

Zefektivnění výroby vidlic ve společnosti BIKE FUN International s.r.o.

Bc. Filip Wilczek

Diplomová práce
2022



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: 2021/2022

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Filip Wilczek
Osobní číslo: M200296
Studijní program: N0488P050002 Průmyslové inženýrství
Forma studia: Prezenční
Téma práce: Zefektivnění výroby vidlic ve společnosti BIKE FUN International s.r.o.

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Pomocí literárních zdrojů zpracujte teoretické poznatky týkající se problematiky neefektivního pracoviště.

II. Praktická část

- Analyzujte současný stav výrobního pracoviště.
- Na základě provedené analýzy vypracujte návrh řešení vedoucí k zefektivnění výrobního pracoviště.
- Zhodnoťte navrhovaná řešení.

Závěr

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

Seznam doporučené literatury:

- ALTMAN, Harry. *Lean: this book includes Lean Six Sigma, Lean startup, Lean enterprise, Lean analytics, Agile project management, Kanban, Scrum*. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2017, 432 s. ISBN 978-197-8348-684.
- CHROMJAKOVÁ, Felicitá. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů*. Žilina: Georg, 2013, 116 s. ISBN 978-808-1540-585.
- KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3. dopl. vyd. Praha: C.H. Beck, 2012, 153 s. ISBN 978-80-7179-319-9.
- TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Průmysl 4.0 aneb Nikdo sám nevyhraje*. Průhonice: Professional Publishing, 2017, 200 s. ISBN 978-80-906594-4-5.
- USTUNDAG, Alp a Emre CEVIKCAN. *Industry 4.0: managing the digital transformation*. Cham: Springer, 2018, 286 s. ISBN 978-331-9578-699.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Miroslav Marek

Datum zadání diplomové práce: 11. února 2022
Termín odevzdání diplomové práce: 27. dubna 2022

L.S.

prof. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan

prof. Ing. David Tuček, Ph.D.
garant studijního programu

PROHLÁŠENÍ AUTORA

DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové 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 práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové 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 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 práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové 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 práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové 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 práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
2. že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

Jméno a příjmení:

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Tento projekt se zabývá zefektivněním výroby vidlic. Mezi možnosti, jak zvýšit efektivitu výroby vidlic patří například úprava pracoviště, odstranění rozpracovaných vidlic z výroby nebo změna pracovního postupu. Hlavním cílem této diplomové práce je zefektivnit výrobu a zvýšit tak produktivitu práce alespoň o 30 %. Tento hlavní cíl je podmíněn dílčími cíli, kterými jsou zrušení rozpracovaných vidlic ve výrobě o 50 %, úspora výrobních a skladových prostor o 50 % a zvýšení VA indexu o 100 %. Pro splnění všech cílů byly využity metody průmyslového inženýrství, programu AutoCAD a nástrojů MS Office. V první části práce jsou zpracovány teoretické poznatky z oblasti výroby, štíhlého podniku, analýzy a měření práce, průmyslového inženýrství a Průmyslu 4.0. V druhé části práce je zpracována praktická část. Na začátku praktické části je představena společnost. Práce dále pokračuje aktuálním stavem na pracovišti, projektem zefektivnění výroby vidlic, aktuálním stavem časových norem pomocí metody nepřímého měření Basic MOST, současnou mapou toku hodnot (VSM), návrhy na zlepšení současného stavu, budoucí mapou toku hodnot (VSD) a zhodnocení projektu. Výsledkem této práce je návrh nového layoutu, návrh nového pracovního postupu, návrh mapy budoucího toku hodnot, zvýšení produktivity o více než 100 % a zvýšení VA indexu o 337 %.

Klíčová slova: MOST, VSM, VSD, Layout, efektivita

ABSTRACT

This project deals with streamlining the production of forks. Options for increasing the efficiency of fork production include, for example, modifying the workplace, removing unfinished forks from production or changing the workflow. The main goal of this thesis is to streamline production and increase labor productivity by at least 30 %. This main goal is conditioned by sub-goals, which are the elimination of unfinished forks in production by 50 %, savings of production and storage space by 50 % and increase the VA index by 100 %. The methods of industrial engineering, AutoCAD and MS Office tools were used to meet all goals. The first part of the thesis deals with theoretical knowledge from the field of production, lean enterprise, analysis and measurement of work, industrial engineering and

Industry 4.0. The second part of the thesis deals with the practical part. At the beginning of the practical part, the company is introduced. The work continues with the current state of the workplace, the project of streamlining the production of forks, the current state of time standards using the method of indirect measurement Basic MOST, the current value stream map (VSM), suggestions for improving the current state, future value stream design (VSD) and project evaluation. The result of this work is the design of a new layout, the design of a new workflow, the design of a map of the future flow of values, an increase in productivity by more than 100 % and increase in the VA index by 337 %.

Keywords: MOST, VSM, VSD, Layout, Efficiency

Rád bych zde poděkoval vedoucímu této diplomové práce, panu Ing. Miroslavu Markovi, za profesionální přístup, věcné rady, zkušenosti a nové poznatky z oblasti PI a štíhlé výroby.

Poděkovat chci také společnosti BIKE FUN, za možnost poznat jiný druh výroby, za ochotu a pomoc při zpracovávání dat k této diplomové práci.

Další poděkování patří také Ústavu průmyslového inženýrství a informačních systémů za skvělý a osobitý přístup po celou dobu studia.

V neposlední řadě patří obrovský dík také mé rodině, která mne při studiu podporovala.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

„Když mi bylo 5 let, matka mi neustále říkala, že štěstí je klíčem k životu. Když jsem šel do školy, ptali se mě, co chci být, až vyrostu. Napsal jsem „šťastný“. Řekli mi, že jsem úkol nepochopil, a já jim řekl, že oni nepochopili život.“

John Lennon

OBSAH

ÚVOD.....	11
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE.....	12
I TEORETICKÁ ČÁST.....	13
1 VÝROBA A PROCES VÝROBY.....	14
1.1 VÝROBA.....	14
1.2 PROCES VÝROBY.....	14
1.2.1 Dělení výroby podle vyráběného množství.....	15
1.2.2 Dělení výroby podle charakteru používané technologie.....	15
1.2.3 Dělení výroby dle plynulosti technologického procesu.....	16
1.3 PLÁNOVÁNÍ VÝROBY.....	16
2 ŠTÍHLÝ PODNIK (LEAN).....	17
2.1 DEFINICE.....	17
2.2 PLÝTVÁNÍ.....	18
2.3 ŠTÍHLÁ VÝROBA.....	19
2.4 ŠTÍHLÁ LOGISTIKA.....	19
2.5 ŠTÍHLÁ ADMINISTRATIVA.....	20
2.6 ŠTÍHLÝ VÝVOJ.....	20
2.7 VALUE STREAM MAPPING (VSM).....	21
2.7.1 Symboly VSM.....	23
2.8 LAYOUT.....	23
2.9 ONE PIECE FLOW – TOK JEDNOHO KUSU.....	23
3 ANALÝZA A MĚŘENÍ PRÁCE.....	24
3.1 MĚŘENÍ PRÁCE.....	24
3.1.1 Metoda přímého měření.....	24
3.1.2 Metoda nepřímého měření.....	26
3.1.3 Metoda nepřímého měření – MOST.....	26
3.1.4 Metoda nepřímého měření – MTM.....	28
4 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	31
4.1 HISTORIE PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ.....	31
4.2 PRŮMYSLOVÝ INŽENÝR.....	31
5 PRŮMYSL 4.0.....	32
5.1 CÍLE PRŮMYSLU 4.0.....	33
5.2 HISTORIE.....	33
6 SHRNUÍ TEORETICKÉ ČÁSTI.....	34
II PRAKTICKÁ ČÁST.....	35

