatiky využívané dosud na komerčních vozidlech. Postupem času se společnost stávala průkopníkem ve svém oboru. V roce 1943 si společnost nechala patentovat bezdušové pneumatiky a později i zimní pneumatiky pro nákladní vozidla.

Významným rokem byl i rok 1979, kdy společnost převzala evropskou výrobu pneumatik od společnosti Uniroyal. Dále převzala i výrobu od rakouské společnosti Semperit, severoamerické společnosti General Tire a poté i výrobu pneumatik společnosti Matador. Tím došlo k upevnění významné pozice na trhu.

Přibližně od roku 1995 se začala společnost věnovat i oblastem automobilového průmyslu a zřídila divizi Automotive Systems. Roku 2001 společnost posiluje své aktivity v oblasti automobilového průmyslu pomocí akvizice společnosti Temic. V roce 2006 společnost získává divizi automobilové elektroniky americké společnosti Motorola a rozšiřuje své aktivity v oblasti telematiky. Poté získává společnost Siemens Automotive a stává se jedním z pěti největších dodavatelů automobilového průmyslu na celém světě.

V roce 2020 vzniká nový název pro výrobní závody skupiny Automotive Group, a to Vitesco Technologies. Tento název odkazuje na vedoucí pozici v oblasti technologií pro čis-



Obrázek 7: Continental – logo

(Zdroj: interní materiály)

tou dopravu. Největší fabrika na světě společnosti Vitesco Technologies je umístěna ve Frenštátě pod Radhoštěm.

6.2 Organizační struktura

Continental Corporation lze rozdělit do pěti divizí, které spadají do dvou oblastí. První oblastí je **Automotive group**. Tato oblast se zabývá automobilovými komponenty jako například senzory zlepšující bezpečnost vozu, brzdové systémy nebo přístrojové desky. Druhou oblastí je **Rubber group**, která se zaměřuje hlavně na výrobu pneumatik. Spadá sem ale také tzv. ContiTech divize, která se zabývá vzduchovým odpružením vozidel.

Aby se tyto dvě výrobní oblasti oddělily, vznikl nový název pro Automotive group a to Vitesco Technologies. Pod tuto společnost spadají tedy první tři divize, a to podvozky a bezpečnost, powertrain a interiér. Oblast Rubber group dále nese název Continental.

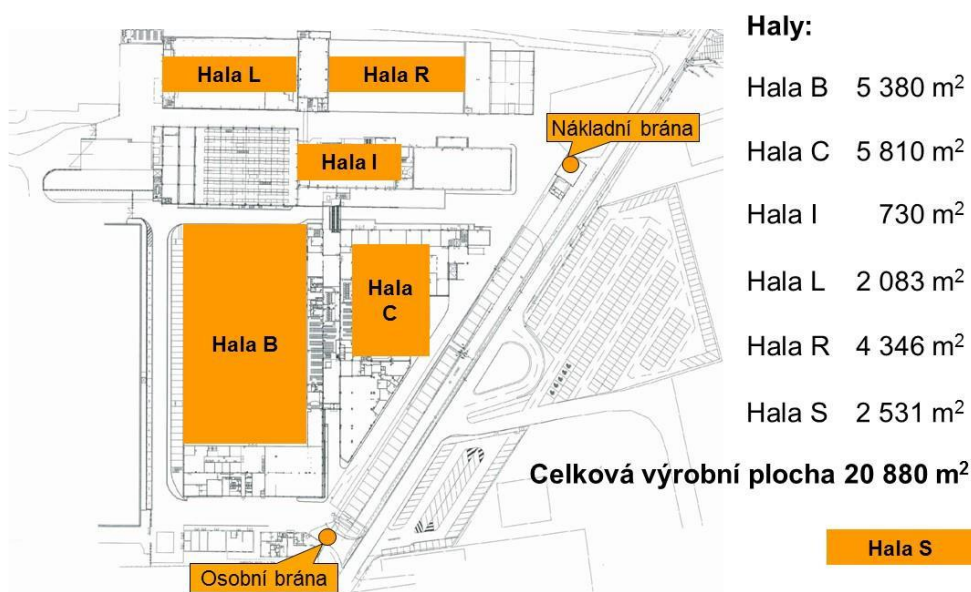
Automotive Group			Rubber Group	
Podvozky a bezpečnost	Powertrain	Interiér	Pneumatiky	ContiTech
Elektronické brzdové systémy	Motorové systémy	Přístrojové desky HMI	PLT, Original Equipment	Air Spring systémy
Hydraulické brzdové systémy	Převodovky	Infotainment a připojení	PLT, Repl. Business, EMEA	Benecke-Kaliko Group
Pasivní bezpečnost a sensorika	Hybridní elektrické vozidla	Bezpečnostní prvky	PLT, Repl. Business, The Americas	Conveyor Belt Group
Pasivní bezpečnost a pokročilé systémy pro podporu řízení (PSAD)	Senzory	Interiér běžných dopravních prostředků a aftermarket	PLT, Repl. Business, Asia Pacific	Elastomerní nátěry
Komponenty podvozku	Přívody paliva		Pneumatiky pro běžná vozidla	Kapalinové technologie
			Dvoukolové pneumatiky	Power Transmission Group
				Vibrační kontroly
				Ostatní

Obrázek 8: Organizační struktura (Zdroj: Interní materiály)

6.3 Vitesco Technologies – Frenštát pod Radhoštěm

Společnost Vitesco Technologies Czech Republic s. r. o. se řadí mezi 5 největších dodavatelů pro automobilový průmysl na celém světě. Společnost zaměstnává více než 3 000 zaměstnanců a ročně se zde vyrobí přes 68 milionů výrobků. Celková rozloha společnosti je 44 256 m², z toho skoro polovinu rozlohy zabírá výrobní část, zbylou část zaujímají prostory, které jsou vyhrazené pro technickohospodářské zázemí a sklady společnosti.

Jak lze vidět na obrázku 9, společnost vlastní 6 výrobních hal, jejichž celková výrobní plocha je 20 880 m². Vzhledem k tomu, že společnost závod získala koupí části společnosti Siemens, musela se tomuto areálu přizpůsobit. V hlavním komplexu se nachází 5 výrobních hal, kdy každá hala je rozdělena na jednotlivá podlaží. Hala S není součástí hlavního komplexu a nachází se několik set metrů od areálu. Je tomu tak proto, že již není možné v rámci areálu dalšího rozšíření výrobních prostor. Společnost řeší problém nedostatku prostor tím, že kupuje haly v přilehlém okolí.



Obrázek 9: Layout závodu Vitesco Technologies (Zdroj: Interní materiály)

Závod ve Frenštátě se zabývá hlavně výrobou ovládacích prvků automobilů, vzduchem plněných modulů automobilových sedaček, motorovými systémy a senzory. Mezi tři významné zákazníky patří světově známé automobilky jako Ford, Daimler nebo Volkswagen. Dalšími zákazníky jsou například Volvo, Audi, Renault nebo Škoda.

Na obrázku 10 lze vidět logo společnosti. Název „Vitesco“ pochází z latinského slova „vita“ (latinsky život) a vyjadřuje flexibilitu a rychlost. Pojem „Technologies“ zdůrazňuje fakt, že je společnost poskytovatelem inovativních a průkopnických technologií, systémů a služeb pro trvale udržitelnou dopravu.



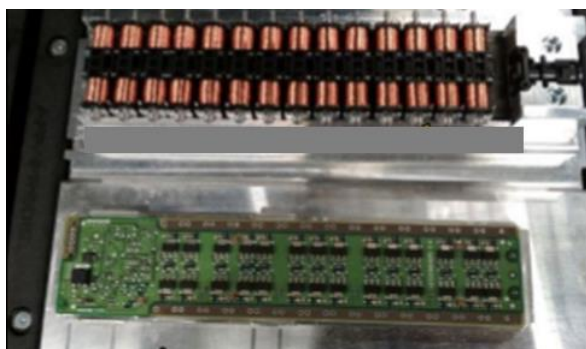
Obrázek 10: Vitesco Technologies – logo (Zdroj: Interní materiály)

7 POPIS PRODUKTU

Produkt PSCM MSG představuje řídicí jednotku, která ovládá pneumatický systém úpravy nastavení sedadel. Jedná se o tzv. pneumatická sedadla, soustava nafukovacích vaků, která se nachází v opěradle sedadla. Tyto vaky se přizpůsobují tvaru sedačky řidiče podle jízdní situace. Buď se jednotlivé vaky přifukují, aby například lépe podepřely cestující v zatáčce, anebo se stlačený vzduch vyfoukne. Kromě toho má produkt i masážní funkci, má 14 masážních zón, které mohou být i vyhříváné a simulují tak lávové kameny.

Společnost tento produkt vyrábí pro celou řadu prémiových vozů, jako jsou například Mercedes-Benz, Audi nebo britský výrobce luxusních vozů Bentley.

Současný vývoj tohoto produktu se ubírá několika směry. Tím jedním je snaha snížit cenu a umožnit tak jeho implementaci i do nižší cenové kategorie vozů. Dalším směrem je snaha o rozšíření počtu funkcí systému. Je také kladen důraz na bezpečnost a cílem je vytvořit takové sedadlo, které v případě nehody či nárazu obejmě cestujícího jako airbag.



Obrázek 12: Produkt PSCM MSG
(Zdroj: Interní materiály)



Obrázek 11: Umístění produktu
(Zdroj: Interní materiály)

7.1 Pracovní postup

Pracovní postup se celkem skládá z 8 částí: předmontáž, ruční osazování, selektivní pájení, automatická optická inspekce, ICT test, montáž krabičky, finální kontrola a balení. Nejprve se tedy lože osadí 14 elektromagnetickými ventily a následně dojde k profouknutí konektoru ionizovaným vzduchem, který odstraní nečistoty, potom proběhne kontrola a rozřídí se OK a NOK kusy. Dále dochází k pájení a opět se produkt testuje, zda byl dobře zapájen. Na OK kusy je nahráný program a jsou zalisovány do krabičky, které jsou polepeny etiketou a jdou na finální kontrolu. Tu provádí CHOBOT a testuje celkovou funkčnost produktu. Pokud se během pracovního postupu narazí na NOK kusy, tak se zjišťují jeho nedostatky a následně je uložen do označeného boxu pro NOK kusy.

8 SOUČASNÝ STAV

8.1 Rozbalancování pracoviště

Pracoviště výrobní buňky, která se zabývá výrobou produktu PSCM MSG, se skládá z 8 operací – předmontáž, ruční osazování, selektivní pájení, AOI, ICT, montáž krabičky, konečná zkouška a balení. Na pracovišti pracují 2 operátoři. V tabulce níže jsou uvedeny jednotlivé operace, ze kterých vychází MOST, časy jsou uvedeny v sekundách. Pokud je čas uveden v závorce, jedná se o procesní čas stroje, během kterého v překrytém čase probíhají manuální činnosti. Tyto procesní časy byly přeměřeny a aktualizovány.

8.1.1 Předmontáž

Tabulka 2: Předmontáž – MOST

ZN	Operace	Čas (s)	Operátor
PM	Uchopit ventil z blistru a umístit do lože zařízení (1 výrobek/10 ks).	18	1
PM	Uchopit vzduchový konektor.	0,72	1
PM	Držený konektor umístit na ionizér.	1,44	1
PM	Konektor zatlačit, čekání na rozsvícení kontrolky (1,2 sekundy).	1,2	1
PM	Na drženém vzduchovém konektoru zkontrolovat přítomnost O-kroužku.	0,72	1
PM	Uchopit přípravek pro úpravu O-kroužku, držet a odložit.	0,14	1
PM	Drženým přípravkem poopravit O-kroužek ve vzduchovém konektoru.	0,14	1
PM	Držený vzduchový konektor umístit do lože zařízení (1 výrobek/1 ks).	1,44	1
PM	Potvrdit dotykový spínač.	0,72	1
PM	Profuk (ověřeno stopkami 10. 3. 2020).	<23,84>	1
PM	Opakovaný test těsnosti, lisování (ověřeno stopkami 10. 3. 2020).	<1,68>	1
PM	Návrat 5 kroků od ICT k předmontáži a uchopit DPS z přepravky.	3,96	1
PM	Drženou DPS umístit do lože zařízení.	1,44	1
PM	Uchopit ventil z blistru a umístit do lože zařízení (1 výrobek/4 ks).	7,2	1
PM	Potvrdit dotykový spínač.	0,72	1
PM	Uchopit prázdný blistr z přepravky v horním skluzu a odložit, 2 kroky tam a zpět.	0,9	1
PM	Uchopit prázdné blistry od ventilů, jít 6 kroků a umístit do prázdné přepravky (5 ks).	0,31	1
PM	Uchopit blistry s ventily, jít 6 kroků zpět k předmontáži a umístit do horního skluzu (5 ks).	0,31	1
PM	Uchopit velké víko a odložit (1x).	0,05	1
PM	Uchopit malé víko a odložit (2x).	0,11	1
PM	Uchopit malé víko a umístit zpět do prázdné přepravky (2x).	0,11	1
PM	Uchopit velké víko a umístit zpět na prázdnou přepravku (1x).	0,05	1
PM	Uchopit prázdný blistr z přepravky od DPS a odložit do spodního skluzu.	0,3	1
PM	Uchopit prázdnou přepravku od DPS a odložit do spodního skluzu.	0,06	1
PM	Uchopit přepravku s DPS v horním skluzu a přitáhnout k sobě.	0,03	1
PM	Vyjmout PIL z přepravky a odhodit do koše.	0,02	1

PM	Vadný kus potvrdit stisknutím červeného tlačítka.	0,01	1
----	---	------	---

(Zdroj: Vlastní zpracování, interní materiály)

První operací je předmontáž, skládá se z nejvíce mezioperací a z hlediska manuálních časů je časově nejnáročnější. Tato operace je považována za úzké místo pracoviště. **Celkový součet manuálních časů je 40,1 sekund.**

8.1.2 Ruční osazování

Tabulka 3: Ruční osazování – MOST

ZN	Operace	Čas (s)	Operátor
RO	Odebrat hotový zašroubovaný kus ze zařízení předmontáže a držet.	0,72	1
RO	S držným kusem jít 2 kroky k pájecí vlně a kus umístit do pájecí masky.	2,16	1
RO	Uchopit konektor z blistru a umístit na DPS(1 výrobek/1 ks).	1,8	1
RO	Získat pájecí masku s osazenými kusy a zasunout do zařízení (1 maska/4 DPS).	0,45	1
RO	Selektivní pájení (ověřeno stopkami 10. 3. 2020).	<14,97>	1
RO	Uchopit prázdný blistr z držáku a odložit.	0,01	1
RO	Uchopit blistr s konektory z přepravky v horním skluzu a umístit na držák.	0,02	1
RO	Uchopit prázdnou přepravku v horním skluzu a odložit.	0	1
RO	Uchopit přepravku s konektory v horním skluzu a přitáhnout k sobě.	0	1
RO	Vyjmout zapájenou DPS (2 DPS).	0,72	1

(Zdroj: Vlastní zpracování, interní materiály)

Cílem ručního osazování je připravit kus k pájení, do stroje se vkládají současně 2 kusy. Tuto operaci provádí první operátor a není nijak výrazně časově náročná. **Celková suma manuálních časů je 5,88 sekund.**

8.1.3 Selektivní pájení

Tabulka 4: Selektivní pájení – MOST

ZN	Operace	Čas (s)	Operátor
SP	Selektivní pájení (ověřeno stopkami 10. 3. 2020)	<14,97>	1

(Zdroj: Vlastní zpracování, interní materiály)

Operace selektivní pájení je vykonávána strojem, strojní čas je přibližně 15 sekund. První operátor do tohoto stroje založí kus (manipulace je součástí operace ruční osazování) a jde pokračovat na předmontáž. Poté co je kus hotový, vyjede a odebere ho druhý operátor. Během tohoto času oba operátoři pracují,

8.1.4 AOI

Tabulka 5: AOI – MOST

ZN	Operace	Čas (s)	Operátor
AOI	Jít 2 kroky k zařizení AOI a obě DPS před AOI odložit.	0,9	2
AOI	Vyjmout kus po AOI a držet.	0,72	2
AOI	Zkontrolovat chybu na monitoru, zkontrolovat chybu na DPS.	0,29	2
AOI	Potvrdit chybu na dotykovém monitoru.	0,14	2
AOI	Uchopit odložený kus před AOI a umístit do lože zařizení.	2,16	2
AOI	Stisknout tlačítko pro rozjetí lože (1x/2 ks).	0,54	2
AOI	AOI SAKI (ověřeno stopkami 10. 3. 2020).	<12,01>	2
AOI	Každý druhý zkontrolovaný kus po AOI odložit a znovu uchopit.	0,72	2
AOI	Získat červenou šipku, odlepit z papíru a umístit na vadnou DPS.	0,06	2
AOI	S drženým vadným kusem jít 10 kroků k přepravce Q-STOPu a 10 kroků návrat.	0,23	2

(Zdroj: Vlastní zpracování, interní materiály)

AOI (Automatic Optical Inspection), automatická optická kontrola, jde o přístroj, ve kterém probíhá kontrola kusů po operaci selektivní pájení. Touto operací začíná druhý operátor. Tato operace není nijak výrazně časově náročná i přesto, že samotný přístroj pracuje přibližně 12 sekund. Tento čas je překrytý a operátor na stroj nečeká, ale vykonává další manuální činnost. **Celkový součet manuálních časů na operaci AOI je 5,76 sekund.**

8.1.5 ICT

Tabulka 6: ICT - MOST

ZN	Operace	Čas (s)	Operátor
ICT	S drženým kusem po AOI jít 2 kroky k ICT (1x/4 ks).	0,27	2
ICT	S drženým kusem po AOI jít 3 kroky k ICT (1x/4 ks).	0,54	2
ICT	Držený kus vložit do lože adaptéru ICT.	1,44	2
ICT	Získat držák víka adaptéru a uzavřít.	1,08	2
ICT	Funkční test výrobku (ověřeno stopkami 10. 3. 2020).	<22,72>	2
ICT	Opakované přísátí v průběhu testu (ověřeno stopkami 10. 3. 2020).	<0,45>	2
ICT	Návrat 5 kroků od OB k ICT.	0,9	2
ICT	Návrat 3 kroky od skluzu před FT k ICT.	1,08	2
ICT	Návrat 2 kroky od skluzu před FT k ICT.	0,54	2
ICT	Vyjmout kus po testu a držet.	0,72	2
ICT	Po testu vadného kusu stisknout červené tlačítko "ŠPATNÝ KUS".	0,02	2
ICT	Doba vytištění chybové etikety (4,5 sekundy).	0,07	2
ICT	Získat vytištěnou chybovou etiketu a nalepit na držený vadný kus.	0,04	2
ICT	S drženým vadným kusem jít 10 kroků k přepravce Q-STOPu a 10 kroků návrat.	0,23	2

(Zdroj: Vlastní zpracování, interní materiály)