7	PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI.....	36
7.1	ZÁKAZNÍCI	36
7.2	NEJDŮLEŽITĚJŠÍ UDÁLOSTI VE SPOLEČNOSTI V ROCE 2021	37
7.3	HISTORIE SPOLEČNOSTI	37
7.4	AKTUÁLNÍ STAV VE SPOLEČNOSTI	37
7.5	VÝVOJ POČTU VYROBENÝCH KOL.....	38
7.6	ZNAČKY KOL VYRÁBĚNÝCH VE SPOLEČNOSTI	39
7.6.1	SUPERIOR	39
7.6.2	ROCK MACHINE	39
7.6.3	FRAPPÉ.....	40
8	AKTUÁLNÍ STAV NA PRACOVÍŠTI.....	41
8.1	PRACOVÍŠTĚ LAKOVNY	41
8.2	PRACOVÍŠTĚ LEPENÍ	41
8.2.1	Proces vybalování vidlic	42
8.2.2	Proces uložení vidlic	42
8.2.3	Proces lepení vidlic	43
8.2.4	Proces řezání a lisování vidlic.....	44
8.3	LAYOUT PRACOVÍŠTĚ	45
8.4	VÝVOJ POČTU POLEPENÝCH VIDLIC	45
9	PROJEKT ZEFEKTIVNĚNÍ VÝROBY VIDLIC.....	47
9.1	CÍL PROJEKTU.....	47
9.2	ČASOVÝ HARMONOGRAM PROJEKTU	48
9.3	PROJEKTOVÝ TÝM	48
9.4	RIPRAN ANALÝZA	48
10	AKTUÁLNÍ STAV ČASOVÝCH NOREM POMOCÍ METODY NEPŘÍMÉHO MĚŘENÍ (BASIC MOST).....	51
10.1	VYBALOVÁNÍ VIDLIC MĚŘENÉ METODOU BASIC MOST.....	51
10.2	LEPENÍ VIDLIC MĚŘENÉ METODOU BASIC MOST	51
10.3	ŘEZÁNÍ A LISOVÁNÍ VIDLIC MĚŘENÉ METODOU BASIC MOST	52
10.4	VÝSLEDKY AKTUÁLNÍHO STAVU ČASOVÝCH NOREM.....	53
10.5	ANALÝZA SOUČASNÝCH PROCESNÍCH ČASŮ	55
10.5.1	Procesní časy – vybalování	55
10.5.2	Procesní časy – lepení	55
10.5.3	Procesní časy – řezání + lisování	56
11	SOUČASNÁ MAPA HODNOTOVÉHO TOKU (VSM).....	57
11.1	ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO VSM	59
11.1.1	Potenciály pro zlepšení na základě současného VSM	60

12	NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ SOUČASNÉHO STAVU VÝROBNÍHO PRACOVISŤE VIDLIC	61
12.1	TÝMOVÝ WORKSHOP	61
12.2	NÁVRH Č. 1 – NAVRŽENÍ NOVÉHO PRACOVISŤE DO PROSTOR SKLADU	62
12.2.1	Návrh pracoviště v prostorách skladu	62
12.2.2	Výhody/Nevýhody navrhovaného layoutu	62
12.3	NÁVRH Č. 2 – NAVRŽENÍ PRACOVISŤE MIMO SKLAD	63
12.3.1	Výhody/nevýhody navrhovaného pracoviště mimo sklad	64
12.4	NÁVRH Č. 3 – NOVÝ PRACOVNÍ STŮL	65
12.4.1	Výhody nového pracovního stolu	66
12.5	NÁVRH Č. 4 – NOVÝ PRACOVNÍ POSTUP	67
12.5.1	Analýza nového pracovního postupu	67
12.5.2	Návrh pracovního postupu metodou nepřímého měření Basic MOST	68
12.5.3	Vybalancování návrhu nového pracoviště	70
13	BUDOUCÍ MAPA HODNOTOVÉHO TOKU.....	71
13.1	VÝROBNÍ SCÉNÁŘE NA NAVRHNUTÉM PRACOVISŤI.....	72
13.1.1	Scénář č. 1	72
13.1.2	Scénář č. 2	73
13.1.3	Scénář č. 3	73
13.1.4	Scénář č. 4	74
14	ZHODNOCENÍ PROJEKTU	75
14.1	ZEFEKTIVNĚNÍ VÝROBY VIDLIC	76
	ZÁVĚR	77
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	79
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	82
	SEZNAM OBRÁZKŮ	83
	SEZNAM TABULEK.....	85
	SEZNAM GRAFŮ	86
	SEZNAM PŘÍLOH.....	87

ÚVOD

Současná doba nám čím dál tím více ukazuje, jak nejistá je budoucnost. To samé platí i pro výrobní firmy. Nedostatek materiálu a komponentů pro výrobu nebo zvyšující se náklady za energie potřebné pro provoz snad každé výrobní firmy. Tyto faktory tak tlačí na každou společnost, aby i ty společnosti, které ještě neinovují, začaly. Neustálý vývoj nových výrobků, inovace ve výrobním procesu, pružné reakce na zákaznické požadavky – to vše by měla dnes ovládat každá firma, která chce prosperovat. Pokud před třemi lety platilo, že firma, která neinovuje, nezefektivňuje a nezlepšuje tak upadá, v dnešní době to platí dvojnásob.

Tato diplomová práce je zpracována v kopřivnickém výrobním závodě BIKE FUN International s.r.o., která vyrábí jízdní kola a elektrokola jak českých, tak zahraničních značek. Tématem této práce je zefektivnění výroby vidlic. Tuto práci tvoří dvě hlavní části – teoretická a praktická část.

V teoretické části této práce jsou k nalezení základní poznatky z oblasti výroby, výrobního procesu, štíhlého podniku, analýz a metod měření práce, průmyslového inženýrství a Průmyslu 4.0. Na konci teoretické části je zpracováno její shrnutí.

V praktické části je nejprve představena společnost BIKE FUN. Dalším krokem praktické části je aktuální stav na pracovišti, ve kterém je popsáno pracoviště lepení vidlic, procesy lepení a aktuální layout. V další části práce je popsán aktuální stav časových norem pomocí metody nepřímého měření Basic MOST. Další kapitola patří představení projektu. V této části je čtenářům představen hlavní cíl práce, kterým je zefektivnění výroby a zvýšení produktivity alespoň o 30 %. Tento cíl je podmíněn dílčími cíli, kterými jsou zrušení rozpracovaných vidlic ve výrobě o 50 %, úspora výrobních prostor o 50 % a zvýšení VA indexu v budoucí mapě toku hodnot o 100 %. Práce pokračuje současnou mapou toku hodnot (VSM), která efektivně ukazuje tok materiálu od dodavatele, přes výrobu, expedici až k zákazníkovi. Další část patří návrhům na zlepšení současného stavu výroby vidlic. Autorem bylo navrženo nové pracoviště, nový pracovní stůl a nový pracovní postup. Poslední kapitola patří budoucí mapě toku hodnot, která čtenářům ukazuje, jak bude výrobní proces vypadat po zavedení opatření.

Práce je zakončena zhodnocením projektu a závěrem diplomové práce.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Hlavním cílem projektu ve společnosti BIKE FUN je zefektivnit výrobu vidlic a zvýšit tak produktivitu práce alespoň o 30 %. Tento cíl je podmíněn splněním dílčích cílů, kterými jsou zrušení rozpracovaných vidlic ve výrobě o 50 %, úspora výrobních a skladových prostor o 50 % a zrušení VA indexu v budoucí mapě toku hodnot o 100 %.

V praktické části je nejprve seznámení s aktuálním stavem na pracovišti, kde se vyrábí vidlice. V úvodu projektové části je vytvořen časový harmonogram projektu a analýza RIPRAN, která má za úkol zjistit rizika projektu a zároveň opatření proti jejich vzniku.

Jako první byla použita metoda nepřímého měření – Basic MOST. Díky této metodě byly získány časové normy současného stavu na všech dílčích procesech výroby vidlic. Následně byl proces analyzován pomocí metody mapování hodnotového toku. Tato metoda jednoduše a efektivně ukazuje tok materiálu od dodavatele, přes výrobu, expedici až k zákazníkovi. Na základě těchto dvou metod byly identifikovány potenciální problémy neefektivního pracoviště. Na základě těchto metod byly vytvořeny návrhy, které mimo jiné obsahují nové pracoviště včetně layoutu, nový pracovní stůl a nový pracovní postup. Veškerá současná data byla propočítána s daty navrhovanými a výsledky těchto výpočtů lze nalézt v kapitole zhodnocení projektu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝROBA A PROCES VÝROBY

V této kapitole bude rozebrána definice výroby, procesu výroby, rozdělení výroby a plánování výroby.