Hlavním cílem operace ICT (Information and Communication Technologies) je provést funkční test výrobku pomocí stroje. Z hlediska manuálních časů tato operace není časově náročná. Druhý operátor pouze převezme z předchozí operace výrobek a vloží ho do tohoto stroje. **Celková suma manuálních časů je 6,93 sekund.**

8.1.6 Montáž krabičky

Tabulka 7: Montáž krabičky – MOST

ZN	Operace	Čas (s)	Operátor
MK	S kusem po testu jít 2 kroky k lisu.	0,54	2
MK	S kusem po testu jít 3 kroky k lisu.	1,08	2
MK	Uchopit pouzdro (spojený horní, spodní díl).	0,72	2
MK	Držené pouzdro umístit do lože lisu.	1,44	2
MK	Drženou DPS umístit do spodního dílu pouzdra v loži lisu.	1,44	2
MK	Získat páku lože lisu a horní díl pouzdra zalisovat do spodního dílu pouzdra na DPS.	1,8	2
MK	Drženou páku vrátit zpět do původní polohy.	0,36	2
MK	Vyjmout zalisovaný kus z lože lisu a držet.	0,72	2
MK	Na drženém kuse zkontrolovat správné zalisování.	2,52	2
MK	Získat přístrojovou etiketku a nalepit na držený kus.	2,16	2
MK	Uchopit prázdnou přepravku v horním skluzu a odložit (spojený SD, HD pouzdra 1x).	0,09	2
MK	Uchopit přepravku v horním skluzu a při-táhnout k sobě (spojený SD, HD pouzdra 1x).	0,05	2

(Zdroj: Vlastní zpracování, interní materiály)

Operace montáž krabičky je z hlediska manuálních časů druhou časově nejnáročnější. **Celková suma manuálních časů je 12,92 sekund.**

8.1.7 Konečná zkouška

Tabulka 8: Konečná zkouška – MOST

ZN	Operace	Čas (s)	Operátor
KZ	S drženým kusem jít 1 krok ke skluzu k FT a kus před testem odložit do skluzu.	2,16	2
KZ	COBOT, uchopení kusu ze skluzu a založení do FT (ověřeno stopkami 10. 3. 2020).	<14,41>	2
KZ	Konečná zkouška (ověřeno stopkami 10. 3. 2020).	<72,48>	2
KZ	Opakované přísátí v průběhu testu (ověřeno stopkami 10. 3. 2020).	<5,8>	2
KZ	COBOT, vyjmutí kusu z FT a odložení do skluzu (ověřeno stopkami 10. 3. 2020).	<12,01>	2
KZ	Jít 2 kroky od skluzu s kusy před FT ke skluzu s kusy po FT (1x/4 ks).	0,27	2
KZ	Návrat 2 kroky od OB a uchopit kus po testu ze skluzu.	1,44	2

(Zdroj: Vlastní zpracování, interní materiály)

Konečná zkouška je prováděna pomocí COBOTU neboli kolaborativního robotu. Principem tohoto robotu je zásah lidského faktoru do jeho fungování. V tomto případě jde o to, že operátor odloží výrobek do skluzu, COBOT následně tento výrobek vezme a dá ho do volného testovacího přístroje. Po otestování COBOT výrobek vyjme a dá ho do skluzu určenému pro otestované výrobky. Operátor následně kus odebere a přechází s ním na další operaci. Vzhledem k tomu, že převážně veškerou práci odvede COBOT, je tato operace z hlediska manuálního času nejméně časově náročná. **Celková suma manuálních časů na konečné zkoušce je 3,87 sekund.**

8.1.8 Balení

Tabulka 9: Balení – MOST

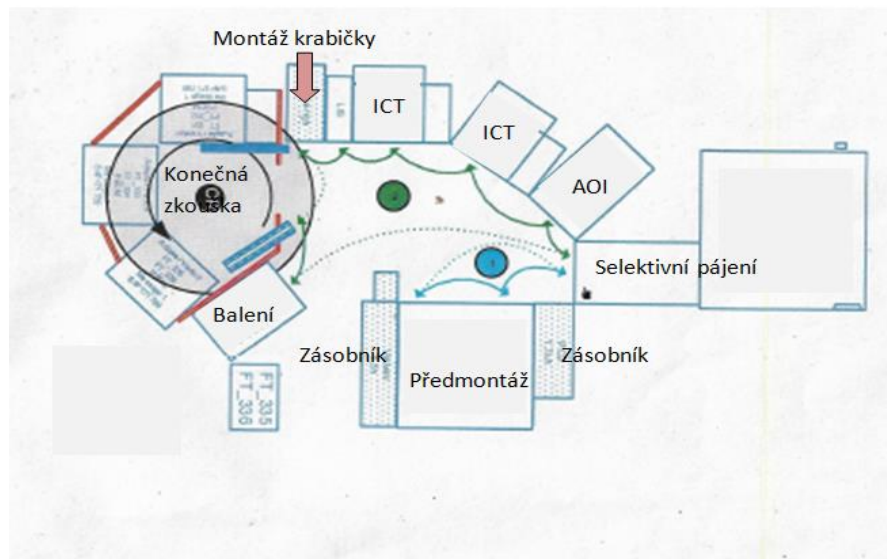
ZN	Operace	Čas (s)	Operátor
BAL	Jít 2 kroky k OB a prst levé ruky umístit do prostoru dotykového čidla.	1,44	2
BAL	Držený kus umístit do lože OB.	1,44	2
BAL	Načtení DMX kódu (ověřeno stopkami 28. 06. 2019).	3	2
BAL	Přečtení hlášky "VLOŽTE KUS" z displeje optické brány.	0,72	2
BAL	Držený kus umístit do přepravky do blistru.	1,44	2
BAL	Přečtení hlášky "VLOŽTE PROKLAD" z displeje optické brány.	0,09	2
BAL	Uchopit blistr a umístit do přepravky.	0,27	2
BAL	Přečtení hlášky "POTVRDTE PROKLAD" z displeje optické brány.	0,09	2
BAL	Potvrdit tlačítko "ENTER".	0,14	2
BAL	Uchopit bublinkovou fólii a umístit do přepravky na hotové kusy.	0,04	2
BAL	Přečtení hlášky "VYMĚŇTE BEDNU" z displeje optické brány.	0,02	2
BAL	Uchopit přepravku s hotovými kusy z rámu optické brány a umístit do horního skluzu.	0,05	2
BAL	Drženou přepravku posunout v horním skluzu směrem od sebe.	0,03	2
BAL	Uchopit prázdnou přepravku z horního skluzu a umístit do rámu optické brány.	0,05	2
BAL	Přečtení hlášky "POTVRDTE BEDNU" z displeje optické brány.	0,02	2
BAL	Potvrdit tlačítko "ENTER".	0,03	2
BAL	Získat balicí etiketu s označením MLFB a umístit na přepravku.	0,05	2
BAL	Získat lepicí pásku, odtrhnout a nalepit na etiketu na přepravce.	0,07	2
BAL	Přejet rukou přes lepicí pásku na etiketě (do 5 cm).	0,02	2
BAL	Uchopit odváděcí papír a položit do přepravky na hotové kusy.	0,04	2
BAL	Po testu vadného kusu stisknout červené tlačítko, vytištění chybové etikety (2,5 s).	0,06	2
BAL	Získat chybovou etiketu a nalepit na držený vadný kus.	0,04	2
BAL	S drženým vadným kusem jít 10 kroků k přepravce Q-STOPu a 10 kroků návrat.	0,23	2

(Zdroj: Vlastní zpracování, interní materiály)

Balení je poslední operací pracoviště. I přes nepříliš vysoký součet manuálních časů se řadí k třetí časově nejnáročnější operaci. **Celková suma manuálních časů je 9,38 sekund.**

8.2 Analýza layoutu pracoviště

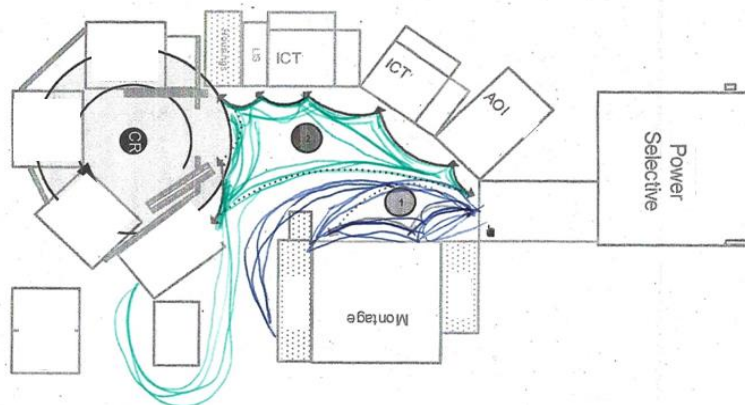
Na následujícím obrázku 13 lze vidět layout pracoviště, na kterém jsou popsány jednotlivé operace. Pracoviště je uspořádáno do tvaru U. Modrou barvou je zaznačen operátor číslo 1, který se pohybuje na prvních dvou operacích. Zeleně je zaznačen operátor číslo 2, který se pohybuje na ostatních operacích. Plnou čarou je zaznačena chůze operátora s výrobkem. Tečkovaně je zaznačena chůze operátora bez výrobku, kdy se vrací na předešlou operaci.



Obrázek 13: Layout pracoviště (Zdroj: vlastní zpracování, interní materiály)

8.3 Spaghetti diagram

Na obrázku 14 je znázorněn aktuální spaghetti diagram výrobní buňky, který znázorňuje pohyb pracovníků. Modré čáry značí pohyb pracovníka číslo 1 a zelené čáry pohyb pracovníka číslo 2, který se pohybuje po buňce výrazněji více.



Obrázek 14: Spaghetti diagram (Zdroj: vlastní zpracování, interní materiály)

8.4 Prvky štihlé výroby

Na pracovišti jsou zavedeny různé prvky štihlé výroby jako například jednokusový tok neboli one piece flow. To znamená, že výrobek se pohybuje operacemi krok za krokem a nevznikají mezi zásoby. Další metodou je metoda 5S, na které si společnost zakládá nejen na výrobních halách, ale i v kancelářích. Na pracovišti je pomocí jidoky zaveden monitoring kvality. Ta v případě abnormalit ohlásí chybu a zařízení zastaví. Aby se předešlo špatnému založení kusu do zařízení, je na operaci AOI, ICT a konečné zkoušce zaveden princip poka yoke. Na vstupu do zařízení je umístěna lože, do které přesně tvarem padne kus výrobku. Nemůže se tedy stát, že operátor založí výrobek nakřivo nebo opačně. U operací jsou zavedeny gravitační zásobníky, které mají mírný sklon a na povrchu válce, po kterých se materiál pohybuje pomocí gravitace.

8.5 Zásobování pracoviště

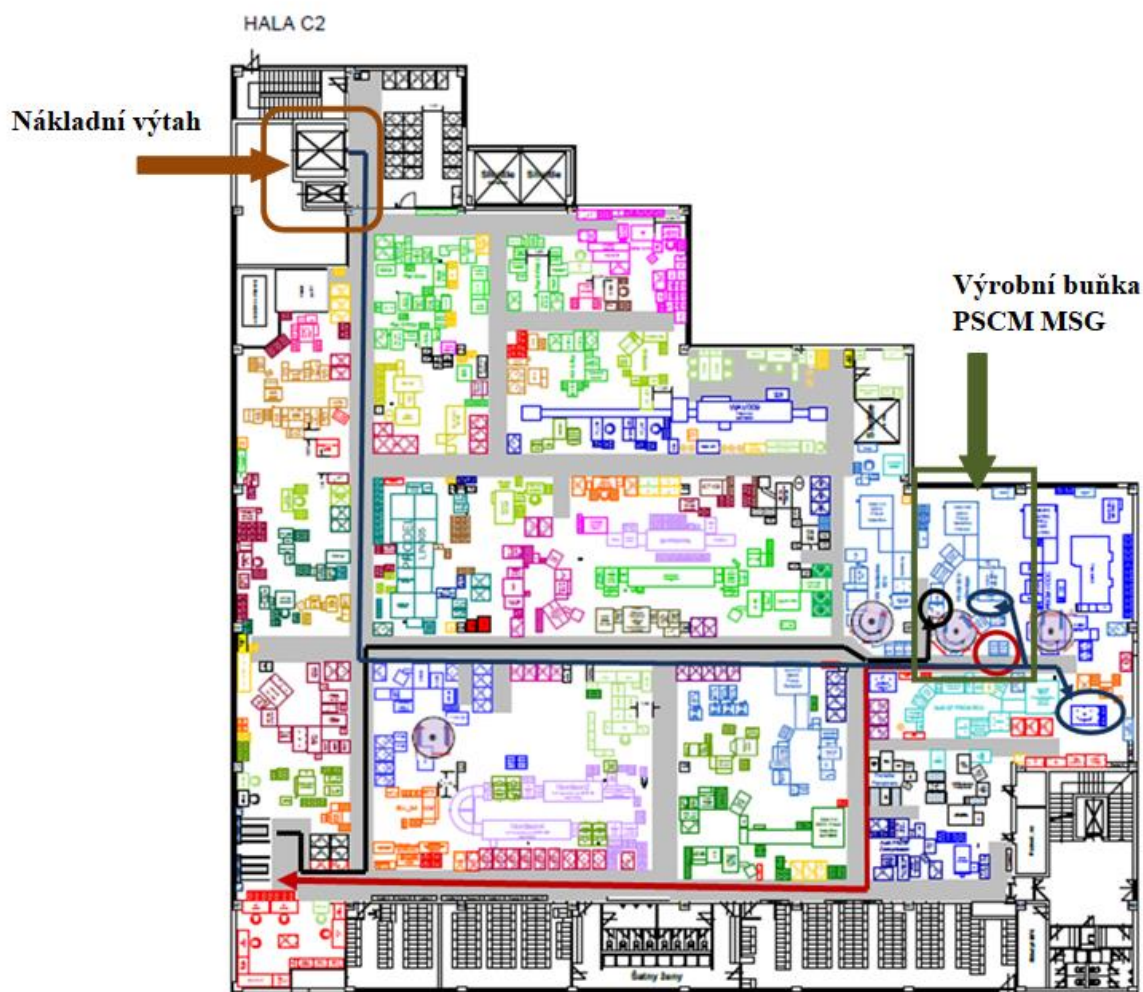
Pracoviště je zásobováno pomocí kanbanu. Společnost využívá formu, ve které je zahrnut manuální i elektronický kanban. Milkrunner manuálně sbírá karty, které následně scanuje a tím vytváří objednávku, po přijetí objednávky karty manuálně umístí do balících jednotek. Kanbanové karty jsou umístěny na sběrných místech (tzv. místech spotřeby). Při spotřebě materiálu je karta umístěna na určené místo odkud ji bere milkrunner. Kanbanový okruh je stanoven na 2 hodiny, nicméně reálný čas je přibližně 40 minut. Na obrázku 15 lze vidět ukázkou kanbanové karty.

Kartan		
č. okruhu/místo spotřeby 2 / 1		Paletový dopravník
Číslo materiálu		
Název materiálu	POJISTKOVÝ MODUL	
Velikost dávky ks:	KARTON 54x12x19	číslo / počet
540		1/1
		

Obrázek 15: Vzor kanbanové karty
(Zdroj: Interní materiály)

8.6 Materiálový tok

Na následujícím obrázku 16 lze vidět layout výrobní haly C2, v kterém je zaznačen materiálový tok výrobní buňky. Ta se nachází na východní straně haly a je zaznačena zelenou barvou. Tok materiálu je zaznačen černou barvou. Přichází z nakládací rampy od dodavatele na pracoviště. Aby bylo možné produkt zhotovit je potřeba ještě na pracoviště dopravit **desky plošných spojů, které jsou zaznačeny modrou barvou** a jsou do haly C2 dopravovány nákladním výtahem (hnědá barva) z haly B, kde jsou vyráběny. Jsou dopravovány i do vedlejší výrobní buňky pomocí systému KANBAN. **Hotové kusy jsou zaznačeny červeně** a jsou z výrobní buňky přepravovány k nakládací rampě, odkud jsou poté odvezeny k zákazníkovi. Tyto činnosti nevykonávají operátoři z výrobní buňky, ale jsou na to pověřeny osoby, které takto zásobují a odváží materiál z pracovišť celé haly.



Obrázek 16: Materiálový tok výrobní buňky (Zdroj: Vlastní zpracování, interní materiály)

8.7 SWOT analýza pracoviště

V tabulce 10 je vytvořena SWOT analýza, která hodnotí silné a slabé stránky pracoviště společně s příležitostmi a hrozbami.

Tabulka 10: SWOT analýza pracoviště

Silné stránky	Slabé stránky
Zavedené metody průmyslového inženýrství	Omezený výrobní prostor
Pozitivní přístup zlepšování procesů	Pohyb operátorů při práci
Kvalifikovaní pracovníci	Velikost strojů
Snaha uspokojit všechny požadavky zákazníka	
Příležitosti	Hrozby
Nové technologie	Fluktuace zaměstnanců
Inovace výrobků	Závislost na automobilovém průmyslu
Vzdělávací programy pro zaměstnance	Finanční krize
Vznik nových automobilek	Nová konkurence

(Zdroj: Vlastní zpracování)

Silné stránky – Mezi silné stránky pracoviště patří jednoznačně pozitivní přístup vedení ke zlepšování procesů a zakládání si na vysoké úrovni štíhlé výroby. Na pracovišti jsou zavedeny různé metody průmyslového inženýrství, které usnadňují práci. Pracují zde kvalifikovaní pracovníci, kteří přesně znají pracovní postupy a dodržují je. Snahou je uspokojit všechny požadavky zákazníka lépe než konkurence.

Slabé stránky – Nejslabší stránkou je omezený výrobní prostor pracoviště. Je tomu tak proto, že v rámci areálu není možné dalšího rozšíření výrobních prostor. Není tedy možné pracoviště výrazně rozšiřovat. Za další slabou stránku považují velikosti strojů, které mají sice výbornou technologickou úroveň, ale zabírají spoustu místa. Z toho vyplývá i další slabá stránka, která souvisí s pohybem operátorů při práci. Velikost strojů ovlivňuje i pohyb operátorů po výrobní buňce.

Příležitosti – Vznik nových automobilek přináší příležitost ve formě nové poptávky. Pracoviště může provést inovaci výrobku, pořídit nové technologie a získat tak další zakázky.

Hrozby – Za hrozbu pracoviště považují možnou fluktuaci zaměstnanců, vznik nové konkurence na trhu, která nabídne podobné výrobky a další služby týkající se produktu. V dnešní době lze považovat za hrozbu i finanční krizi a s ní související pokles poptávky v automobilovém průmyslu.