1.1 Výroba

Výroba je cílevědomá činnost, která přetváří vstupy na výstupy – za nutnosti zdrojů. Jedna z hlavních sil každé ekonomiky je výroba a s tím související průmysl. V dnešní době je nutností brát dopad lidské činnosti na životní prostředí. Pokud chceme, aby byla výroba inovativní, musí se klást velký důraz na inovace, vývoj, pokročilé technologie, inovativní materiály a produkty, obchodní modely, způsoby řízení, metody průmyslového inženýrství a v neposlední řadě také automatizace, optimalizace a digitalizace (Janušek, 2018, s. 58).

Tomek a Vávrová (2014, s. 26) definují výrobu ve své knize takto: „Výroba je výsledek cílevědomého lidského chování, kdy použitím vstupních faktorů zajišťuje příslušný transformační proces co nejhodnotnější výstup.“

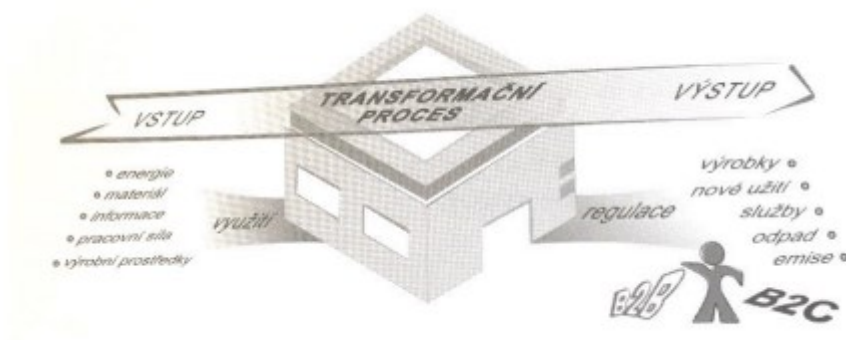
Keřkovský a Valsa (2012, s. 2-4) ve své knize definují výrobu jako transformační proces, který přetváří výrobní faktory do statků a služeb. Nehmotné statky, známější pod pojmem služby, nám říkají činnosti s existující poptávkou. Tyto vyráběné statky jsou určeny pro směnu nebo potřebu. Hlavní výrobní faktory, které vstupují do výroby jako zdroje, můžeme rozdělit na čtyři hlavní skupiny:

- práce – lidské zdroje
- půda – přírodní zdroje
- kapitál – vzniká v právě výrobou a je pak dále využíván k další výrobě
- informace

1.2 Proces výroby

Výrobní proces má dosti podobný, ne-li stejný význam jako výroba. Můžeme jej definovat jako organizovanou činnost, jenž je vytvářen dobrým a uspořádaným vztahem v každém výrobním podniku. Tento proces můžeme dělit podle vyráběného množství, plynulosti technologického procesu nebo charakteru používaných technologií.

(Janušek, 2018, s. 59-60)



Obrázek 1 Transformačního proces – schéma (Tomek, Vávrová, 2014)

1.2.1 Dělení výroby podle vyráběného množství

- **Kusová výroba** – Tomuto druhu výroby se také jinak říká malosériová výroba. Produkce probíhá ve velmi malém množství, většinou za pomoci univerzálních strojů.
- **Sériová výroba** – Tento typ výroby probíhá v sériích (dávkách) a po ukončení výroby jednoho typu výrobku se přechází na výrobu dalšího výrobku, který je opět vyráběn v dávkách.
- **Hromadná výroba** – U tohoto typu výroby se vyrábí velké množství kusů výrobků bez přecházení na jiný druh výrobku. Změny typu výrobků u tohoto druhu výroby jsou ojedinělé.

(Janušek, 2018, s. 60)

1.2.2 Dělení výroby podle charakteru používané technologie

Januška (2018, s. 60) dále ve své knize definuje dělení výroby podle charakteru používané technologie.

- **Mechanické technologie** – mění se tvar, jakost součástek, produktů a dále se také mění látkové vlastnosti vyráběného výrobku.
- **Chemické technologie** – Zde se mění vlastnosti látkové podstaty.
- **Biologické a biochemické technologie** – U této technologie se primárně využívá přírodních procesů, při kterých dochází ke změně látkové podstaty surovin a materiálů.

1.2.3 Dělení výroby dle plynulosti technologického procesu

Posledním typem, které Januška (2018. s. 60) definuje ve své knize je dělení výroby dle plynulosti technologického procesu. Ty se dělí na:

- **Plynulá výroba** – Při tomto procesu není možné pozastavit výrobu, protože by nastalo k poškození výrobku.
- **Přerušovaná výroba** – U přerušovaného procesu je možnost kdykoliv proces výroby pozastavit a opět rozjet bez poškození výrobku.
- **Cyklická výroba** – Cyklická výroba nám dovoluje kdykoliv proces výroby opakovat.

1.3 Plánování výroby

Plánování výroby je jedno z nejvýznamnějších součástí výrobní logistiky. Je propojeno s řízením zásob, nákupní logistikou, skladováním, distributorskou logistikou či expedicí. Plánování výroby nám říká, co se bude vyrábět, kde se bude výrobek vyrábět, kdy se bude vyrábět a zdroje, které budou potřebné k výrobě. Hlavní výrobní plán a plánování výrobního programu patří mezi základní úkoly plánování.

Při tvoření výrobních plánů je potřeba brát v potaz následující skutečnosti: výrobní kapacity, TNG postupy, skladové kapacity, kapacity manipulační i lidské, plány údržby a oprav a data o výrobě z minulosti. Nejdůležitější je, aby byl výrobní plán realizovatelný, čehož se dá dosáhnout tím, že rozvržené úkoly ověříme propočtením kapacit a na základě tohoto výpočtu budou popřípadě provedeny opravy výrobního plánu. Jeden z dalších principů je optimalizace plánů vzhledem ke zvoleným kritériím (Macurová, Klabuayová, Tvrdoň, 2014, s. 164).

2 ŠTÍHLÝ PODNIK (LEAN)

Následující kapitola bude pojednávat o štíhlém podniku.

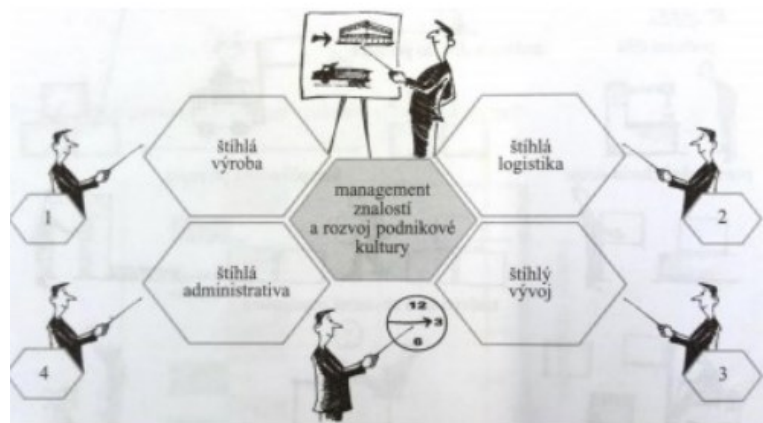
2.1 Definice

Štíhlý podnik (z anglického slova LEAN) popisuje Badiru (2014, s. 47) ve své knize jako zakladatele této myšlenky společnost Toyota. Tato japonská společnost zaznamenala zvyšování spokojenosti jejich zákazníků právě díky zavádění štíhlosti ve firmě. Štíhlý podnik se dá obecně vysvětlit jako zaměření na procesy, které přetváří plýtvání na přidanou hodnotu. Cílem takové inovace je přetvářet nedostatky kdykoliv a kdekoliv je to jen možné. Jedním ze základních kroků štíhlého podniku je identifikace plýtvání neboli procesy, které se nepodílí na tvorbě přidané hodnoty. Přidanou hodnotu pokaždé stanovuje koncový zákazník.