9 NÁVRH ROZBALANCOVÁNÍ PRACOVISTĚ

9.1 Výpočet zákaznického taktu

Výpočet zákaznického taktu je jedním ze základních údajů, který je potřeba pro správné rozbalancování pracoviště. Jak vyplývá z teoretické části, jeho výpočet je následující:

$$\text{Zákaznický takt} = \frac{\text{Dostupný pracovní čas}}{\text{Požadavek zákazníka}}$$

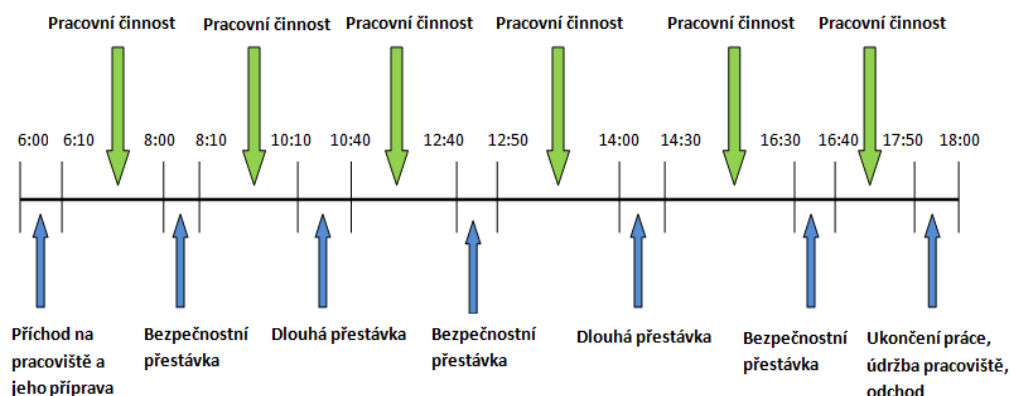
Cílem výpočtu zákaznického taktu je zjistit čas potřebný na vyprodukování výrobku, tak aby byla naplněna poptávka zákazníka. Zákazník nově požaduje 485 000 kusů, jeho požadavek vzrostl o 164 000 kusů za rok. Vzhledem k tomu, že plánovaný roční objem produkce je v ročních dávkách, musí být vyčíslen i dostupný pracovní čas za rok.

9.1.1 Dostupný pracovní čas

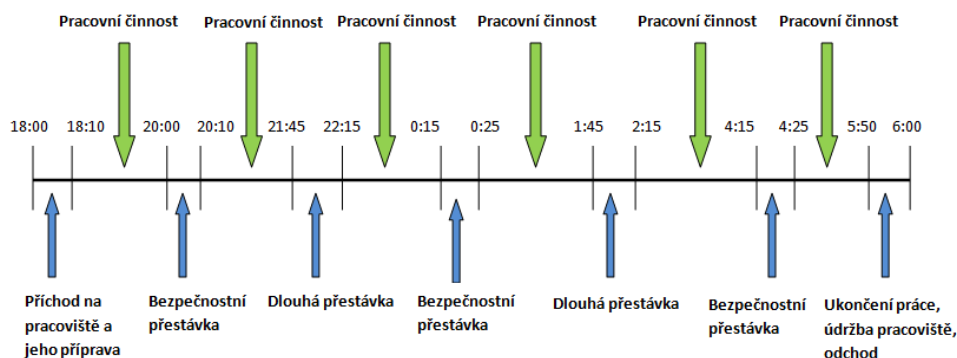
Společnost vyrábí ve 2 směnném nepřetržitém provozu. Směna má tedy 12 hodin, což je 720 minut. Ke zjištění dostupného pracovního času je nutné odečíst od této doby přestávky, na které mají zaměstnanci nárok. Dále je nutné odečíst čas, který slouží k přípravě pracoviště na začátku směny a k pravidelné údržbě na konci směny.

Ze zákona mají zaměstnanci nárok na dvě 30minutové přestávky. Dále mají po 2 hodinách práce bezpečnostní přestávky, které trvají vždy 10 minut. Těchto 10 minut je zahrnuto právě i na začátku a na konci směny, aby měli zaměstnanci dostatečný prostor na přípravu pracoviště na začátku směny a na pravidelnou údržbu na konci směny. Průběh ranní a noční směny je zobrazen na obrázku 17 a 18.

Ranní směna:



Obrázek 17: Ranní směna (Zdroj: Vlastní zpracování)

Noční směna:

Obrázek 18: Noční směna (Zdroj: Vlastní zpracování)

Celkový čas bezpečnostních přestávek za jednu směnu je 50 minut. Celkový čas přestávek, které jsou ze zákona stanovené je 60 minut. Jak už bylo zmíněno, směna má 720 minut. Po odečtení veškerých přestávek od 720 minut vyjde **dostupný pracovní čas 610 minut**.

Vzhledem k tomu, že plánovaný roční objem produkce je v ročních dávkách, musí být vyčíslen i dostupný pracovní čas za rok. Celkový časový fond na rok je 365 dní v roce, od něj je nutné odečíst státní svátky a plánované odstávky výroby. Po odečtení je **dostupný pracovní čas 341 dní v roce**. Dostupný pracovní čas za rok se tedy vypočte jako počet výrobních dní krát počet směn za den krát počet vteřin na směnu.

Dostupný pracovní čas za rok = $341 * 2 * 610 * 60 = 24\ 961\ 200$ sekund

9.1.2 Požadavek zákazníka

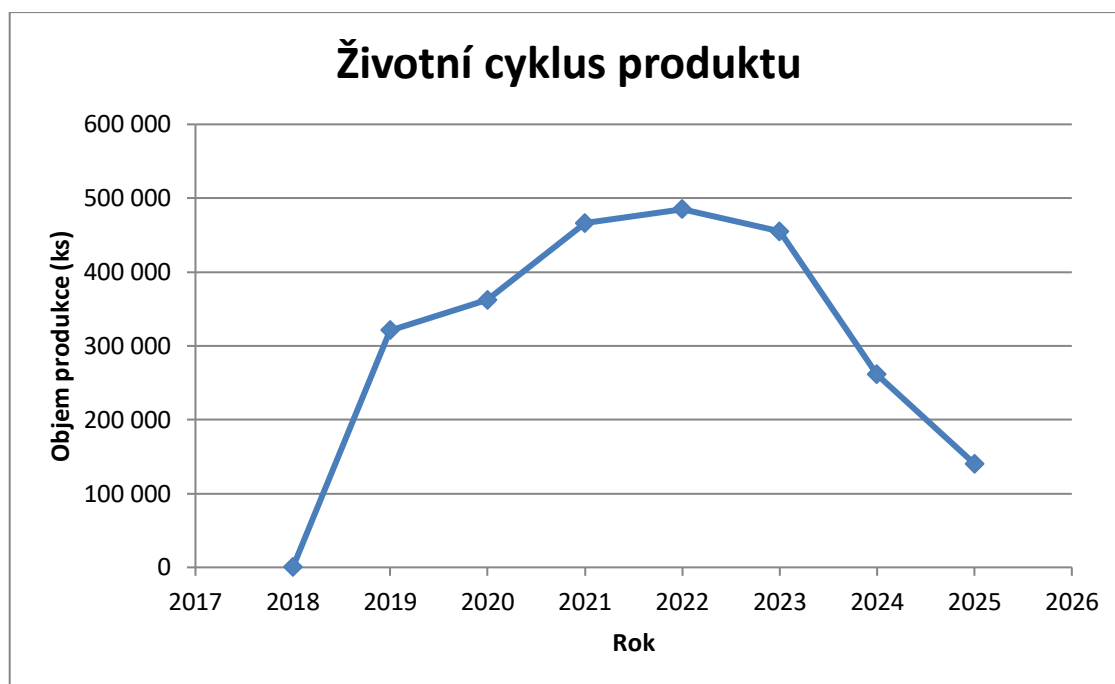
Při zavádění nového projektu daného produktu je předpokladem, že zákazník má stanovený požadavek objemů produkce pro následující roky. Objemy produkce produktu PSCM 14MSG jsou následující:

Tabulka 11: Objemy produkce v jednotlivých letech

Rok	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Objem produkce (ks)	321 000	362 000	466 000	485 000	455 000	261 000	140 000

(Zdroj: Vlastní zpracování, interní materiály)

Na základě stanovených objemů produkce lze určit životní cyklus produktu.



Graf 3: Životní cyklus produktu (Zdroj: Vlastní zpracování, interní materiály)

Produkt PSCM 14MSG se vyrábí od roku 2019 a jeho ukončení výroby se předpokládá v roce 2025. Z grafu 3 lze vyčíst roční posun zahájení a ukončení výroby. Je to způsobeno tím, že graf vychází z dat ročních objemů produkce, nikoliv měsíčních. Měsíční data by graf více upřesnily. Momentálně se produkt nachází ve fázi růstu. V letech 2021 až 2023 přejde do fáze zralosti. Požadovaný objem produkce v roce 2022 je největší a to **485 000 kusů za rok**. A právě pro tento objem produkce je nutné nově rozbalancovat pracoviště.

Dosažením do vzorce dostupného pracovní času a požadavku zákazníka lze tedy zjistit zákaznický takt. Vzhledem k tomu, že z části tuto buňku blokuje produkt PSCM 7MSG je zákaznický takt pro produkt PSCM 14MSG pevně stanoven na **26 sekund**. Tento čas se odečte od celkového a dopočítává se zákaznický takt pro produkt PSCM 7MSG, který je v rámci jednotlivých let proměnlivý.

Tabulka 12: Zákaznický takt

Rok	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Objem 7MSG (tis. ks)	247	433	474	440	372	157	97
Objem 14MSG (tis. ks)	321	362	466	485	455	261	140
Zákaznický takt 7MSG (s)	62	34	25	26	32	109	210
Zákaznický takt 14MSG (s)	26	26	26	26	26	26	26

(Zdroj: Vlastní zpracování, interní materiály)

9.2 Takt výroby

Pro správné rozbalancování pracoviště je důležité také zohlednit takt výroby, který zahrnuje ukazatel OEE neboli celkovou efektivitu zařízení. Jak vyplývá z teoretické části, poukazuje na ztráty ve využití zařízení během naplánované výroby. Jinými slovy je to procento času naplánované doby výroby, za které by zařízení vyrobilo stejné množství dobrých kusů, kdyby fungovalo beze ztrát. Čím je tedy OEE blíže k 100 %, tím lépe. Vypočítá se jako součin výkonu, kvality a dostupnosti zařízení. Společnost stanovila pro toto pracoviště **OEE ve výši 85 %**. Po stanovení OEE lze dopočítat takt výroby, a to jako zákaznický takt krát OEE (celková efektivita zařízení). Tedy $26 * 0,85 = 22,1$ zaokrouhleně **22 sekund**.

Tabulka 13: Výrobní takt

Objem (ks)	485 000
Zákaznický takt (s)	26
OEE (%)	85
Výrobní takt (s)	22

(Zdroj: Vlastní zpracování, interní materiály)

Jak lze vidět v tabulce 13, výrobní takt je v porovnání se zákaznickým taktem nižší, OEE tedy logicky snižuje čas výroby, aby mohlo dojít během naplánované výroby například k odstranění nekvality, k optimalizaci nebo k opravám strojů.

9.3 Stanovení optimálního počtu operátorů

Pro správné rozbalancování pracoviště je nutné znát počet operátorů, jež je ve výrobní buňce potřeba. Pro stanovení optimálního počtu operátorů je třeba znát výrobní takt a celkovou sumu časů manuálních operací, které jsou v rámci buňky vykonávány. Jak vyplývá z teoretické části, vzorec pro stanovení optimálního počtu operátorů je následující:

$$\text{Počet operátorů} = \frac{\text{suma časů manuálních činností}}{\text{výrobní takt}}$$

Výrobní takt známe z předchozí kapitoly, je tedy nutné zjistit celkovou sumu časů manuálních činností a dosadit ji do vzorce. Tuto sumu lze získat pomocí jedné z metod měření času. Pro tento projekt byla vybrána chronometráž (ruční měření času) a metoda předem určených časů (metoda MOST).

9.3.1 Metoda MOST

V následující tabulce 14 lze vidět jednotlivé operace a k nim přiřazené manuální časy, které byly vytaženy z MOSTu. Celý MOST výrobní buňky je uveden v Příloze P II.

Tabulka 14: Manuální časy – MOST

Operace	Manuální časy (s)
Předmontáž	40,1
Ruční osazování	5,88
AOI	5,76
ICT	6,93
Montáž krabičky	12,92
Konečná zkouška	3,87
Balení	9,38
Celkem	84,84

(Zdroj: Vlastní zpracování, interní materiály)

Celková suma manuálních časů jednotlivých operací je 84,84 sekund. Přičemž nejdéle trvá předmontáž po té montáž krabičky a třetí nejdelší čas má operace balení. Ostatní operace se pohybují v rozmezí přibližně 3 až 6 sekund.

9.3.2 Chronometráž

Každá jednotlivá operace byla podrobně analyzována pomocí stopek a pozorování. Na základě toho vzniklo 20 náměrů manuálních časů ke každé jednotlivé operaci. Tyto náměry byly následně zprůměrovány a zapsány do tabulky. Průměry jsou zaokrouhleny na dvě desetinná čísla a všechny časy v tabulce 15 jsou uvedeny v sekundách.

Tabulka 15: Chronometráž

Předmontáž										Průměr
42,62	38,74	44,1	51,02	43,86	47,33	47,5	37,02	51,12	48,56	44,83
39,88	43,93	54,98	39,23	36,11	39,95	42,8	50,56	44,88	52,31	
Ruční osazování										Průměr
6,86	6,57	10,25	9,21	8,75	13,11	11,45	8,3	7,25	7,31	8,12
7,08	8,21	5,23	8,37	9,26	7,42	5,54	7,67	6,52	8,12	
AOI										Průměr
5,61	5,88	7,98	5,76	8,16	5,85	5,44	5,32	5,74	8,23	6,79
8,44	6,12	5,48	6,84	6,87	6,83	7,02	8,34	7,94	7,86	
ICT										Průměr
6,8	8,78	7,43	6,93	6,08	8,46	6,81	9,02	8,08	5,66	7,43
8,48	7,84	9,34	8,15	7,61	6,22	5,86	6,14	7,94	6,95	
Montáž krabičky										Průměr

13,02	11,54	17,94	12,16	12,68	13,56	12,06	14,87	13,84	14,12	14,11
15,82	12,8	14,98	13,56	15,74	11,92	17,88	12,75	14,56	16,23	
Konečná zkouška										Průměr
4,12	6,44	5,19	4,7	3,9	4,81	5,18	3,64	4,66	5,14	4,56
5,67	4,23	3,74	3,24	5,14	3,16	4,51	4,12	5,01	4,68	
Balení										Průměr
11,46	8,88	9,68	12,19	8,56	10,98	9,62	10,06	9,7	11,18	10,12
10,44	9,18	8,62	9,75	11,74	9,66	8,34	9,58	12,34	10,38	

(Zdroj: Vlastní zpracování)

Po sečtení všech průměrů jednotlivých operací vyjde manuální čas celkem 95,96 sekund. Přičemž nejdéle trvá operace předmontáž, po té montáž krabičky a třetím nejdelším časem je operace balení. Ostatní operace se pohybují v rozmezí 4 až 8 sekund.

9.3.3 Porovnání metody MOST s chronometráží

Při porovnání výsledků metody MOST a chronometráže viz tabulka 16, lze vidět, že celkový čas manuálních činností se liší. Pomocí chronometráže byl naměřen celkový čas o 11,12 sekund delší, než uvádí metoda MOST.

Tabulka 16: Porovnání metody MOST a chronometráže

Operace	Chronometráž (s)	MOST (s)	Rozdíl (s)
Předmontáž	44,83	40,1	4,73
Ruční osazování	8,12	5,88	2,24
AOI	6,79	5,76	1,03
ICT	7,43	6,93	0,5
Montáž krabičky	14,11	12,92	1,19
Konečná zkouška	4,56	3,87	0,69
Balení	10,12	9,38	0,74
Celkem	95,96	84,84	11,12

(Zdroj: Vlastní zpracování, interní materiály)

Největší naměřený rozdíl je u operace předmontáž, kdy rozdíl těchto dvou metod činí 4,73 sekund. Druhý největší naměřený rozdíl je u operace ruční osazování a to 2,24 sekund. Rozdíl metod u operace montáž krabičky je 1,19 sekund a u operace AOI 1,03 sekund. Zbylé rozdíly u operací jsou pod 1 sekundu. Na první pohled se může zdát, že tyto rozdíly jsou zanedbatelné a není jim nutné věnovat pozornost. Ale právě naopak, u správného rozbalancování pracoviště hraje důležitou roli každá sekunda.

Časy získané metodou MOST lze obecně považovat za přesnější. Naznačuje tomu i fakt, že chronometráž znázorňuje časy naměřené za kratší časové období než MOST, který zo-

hledňuje časy z dlouhodobého hlediska. Dle interních materiálů se norma stanovená metodou MOST stíhá a lze ji považovat za ideální. Proto bude suma 84,84 sekund použita pro výpočet optimálního počtu operátorů.

Výpočet optimálního počtu operátorů:

$$\text{Počet operátorů} = \frac{84,84}{22} = 3,85 \text{ zaokrouhleně 4 operátoři, zvážit i 3 operátory}$$

Vzhledem k tomu, že nevyšlo celé číslo, existují dvě možnosti. Buď zaokrouhlit výsledek nahoru, což znamená nižší využití operátorů anebo zaokrouhlit výsledek dolů s podmínkou využití potenciálu pro zlepšení. Nesmí však dojít k tomu, že menší počet operátorů nevládne práci vykonat v požadovaném čase. A právě tímto se bude zabývat následující kapitola, ve které budou navrženy různé scénáře výroby.

10 NÁVRH VÝROBNÍHO SCÉNÁŘE

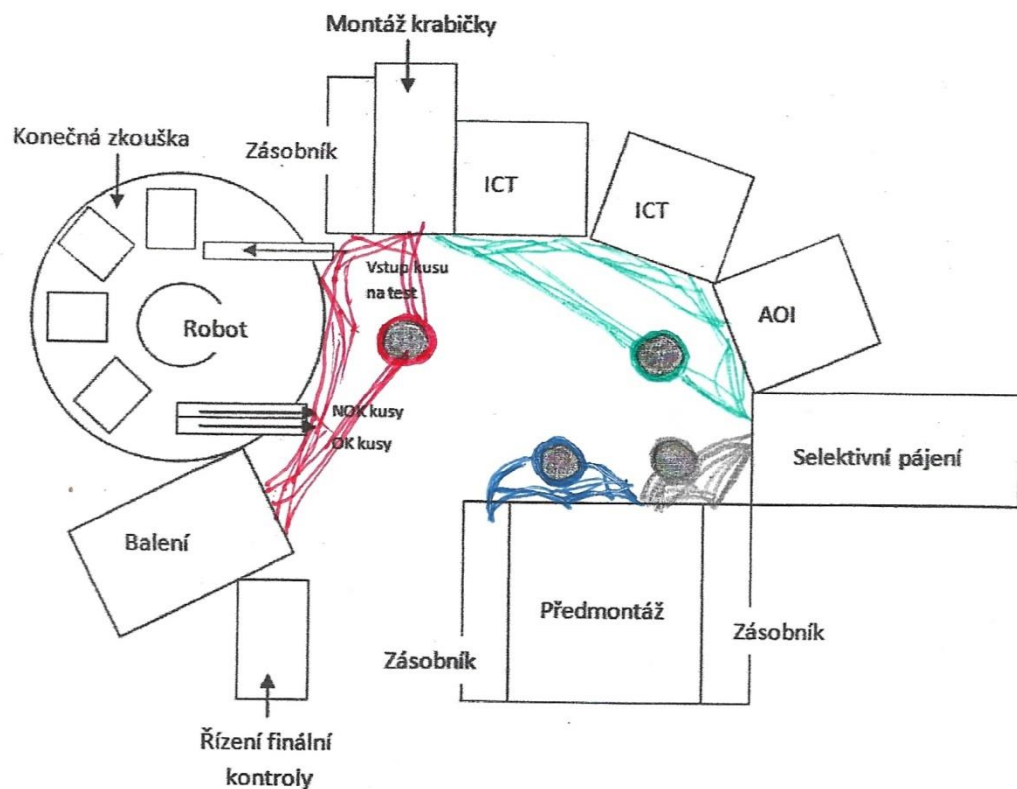
Vzhledem k tomu, že při výpočtu optimálního počtu operátorů nevyšlo celé číslo, budou při návrhu výrobního scénáře zváženy obě varianty. V této kapitole bude tedy vypracován návrh výrobního scénáře pro 3 i 4 pracovníky.

10.1 Návrh výrobního scénáře pro 4 pracovníky

Návrh výrobního scénáře pro 4 pracovníky vychází z návrhu rozbalancování pracoviště a z uvedené metody MOST. Cílem je rozmístit 4 operátory a rozdělit jim práci tak, aby se dodržel výrobní takt a byl splněn požadavek zákazníka.

10.1.1 Layoutu pracoviště a rozdělení práce

Stávající layout pracoviště je pro 4 pracovníky ideální. Je situovaný do tvaru U a následující operace jdou po sobě dle výrobního postupu. To umožňuje operátorům si vzájemně mezi operacemi vypomáhat. Na následujícím obrázku je zobrazeno rozmístění operátorů a jejich pohyb při výkonu práce po výrobní buňce.



Obrázek 19: Layout a schéma pracoviště pro 4 pracovníky

1. operátor (modrá barva)

Pracuje na operaci předmontáž, osazuje lože zařízení air konektorem a 10 ventily. Následně odešle vozík. Doba manuální činnosti operátora dle metodiky MOST je 22 sekund.

2. operátor (šedá barva)

2. operátor vypomáhá na předmontáži a na následující operaci (selektivní pájení). Na předmontáži osazuje lože zařízení deskou plošných spojů a 4 ventily. Přichystává tak loži zařízení 1. operátorovi, který ji dokončí a odešle do zařízení. Dále operátor odebere hotový výrobek z předmontáže a založí ho do masky selektivního pájení.

Doba manuální činnosti operátora dle metodiky MOST je 18,1 sekund z předmontáže a 2,88 sekund z operace selektivní pájení, celkem 20,98 sekund.

3. operátor (zelená barva)

Výrobek založený v masce selektivního pájení operátor osadí konektorem a odebere zapájený kus, který vloží do AOI a spustí testování. Zkontrolovaný výrobek odebere, vloží ho do ICT a spustí test. Výrobek po testu z ICT odnese na operaci montáž krabičky, kde krabičku přichystá a vloží do ní výrobek.

Doba manuální činnosti operátora dle metodiky MOST jsou 3 sekundy z operace selektivní pájení, celý čas z operace AOI, ICT a 5,22 sekund z operace montáž krabičky. Celkem tedy jeho vytíženost je 20,91 sekund.

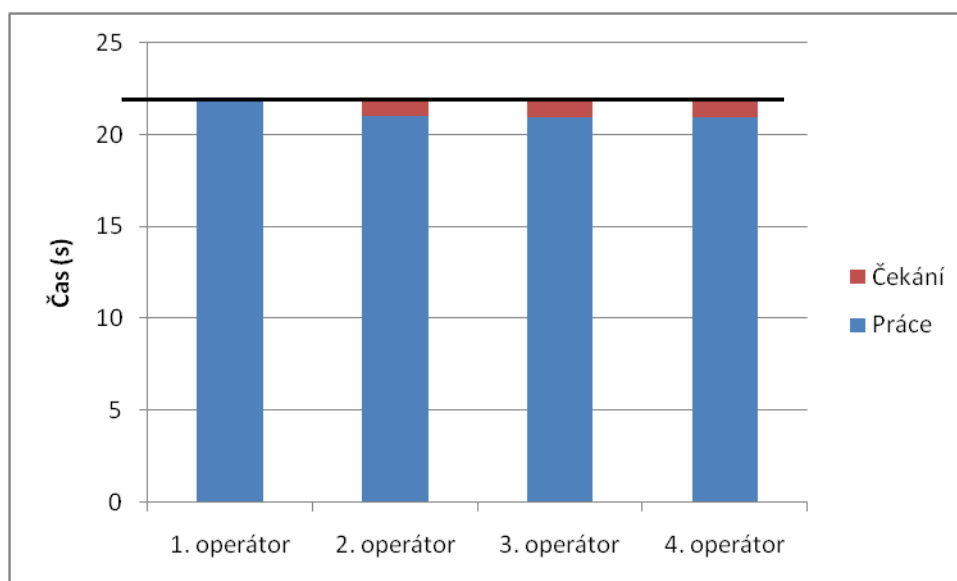
4. operátor (červená barva)

Zalisuje výrobek, zkontroluje ho a nalepí na něj etiketu. Odloží výrobek do skluzu, kde ho otestuje COBOT. Po otestování vyjme výrobek a přejde k operaci balení.

Doba manuální činnosti operátora dle metodiky MOST je 7,7 sekund z operace balení krabičky a celkový manuální čas z operace konečná zkouška a balení. Celkem tedy jeho vytíženost je 20,95 sekund.

10.1.2 Yamazumi chart

Na grafu 4 lze vidět Yamazumi chart, který zobrazuje pracovní vytížení 4 operátorů. Operátoři jsou rovnoměrně vytíženi, kromě prvního. Jeho manuální čas je roven výrobní taktu, který je označen černou přímkou v čase 22 sekund.



Graf 4: Yamazumi chart – 4 operátoři (Zdroj: Vlastní zpracování)

10.1.3 Finanční zhodnocení

Vzhledem k životnosti výrobku je tento výrobní scénář naplánován přibližně na 3 roky, kdy je požadavek zákazníka nejvyšší. Poté se předpokládá, že požadavek od zákazníka poklesne a výroba se vrátí k původnímu výrobnímu scénáři.

Aktuálně pracují ve výrobní buňce dva operátoři. Dle výrobního scénáře bude nutné přijmout další 2 pracovníky. Průměrný plat operátora ve výrobě ve společnosti je přibližně 22 300 Kč měsíčně. Při výpočtu mzdových nákladů vynaložených za 3 roky se uvažuje s přibližně 5% navýšením mezd za každý další rok. Důvodem je každoroční růst mezd. Kalkulace navrhovaného výrobního scénáře je následující:

- Náklady na výběrové řízení 20 000 Kč
- Mzdové náklady 44 600 Kč / měsíc (535 200 Kč / rok)

Jednorázová investice: 20 000 Kč

Mzdové náklady vynaložené za 3 roky: 1 687 224 Kč

Náklady za 3 roky celkem: 1 707 224 Kč

Celkové náklady vynaložené za 3 roky jsou orientační.

10.2 Návrh výrobního scénáře pro 3 pracovníky

Dle vzorce vyšel optimální počet pracovníků 3,85. Z hlediska štíhlého podniku je žádoucí zvážit variantu i pro 3 pracovníky. Aby ve výrobní buňce mohli pracovat pouze 3 pracovníci, je potřeba provést návrhy na zlepšení, které povedou ke snížení doby výroby.

10.2.1 Návrhy na zlepšení

Z analytické části je patrné, že nejnáročnější operací na manuální činnost je první operace a to předmontáž (celkem 40,1 sekund). To je skoro dvojnásobek výrobního taktu. Druhou nejnáročnější operací je montáž krabičky a třetí nejnáročnější operací je balení. Je tedy nutné se prioritně zaměřit právě na tyto 3 operace.

Předmontáž – nejdelší činností této operace je osazení ventilů do lože zařízení. Ventily jsou v blistru umístěny jednotlivě. Operátor bere ventily oběma rukama a tuto činnost musí zopakovat sedmkrát (na jeden kus je potřeba celkem 14 ventilů). Aby se zkrátila doba výroby, navrhuji upravit blistry o tzv. „lopatku“, na které bude umístěno 13 ventilů. Ta by byla vyrobena z tvrdšího plastu a vyplněna molitanem, který by sloužil jako ochrana proti poškrábání ventilů. Vzhledem k tomu, že společnost blistry s ventily nevyrábí, ale objednáva je od dodavatele, měla by si je nechat vyrobit na míru. Pro lepší představu byla vytvořena mini verze, viz obrázek 20. Operátor by vyjmul pravou rukou „lopatku“ z blistru, pomocí levé ruky by nasměroval „lopatku“ a jednotlivé ventily gravitací postupně shrnul do lože zařízení. Šířka „lopatky“ bude navržena přesně podle velikosti ventilů, a to z toho důvodu, aby se předešlo jejich křivému umístění, popřípadě popadání mimo loži zařízení. Zbýlý 14 ventil operátor vezme z blistru tak, jak je doposud zvyklý. Jedná se o první ventil umístěný v loži zařízení, který se od ostatních liší.



Obrázek 20: Mini verze „lopatky“ (Zdroj: Vlastní zpracování)

Montáž krabičky – Vzniklé úpravy na této operaci jsou způsobené převážně změnou layoutu pracoviště. Operátor pracující na této operaci musí chodit pro výrobek na předešlou operaci (ICT). Aby se eliminovalo plýtvání formou nadbytečných pohybů, navrhuji umístit mezi tyto dvě operace posuvný dopravník. Konkrétně pásový dopravník, který je šetrnější než například dopravník válečkový. Na konci pásového dopravníku by byl umístěn kryt, který by tvořil prostor, ze kterého by operátor na následující operaci výrobky odebíral. Dopravník by měl být přibližně 1 metr dlouhý a 20 centimetrů široký. Na obrázku 22 lze vidět ukázkou pásového dopravníku.

Dále navrhuji zavést do ručního lisu pružinku, která po zalisování lis sama otevře. Na první pohled se doba výroby zkrátí pouze o 0,36 sekund, ale každá setina sekundy je ve společnosti považována za uspoření času.

Činnost týkající se kontroly zalisování má v MOSTu v oblasti použití nástroje, myšlení (T) index 6. Na základě analýzy pracoviště a měření času je dle mého názoru dostačující hodnota indexu 3. Operátoři kontrolu v čase 1,44 sekund stíhají.



Obrázek 21: Ruční lis
(Zdroj: Interní materiály)



Obrázek 22: Pásový dopravník
(Zdroj: Vlastní zpracování)

ICT – Na této operaci jsou dvě zařízení, která jsou umístěna vedle sebe. Operátor, který nese z předešlé operace (AOI) výrobek do zařízení ICT, musí k druhému zařízení chodit daleko. Z tohoto důvodu navrhuji přiblížit druhé zařízení blíže k operaci AOI. Po otestování budou výrobky z obou zařízení položeny na pásový dopravník, který je dopraví k následující operaci (balení).

Balení a konečná zkouška – Operátor musí chodit pro výrobek po testu 2 kroky, aby ho mohl zabalit. Navrhuji operaci „konečná zkouška“ a „balení“ přiblížit více k sobě, aby výrobek po testu byl na dosah.

10.2.2 Revize MOSTu

Na základě navrhovaných řešení a nového layoutu pracoviště je provedena revize jednotlivých činností pomocí MOSTu. Celý MOST je uveden v příloze P V.

PŘEDMONTÁŽ

Před změnou: Uchopit ventil z blistru a umístit jej do lože zařízení (1 výrobek / 14 ks).

$$A_1 B_0 G_1 \quad A_1 B_0 P_3 \quad A_0 = 70 * 10 = 700 \text{ TMU} = 25,20 \text{ sekund}$$

(7) (7) (14) (14)

Návrat 5 kroků od ICT k předmontáži, uchopit DPS z přepravky a umístit do lože zařízení.

$$A_{10} B_0 G_1 \quad A_1 B_0 P_3 \quad A_0 = 15 * 10 = 150 \text{ TMU} = 5,4 \text{ sekund}$$

Po změně: Uchopit ventil z blistru a umístit jej do lože zařízení (1 výrobek / 1 ks).

$$A_1 B_0 G_1 \quad A_1 B_0 P_3 \quad A_0 = 6 * 10 = 60 \text{ TMU} = 2,16 \text{ sekund}$$

Uchopit „lopatku“ z blistru a pomocí něj umístit ventily do lože zařízení.

$$A_1 B_0 G_1 \quad A_1 B_0 P_{10} \quad A_0 = 9 * 10 = 130 \text{ TMU} = 4,68 \text{ sekund}$$

Držet „lopatku“ a umístit jej volně do určeného boxu.

$$A_0 B_0 G_0 \quad A_1 B_0 P_1 \quad A_0 = 2 * 10 = 20 \text{ TMU} = 0,72 \text{ sekund}$$

Krok k přepravce, uchopit DPS z přepravky a umístit ji do lože zařízení.

$$A_3 B_0 G_1 \quad A_1 B_0 P_3 \quad A_0 = 8 * 10 = 80 \text{ TMU} = 2,88 \text{ sekund}$$

Jak lze vidět v tabulce 17, při aplikaci navrhovaných řešení by se celkový čas operace snížil ze 40,1 sekund na 19,94 sekund. Celkem by se doba výroby snížila o 20,16 sekund.

Tabulka 17: Předmontáž – změna času operace

Předmontáž	Před změnou	Po změně	Celková úspora
Suma manuálních časů (s)	40,1	19,94	20,16

(Zdroj: vlastní zpracování)

MONTÁŽ KRABIČKY

Před změnou: S kusem po testu jít 2 kroky k lisu (nést 2 ks zároveň).

$$A_3 B_0 G_0 \quad A_0 B_0 P_0 \quad A_0 = 3 * 10 = 30 / 2 = 15 \text{ TMU} = 0,54 \text{ sekund}$$

S kusem po testu jít 3 kroky k lisu (nést 2 kusy zároveň).

$$A_6 B_0 G_0 \quad A_0 B_0 P_0 \quad A_0 = 6 * 10 = 60 / 2 = 30 \text{ TMU} = 1,08 \text{ sekund}$$

Drženou DPS umístit do spodního dílu pouzdra v loži lisu.

$$A_0 B_0 G_0 \quad A_1 B_0 P_3 \quad A_0 = 4 * 10 = 40 \text{ TMU} = 1,44 \text{ sekund}$$

Drženou páku vrátit zpět do původní plochy.

$$A_0 B_0 G_0 \quad M_1 X_0 I_0 \quad A_0 = 1 * 10 = 10 \text{ TMU} = 0,36 \text{ sekund}$$

Na drženém kuse zkontrolovat správné zalisování.

$$A_0 B_0 G_0 \quad A_1 B_0 P_0 \quad A_0 T_6 A_0 \quad B_0 P_0 \quad A_0 = 7 * 10 = 70 \text{ TMU} = 2,52 \text{ sekund}$$

Po změně: První dva kroky se změnou layoutu pracoviště vymizí. Operátor nemusí nikam chodit, protože mu výrobek přijede na pásovém dopravníku.

Uchopit DPS a umístit ji do spodního dílu pouzdra v loži lisu.

$$A_1 B_0 G_1 \quad A_1 B_0 P_3 \quad A_0 = 6 * 10 = 60 \text{ TMU} = 2,16 \text{ sekund.}$$

Páku lisu nemusí operátor zpět vracet, protože tam bude vložena pružinka, která páku vrátí.

Na drženém kuse zkontrolovat správné zalisování.

$$A_0 B_0 G_0 \quad A_1 B_0 P_0 \quad A_0 T_3 A_0 \quad B_0 P_0 \quad A_0 = 4 * 10 = 40 \text{ TMU} = 1,44 \text{ sekund}$$

Jak lze vidět v tabulce 18, při aplikaci navrhovaných řešení by se celkový čas operace snížil z 12,92 sekund na 9,86 sekund. Celkem by se tedy doba výroby snížila o 3,06 sekund.

Tabulka 18: Montáž krabičky – změna času operace

Montáž krabičky	Před změnou	Po změně	Celková úspora
Suma manuálních časů (s)	12,92	9,86	3,06

(Zdroj: Vlastní zpracování)

ICT

Před změnou: S drženým kusem po AOI jít 3 kroky k ICT (1x/4ks).

$$A_0 B_0 G_0 \quad A_6 B_0 P_0 \quad A_0 = 30 \text{ TMU} = 1,08 \text{ sekund}$$

Návrat 5 kroků od operace balení k ICT (1x/4ks).

$A_{10} B_0 G_0 A_0 B_0 P_0 A_0 = 25 \text{ TMU} = 0,90 \text{ sekund}$

Návrat 3 kroky od finální kontroly k ICT.

$A_6 B_0 G_0 A_0 B_0 P_0 A_0 = 30 \text{ TMU} = 1,08 \text{ sekund}$

Po změně: S drženým kusem po AOI jít 2 kroky k ICT (1x/4ks).

$A_0 B_0 G_0 A_3 B_0 P_0 A_0 = 7,50 \text{ TMU} = 0,27 \text{ sekund}$

Návrat 2 kroky od ICT k AOI.

$A_3 B_0 G_0 A_0 B_0 P_0 A_0 = 15 \text{ TMU} = 0,54 \text{ sekund}$

Položit kus na pásový dopravník.

$A_0 B_0 G_0 A_3 B_0 P_1 A_0 = 40 \text{ TMU} = 1,44 \text{ sekund}$

Jak lze vidět v tabulce 19, při změně layoutu pracoviště a zavedení pásového dopravníku by se celkový čas operace snížil z 6,93 sekund na 6,66 sekund. Celkem by se tedy doba výroby snížila o 0,27 sekund.

Tabulka 19: ICT – změna času operace

ICT	Před změnou	Po změně	Celková úspora
Suma manuálních časů (s)	6,93	6,66	0,27

(Zdroj: Vlastní zpracování)

KONEČNÁ ZKOUŠKA

Před změnou: Návrat 2 kroky od operace balení a uchopit kus po testu ze skluzu a držet.

$A_3 B_0 G_1 A_0 B_0 P_0 A_0 = 4 * 10 = 40 \text{ TMU} = 1,44 \text{ sekund}$

Po změně: Uchopit kus po testu ze skluzu (na dosah) a držet.

$A_1 B_0 G_1 A_0 B_0 P_0 A_0 = 2 * 10 = 20 \text{ TMU} = 0,72 \text{ sekund}$

Jak lze vidět v tabulce 20, při změně layoutu pracoviště by se celkový čas operace snížil z 3,87 sekund na 3,15 sekund. Celkem by se tedy doba výroby snížila o 0,72 sekund.