Wilson (2010, s. 9) ve své knize definuje štíhlou výrobu takto:

„Jedná se o ucelenou sadu technik, kterou když správně nakombinujeme, dobře zavedeme a budeme udržovat, tak podniku pomohou zredukovat a eliminovat sedm druhů plýtvání. Tento systém pomůže nejen ke štíhlé firmě, ale bude pohotovější a flexibilnější díky eliminaci plýtvání.“

Štíhlý podnik se dále definuje jako soubor technik, které mají odhalit a odstranit 7 forem plýtvání. Společnost není založena pouze na zeštíhlení, ale také na zvyšování flexibility podniku a snižování všech druhů plýtvání. Jako cíle štíhlého podniku můžeme uvést používání méně materiálu, redukce pracovníků na pracovišti, snížení zásob nebo snížení investic (Wilson, 2010, s. 9-10).



Obrázek 2 Štíhlý podnik – graficky znázorněno (Košturiak a Frolík, 2006, str. 20)

2.2 Plýtvání

Plýtvání ve výrobní společnosti podle Košturiaka a Frolíka (2006, s. 19-20) představuje vše, co navyšuje náklady výrobků a služeb a současně nenavyšuje jejich hodnotu. Činnosti, které přidávají samotnou hodnotu určuje zákazník, který si sám stanoví, jakou kvalitu požaduje, cenu za finální výrobek a v neposlední řadě také termíny dodání zboží.

8 druhů plýtvání

1. **Zmetkovitost** – všechny odchylky nebo kvalitativní problémy, které se liší od požadavků zákazníka
2. **Čekání** – čekání v procesu buďto operátora nebo zařízení na někoho nebo na něco
3. **Zásoby** – výrobky nebo materiály, které jsou vyráběny nad rámec objednávek od zákazníka
4. **Proces** – zdroje, které jsou přetížené, nebo jich je více, než je potřeba
5. **Pohyb** – jakýkoliv pohyb nad rámec pohybu, který je nezbytný pro proces (hledání materiálu nebo pomůcek)
6. **Přeprava** – nadbytečná přeprava materiálu nebo výrobku, která nepřidává přidanou hodnotu koncovému výrobku nebo službě
7. **Nadvýroba** – výroba většího množství produktů, než je požadavek od zákazníka, popřípadě výroba dříve, než zákazník vyžaduje
8. **Nevyužitý lidský potenciál** – plýtvání lidským potenciálem (schopnosti, dovednosti, znalosti, kreativita nebo zkušenosti)

(8 druhů plýtvání, © 2015-2022)

Chromjaková (2013, s. 41-42) ve své knize uvádí, že štíhlý podnik se nezabývá pouze výrobou, ale také komplexností celého podniku, který se dělí do čtyř oblastí:

- štíhlá výroba
- štíhlá logistika
- štíhlá administrativa
- štíhlý vývoj

2.3 Štíhlá výroba

Cílem štíhlé výroby je dosažení standardizované, stabilní a flexibilní výroby. Eliminuje jednotlivé formy plýtvání, na které se musí nejprve přijít a změřit. Štíhlá výroba má za úkol všestranné uspokojení potřeb zákazníka pomocí výrobního procesu s cílem dosažení zákaznických požadavků v dodržném čase. Nesmí se zapomínat na dostupnost všech zdrojů, maximálního průtoku a metodu neustálého zlepšování se zaměřením na flexibilitu (Košturiak a Frolík, 2006, s. 23-24; Chromjaková, 2013, s. 44-45).

Pro zavedení konceptu štíhlé výroby se využívají primárně tyto nástroje a metody:

- **Minimální čas přetypování** – Tyto časy jsou důležité pro stanovení velikosti výrobních dávek a určení celkových výrobních nákladů. Přetypování stroje nám říká, kolik času potřebujeme na výměnu nástroje se seřízením, dokud nevyrobíme první dobrý kus jiného typu. U štíhlé výroby je důležité mít tento čas co možná nejnižší.
- **JIT (Just In Time)** – Soubor činností, které se zaměřují na optimální řízení a plánování zásob vstupních materiálů, polotovarů a hotových výrobků.
- **Kanban** – Systém, který je založený na kartách, které zajišťují efektivní materiálový tok ve společnosti. Pomocí těchto kanban karet je možné zajistit celkovou velikost zásob pro výrobní takt, pojistnou zásobu a procesy.

Altman (2017, s. 312) ve své knize zmiňuje, že metoda kanban začíná rolemi a procesy, které aktuálně společnost má a je zároveň schopná přijmout evoluční změny v podnikovém systému právě pro zavedení této inovativní metody.

- **Štíhlé myšlení** – Hlavním pilířem tohoto myšlení jsou zaměstnanci, kteří nabyli zkušeností v daném výrobním procesu a jejich motivovanost. Štíhlé myšlení se zabývá operativním a strategickým řízením spolu s kontinuálním zlepšováním výrobních procesů.

(Chromjaková, 2013, s. 45-46)

2.4 Štíhlá logistika

Štíhlá logistika se podle Chromjakové (2013, s. 49-50) zaměřuje na naplňování výrobních požadavků a maximální konkurence výroby. Procesy štíhlé logistiky mají za úkol dodat materiál na správné místo, ve správném množství a čase za předem dohodnutou cenu se

zákazníkem. Dalším bodem štíhlé logistiky je vyrábět a dodávat takové množství, které je poté schopen podnik prodat. Vyrábění na sklad je jeden z druhů plýtvání.

Až 70 % celkových nákladů na výrobek tvoří činnosti, které se týkají logistiky ve výrobě. Dále tyto činnosti zaměstnávají až 25 % zaměstnanců a zabírají až 55% výrobní plochy. Jelikož jsou tyto čísla poměrně vysoká, je nezbytná eliminace plýtvání v těchto procesech pro dosažení konkurenceschopnosti (Košturiak a Frolík, 2006, s. 28-30).

2.5 Štíhlá administrativa

Dle Chromjakové (2013, s. 52-53) se štíhlá administrativa snaží o odstranění plýtvání v podpůrných administrativních procesech v jednotlivých organizacích a společnostech. Mezi podpůrné administrativní procesy se řadí řízení kvality, plánování, nákup, organizování výrobních procesů, ale také údržba. Štíhlá administrativa se snaží zaměřit jen na vykonávání nezbytných činností z hlediska přidané hodnoty. Ze zkušeností vychází, že zavedení štíhlé administrativy je o dost náročnější než zavedení štíhlé výroby. Tento fakt je zapříčiněn tím, že rozpoznání plýtvání v administrativních procesech je složitý. Je nutné pochopit účel, podstatu a samotnou pracovní pozici.

Výhody ze zavedení štíhlé administrativy jsou podle Chromjakové (2013, s. 54) čtyři:

- osobitý přístup pro splnění požadavků od zákazníka (objednávky),
- dostupnost informací, dokumentů a lidí ve správném čase, kvalitě a místě,
- tok informací, komunikace a správná dokumentace,
- malé náklady vlivem zkracování průběžné doby na vyřízení objednávky.

2.6 Štíhlý vývoj

Štíhlý vývoj je úzce spjatý se štíhlým podnikem. Vše začíná už ve fázi vývoje výrobku, který ovlivňuje náklady i způsob výroby. Jidoka nebo Poka-yoke patří mezi základní principy štíhlého vývoje. Jidoka se zaměřuje na autonomii pracoviště a Poka-yoke se zabývá eliminací chyb a omylů. U štíhlého vývoje se společnost zaměřuje na nadbytečné funkce výrobku, které zákazník nevyužije a jsou tak plýtváním, protože se za ně musí platit. Je však poměrně složité určit hodnoty a požadavky zákazníka. Mezi cíle štíhlého vývoje patří také snížení času vývoje zhruba o 50 % (Košturiak a Frolík, 2006, str. 31-34).