Tabulka 20: Konečná zkouška – změna času operace

Konečná zkouška	Před změnou	Po změně	Celková úspora
Suma manuálních časů (s)	3,87	3,15	0,72

(Zdroj: Vlastní zpracování)

BALENÍ

Před změnou: Jít 2 kroky k operaci balení a prst levé ruky umístit do prostoru dotykového čidla.

$A_0 B_0 G_0 A_3 B_0 P_1 A_0 = 40 \text{ TMU} = 1,44 \text{ sekund}$

Po změně: Prst levé ruky umístit do prostoru dotykového čidla.

$A_0 B_0 G_0 A_1 B_0 P_1 A_0 = 20 \text{ TMU} = 0,72 \text{ sekund}$

Jak lze vidět v tabulce 21, při změně layoutu pracoviště by se celkový čas operace snížil z 9,38 sekund na 8,66 sekund. Celkem by se tedy doba výroby snížila o 0,69 sekund.

Tabulka 21: Balení – změna času operace

Balení	Před změnou	Po změně	Celková úspora
Suma manuálních časů (s)	9,38	8,66	0,69

(Zdroj: Vlastní zpracování)

CELKOVÁ ZMĚNA MOSTu

Po aplikaci navrhovaných řešení by se doba výroby dle metodiky MOST snížila celkem o 24,93 sekund. Celková suma manuálních činností by činila 59,91 sekund. Porovnání časů jednotlivých operací před změnou a po změně pomocí MOSTu lze vidět v tabulce 22. Doba výroby se snížila u operace předmontáž, ICT, montáž krabičky, konečná zkouška a balení. U operace ruční osazování a AOI by zůstala doba výroby stejná.

Výpočet optimálního počtu pracovníků je následující:

Optimální počet pracovníků: $= \frac{59,91}{22} = 2,73$ zaokrouhleně 3 pracovníci.

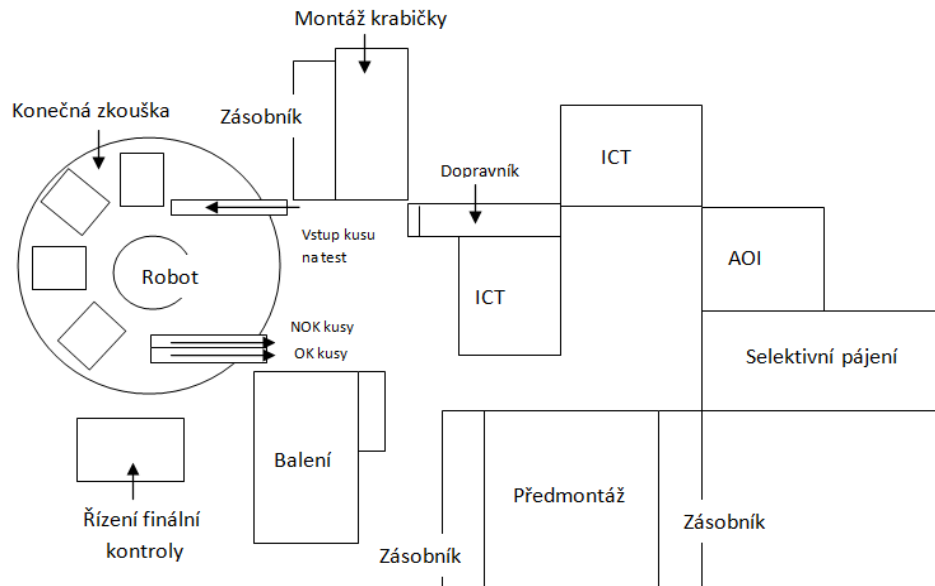
Tabulka 22: Porovnání MOSTu

Operace	Před změnou (s)	Po změně (s)	Celková úspora (s)
Předmontáž	40,1	19,94	20,16
Ruční osazování	5,88	5,88	0
AOI	5,76	5,76	0
ICT	6,93	6,66	0,27
Montáž krabičky	12,92	9,86	3,06
Konečná zkouška	3,87	3,15	0,72
Balení	9,38	8,66	0,69
Celková suma manuálních časů	84,84	59,91	24,93

(Zdroj: Vlastní zpracování)

10.2.3 Návrh layoutu pracoviště a rozdělení práce

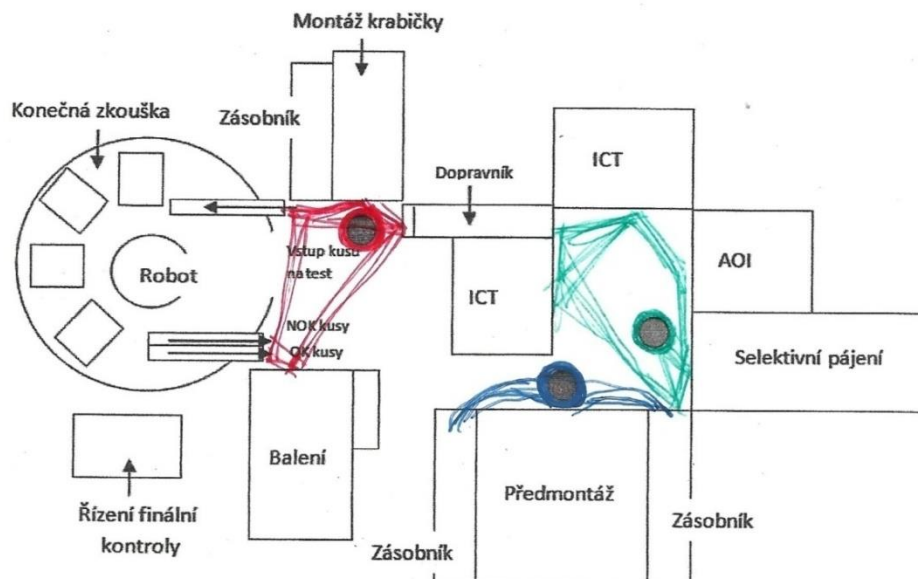
Na obrázku 23 lze vidět návrh layoutu pracoviště výrobní buňky. Optimalizací layoutu pracoviště se uspoří čas přechodu mezi jednotlivými operacemi. Na operaci ICT je nově umístěný pásový dopravník, který bude výrobky přepravovat z jedné operace na další. Návrh zohledňuje výrobní postup a možnost snadného přístupu k zařízením při opravě či údržbě. V návrhu je zachován také materiálový tok a způsob zásobování.



Obrázek 23: Návrh layoutu pracoviště pro 3 operátory (Zdroj: Vlastní zpracování)

Schéma pohybu operátorů ve výrobní buňce:

Na obrázku 24 lze vidět rozmístění operátorů a jejich pohyb po výrobní buňce.



Obrázek 24: Schéma pohybu operátorů ve výrobní buňce (Zdroj: Vlastní zpracování)

1. operátor (modrá barva)

Pracuje na operaci předmontáž. Osazuje do lože zařízení desku plošných spojů, air konektor, 1 ventilek z blistru a dalších 13 ventilků pomocí „lopatky“. Potvrzením dotykového spínače odešle vozík. Doba manuální činnosti operátora je 19,94 sekund.

2. operátor (zelená barva)

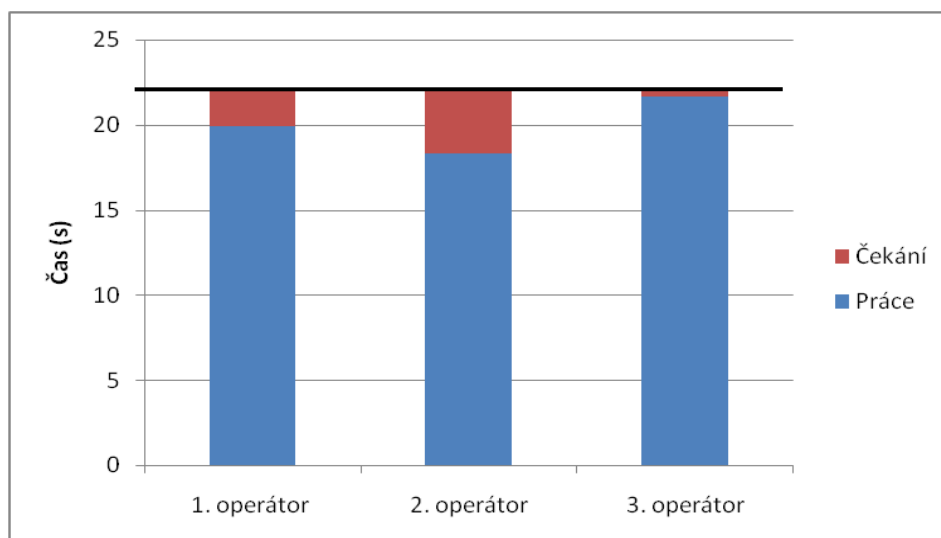
Odebere hotový výrobek z předmontáže, založí ho do masky selektivního pájení a osadí ho konektorem. Poté odebere hotový zapájený kus, který vloží do AOI a spustí testování. Vezme otestovaný výrobek a založí ho do ICT a spustí test. Výrobek po testu ICT odloží na pásový dopravník a vrací se k předmontáži. Doba manuální činnosti operátora dle metodiky MOST je 18,3 sekund.

1. operátor (červená barva)

Odebere otestovaný kus z pásového dopravníku a vloží jej do krabičky a zalisuje ho. Zalisovaný výrobek zkontroluje, nalepí na něj etiketu a odloží jej na pás k dalšímu zpracování chobotem. Poté z odebíracího místa odebere výrobek a pomocí optické brány ho zabalí. Operátor se vrací zpět k operaci montáž krabičky. Doba manuální činnosti operátora dle metodiky MOST je 21,67 sekund.

10.2.4 Yamazumi chart

Na základě rozbalancování pracoviště je vytvořen Yamazumi chart, viz graf 5. Práce ve výrobní buňce je rozdělena mezi 3 operátory. Modře je zaznačena práce operátorů a červeně čekání na výrobek z předchozí operace. Černá čára znázorňuje výrobní takt, který je 22 sekund. Ten musí být dodržen, aby byly splněny požadavky zákazníka.



Graf 5: Yamazumi chart – 3 operátoři (Zdroj: Vlastní zpracování)

10.2.5 Finanční zhodnocení

Jak už bylo zmíněno výše, vzhledem k životnosti výrobku je tento výrobní scénář naplánován přibližně na 3 roky, kdy je požadavek zákazníka nejvyšší. Poté se předpokládá, že požadavek od zákazníka poklesne a výroba se vrátí k původnímu výrobnímu scénáři.

Aktuálně pracují ve výrobní buňce dva operátoři. Dle výrobního scénáře bude nutné přijmout 1 operátora. Průměrný plat operátora ve výrobě ve společnosti je přibližně 22 300 Kč měsíčně. Při výpočtu mzdových nákladů vynaložených za 3 roky se uvažuje s přibližně 5% navýšením mezd za každý další rok. Důvodem je každoroční růst mezd. Dále se musí zohlednit náklady na pořízení pásového dopravníku a pružinek. Kalkulace navrhovaného výrobního scénáře je následující:

- Náklady na výběrové řízení 20 000 Kč
- Mzdové náklady 22 300 Kč / měsíc (267 600 Kč / rok)
- Pásový dopravník 20 000 Kč
- Pružinka (2ks) 200 Kč

Jednorázová investice: 40 200 Kč

Mzdové náklady vynaložené za 3 roky: 843 612 Kč

Náklady za 3 roky celkem: 883 812 Kč

K jednorázové investici je nutné přičíst rozdíl původní ceny a nové pořizovací ceny blistrů s ventily. Cena je individuální dle nabídky dodavatele. Dle mého názoru by se ceny neměly nijak výrazně lišit. Odhadované náklady na výrobu plastové lopatky, která má být vyplněna molitanem je přibližně 8 Kč / ks. Úprava výplně blistrů pro navrhované „lopatky“ pak přibližně 5 Kč / ks. Celkové náklady vynaložené za 3 roky jsou orientační.

11 ZHODNOCENÍ PROJEKTU

Důvodem realizace projektu je rostoucí požadavek zákazníka na výrobu produktu PSCM MSG. Zákazník požaduje pro následující rok větší objem výroby, a to až o 30 %. Bylo tedy nutné pracoviště znovu rozbalancovat a navrhnout jeho budoucí stav tak, aby byly zachovány prvky štíhlé výroby a nedocházelo ke zbytečným nákladům.

Zhodnocení projektu bude provedeno pomocí porovnání výrobních scénářů, splnění cílů projektu a uvedení přínosů projektu.

Na základě zhodnocení projektu navrhuji společnosti realizovat výrobní scénář pro 3 pracovníky, který je z hlediska doby výroby, layoutu pracoviště a finančního zhodnocení výhodnější. Největší úsporu tvoří mzdové náklady, které jsou oproti předchozímu návrhu poloviční. Další velkou úsporou je doba výroby, která je nižší o 24,93 sekund. Další výhodou je efektivní layout pracoviště, kde nedochází k plýtvání formou nadbytečných pohybů. Obecně návrh výrobního scénáře pro 3 pracovníky přinese společnosti nižší náklady než návrh výrobního scénáře pro 4 pracovníky.

11.1 Porovnání výrobních scénářů

Výrobní scénáře budou porovnány z hlediska doby výroby, vytíženosti operátorů, layoutu pracoviště a z finančního hlediska.

V tabulce 23 lze vidět porovnání výrobních scénářů z hlediska doby výroby. Ta se liší celkem o 24,93 sekund. Doba výroby se nejvíce uspořila na základě navrhovaných řešení a změnou layoutu pracoviště. Největší úspora doby výroby je na operaci předmontáž.

Tabulka 23: Porovnání výrobních scénářů z hlediska doby výroby

Operace	Výrobní scénář pro 4 pracovníky	Výrobní scénář pro 3 pracovníky	Celková úspora (s)
Předmontáž	40,1	19,94	20,16
Ruční osazování	5,88	5,88	0
AOI	5,76	5,76	0
ICT	6,93	6,66	0,27
Montáž krabičky	12,92	9,86	3,06
Konečná zkouška	3,87	3,15	0,72
Balení	9,38	8,66	0,69
Celková suma manuálních časů (s)	84,84	59,91	24,93

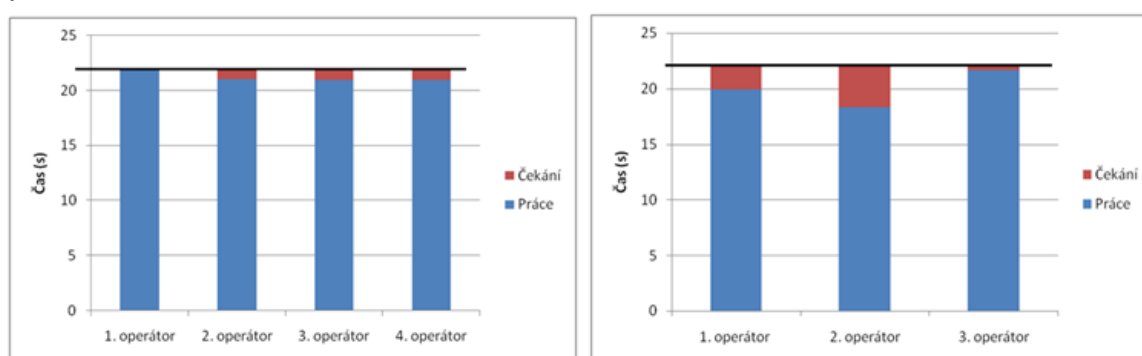
(Zdroj: Vlastní zpracování)

V tabulce 24 lze vidět porovnání výrobních scénářů z hlediska vytiženosti operátorů. Na základě těchto údajů byly vytvořeny grafy, které lze vidět na obrázku 25.

Tabulka 24: Porovnání výrobních scénářů z hlediska vytiženosti operátorů

4 operátoři	Práce	Čekání	3 operátoři	Práce	Čekání
1. operátor	22	0	1. operátor	19,94	2,06
2. operátor	20,98	1,02	2. operátor	18,3	3,7
3. operátor	20,91	1,09	3. operátor	21,67	0,33
4. operátor	20,95	1,05	x	x	x

(Zdroj: Vlastní zpracování)

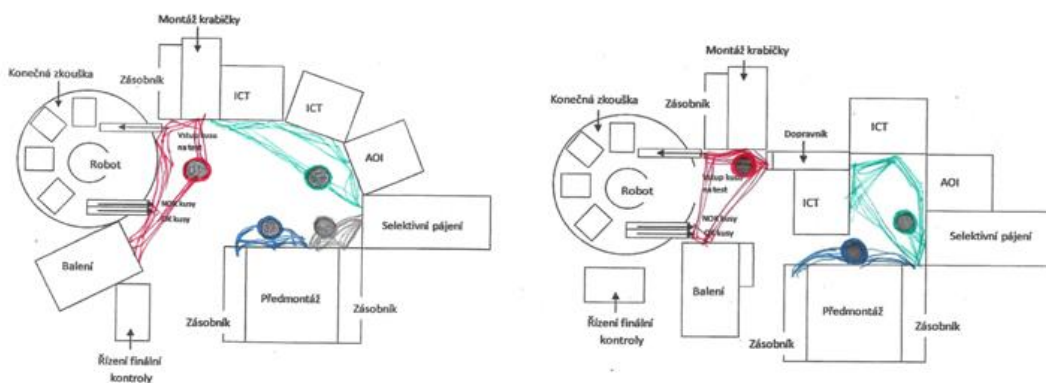


Obrázek 25: Porovnání výrobních scénářů z hlediska vytiženosti operátorů

(Zdroj: Vlastní zpracování)

V případě výrobního scénáře pro 4 operátory je jejich vytiženost při práci rovnoměrnější než u druhého scénáře, kde jsou i větší prodlevy způsobené čekáním. Z praktického hlediska není možné rozbalancovat pracoviště tak, aby prostoje způsobené čekáním nevznikaly. Dle mého názoru prostoje u druhého výrobního scénáře nejsou až tak velké a je lepší mít vždy nějakou rezervu pro případ, kdy se musí řešit nějaká nevšední situace.

Na obrázku 26 lze vidět porovnání výrobních scénářů z hlediska layoutu pracoviště. Na první pohled je zřejmé, že při výrobním scénáři pro 4 pracovníky vzniká plýtvání formou nadbytečných pohybů. Pracovníci musí mezi operacemi chodit větší vzdálenosti než pracovníci vpravo.



Obrázek 26: Porovnání výrobních scénářů z hlediska layoutu pracoviště
(Zdroj: Vlastní zpracování)

V tabulce 25 lze vidět porovnání výrobních scénářů z hlediska finančního zhodnocení. Celkové náklady vynaložené za 3 roky jsou orientační. U navrženého scénáře pro 3 pracovníky je k celkovým nákladům ještě nutné přičíst rozdíl původní ceny a nové pořizovací ceny blistrů s ventily. Cenu stanoví dodavatel. Rozdíl mezi cenami by se neměl výrazně lišit. Návrh výrobního scénáře pro 3 pracovníky bude tedy i tak výhodnější.