2.7 Value Stream Mapping (VSM)

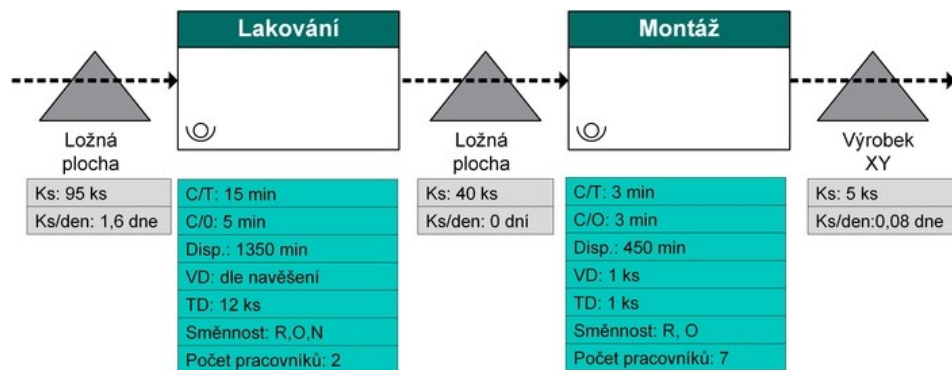
Walker (2019, s. 344-345) ve své knize vysvětluje, že se jedná se o poměrně nový pojem. Pomocí metody VSM – mapování hodnotového toku můžeme sledovat tok materiálu, informací a jejich časy napříč všemi procesy. Mapa hodnotového toku je vizuální zobrazení vývojových diagramů a informací o procesu, pomocí nichž je vytvořen obrázek toku hodnot. Jednou ze zásadních funkcí tohoto mapování je odhalení plýtvání a rozdělení činností na ty, které přidávají nebo nepřidávají hodnotu. Operace, které hodnotu přidávají a mění funkci výrobku, jsou zcela zásadní pro zákazníka, který je za ně ochoten zaplatit. Naopak za operace, které žádnou hodnotu nepřidávají, zákazník odmítá platit, a proto je nutné tyto neefektivní procesy eliminovat.

Postup mapování je podle Walkera (2019, s. 344-345) následující:

1. Identifikace procesu, který je nutno zmapovat pomocí metody VSM.
2. Pochopit proces, tedy získání povědomí o tom, co se bude mapovat.
3. Vizuální návrhnutí mapy (schéma operací) současného stavu, za použití speciálních symbolů určených pro mapování toku hodnot.
4. Po nakreslení mapu zkontrolovat a identifikovat procesy, kde může docházet k činnostem, které nepřidávají hodnotu a můžeme je označit jako plýtvání.
5. Tyto neefektivní procesy ověřit.
6. Na základě ověření sestavit novou (budoucí) mapu hodnotového toku.
7. Novou mapu předložit odpovědnému oddělení, které úpravy schválí.
8. Provést změny do podoby nové mapy toku hodnot.
9. Ověřit, zda nová mapa a úpravy byly efektivní a nevytvořily zbytečné potíže nebo nové plýtvání na jiném místě.
10. Neustálé sledování nového stavu pro nové a udržitelné inovace.

Podle Gálové (2017) má mapa toku hodnot tři hlavní části. První částí je materiálový tok, který ukazuje, jak materiál postupuje od dodavatele k zákazníkovi. Tento pohled zobrazuje pouze hlavní části zařízení nebo procesního systému. Zároveň se na mapě zobrazují všechny zásoby podél toku hodnot. Druhou ze tří částí je informační tok, který se zabývá informacemi, co a kdy je potřeba udělat. Celý informační tok začíná objednávkou od zákazníka, předpovědí zákazníka, celým plánovacím procesem a končí přenesením

informací a řídicích signálů na výrobní linku nebo pracoviště. Třetí podstatnou částí je časová osa, která ukazuje časy s přidanou hodnotou (VA), bez přidané hodnoty (NVA) a porovnává tyto dva (metriky VA). Index VA je poměr mezi celkovým počtem přírůstků hodnoty a celkovým počtem přírůstků bez hodnoty.



Obrázek 3 Ukázka VSM (Bejčková, 2017)

Mapování hodnotového toku není metoda, která dokáže zlepšit firemní procesy, ale metoda, která pomáhá zajistit zlepšování procesů jeden po druhém tak, aby vše ladilo s obchodními cíli firmy. Problémy mohou být také s mapami toku hodnot, protože mapy toku hodnot ukazují spoustu potenciálních problémů, které je třeba zlepšit, a může být velmi obtížné určit, co je skutečně potřeba udělat. Dalším možným problémem je, že můžeme pouze detekovat povrchový problém, ale nepodaří se ho rozvést hlouběji. Mapováním hodnotového toku získáme komplexní pohled na mapovaný proces (Rother, 2017, s. 54-55).



Obrázek 4 Základní symboly, které se používají při mapování hodnotového toku (Mašín, 2003, s. 46)

2.7.1 Symboly VSM

Jelikož je materiálový tok vizualizován, používá se k mapování toku hodnot a informací mnoho univerzálních symbolů a pro jednu operaci lze také narazit na několik různých symbolů. Organizace často vymýšlejí a vytvářejí nové symboly, které představují něco specifického v dané společnosti. V každé organizaci, kde se vyskytuje mapování toku hodnot, nejsou známy všechny symboly a my bychom měli vědět, co představují, protože symboly se mění podle požadavků a preferencí. Mapy by měly být snadno srozumitelné, zejména pro týmy, které pracují na vylepšeních (Gálová, 2017).

2.8 Layout

Moran (2017, s. 5) definuje layout jako prostorové uspořádání výrobních i nevýrobních zařízení. Správným rozložením všech objektů se dosahuje rovnováhy mezi požadavky na ochranu zaměstnanců, bezpečnost, ekonomiku a životního prostředí. Kvalitním naplánováním layoutu, údržbou a provozem, můžeme dosáhnout pracoviště, které bude možné v budoucnu snadněji přestavitelné či rozšířitelné.

Podle Stephense a Meyers (2013, s. 361) je u projektování nového layoutu pracoviště nezbytné, aby byly využity výsledky sběru dat a analýz zaměstnanců, kteří na těchto pracovištích pracují. Při nesprávném vyhodnocení dat nebo nepřesnému odhadu plánovačů by mohlo dojít k nepřesnému návrhu layoutu daného pracoviště. Jakmile si plánovači nejsou schopni svůj návrh obhájit a správně odprezentovat návrh layoutu vedení, může dojít k zamítnutí návrhu.

2.9 One Piece Flow – tok jednoho kusu

Metoda výroby, která je součástí systému tahu. Principem této metody je rozložení procesu výroby na jednotlivé výrobní operace, které na sebe vzájemně navazují, a to bez čekání nebo přerušení. V jeden okamžik se vyrábí na dané operaci jen jeden výrobek, který je poté ihned předán na následující operaci. Cílem této metody je vyrábět v daném časovém úseku bez neplánovaného přerušení a bez zbytečných časů čekání. Aby tato metoda fungovala, podmínkou je dobře navržený layout, který umožňuje tuto metodu dodržovat.

(One Piece Flow (Tok jednoho kusu), © 2018)

3 ANALÝZA A MĚŘENÍ PRÁCE

Analýza a měření práce jsou činnosti, které se navzájem doplňují a podporují. Obecně lze říct, že analýza práce znamená zkoumání pracovních postupů nebo norem, která má za úkol zjednodušit práci. U měření práce jsou aplikovány techniky, pomocí nich se určují časy potřebné k výkonu práce operátora na pracovišti. Metody, které se pro určení těchto časů používají, je hned několik, například: časové snímky, metoda předem určených časů, srovnávání a odhady, samohodnocení a podobně (svetproduktivity.cz, © 2012).

Podle Dlabače (2015) je analýza a měření práce součástí znalostní báze průmyslových inženýrů a štíhlých profesionálů. Jsou poměrně jednoduchým a zároveň velmi účinným nástrojem v boji proti plýtvání a neefektivitě procesů. Pod názvem analýza a měření práce si můžeme představit aktivity a činnosti, které vedou k optimální definici workflow a určit časovou náročnost jednotlivých činností.

3.1 Měření práce

Účelem měření práce je určit co nejreálnější časovou normu pracnosti. Mezi nejčastěji používanou metodu patří měření přímé, za pomoci stopek nebo jiného zařízení stopující čas. Mimo tuto metodu známe další možnosti měření – nepřímá metoda měření práce. U této skupiny se vychází ze systému tzv. předem určených časů, kde je norma pracnosti určena nepřímo. Pokud tedy použijeme stopky, bude se jednat o přímou metodu měření práce, pokud ale budeme vycházet z předem určených časů, jedná se o nepřímou metodu měření.

(Dlabač, 2015)

3.1.1 Metoda přímého měření

U této metody určujeme normu spotřeby času pomocí stopek, nutných formulářů, popřípadě speciální zařízení nebo software. V České republice je stále nejpoužívanější metoda přímého měření pomocí stopek.

Metodu přímého měření rozdělujeme na dva základní typy přímého měření. Pokud se zaměříme na sledování operátora, mluvíme pak o **snímku pracovního dne**. Pokud je cílem měření určení času operace, pak mluvíme o tzv. **chronometráži**.

Chronometráž stanovuje délku trvání určité operace (pracovní činnosti) a stále ji můžeme zařadit mezi nejpoužívanější metody stanovení výkonové normy. Metoda je založena na principu rozdělení operace do několika úkonů (činností). Při měření je spotřeba času zapisována do formuláře, který je k tomu určený. Mezi hlavní výhody zařadil Dlabač (2015) tyto body:

- eliminace extrémních hodnot jednotlivých činností
- poměrně vysoká spolehlivost měření
- možnost rozložení (balancování) jednotlivých činností mezi další pracovníky
- určení problémových úkonů

Chronometráž operace																
Operace: Montáž rozlika										Datum pozorování: 15. 9. 2011 od: 7:50 do: 7:55		Pozorovací list č.: 1 Krycí list č.:				
P. č.	Název měřené části (úkon)	Konečný mezní bod	Pořadové číslo měření (druhy, cyklů)										Průměr	Poznámka		
			N	1	2	3	4	5	6	7	8	9			10	
1	Načítání malice	Z: uchopení malice	J	0:02:14	0:02:16	0:02:15	0:02:12	0:02:16	0:02:11	0:02:19	0:02:17	0:02:14	0:02:13	0:02:15	0:02:15	
		K: uchopení malice	P	0:02:14	0:01:50	0:02:25	0:02:45	0:02:38	0:02:18	0:02:08	0:01:45	0:01:30	0:01:50	0:01:50		
2	Měření - karabce	Z: uchopení měřidla	J	0:02:19	0:02:18	0:02:21	0:02:16	0:02:28	0:02:20	0:02:19	0:02:17	0:02:19	0:02:14	0:02:14	0:02:18	
		K: odložení měřidla	P	0:02:32	0:02:38	0:02:44	0:02:15	0:02:04	0:02:38	0:02:21	0:02:02	0:01:48	0:01:54	0:02:14		
3	Kontrolace + zabalení ramene	Z: odčtení měřidla	J	0:02:13	0:02:12	0:02:09	0:02:11	0:02:13	0:02:16	0:02:19	0:02:13	0:02:15	0:02:14	0:02:14	0:02:14	
		K: paňování ramene	P	0:02:45	0:02:20	0:02:33	0:02:28	0:02:17	0:02:56	0:02:40	0:02:15	0:02:23	0:02:18	0:02:18		
4	Připrava komponentů pro další montáž	Z: puštění ramene	J	0:02:07	0:02:07	0:02:08	0:02:07	0:02:11	0:02:05	0:02:08	0:02:07	0:02:07	0:02:08	0:02:08	0:02:07	
		K: odložení malé malice	P	0:02:52	0:02:27	0:02:31	0:02:33	0:02:28	0:02:01	0:02:48	0:02:22	0:02:10	0:02:12	0:02:12		
5	Upevnění rozlika + přesun do výchozí polohy	Z: odčtení malé malice	J	0:02:20	0:02:18	0:02:22	0:02:24	0:02:18	0:02:18	0:02:18	0:02:28	0:02:19	0:02:19	0:02:20	0:02:20	
		K: paňování ramena	P	0:01:12	0:02:45	0:02:23	0:02:07	0:02:46	0:02:26	0:01:02	0:02:50	0:02:29	0:01:50	0:02:20		
6	Učištění ramene vteřkou matricí + zkušební	Z: puštění ramene	J	0:02:14	0:02:14	0:02:16	0:02:16	0:02:15	0:02:18	0:02:18	0:02:18	0:02:15	0:02:17	0:02:17	0:02:16	
		K: uchopení klíče	P	0:01:29	0:02:39	0:02:29	0:02:13	0:02:01	0:02:39	0:01:29	0:02:09	0:01:44	0:01:19	0:01:19		
7	Dotáčení klíčem	Z: uchopení klíče	J	0:02:08	0:02:09	0:02:08	0:02:05	0:02:08	0:02:08	0:02:08	0:02:08	0:02:10	0:02:11	0:02:11	0:02:08	
		K: uchopení malice	P	0:01:34	0:02:38	0:02:47	0:02:22	0:02:07	0:02:48	0:01:28	0:01:18	0:01:54	0:01:31	0:01:31		
Sigma (celková průměrná délka trvání operace)														0:01:38		
Upřesnění pracovního - materiálový blok: - nevhodné uspořádání klíčů - materiál nevhodně ergonomicky umístěn (zóny dosahu)			Rozbor pracovních úkonů: čas (s)			Připravení: - připrava komponentů pro další montáž					Definování opatření: 1. <input type="checkbox"/> Uprava pracovního zastupu úkonů + dokumentace, úprava předřizovací komponenty 2. <input type="checkbox"/> 3. <input type="checkbox"/> 4. <input type="checkbox"/> 5. <input type="checkbox"/> 6. <input type="checkbox"/>					

Obrázek 5 chronometráž operace (Dlabač, 2015)

Podle Lhotského (2005, s. 66) je **snímek pracovního dne** metoda spotřeby času, u které se nepřetržitě a přímo měří velikost a druhy spotřeby času po celou dobu trvání pracovního času (směny) operátora nebo výrobního zařízení. Cílem snímku pracovního dne je zjistit velikost a druh spotřebovaného času za určitý časový úsek (směnu), primárně velikost a druh přestávek, ztát, jejich příčiny a podíl naměřených přestávek v celkovém čase směny. Při měření musíme brát ohled na kvalifikaci pracovníka a na operace, které vykonává. Operátor musí při rozboru spolupracovat, aby bylo možné zachytit pracovní podmínky a vedlejší vlivy na spotřebu času tak, že získáme relevantní výsledky.

Lhotský (2005, s. 66) a Kressová (2010, s. 14) dále uvádí, že data získané ze snímků pracovních dnů se užívají hlavně pro:

- zjišťování příčin nízkých výkonů,
- navržení opatření ke zdokonalení organizace jednotlivých činností a odstranění ztrát,

- zjišťování úrovně využití výrobních zařízení a operátorů,
- stanovení časových norem pro směny, dávky a časy obecně nutných přestávek,
- stanovení přesných počtů pracovníků a norem obsluhy.

3.1.2 Metoda nepřímého měření

Nepřímá metoda měření práce je založena na rozpadu činností operátora na jednotlivé činnosti a pohyby. Podle jejich časové, fyzické a ergonomické náročnosti se stanoví hodnota, která odpovídá předem určené časové spotřebě. Rozpad těchto činností se provádí například z předem pořízeného záznamu přímo z pracoviště. Výhodou je fakt, že tento záznam je kdykoliv možno pozastavit nebo si jej zpětně přehrát. Mezi nejznámější metody nepřímého měření práce patří **MOST** (Maynard Operation Sequence Technique) a **MTM** (Methods Time Measurement).

(Kiran, 2020, s. 208)

3.1.3 Metoda nepřímého měření – MOST

Časy naměřené pomocí stopek nemůžeme brát podle Mašina (2012, s. 72-73) za použitelné a standardní pro všechny operátory. Tyto časy mohou být ovlivněné dočasnou výkonností pracovníka nebo podmínkami v pracovním procesu. Jiný operátor může dosahovat odlišných časů a průměrných hodnot měřeného procesu. Metoda MOST popisuje pracovní proces podle průměrného (imaginárního) pracovníka, který se považuje za ideální.