Tabulka 25: Porovnání výrobních scénářů z hlediska finančního zhodnocení

Výrobní scénář pro 4 pracovníky		Výrobní scénář pro 3 pracovníky	
Náklady na výběrové řízení	20 000 Kč	Náklady na výběrové řízení	20 000 Kč
Mzdové náklady	44 600 Kč / měsíc	Mzdové náklady	22 300 Kč / měsíc
Jednorázová investice	20 000 Kč	Pásový dopravník	20 000 Kč
Mzdové náklady za 3 roky	1 687 224 Kč	Pružinka (2 ks)	200 Kč
Celkové náklady za 3 roky	1 707 224 Kč	Jednorázová investice	40 200 Kč
x	x	Mzdové náklady za 3 roky	843 612 Kč
x	x	Celkové náklady za 3 roky	883 812 Kč

(Zdroj: Vlastní zpracování)

11.2 Plnění cílů projektu

Hlavním cílem projektu bylo rozbalancovat pracoviště pro větší objem výroby o 30 %. Tohoto cíle bylo dosaženo na základě stanovení dvou různých výrobních scénářů. Tento fakt dokazuje Yamazumi chart, na kterém lze vidět, že se práce v požadovaném taktu výroby stíhá.

Vedlejším cílem projektu bylo zkrácení průběžné doby výroby a návrh nového layoutu pracoviště. Těchto cílů bylo také dosaženo. Průběžná doba výroby se na základě navrhovaných řešení snížila celkem o 24,93 sekund. Nejvíce uspořil čas návrh, týkající se úpravy

blistrů o „lopatku“. Díky tomuto návrhu zvládne pracovat na operaci předmontáž pouze 1 operátor. Návrh nového layoutu pracoviště uspořil čas, který se týkal primárně chůze mezi operacemi. Součástí návrhu bylo zavést pásový dopravník mezi operacemi ICT a montáže krabičky. Dále bylo přesunuto zařízení na operaci ICT a poslední úpravou layoutu pracoviště bylo přesunutí zařízení z operace balení blíže k operaci konečná zkouška.

11.3 Přínosy projektu

Snížení průběžné doby výroby – Hlavním přínosem celého projektu je snížení průběžné doby výroby. Této úspory času bylo dosaženo na základě **zefektivnění layoutu pracoviště** a návrhů na zlepšení. Zejména návrhu, který se týkal úpravy blistrů o „lopatku“.

Úspora pracovníka a mzdových nákladů – V současné situaci pracují na pracovišti 2 operátoři. Aby se výrobní takt stíhal při zvýšení objemu výroby, bylo nutné přijmout další 2 operátory. Na základě výrobního scénáře pro 3 operátory se 1 operátor uspořil a s ním také mzdové náklady. Při současné situaci na trhu práce je ve společnosti tato úspora pracovníka vítána.

ZÁVĚR

Tato diplomová práce byla zaměřena na rozbalancování pracoviště s prvky štíhlé výroby ve společnosti Vitesco Technologies Czech Republic s. r. o., která sídlí ve Frenštátě pod Radhoštěm. Hlavním cílem této práce bylo rozbalancovat pracoviště pro větší objem výroby o 30 %. Vedlejším cílem této práce bylo snížit dobu výroby a navrhnout nový layout pracoviště. Všechny tyto cíle byly naplněny.

Diplomová práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část se zabývá problematikou štíhlé výroby a plýtváním. Dále se zaměřuje na vybrané metody průmyslového inženýrství a projektové řízení. V praktické části je představena společnost, popis její historie a důkladné popsání výrobního postupu. V analytické části byla provedena analýza současného stavu pracoviště, která se zabývá především layoutem pracoviště, pracovním postupem, materiálovým tokem a metodou MOST. Na závěr analytické části je provedena SWOT analýza pracoviště. Dále byla v práci provedena analýza rizik s využitím metody RIPRAN, byl vytvořen harmonogram projektu a nákladová analýza. V projektové části bylo na základě poznatků z analytické části navrženo rozbalancování pracoviště pro větší objem výroby, který se má zvýšit o 30 %. Cílem bylo zjistit optimální počet pracovníků a na základě těchto informací navrhnout výrobní scénář. Vzhledem k tomu, že výpočet optimálního počtu pracovníků vyšel 3,85, byly navrženy dva výrobní scénáře. První výrobní scénář (pro 4 pracovníky) vychází z návrhu rozbalancování pracoviště a z uvedené metody MOST. Ve druhém výrobním scénáři (pro 3 pracovníky) jsou navrženy návrhy na zlepšení, vytvořen nový layout pracoviště a provedena revize MOSTu. Na závěr práce byl společnosti doporučen jeden z návrhů a bylo provedeno zhodnocení projektu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

AKADEMIE PRODUKTIVITY A INOVACÍ, s.r.o., *API: Akademie produktivity a inovací, s.r.o.*, [online] © 2005 – 2020 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: <http://e-api.cz/>.

ARUNAGIRI, P.; GNANAVELBABU, A. *Identification of major lean production waste in automobile industries using weighted average method. Procedia Engineering*, 97: 2167-2175, [online] ©2014 [cit. 2020-04-21] Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705814035309>.

BADIRU, Adedeji, *Handbook of industrial and systems engineering*. 1.vyd. CRC Press, 2005, 768 s. ISBN 0-8493-2719-9.

BAUDIN, Michel. *Lean logistics: the nuts and bolts of delivering materials and goods*. CRC press, 2005. [cit. 2020-04-20].

BAUER, Miroslav. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks, 2012, 193 s. ISBN 978-80-265-0029-2.

BEJČKOVÁ, Jana. *Štíhlá administrativa-základ prosperující společnosti (2. část). Úspěch: produktivita a inovace v souvislostech*, ©2015, [cit. 2020-04-20].

BOČKOVÁ, Kateřina a Daniel LAJČIN, *RIPRAN – one of the best project risk analysis methodologies*. Managerial Economics. Dubnice nad Váhom: DTI University. DOI: 10.7494/manage.2018.19.1.7. [online]. ©2018 [cit. 2020-03-18] Dostupné také z: <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=718647#page=7>.

BROWN, Macharia. *SC2020: Toyota Production System & Supply Chain*. 2016. PhD Thesis. [online] ©2016 [cit. 2020-04-23] Dostupné z: https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/101917/2005_1_Brown.pdf?sequence=1.

BURIETA, Ján. *5S, 6S, nebo dokonce 7S. Průmyslové inženýrství: cesty ke zvyšování výkonnosti firem*, ©2010 [cit. 2020-04-20].

CEVIKCAN, Emre. *A mathematical programming approach for walking-worker assembly systems*. *Assembly Automation*, ©2014. [cit. 2020-04-20].

DENNIS, Pascal, *Lean production simplified: a plain language guide to the world's most powerful production system*. 2nd ed. BocaRaton: CRC Press, 2007, 176 s. ISBN 978-1-56327-356-8.

DENNIS, Pascal. *Lean production simplified: a plain language guide to the world's most powerful production system*. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2016, 223 s. ISBN 9781498708876.

DLABAČ, Jaroslav. *Cesta ke štíhlému podniku* [online]. ©2015 [cit. 2020-03-25]. In *e-Api.cz*. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/25793n-cesta-ke-stihlemu-podniku>.

DOLEŽAL, Jan a Jiří KRÁTKÝ. *Projektový management v praxi: naučte se řídit projekty*. Praha: Grada, 2017, 171 s. ISBN 978-80-247-5693-6.

DOLEŽAL, Jan, Pavel MÁCHAL a Branislav LACKO. *Projektový management podle IPMA. 2., aktualiz. a dopl. vyd.* Praha: Grada, 526 s. Expert (Grada), 2012, 502 s. ISBN 978-80-247-4275-5.

DRICKHAMER, David. *The Kanban e-volution. Material Handling Management*, 2005, [cit. 2016-02-18].

DUDEK-BURLIKOWSKA, M. and SZEWIECZEK, D. *The Poka-Yoke method as an improving quality tool of operations in the process. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, [online] ©2009 [cit. 2020-04-19]. Dostupné z: <http://researchgate.net/publication/44385664>.

GLEISSNER H, FEMERLING J-Chr. *Logistik. Grundlagen – Übungen – Fallbeispiele. 2., aktualisierte und erweiterte Aufl.* Gabler, Wiesbaden, ©2012 [cit. 2020-03-11].

HAYSMAN, Alison. *7 forem plýtvání ve výrobě a jak je odstranit*. In: Trilogiq [online] ©2018 [cit. 2020-04-10]. Dostupné z: <https://trilogiq.cz/7-forem-plytvani-ve-vyrobe-a-jakje-odstranit/>.

HŘEBÍČEK, Vladimír, *Lean management v administrativě a ve službách*. BusinessInfo [online] ©2010 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <http://www.businessinfo.cz/cs/clanky/leanmanagement-administrativa-sluzby-2825.html>.

HUDORI, M. *Implementation of Poka Yoke On Administration of The Palm Oil Mill*. In: *Proceeding 8th International Seminar on Industrial Engineering Management*, p. 21-25. [online] ©2013 [cit. 2016-02-18] Dostupné z: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/53004841/05._Paper_41_M_Hudori_Citra_Widya_Edukasi_Polytechnic_of_Palm_Oil.

CHAUDHARY, Rajiv; SINGH, Ramesh Chandra; KUKREJA, V. *An Innovative Approach to Time Study Through Maynard Operation Sequence Technique*. In: *Proceedings of the*

15th ISME International Conference on New Horizons of Mechanical Engineering. [online] ©2008 [cit. 2020-03-22] Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/R_Singh22/publication/275658359_An_Innovative_Ap-prach_to_Time_Study_Through_Maynard_Operation_Sequence_Technique/links/5543d6350cf23ff716852461.pdf.

CHEN, Lixia; MENG, Bo. *The application of value stream mapping based lean production system*. *International Journal of Business and Management*, 5.6: 203. [online] ©2010 [cit. 2020-04-18] Dostupné z: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.466.3771&rep=rep1&type=pdf>.

CHROMJAKOVÁ, Felicita. *Zvyšování výkonnosti výrobních a administrativních procesů*. Žilina: GEORG, 2015, 106 s. ISBN 978-80-8154-122-3.

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

IMAI, Masaaki. *Gemba Kaizen*. 1. vydání. Brno: Computer Press, 2005, s. 314. ISBN 80-251-0850-3.

INGALDI, Manuela; JAGUSIAK-KOČIK, Marta. *Lean tool used in the automotive industry*. *Production Engineering Archives*, [online] ©2014 [cit. 2020-04-18] Dostupné z: http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.baztech-500e9dd2-2d86-4833-9881-871201898eee/c/pea_2014__4_7-10.pdf.

IRHIRANE, Elhassan; BOUNIT, Ahmed; DAKKAK, Badr. *Estimate of OEE (Overall Equipment Effectiveness) Objective from Classical OEE*. *International Journal of Performance Engineering*, 13.2: 135-142. [online] ©2017 [cit. 2020-04-18] Dostupné z: <https://eds.b.ebscohost.com/abstract?site=eds&scope=site&jrnl=09731318pdf>.

JAIN, R., et al. *Optimisation of labour productivity using work measurement techniques*. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 19.4: 485-510. [online] ©2016 [cit. 2020-04-15] Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Rahul_Jain41/publication/289719079_Optimization_of_Lbour_Productivity_using_Work_Measurement_Techniques/links/5b506664aca27217ffa3205f/Optimization-of-Labour-Productivity-using-Work-Measurement-Techniques.pdf.

JAKUBÍKOVÁ, Dagmar. *Strategický marketing*. Praha: Grada, 2008, 269 s. Expert. ISBN 978-80-247-2690-8.

JANUŠKA, Martin. *Úvod do operativního řízení podniku*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2018, 170 s. ISBN 9788026108009.

JEŽKOVÁ, Zuzana. *Projektové řízení: jak zvládnout projekty*. 1. vyd. Kuřim: Akademické centrum studentských aktivit, 2013, 381 s. ISBN 978-80-905297-1-7.

JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 2016, 254 s. Expert. ISBN 9788024757179.

KAVAN, Michal. *Výrobní a provozní management*. Grada Publishing as, ©2002. [cit. 2020-03-14].

KANAMORI, S., SHIBANUMA, A. & JIMBA, M. *Applicability of the 5S management method for quality improvement in health-care facilities: a review*. Trop Med Health 44, [online] ©2016 [cit. 2020-04-15] Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s41182-016-0022-9>.

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.

KAYS, HM Emrul, et al. *Improvement of Operational Performance through Value Stream Mapping and Yamazumi Chart: A case of Bangladeshi RMG Industry*. [online] ©2019 [cit. 2020-04-15] Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Hm_Kays/publication/338096692_Improvement_of_Operational_Performance_through_Value_Stream_Mapping_and_Yamazumi_Chart_A_case_of_Bangladeshi_RMG_Industry/links/5dfdefd84585159aa48d9510/Improvement-of-Operational-Performance-through-Value-Stream-Mapping-and-Yamazumi-Chart-A-case-of-Bangladeshi-RMG-Industry.pdf.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2009, 137 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 9788074001192.

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik: metody používané pro řešení logistických projektů*. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, 2006, 238 s. C. H. Beck pro praxi. ISBN 80-868-5138-9.

KUBÍK, Roman a Jan STREJČEK. *Technologické projekty a manipulace s materiálem*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2015. Učební texty vysokých škol. ISBN 978-80-214-5260-2.

KUMAR, Sendil, PANNEERSELVAM, C. R. *Literature review of JIT-KANBAN system*. Int J Adv Manuf Technol 32, 393–408. [online] ©2007 [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00170-005-0340-2>.

LACKO, Branislav, *Systémový a procesní přístup v metodě RIPRAN*. Acta Informatica Pragensia. Brno: University of Technology. [online] ©2017 [cit. 2020-04-20]. Dostupné také z: <https://aip.vse.cz/pdfs/aip/2017/01/07.pdf>.

LEŠKOVÁ, Andrea. *PRINCIPLES OF LEAN PRODUCTION TO DESIGNING MANUAL ASSEMBLY WORKSTATIONS*. Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara-International Journal of Engineering, 11. 2. [online] ©2013 [cit. 2020-04-13] Dostupné z: <http://annals.fih.upt.ro/pdf-full/2013/ANNALS-2013-2-03.pdf>.

LHOTSKÝ, Oldřich, *Organizace a normování práce v podniku*. Vyd. 1. Praha: ASPI., 2005, 104 s. ISBN 80-7357-095-5.

LIKER, J. *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Management Press, 2007, ISBN 978-80-7261-173-7.

MAŠÍN, I. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství (a štihlé výroby)*. Vyd.1. Liberec: Institut technologií a managementu, 2005, 106 s. ISBN 80-903533-1-2.

MAŠÍN, I., KOŠTURIÁK, J. a DEBNÁR, P. *Zlepšování nevýrobních procesů: Úvodní program pro servisní a procesní týmy*. Liberec: Institut technologií a managementu s.r.o., 2007, 134 s., Sv. 1. vyd. ISBN 80-903533-3-9.

MAŠÍN, I, VYTLAČIL, M. *Nové cesty k vyšší produktivitě: Metody průmyslového inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.

MAYNARD, H.B. & ZANDIN, K.B., *Maynard's industrial engineering handbook*, 5th ed., New York: McGraw-Hill, 2001, ISBN 0-07-041102-6.

MEYERS, Fred E. a James R. STEWART, *Motion and time study for lean manufacturing*. 3rd ed. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall, 2002, ISBN 0-13-031670-9.

MONDEN, Yasuhiro. *Toyota production system: an integrated approach to just-in-time*. 4th ed. Boca Raton: CRC Press, 2012, 520 s. ISBN 9781439820971.

PANDEY, Anuja, Dr. V. S. *Deshpande and Santosh Gunjar*, “Application of Maynard operation sequence technique (MOST) – A case study”, *IJJET*, Volume 6 issue 3, Pg. 39-44, [online] ©2016 [cit. 2020-04-12] Dostupné z: <http://ijiet.com/wp-content/uploads/2016/02/7.pdf>.

PAVELKA, Marcel. *Akademie produktivity a inovací, s. r. o.*, 2015. [online]. [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <http://e-api.cz/>.

PATEL, V. C., THAKKAR, H. *Review on Implementation of 5S in Various Organization*, *International Journal of Engineering Research and Applications*, Vol. 4, Issue 3 (Version 1), pp.774-779., [online] ©2014 [cit. 2020-04-18] Dostupné z: <https://core.ac.uk/download/pdf/26989504.pdf>.

PETŘÍKOVÁ, Růžena. *Lidé v procesech řízení: (multikulturní dimenze podnikání)*. Praha: Professional Publishing, 2007, 216 s. ISBN 9788086946283.

RAWABDEH, Ibrahim A. *A model for the assessment of waste in job shop environments*. *International Journal of Operations & Production Management*, [online] ©2005 [cit. 2020-03-19] Dostupné z: <https://www.emerald.com/insight/kontent/doi/10.1108/01443570510608619/full/html>.

ROSER, Christoph, *All about lean*, [online] ©2017 [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/rabbit-chase/>.

SALVENDY, Gavriel. *Handbook of industrial engineering*. 3rd ed. New York: Wiley, 2001, 2796 s. ISBN 978-0- 470-24182- 0.

SENDERSKA, Katarína; MAREŠ, Albert; VÁCLAV, Štefan. *SPAGHETTI DIAGRAM APPLICATION FOR WORKERS' MOVEMENT ANALYSIS*. *UPB Scientific Bulletin, Series D*, 79.1: 139-150. [online] ©2017 [cit. 2020-04-20] Dostupné z: https://www.scientificbulletin.upb.ro/rev_docs_arhiva/full5a2_608068.pdf.

SCHIPPER, T. and SWETS, M. *Innovative Lean Development: How to Create, Implement and Maintain a Learning Culture Using Fast Learning Cycles*, Productivity Press, Taylor & Francis Group LLC, New York, NY. ©2010 [cit. 2020-04-20].

SINGH, J., RASTOGI, V & SHARMA, R. *Implementation of 5S practices: A review*. *Uncertain Supply Chain Management*, 2(3), 155-162. [online] ©2014 [cit. 2020-04-20] Dostupné z: <http://m.growing-science.com/beta/uscm/1548-implementation-of-5s-practices-a-review.html>.

SIXTA, Josef a Václav MAČÁT. *Logistika: teorie a praxe*. Brno: CP Books, 2005, 315 s. Praxe manažera. ISBN 8025105733.

SMEJKAL, Vladimír a Karel RAIS. *Řízení rizik*. Praha: Grada, 2003, 270 s. Expert. ISBN 80-247-0198-7.

SOLIMAN, Mohammed Hamed Ahmed. *Jidoka–The Missing Pillar!*, ©2016. [cit. 2020-04-18]

SOROOSHIAN, S. et al., *Experience of 5S Implementation*, *Journal of Applied Sciences Research*, 8(7), pp. 3855-3859. [online] ©2012 [cit. 2020-04-20] Dostupné z: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2178780.

SOUKUPOVÁ, VĚRA A DANA STRACHOTOVÁ. *Podniková ekonomika*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2005, 141 s. ISBN 80-708-0575-7.

ŠOBÁŇOVÁ, Petra. *Projektové řízení*. Vyd. 2. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2010. Studijní texty. ISBN 978-80-7368-749-6.

ŠTEFÁNEK, Radoslav. *Projektové řízení pro začátečníky*. Brno: Computer Press, 2011, 304 s. ISBN 9788025128350.

ŠTŮSEK, Jaromír. *Řízení provozu v logistických řetězcích*. Vyd. 1. Praha: C. H. Beck, 2007, 227 s. ISBN 978-80-7179-534-6.

TAE-MOON KIM, *Just-in-time manufacturing system: a periodic pull system*, *International Journal of Production Research*, 23:3, 553-562, [online] ©2007 [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00207548508904728>.

TOWNSEND, Beverly. *The basics of line balancing and JIT kitting*. Boca Raton: CRC Press, 2012, 85 s. ISBN 1439882371.

VÁCHAL, Jan a Marek VOCHOZKA, *Podnikové řízení*. Praha: Grada, 2013, 685 s. Finanční řízení. ISBN 978-80-247-4642-5.

WRONKA, Anna. LEAN LOGISTICS. *Journal of positive management*. 7(2), 55-63, [online] ©2016 [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: <https://apcz.umk.pl/czasopisma/index.php/JPM/article/view/JPM.2016.012/12097>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

OEE	Overall Equipment Effectiveness
TEEP	Total Effective Equipment Performance
JIT	Just In Time
MOST	Maynard Operation Sequence Technique
TMU	Time Measurement Units

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1: Vliv jednotlivých fází na kvalitu a náklady výrobku v čase (Zdroj: Košturiak a Frolík, 2006, s. 31).....</i>	19
<i>Obrázek 2: Techniky měření práce (Zdroj: Analýza a měření práce, ©2005).....</i>	24
<i>Obrázek 3: Grafické znázornění OEE a TEEP (Zdroj: Dlabač a Pavelka, 2018).....</i>	32
<i>Obrázek 4: Spaghetti diagram (Zdroj: Senderska, Mareš a Václav, 2017).....</i>	34
<i>Obrázek 5: Poka-yoke (Zdroj: e-api.cz, © 2020).....</i>	39
<i>Obrázek 6: Životní cyklus projektu (Zdroj: Štefánek, 2011, s. 16).....</i>	41
<i>Obrázek 7: Continental – logo.....</i>	49
<i>Obrázek 8: Organizační struktura (Zdroj: Interní materiály).....</i>	50
<i>Obrázek 9: Layout závodu Vitesco Technologies (Zdroj: Interní materiály).....</i>	51
<i>Obrázek 10: Vitesco Technologies – logo (Zdroj: Interní materiály).....</i>	51
<i>Obrázek 11: Umístění produktu (Zdroj: Interní materiály).....</i>	52
<i>Obrázek 12: Produkt PSCM MSG (Zdroj: Interní materiály).....</i>	52
<i>Obrázek 13: Layout pracoviště (Zdroj: vlastní zpracování, interní materiály).....</i>	58
<i>Obrázek 14: Spaghetti diagram (Zdroj: vlastní zpracování, interní materiály).....</i>	58
<i>Obrázek 15: Vzor kanbanové karty (Zdroj: Interní materiály).....</i>	59
<i>Obrázek 16: Materiálový tok výrobní buňky (Zdroj: Vlastní zpracování, interní materiály).....</i>	60
<i>Obrázek 17: Ranní směna (Zdroj: Vlastní zpracování).....</i>	62
<i>Obrázek 18: Noční směna (Zdroj: Vlastní zpracování).....</i>	63
<i>Obrázek 19: Layout a schéma pracoviště pro 4 pracovníky.....</i>	69
<i>Obrázek 20: Mini verze „lopatky“ (Zdroj: Vlastní zpracování).....</i>	72
<i>Obrázek 21: Ruční lis (Zdroj: Interní materiály).....</i>	73
<i>Obrázek 22: Pásový dopravník (Zdroj: Vlastní zpracování).....</i>	73
<i>Obrázek 23: Návrh layoutu pracoviště pro 3 operátory (Zdroj: Vlastní zpracování).....</i>	78
<i>Obrázek 24: Schéma pohybu operátorů ve výrobní buňce (Zdroj: Vlastní zpracování).....</i>	78
<i>Obrázek 25: Porovnání výrobních scénářů z hlediska vytíženosti operátorů (Zdroj: Vlastní zpracování).....</i>	82
<i>Obrázek 26: Porovnání výrobních scénářů z hlediska layoutu pracoviště (Zdroj: Vlastní zpracování).....</i>	83

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1: Převod jednotek TMU.....</i>	28
<i>Tabulka 2: Předmontáž – MOST</i>	53
<i>Tabulka 3: Ruční osazování – MOST.....</i>	54
<i>Tabulka 4: Selektivní pájení – MOST.....</i>	54
<i>Tabulka 5: AOI – MOST.....</i>	55
<i>Tabulka 6: ICT - MOST.....</i>	55
<i>Tabulka 7: Montáž krabičky – MOST</i>	56
<i>Tabulka 8: Konečná zkouška – MOST</i>	56
<i>Tabulka 9: Balení – MOST</i>	57
<i>Tabulka 10: SWOT analýza pracoviště</i>	61
<i>Tabulka 11: Objemy produkce v jednotlivých letech</i>	63
<i>Tabulka 12: Zákaznický takt</i>	64
<i>Tabulka 13: Výrobní takt</i>	65
<i>Tabulka 14: Manuální časy – MOST</i>	66
<i>Tabulka 15: Chronometráž.....</i>	66
<i>Tabulka 16: Porovnání metody MOST a chronometráže</i>	67
<i>Tabulka 17: Předmontáž – změna času operace</i>	74
<i>Tabulka 18: Montáž krabičky – změna času operace</i>	75
<i>Tabulka 19: ICT – změna času operace</i>	76
<i>Tabulka 20: Konečná zkouška – změna času operace</i>	76
<i>Tabulka 21: Balení – změna času operace</i>	77
<i>Tabulka 22: Porovnání MOSTu.....</i>	77
<i>Tabulka 23: Porovnání výrobních scénářů z hlediska doby výroby</i>	81
<i>Tabulka 24: Porovnání výrobních scénářů z hlediska vytiženosti operátorů.....</i>	82
<i>Tabulka 25: Porovnání výrobních scénářů z hlediska finančního zhodnocení</i>	83

SEZNAM PŘÍLOH

- PŘÍLOHA P I: Data karta MOST
- PŘÍLOHA P II: MOST výrobní buňky PSCM MSG
- PŘÍLOHA P III: Harmonogram projektu
- PŘÍLOHA P IV: RIPRAN
- PŘÍLOHA P V: Revize MOSTu – 3 operátoři

DATA KARTA pro BasicMOST

		Použití nástroje															
	ABG Získat nástroj	ABP Položit nástroj	* Použít nástroj	ABP Položit nástroj stranou	A Návrat												
		C Dělit			S Povrchová úprava			M Měření		R Zaznamenání			T Myšlení				
Index x10	Kroutit / Ohnout	Odštipnout	Ustříhnout	Řezat	Čistit vzduchem	Čistit kartáčem	Otřít	Měřit		Psát		Značit	Kontrolovat	Čist		Index x10	
		kleště	nůžky	nůž	Získat Nesimo	kartáč	hadřík	měřicí pomůcky		tužka		značkovač	oči, prsty	oči			
		drát	stříh(y)	řez(y)	sq.ft.(0,1m ²)	sq.ft.(0,1m ²)	sq.ft.(0,1m ²)	in (cm) ft. (m)		znaky	slova	znaky	body	znaky, samostat. slova	slovní text		
1	stisk		1	-	-	-	-			1	-	Odfajfknutí	1	1	3	1	
3		měkký	2	1	-	-	½			2	-	1 Linka	3	3	vedlejší hodnota	8	
6	kroužit, ohnout smyčku	střední	4	-	Místo 1 duřina, bod	1 malý objekt	-			4	1	2	5	deklam. ocel. linkou	6	hodnota se vlnovkou datum nebo čas	15
10		tvrdý	7	3	-	-	1	profilový kalibr		6	-	3	9	výhledové	12	hodnota z měřicího	24
16	ohnout – závlačka		11	4	3	2	2	Pevná stupnice posuv.měřítka 12 in (30cm)		9	2	5			16	tabulková hodnota	38
24			15	6	4	3	-	Listkový spárometr		13	3	7					54
32			20	9	7	5	5	Ocel.měř.pásma 6 ft (2m) Hlubkový mikrometr		18	4	10					72
42			27	11	10	7	7	Vnější – Mikrometr 4 in (10cm)		23	5	13					94
54			33					Vnitřní – Mikrometr 4 in (10cm)		29	7	16					119

		Ruční jeřáb								
	A Akce na určitou vzdálenost (kroky)	T Transport do 2 tun Stopy (metry)		L		K Zaháknout a Vyháknout	F Uvolnit objekt	V Vertikální přemístění	P Umístění	
		Prázdný	Naložený					Palce (cm)		
3	2						Bez změny směru	9 (20)	Bez změny směru	3
6	4						S jednou změnou směru	15 (40)	Ustavit jednou rukou	6
10	7	5 (1,5)	5 (1,5)				Se dvěma změnami směru	30 (75)	Ustavit oběma rukama	10
16	10	13 (4)	12 (3,5)				S jednou nebo více změnami směru, píše při manipulaci nebo s tlakem	45 (115)	Ustavit a umístit s jedním nastavením	16
24	15	20 (6)	18 (5,5)			Jeden nebo dva háky		60 (150)	Ustavit a umístit s několika nastaveními	24
32	20	30 (9)	26 (8)			Smyčka			Ustavit a umístit s několika nastaveními a tlakem	32
42	26	40 (12)	35 (10)							42
54	33	50 (15)	45 (13)							54

Časové jednotky	
1 TMU	= 0,00001 hod = 0,0006 min = 0,036 sek
1 hodina	= 100 000 TMU
1 minuta	= 1 667 TMU
1 sekunda	= 27,8 TMU

	Index	Intervalová hodnota TMU	MOST intervalová pásma TMU
	0	0	0
	1	10	1 - 17
	3	30	18 - 42
	6	60	43 - 77
	10	100	78 - 126
	16	160	127 - 196
	24	240	197 - 277
	32	320	278 - 366
	42	420	367 - 476
	54	540	477 - 601
	67	670	602 - 736
	81	810	737 - 881
	96	960	882 - 1041
	113	1130	1042 - 1216
	131	1310	1217 - 1411
	152	1520	1412 - 1621
	173	1730	1622 - 1841
	196	1960	1842 - 2076
	220	2200	2077 - 2321
	245	2450	2322 - 2571
	270	2700	2572 - 2846
	300	3000	2847 - 3146
	330	3300	3147 - 3446

AOI	Jít 2 kroky k zařízení AOI a obě DPS před AOI odložit.	V	2	A 0	B 0	G 0	A 3	B 0	P 1	A 0		n	1	25,00	0,90	1,50				
AOI	Vyjmout kus po AOI a držet.	P5	1	A 1	B 0	G 1	A 0	B 0	P 0	A 0		n	1	20,00	0,72	1,20				
AOI	Zkontrolovat chybu na monitoru, zkontrolovat chybu na DPS.	P5	100	A 0	B 0	G 0	A 1	B 0	P 0	A 0	T 1	A 0	B 0	P 0	A 0	n	20	8,00	0,29	0,48
AOI	Potvrdit chybu na dotykovém monitoru.	P5	100	A 1	B 0	G 1	M 0	X 0	I 0	A 0		n	20	4,00	0,14	0,24				
AOI	Uchopit odložený kus před AOI a umístit do lože zařízení.	P5	1	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 3	A 0		n	1	60,00	2,16	3,60				
AOI	Stisknout tlačítko pro rozjetí lože (1x/2 ks).	P5	2	A 1	B 0	G 1	M 1	X 1	I 0	A 0		n	1	15,00	0,54	0,90				
AOI	AOI SAKI (ověřeno stopkami 28. 06. 2019).	P5	1	Procesní čas stroje(s)					Cas činnosti SIMO (s)					α	1	333,60	<12,01>	<20,02>		
				12,000																
AOI	Každý druhý zkontrolovaný kus po AOI odložit a znovu uchopit.	P5	2	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 1	A 0		n	1	20,00	0,72	1,20				
AOI	Získat červenou šipku, odlepit z papíru a umístit na vadnou DPS.	V	100	A 1	B 0	G 3	A 1	B 0	P 3	A 0		n	2	1,60	0,06	0,10				
AOI	S drženým v nadným kusem jít 10 kroků k přepravce Q-STOPU a 10 kroků návrat.	V	100	A 0	B 0	G 0	A 16	B 0	P 16	A 16		n	2	6,40	0,23	0,38				
ICT	S drženým kusem po AOI jít 2 kroky k ICT (1x/4 ks).	V	4	A 0	B 0	G 0	A 3	B 0	P 0	A 0		n	1	7,50	0,27	0,45				
ICT	S drženým kusem po AOI jít 3 kroky k ICT (1x/4 ks).	V	4	A 0	B 0	G 0	A 6	B 0	P 0	A 0		n	1	15,00	0,54	0,90				
ICT	Držený kus vložit do lože adaptéru ICT.	V	1	A 0	B 0	G 0	A 1	B 0	P 3	A 0		n	1	40,00	1,44	2,40				
ICT	Získat držák víka adaptéru a uzavřít.	V	1	A 1	B 0	G 1	M 1	X 1	I 0	A 0		n	1	30,00	1,08	1,80				
ICT	Funkční test výrobku (ověřeno stopkami 28. 06. 2019).	P6	1	Procesní čas stroje(s)					Cas činnosti SIMO (s)					α	1	631,05	<22,72>	<37,86>		
				22,700																
ICT	Opakované přičítání v průběhu testu (ověřeno stopkami 28. 06. 2019).	P6	100	Procesní čas stroje(s)					Cas činnosti SIMO (s)					α	2	12,62	<0,45>	<0,76>		
				22,700																
ICT	Návrat 5 kroků od OB k ICT.	V	4	A 10	B 0	G 0	A 0	B 0	P 0	A 0		n	1	25,00	0,90	1,50				
ICT	Návrat 3 kroky od skluzu před FT k ICT.	V	2	A 6	B 0	G 0	A 0	B 0	P 0	A 0		n	1	30,00	1,08	1,80				
ICT	Návrat 2 kroky od skluzu před FT k ICT.	V	2	A 3	B 0	G 0	A 0	B 0	P 0	A 0		n	1	15,00	0,54	0,90				
ICT	Vyjmout kus po testu a držet.	V	1	A 1	B 0	G 1	A 0	B 0	P 0	A 0		n	1	20,00	0,72	1,20				
ICT	Po testu vadného kusu stisknout červené tlačítko "ŠPATNÝ KUS".	V	100	A 1	B 0	G 1	M 1	X 1	I 0	A 0		n	2	0,60	0,02	0,04				
ICT	Doba vytřetí chybavé etikety (4,5 sekundy).	V	100	A 0	B 0	G 0	M 10	X 10	I 0	A 0		n	2	2,00	0,07	0,12				
ICT	Získat vytřetí chybavou etiketu a nalepit na držený vadný kus.	V	100	A 1	B 0	G 3	A 1	B 0	P 1	A 0		n	2	1,20	0,04	0,07				
ICT	S drženým vadným kusem jít 10 kroků k přepravce Q-STOPU a 10 kroků návrat.	V	100	A 0	B 0	G 0	A 16	B 0	P 16	A 16		n	2	6,40	0,23	0,38				
KM	S kusem po testu jít 2 kroky k lšu.	V	2	A 3	B 0	G 0	A 0	B 0	P 0	A 0		n	1	15,00	0,54	0,90				
KM	S kusem po testu jít 3 kroky k lšu.	V	2	A 6	B 0	G 0	A 0	B 0	P 0	A 0		n	1	30,00	1,08	1,80				
KM	Uchopit pouzdro (spojený horní, spodní díl).	V	1	A 1	B 0	G 1	A 0	B 0	P 0	A 0		n	1	20,00	0,72	1,20				
KM	Drženou pouzdro umístit do lože lšu.	V	1	A 0	B 0	G 0	A 1	B 0	P 3	A 0		n	1	40,00	1,44	2,40				
KM	Drženou DPS umístit do spodního dílu pouzdra v loži lšu.	V	1	A 0	B 0	G 0	A 1	B 0	P 3	A 0		n	1	40,00	1,44	2,40				
KM	Získat páku lože lšu a horní díl pouzdra zalosovat do spodního dílu pouzdra na DPS.	V	1	A 1	B 0	G 1	M 3	X 0	I 0	A 0		n	1	50,00	1,80	3,00				
KM	Drženou páku vrátit zpět do původní polohy.	V	1	A 0	B 0	G 0	M 1	X 1	I 0	A 0		n	1	10,00	0,36	0,60				
KM	Vyjmout zalosovaný kus z lože lšu a držet.	V	1	A 1	B 0	G 1	A 0	B 0	P 0	A 0		n	1	20,00	0,72	1,20				
KM	Na drženém kuse zkontrolovat správné zalosování.	V	1	A 0	B 0	G 0	A 1	B 0	P 0	A 0	T 6	A 0	B 0	P 0	A 0	n	1	70,00	2,52	4,20
KM	Získat přístrojovou etiketu a nalepit na držený kus.	V	1	A 1	B 0	G 1	A 1	B 0	P 3	A 0		n	1	60,00	2,16	3,60				
KM	Uchopit prázdnou přepravku v horním skluzu a odložit (spojený SD, HD pouzdra 1x).	V	39	A 1	B 0	G 1	A 1	B 6	P 1	A 0		n	1	2,56	0,09	0,15				
KM	Uchopit přepravku v horním skluzu a přitáhnout k sobě (spojený SD, HD pouzdra 1x).	V	39	A 1	B 0	G 1	M 3	X 1	I 0	A 0		n	1	1,28	0,05	0,08				

PŘÍLOHA P IV: RIPRAN

Číslo	Hrozba	Scénář	Pravděpodobnost	Dopad	Hodnota rizika	Opatření
1	Neochota společnosti spolupracovat	Neposkytnutí potřebných dat, neumožnění přístupu do výroby.	20%	MD	MHR	Jasně stanovení cíle projektu, náznak řešení projektu, komunikace s vedením společnosti.
2	Nespolupráce zaměstnanců	Zaměstnanci se nemusí chtít podílet na projektu, tím pádem může dojít k obtížné komunikaci s nimi a ve výsledku nemusí dodržovat nové standardy.	75%	VD	VHR	Motivace zaměstnanců, vysvětlení výhod projektu, uvedení praktických příkladů, přátelský přístup, brát v potaz připomínky
3	Chybovost při sběru dat	Práce se špatně naměřenými daty.	55%	SD	SHR	Nastudování problematiky, příprava nanečisto a průběžná kontrola.
4	Chybná analýza dat	Špatné vyhodnocení dat a špatně stanovené závěry.	55%	SD	SHR	Konzultace jednotlivých postupů, nastudování problematiky, pečlivost.
5	Ztráta naměřených dat	Ztráta naměřených dat, bude nutné data naměřit znovu.	15%	MD	MHR	Zálohování dat, vytvořit více kopií naměřených dat.
6	Neznalost dané problematiky	Chybně zvolené metody a nedodržení zadání projektu.	40%	SD	SHR	Konzultace s kvalifikovanou osobou.
7	Nedodržení časového harmonogramu	Nemusí se stihnout stanovit nové výrobní scénáře a tím dojde ke zpoždění realizace projektu.	70%	VD	VHR	Vytvoření časových rezerv v harmonogramu.
8	Nenaplnění projektových cílů	Odvedení pozornosti během zpracování projektu k jiné problematice, než má být řešena.	55%	SD	SHR	Průběžná kontrola dodržování cílů.
9	Změny nebudou aplikovány	Vytvoření neúspěšného projektu.	40%	SD	SHR	Zdůraznit přínosy projektu, výsledky podložit výpočty a navrhované řešení co nejpodrobněji specifikovat.