Mašín (2012, s. 73) dále cituje autora systému MOST takto: „*Autor systému Kjell B. Zandin zjistil, že přemísťování objektů sleduje určité, konzistentně se opakující vzorce, jako je sáhnout-uchopit-přemístit-umístit objekt. Tyto vzorce byly identifikovány a uspořádány jako sekvence pohybových prvků (či subaktiv), uplatněné při přemísťování objektu.*“

Tabulka 1 Převod TMU na jednotky času (Krišťak © 2017)

[TMU]	ČAS
1 TMU	0,00001 h
1 TMU	0,0006 min
1 TMU	0,036 sec

Odpovědný pracovník, který stanovuje technologické časy, vybírá z předem určených tabulek (Obrázek č. 6) hodnoty jednotlivých bodů, v závislosti na prováděném úkonu. Výsledné hodnoty nepřímého měření jsou v jednotkách TMU (Time Measurement Unit). Základní převod této jednotky na jednotky času je zobrazen v tabulce č. 1. Tyto hodnoty jsou následně převáděny na časové jednotky v sekundách, stejně tak výsledný čas celé operace. Systém MOST se dělí na tři základní druhy – MINI, BASIC a MAXI. Tyto druhy rozšiřují použitelnost metody na veškeré druhy činností.

(Mašín, 2012, s. 74)

The image displays several data cards from the BASIC MOST method, each with a specific color and title:

- Obecné Přemístění (Green):** A table with columns for 'Přemístění', 'Základní', and 'Dodatek'. It lists various activities and their corresponding values.
- Použití nástroje (Blue):** A table with columns for 'Dělník', 'Převážná práce', 'Měření', 'Začínání', and 'Výběr'. It details tool usage scenarios.
- Řízení Přemístění (Purple):** A table with columns for 'Převážná práce', 'Převážná práce', and 'Výběr'. It covers management and movement activities.
- Ruční jeřáb (Yellow):** A table with columns for 'Místo na účelové zařízení', 'Transport do 2 tan', 'Zahájení a Vykášení', 'Vzniklé objekty', 'Vzniklé předměty', and 'Umístění'. It focuses on manual crane operations.
- Časové jednotky (Orange):** A conversion table showing the relationship between TMU (Time Measurement Unit) and seconds.

Obrázek 6 Data karty BASIC MOST (Educom, 2011)

Mašín (2012, s. 74) ve své knize dále vysvětluje, že MINI MOST se používá zejména pro sériovou výrobu s počtem opakování nad 1500x týdně a cyklovým časem menším, než 1,6 minuty. Basic MOST se používá v intervalu 150–1500 operací týdně do 10 minut pro jeden cyklus. Poslední, Maxi MOST se nejčastěji používá do 150 operací za týden – časově od dvou minut až po několik hodin na jeden cyklus. Maxi MOST se primárně používá v zakázkové výrobě.

V praxi je poměrně obtížné určit, který z typů metody MOST použít. Hranice mezi jednotlivými metodami je tenká a je potřeba přihlídnout na analyzovanou operaci. Nejvhodnější verze metody MOST je převážně aplikována podle potřebné přesnosti výstupu

a v neposlední řadě také závislá od podmínek na pracovišti. Dle Mašina je vhodné použít Mini MOST pro operace nad 1500 opakování za týden, z čehož vyplývá minimálně 300 opakování za den po dobu pěti pracovních dnů. Pokud se budeme rozhodovat dle časové náročnosti operace, hranice mezi Mini a Basic MOST je 1,5 minuty na jeden cyklus. Čas kolem 1,5 minuty je dostatečný na to, aby mohl pracovník použít nástroj. Mini MOST však tabulku pro použití nástroje neobsahuje, proto je potřeba použití Basic MOST metody. Téměř totožné je to i mezi metodou Basic a Maxi MOST. Popsané odůvodnění výše pouze vyvrací použití vhodné metody na počet opakovaných operací. Vždy je však nejdůležitější přihlídnout na podmínky námi analyzovaného procesu.

Podle Zandina (2020, s. 10) se nejčastěji užívaný Basic MOST dělí na čtyři základní kategorie určení:

- obecné přemístění – používá se pro přemísťování předmětu vzduchem
- řízené přemístění – používá se pro přesouvání předmětu po povrchu jiného předmětu
- použití nástroje – použití při manipulaci s nástrojem v ruce
- ruční jeřáb – používá se pro přesun předmětu ručně veden jeřábem na traverze

Pořadové číslo	Popis operace	Kategorie	Sekvence						A - Návrat	Frekvence	TMU
			OP	ABG - Ziskat	ABP - Položit	MXI - Přemístění/Spustit	Nástroj	ABP - Položit stranou			
1	P Uchopit výrobek vzdálený 1 krok a umístit jej na nástroj	OP	A 3 B 0 G 1	A 3 B 0 P 3					A 0	1	100
2	O Upevnit výrobek dvěma otočeními zápěstím	NF	A 0 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0	F 6	A 0 B 0 P 0			A 0	1	60
3	P Upevnit výrobek dvěma rázy zápěstím	NF	A 3 B 0 G 1	A 3 B 0 P 1	F 6	A 1 B 0 P 1			A 0	1	160
6	L Spustit cyklový čas trvajicí 29s	RP	A 1 B 0 G 1	M 1 X 81 1 0					A 0	1	840
8	P Ukončit cyklus uvolněním páky	RP	A 1 B 0 G 1	M 1 X 0 1 0					A 0	1	30
9	O Uvolnit výrobek dvěma rázy zápěstím	NL	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	L 6	A 1 B 0 P 1			A 0	1	120
10	P Uvolnit výrobek dvěma otočeními zápěstím	NL	A 0 B 0 G 0	A 1 B 0 P 1	L 6	A 0 B 0 P 0			A 0	1	80
11	O Vyjmout hotový výrobek	OP	A 1 B 0 G 1	A 0 B 0 P 0					A 0	1	20
12	O Očistit výrobek vzduchovou pistolí	NS	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 1	S 6	A 1 B 0 P 1			A 0	1	120
13	P Odložit hotový kus do přepravy vzdálené 1 krok	OP	A 0 B 0 G 0	A 3 B 0 P 3					A 0	1	60
Celková spotřeba času:			0,95		57,19				1590		
			minut		sekund				TMU		

Obrázek 7 Basic MOST tabulka pro zapisování činností a hodnot (Dlabač, 2015)

3.1.4 Metoda nepřímého měření – MTM

MTM metoda (Methods Time Measurement) je jedna z nejnáročnějších metod nepřímého měření práce. Tento typ měření analyzuje jak manuální činnosti, tak jednotlivé pohyby

pracovníka. Na základě těchto činností se přiřadí ke každému pohybu předem definovaný normovaný čas, který se odvíjí od druhu pohybu a podmínek, například:

- omezení pohybu (pohyby, které omezují následující pohyby)
- kombinující se pohyby (kritické a nekritické cesty)
- identifikace neefektivních pohybů
- zlepšení existujících metod na zvýšení produkce a s tím související snížení potřeby práce
- vytvoření časových norem

Stejně jak u metody MOST, i MTM má totožnou jednotku TMU. Pro příklad, 1 TMU = 0,036 sekundy. V MTM analýze má každý pohyb předem definované označení (písmeno). Mezi jedenáct nejpoužívanějších pohybů patří tyto: (viz. tabulka č. 2)

Tabulka 2 Základní pohyby MTM analýzy (Krišťak © 2017)

1. Sáhout – R	5. Tlačit – AP	9. Otáčet – T
2. Přemístit – M	6. Spojit – P	10. Přemístit zrak – ET
3. Uchopit – G	7. Pustit – RL	11. Zkoušet – EF
4. Přehmátnout – G2	8. Oddělit – D	

Z tabulky lze poznat, že se jedná o podrobnou identifikaci pohybů, jejich typů, délky a náročnosti s manipulací daných objektů. Proto je MTM metoda časově mnohem náročnější než např. metoda MOST nebo metody přímého měření (chronometráž, snímek pracovního dne. Metoda MTM se dělí na celkem pět stupňů. Jednotlivé typy jsou zobrazeny v tabulce č. 3.