Hodnota rizika
MHR = Malá hodnota rizika
SHR = Střední hodnota rizika
VHR = Velká hodnota rizika

Dopad	
MD = Malý dopad	< 32 %
SD = Střední dopad	33 - 65 %
VD = Velký dopad	> 66 %

Pravděpodobnost rizika	
Malá	< 32 %
Střední	33 - 65 %
Velká	> 66 %

Určení hodnoty rizika			
	MP	SP	VP
MD	MHR	MHR	SHR
SD	MHR	SHR	VHR
VD	SHR	VHR	VHR

PŘÍLOHA P V: REVIZE MOSTU – 3 OPERÁTOŘI

Označení	Operace	Činnost	Množství	Sekvenční model												TMU	Čas (s)	Operátor
PM	Uchopit ventil z blistru a umístit do lože zařízení (1 výrobek/1 ks).	H	1	A1	B0	G1	A1	B0	P3	A0						60,00	2,16	1
PM	Uchopit "lopatku" z blistru a pomocí ní umístit ventily do lože zařízení.	H	1	A1	B0	G1	A1	B0	P10	A0						130,00	4,68	1
PM	Držet "lopatku" a umístit ji volně do určeného boxu.	V	1	A0	B0	G0	A1	B0	P1	A0						20,00	0,72	1
PM	Uchopit vzduchový konektor.	H	1	A1	B0	G1	A0	B0	P0	A0						20,00	0,72	1
PM	Držený konektor umístit na ionizér.	V	1	A0	B0	G0	A1	B0	P3	A0						40,00	1,44	1
PM	Konektor zatlačit, čekání na rozsvícení kontrolky (1,2 sekundy).	V	1	Procesní čas operátora (s): 1,20												33,36	1,2	1
PM	Na drženém vzduchovém konektoru zkontrolovat přítomnost O-kroužku.	V	1	A0	B0	G0	A1	B0	P0	A0	T1	A0	B0	P0	A0	20,00	0,72	1
PM	Uchopit přípravek pro úpravu O-kroužku, držet a odložit.	V	10	A1	B0	G1	A1	B0	P1	A0						4,00	0,14	1
PM	Drženým přípravkem poopravit O-kroužek ve vzduchovém konektoru.	V	10	A0	B0	G0	A1	B0	P3	A0						4,00	0,14	1
PM	Držený vzduchový konektor umístit do lože zařízení (1 výrobek/1 ks).	H	1	A0	B0	G0	A1	B0	P3	A0						40,00	1,44	1
PM	Potvrdit dotykový spínač.	V	1	A1	B0	G1	M0	X0	I0	A0						20,00	0,72	1
PM	Profuk (ověřeno stopkami 10. 3. 2020).	P2	1	Procesní čas stroje (s): 23,82												662,20	<23,84>	1
PM	Opakovaný test těsnosti, lisování (ověřeno stopkami 10. 3. 2020).	P2	100	Procesní čas stroje (s): 21,00												46,70	<1,68>	1
PM	Krok k přepravce, uchopit DPS z přepravky a umístit ji do lože zařízení.	H	1	A3	B0	G1	A1	B0	P3	A0						80,00	2,88	1
PM	Potvrdit dotykový spínač.	V	1	A1	B0	G1	M0	X0	I0	A0						20,00	0,72	1
PM	Uchopit prázdný blistr z přepravky v horním skluzu a odložit, 2 kroky tam a zpět.	V	56	A3	B0	G1	A3	B0	P3	A0						25,00	0,9	1
PM	Uchopit prázdné blistry od ventilů, jít 6 kroků a umístit do prázdné přepravky (5 ks).	V	280	A1	B0	G3	A10	B0	P3	A0						8,50	0,31	1
PM	Uchopit blistry s ventily, jít 6 kroků zpět k předmontáži a umístit do horního skluzu (5 ks).	V	280	A1	B0	G3	A10	B0	P3	A0						8,50	0,31	1
PM	Uchopit velké víko a odložit (1x).	V	560	A1	B0	G3	A1	B0	P1	A0						1,50	0,05	1
PM	Uchopit malé víko a odložit (2x).	V	560	A1	B0	G3	A1	B0	P1	A0						3,00	0,11	1
PM	Uchopit malé víko a umístit zpět do prázdné přepravky (2x).	V	560	A1	B0	G1	A1	B0	P3	A0						3,00	0,11	1
PM	Uchopit velké víko a umístit zpět na prázdnou přepravku (1x).	V	560	A1	B0	G1	A1	B0	P3	A0						1,50	0,05	1
PM	Uchopit prázdný blistr z přepravky od DPS a odložit do spodního skluzu.	V	12	A1	B0	G1	A1	B6	P1	A0						8,33	0,3	1
PM	Uchopit prázdnou přepravku od DPS a odložit do spodního skluzu.	V	60	A1	B0	G1	A1	B6	P1	A0						1,67	0,06	1
PM	Uchopit přepravku s DPS v horním skluzu a přitáhnout k sobě.	V	60	A1	B0	G1	M3	X0	I0	A0						0,83	0,03	1
PM	Vyjmout PIL z přepravky a odhodit do koše.	V	60	A1	B0	G1	A1	B0	P0	A0						0,50	0,02	1
PM	Vadný kus potvrdit stisknutím červeného tlačítka.	V	100	A1	B0	G1	M1	X0	I0	A0						0,30	0,01	1

Označení	Operace	Činnost	Množství	Sekvenční model												TMU	Čas (s)	Operátor	
RO	Odebrat hotový zašroubovaný kus ze zařízení předmontáže a držet.	V	1	A1	B0	G1	A0	B0	P0	A0							20,00	0,72	2
RO	S drženým kusem jít 2 kroky k pájecí vlně a kus umístit do pájecí masky.	V	1	A0	B0	G0	A3	B0	P3	A0							60,00	2,16	2
RO	Uchopit konektor z blistru a umístit na DPS(1 výrobek/1 ks).	H	2	A1	B0	G1	A1	B0	P3	A0							50,00	1,8	2
RO	Získat pájecí masku s osazenými kusy a zasunout do zařízení (1 maska/4 DPS).	V	4	A1	B0	G1	M3	X0	I0	A0							12,50	0,45	2
RO	Selektivní pájení (ověřeno stopkami 10. 3. 2020).	P4	1	Procesní čas stroje (s): 14,96												415,75	<14,97>	2	
RO	Uchopit prázdný blistr z držáku a odložit.	V	126	A1	B0	G1	A1	B0	P1	A0							0,32	0,01	2
RO	Uchopit blistr s konektory z přepravky v horním skluzu a umístit na držák.	V	126	A1	B0	G1	A1	B0	P3	A0							0,48	0,02	2
RO	Uchopit prázdnou přepravku v horním skluzu a odložit.	V	882	A1	B0	G1	A1	B3	P1	A0							0,08	0	2
RO	Uchopit přepravku s konektory v horním skluzu a přitáhnout k sobě.	V	882	A1	B0	G1	M3	X0	I0	A0							0,06	0	2
RO	Vyjmout zapájenou DPS (2 DPS).	V	1	A0	B0	G1	A0	B0	P0	A0							20,00	0,72	2
AOI	Jít 2 kroky k zařízení AOI a obě DPS před AOI odložit.	V	2	A0	B0	G0	A3	B0	P1	A0							25,00	0,9	2
AOI	Vyjmout kus po AOI a držet.	P5	1	A1	B0	G1	A0	B0	P0	A0							20,00	0,72	2
AOI	Zkontrolovat chybu na monitoru, zkontrolovat chybu na DPS.	P5	100	A0	B0	G0	A1	B0	P0	A0	T1	A0	B0	P0	A0		8,00	0,29	2
AOI	Potvrdit chybu na dotykovém monitoru.	P5	100	A1	B0	G1	M0	X0	I0	A0							4,00	0,14	2
AOI	Uchopit odložený kus před AOI a umístit do lože zařízení.	P5	1	A1	B0	G1	A1	B0	P3	A0							60,00	2,16	2
AOI	Stisknout tlačítko pro rozjetí lože (1x/2 ks).	P5	2	A1	B0	G1	M1	X0	I0	A0							15,00	0,54	2
AOI	AOI SAKI (ověřeno stopkami 10. 3. 2020).	P5	1	Procesní čas stroje (s): 12,00												333,60	<12,01>	2	
AOI	Každý druhý zkontrolovaný kus po AOI odložit a znovu uchopit.	P5	2	A1	B0	G1	A1	B0	P1	A0							20,00	0,72	2
AOI	Získat červenou šipku, odlepit z papíru a umístit na vadnou DPS.	V	100	A1	B0	G3	A1	B0	P3	A0							1,60	0,06	2
AOI	S drženým vadným kusem jít 10 kroků k přepravce Q-STOPu a 10 kroků návrat.	V	100	A0	B0	G0	A16	B0	P0	A16							6,40	0,23	2
ICT	S drženým kusem po AOI jít 2 kroky k ICT (1x/4 ks).	V	4	A0	B0	G0	A3	B0	P0	A0							7,50	0,27	2
ICT	S drženým kusem po AOI jít 2 kroky k ICT (1x/4 ks).	V	4	A0	B0	G0	A3	B0	P0	A0							7,50	0,27	2
ICT	Držený kus vložit do lože adaptéru ICT.	V	1	A0	B0	G0	A1	B0	P3	A0							40,00	1,44	2
ICT	Získat držák víka adaptéru a uzavřít.	V	1	A1	B0	G1	M1	X0	I0	A0							30,00	1,08	2
ICT	Funkční test výrobku (ověřeno stopkami 10. 3. 2020).	P6	1	Procesní čas stroje (s): 22,70												631,05	<22,72>	2	
ICT	Opakované přísátí v průběhu testu (ověřeno stopkami 10. 3. 2020).	P6	100	Procesní čas stroje (s): 22,70												12,62	<0,45>	2	
ICT	Návrat 2 kroky od ICT k předmontáži.	V	2	A3	B0	G0	A0	B0	P0	A0							15,00	0,54	2
ICT	Návrat 2 kroky od ICT k AOI.	V	2	A3	B0	G0	A0	B0	P0	A0							15,00	0,54	2
ICT	Vyjmout kus po testu a držet.	V	1	A1	B0	G1	A0	B0	P0	A0							20,00	0,72	2
ICT	Položit kus na pásový dopravník.	V	1	A0	B0	G0	A3	B0	P1	A0							40,00	1,44	2
ICT	Po testu vadného kusu stisknout červené tlačítko "ŠPATNÝ KUS".	V	100	A1	B0	G1	M1	X0	I0	A0							0,60	0,02	2
ICT	Doba vytištění chybové etikety (4,5 sekundy).	V	100	A0	B0	G0	M0	X10	I0	A0							2,00	0,07	2
ICT	Získat vytištěnou chybovou etiketu a nalepit na držený vadný kus.	V	100	A1	B0	G3	A1	B0	P1	A0							1,20	0,04	2
ICT	S drženým vadným kusem jít 10 kroků k přepravce Q-STOPu a 10 kroků návrat.	V	100	A0	B0	G0	A16	B0	I0	A16							6,40	0,23	2

Označení	Operace	Činnost	Množství	Sekvenční model											TMU	Čas (s)	Operátor	
MK	Uchopit pouzdro (spojený horní, spodní díl).	V	1	A1	B0	G1	A0	B0	P0	A0						20,00	0,72	3
MK	Držené pouzdro umístit do lože lisu.	V	1	A0	B0	G0	A1	B0	P3	A0						40,00	1,44	3
MK	Uchopit DPS a umístit ji do spodního dílu pouzdra v loži lisu.	V	1	A1	B0	G1	A1	B0	P3	A0						60,00	2,16	3
MK	Získat páku lože lisu a horní díl pouzdra zalisovat do spodního dílu pouzdra na DPS.	V	1	A1	B0	G1	M1	X0	I0	A0						30,00	1,08	3
MK	Vyjmout zalisovaný kus z lože lisu a držet.	V	1	A1	B0	G1	A0	B0	P0	A0						20,00	0,72	3
MK	Na drženém kuse zkontrolovat správné zalisování.	V	1	A0	B0	G0	A1	B0	P0	A0	T3	A0	B0	P0	A0	40,00	1,44	3
MK	Získat přístrojovou etiketu a nalepit na držený kus.	V	1	A1	B0	G1	A1	B0	P3	A0						60,00	2,16	3
MK	Uchopit prázdnou přepravku v horním skluzu a odložit (spojený SD, HD pouzdra 1x).	V	39	A1	B0	G1	A1	B6	P1	A0						2,56	0,09	3
MK	Uchopit přepravku v horním skluzu a při-táhnout k sobě (spojený SD, HD pouzdra 1x).	V	39	A1	B0	G1	M3	X0	I0	A0						1,28	0,05	3
KZ	S drženým kusem jít 1 krok ke skluzu k FT a kus před testem odložit do skluzu.	V	1	A0	B0	G0	A3	B0	P3	A0						60,00	2,16	3
KZ	COBOT, uchopení kusu ze skluzu a založení do FT (ověřeno stopkami 10. 3. 2020).	P8	1	Procesní čas stroje (s):14,40											400,32	<14,41>	3	
KZ	Konečná zkouška (ověřeno stopkami 10. 3. 2020).	P8	1	Procesní čas stroje (s): 72,42											2013,28	<72,48>	3	
KZ	Opakované přísátí v průběhu testu (ověřeno stopkami 10. 3. 2020).	P8	100	Procesní čas stroje (s): 72,42											161,06	<5,8>	3	
KZ	COBOT, vyjmutí kusu z FT a odložení do skluzu (ověřeno stopkami 10. 3. 2020).	P8	1	Procesní čas stroje (s): 12,00											333,60	<12,01>	3	
KZ	Jít 2 kroky od skluzu s kusy před FT ke skluzu před operaci balení (1x/4 ks).	V	4	A3	B0	G0	A0	B0	P0	A0						7,50	0,27	3
KZ	Uchopit kus po testu ze skluzu (na dosah) a držet.	V	1	A1	B0	G1	A0	B0	P0	A0						20,00	0,72	3
BAL	Prst levé ruky umístit do prostoru dotykového čidla.	V	1	A0	B0	G0	A1	B0	P1	A0						20,00	0,72	3
BAL	Držený kus umístit do lože OB.	V	1	A0	B0	G0	A1	B0	P3	A0						40,00	1,44	3
BAL	Načtení DMX kódu (ověřeno stopkami 10. 3. 2020).	V	1	Procesní čas operátora (s): 3,00											83,40	3	3	
BAL	Přečtení hlášky "VLOŽTE KUS" z displeje optické brány.	V	1	A0	B0	G0	A1	B0	P0	A0	T1	A0	B0	P0	A0	20,00	0,72	3
BAL	Držený kus umístit do přepravky do blistru.	V	1	A0	B0	G0	A1	B0	P3	A0						40,00	1,44	3
BAL	Přečtení hlášky "VLOŽTE PROKLAD" z displeje optické brány.	V	40	A0	B0	G0	A1	B0	P0	A0	T1	A0	B0	P0	A0	2,50	0,09	3
BAL	Uchopit blistr a umístit do přepravky.	V	40	A1	B0	G1	A1	B0	P3	A0						7,50	0,27	3
BAL	Přečtení hlášky "POTVRĎTE PROKLAD" z displeje optické brány.	V	40	A0	B0	G0	A1	B0	P0	A0	T1	A0	B0	P0	A0	2,50	0,09	3
BAL	Potvrdit tlačítko "ENTER".	V	40	A1	B0	G1	M1	X0	I0	A0						3,75	0,14	3
BAL	Uchopit bublinkovou fólii a umístit do přepravky na hotové kusy.	V	40	A1	B0	G1	A1	B0	P1	A0						1,00	0,04	3
BAL	Přečtení hlášky "VYMĚŇTE BEDNU" z displeje optické brány.	V	40	A0	B0	G0	A1	B0	P0	A0	T1	A0	B0	P0	A0	0,50	0,02	3
BAL	Uchopit přepravku s hotovými kusy z rámu optické brány a umístit do horního skluzu.	V	40	A1	B0	G3	A1	B0	P1	A0						1,50	0,05	3
BAL	Drženou přepravku posunout v horním skluzu směrem od sebe.	V	40	A0	B0	G0	M3	X0	I0	A0						0,75	0,03	3
BAL	Uchopit prázdnou přepravku z horního skluzu a umístit do rámu optické brány.	V	40	A1	B0	G1	A1	B0	P3	A0						1,50	0,05	3
BAL	Přečtení hlášky "POTVRĎTE BEDNU" z displeje optické brány.	V	40	A0	B0	G0	A1	B0	P0	A0	T1	A0	B0	P0	A0	0,50	0,02	3
BAL	Potvrdit tlačítko "ENTER".	V	40	A1	B0	G1	M1	X0	I0	A0						0,75	0,03	3
BAL	Získat balicí etiketu s označením MLFB a umístit na přepravku.	V	40	A1	B0	G1	A1	B0	P3	A0						1,50	0,05	3
BAL	Získat lepicí pásku, odtrhnout a nalepit na etiketu na přepravce.	V	40	A1	B0	G3	A1	B0	P3	A0						2,00	0,07	3
BAL	Přejet rukou přes lepicí pásku na etiketě (do 5 cm).	V	40	A0	B0	G1	M1	X0	I0	A0						0,50	0,02	3
BAL	Uchopit odváděcí papír a položit do přepravky na hotové kusy.	V	40	A1	B0	G1	A1	B0	P1	A0						1,00	0,04	3
BAL	Po testu vadného kusu stisknout červené tlačítko, vytištění chybové etikety (2,5 s).	V	100	A1	B0	G1	M1	X6	I0	A0						1,80	0,06	3
BAL	Získat chybovou etiketu a nalepit na držený vadný kus.	V	100	A1	B0	G3	A1	B0	P1	A0						1,20	0,04	3
BAL	S drženým vadným kusem jít 10 kroků k přepravce Q-STOPu a 10 kroků návrat.	V	100	A0	B0	G0	A16	B0	P0	A16						6,40	0,23	3
																Celkem	59,91	