Tabulka 3 Jednotlivé stupně MTM analýzy (Krišťak © 2017)

MTM stupeň	Členění MTM analýzy	Trvání operace v minutách
MTM 1	Základní pohyby	0,1 – 0,5
MTM 2	Komplex pohybů	0,5 – 3
MTM 3	Úkony operace	3 – 30
MTM 4	Úseky operace	30 – 1 800
MTM 5	Operace jako celek	1 800 a víc

Obecně lze říci, že ve srovnání s přímou metodou, u nepřímé metody měření dochází k absenci fyzické přítomnosti na pracovišti. Zjednodušeně to znamená, že zatímco u přímé metody měření je nutnost, aby byl odpovědný pracovník přímo na pracovišti a proces tak měřil pomocí stopek nebo prováděl snímek pracovního dne, u nepřímého měření dochází k analýze pomocí videa, které bylo pořízeno na pracovišti. Na rozdíl od přímého měření, kde musí pracovník odhadnout stupeň výkonu, u nepřímého měření tyto rozhodnutí odpadají.

(Dlabač © 2015; Krišťak © 2017).

4 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

PI (Průmyslové inženýrství) patří mezi uznávaný vědní obor, který se primárně snaží zaměřovat na návrh, zavedení a zlepšování stávajících systémů. Díky těmto inovacím je výroba produktů nebo poskytování služeb efektivnější a jednodušší. Jednotlivé systémy PI podporují údržbu, vysoký výkon, spolehlivost, plnění plánu a řízení nákladů v celé šíři životního cyklu výrobku nebo služby. Cílem tohoto oboru je chytřejší provedení práce, odstranění plýtvání a přetěžování pracovišť (Dlabač a Pavelka, 2015).

4.1 Historie průmyslového inženýrství

Historie průmyslového inženýrství sahá do dob Frederika W. Taylora, který je mnohými považován za zakladatele tohoto vědního oboru. Taylor definoval základní pravidla vědeckého vnímání k růstu a výkonnosti podniku, ale také položil základy časových studií práce. Mezi další osoby, které patří do začátků PI patří také Frank Gilbreth. Ten se zabýval pohybovými studii a vyvinul mimo jiné taky časově pohybovou metodu, která zkoumá a analyzuje načasování a mechaniku konkrétních úkolů. Výsledky těchto metod zveřejnil ve své publikaci MOTION STUDY na začátku 20. století, v roce 1911.

(Chromjaková, 2013, s. 4-5; Frank Bunker Gilbreth © 2018)

4.2 Průmyslový inženýr

Průmyslový inženýr je osoba, která má za úkol neustále zlepšovat procesy ve výrobě, mezi které se řadí vysoká produktivita, kvalita a zisk. K dosažení těchto cílů využívá průmyslový inženýr svých zkušeností a znalostí z praxe, které mu napomáhají ke zefektivnění výrobního procesu (Mašín, 2005, str. 65-66).

5 PRŮMYSL 4.0

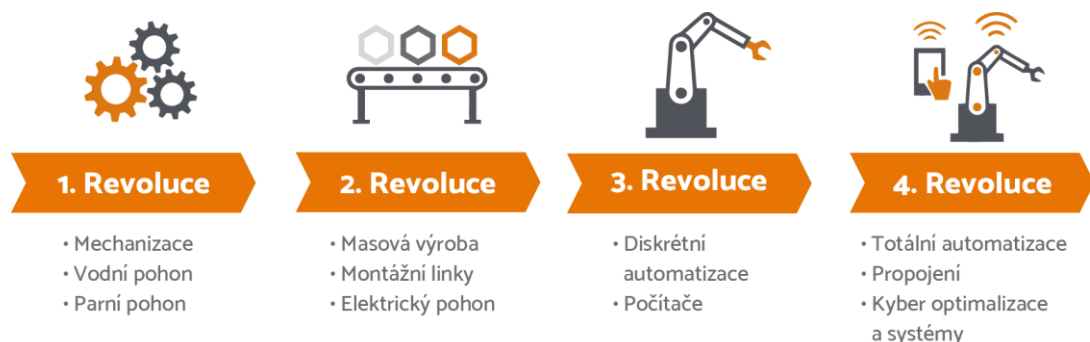
Podle Ustundaga (2018, s. 43) jsou díky Průmyslu 4.0 k dispozici nová řešení pro kombinaci automatizační technologie se štíhlou výrobou. Pokud jde o efektivní využití zdrojů (práce, finance, materiál, stroje/zařízení), je zřejmé, že Průmysl 4.0 by měl být aplikovaný na štíhlé procesy.

Podle (Vojáčka © 2016) je Průmysl 4.0 výraz, který označuje celoevropskou iniciativu nadnárodních korporací a vládních činitelů v EU. Jedním ze základních principů Průmyslu 4.0 je rozproudit poptávku ve společnosti po modernějších a nových technologiích, čímž by se měl urychlit vývoj automatizace a robotizace, která bude minimálně závislá na lidské práci.

Podle Tomka a Vávrové (2017, s. 10) se svět setkal poprvé s pojmem Průmysl 4.0 na veletrhu v německém Hannoveru v roce 2011. Samotné označení 4.0 vyjadřuje, že současná ekonomika navazuje na čtvrtou průmyslovou revoluci, tedy Průmysl 4.0.

Průmysl 4.0 je založen na chytré továrně, která vytváří prostor pro inovativní a nové cesty zvyšující hodnotu výrobku prodávaného zákazníkovi. Dochází ke změně vazeb mezi dodavateli a výrobcí, mezi zákazníky, ale také mezi stroji a lidmi. Cílem Průmyslu 4.0 je řešit problémy globálního charakteru, mezi které patří energie, nedostatek surovin nebo demografické změny. Průmysl 4.0 bude lidem nabízet možnosti méně náročné práce a s tím spojenou vyšší flexibilitu a kreativitu, která prodlouží dobu pracovní schopnosti člověka a oddálí tím tak odchod do důchodu (Mařík, 2016, s. 27).

Nejen výrobu a průmysl, ale i domácnosti budou těžit z výhod a inovací, které přinese Průmysl 4.0. Jednotlivé domácí systémy, jako je vytápění, domácí spotřebiče nebo například klimatizace budou spolu spolupracovat jako komplex chytré domácnosti za účelem vyšší efektivity a úspor pro rodinné rozpočty (Vojáček, © 2016).



Obrázek 8 Vývoj průmyslových revolucí

(leanindustry © 2022)

5.1 Cíle Průmyslu 4.0

Jurová (2016, s. 62) ve své knize definuje cíle Průmyslu 4.0 následovně:

- *Standardizace*
- *Efektivnost využívání zdrojů*
- *Bezpečnost*
- *Dostatečná a bezpečná infrastruktura*
- *Vzdělání a odborné školení*
- *Ovládání komplexního systému*
- *Organizace práce a tvorba pracovních míst*
- *Právní předpisy*

„V případě Industry 4.0 se termín digitální továrna mění na inteligentní nebo také chytrou (Smart) továrnu.“ (Jurová, 2016, s. 62)

5.2 Historie

- **První průmyslová revoluce (konec 18. století)** – revoluce ve znamení manufaktur, využívající energii vodních toků a páry.
- **Druhá průmyslová revoluce (začátek 20. století)** – pásová výroba, užívání elektřiny a spalovacích motorů, vznik montážních linek. Tato revoluce je nejčastěji spojována s vynálezem žárovky (1879 – T. A. Edison) a s rokem 1870, kdy byla poprvé nainstalována montážní linka ve společnosti Cincinnati.
- **Třetí průmyslová revoluce (70. léta minulého století)** – využívání počítačů, výpočetní techniky a automatizace jednotlivých výrobních linek.
- **Čtvrtá průmyslová revoluce (současnost)** – digitalizace, robotizace, automatizace, kyberneticko-fyzikální systémy, chytré továrny, masivní šíření internetu.

(Lepič, 2016, s. 8)

6 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

Teoretická část této diplomové práce se zabývá literární rešerší odborné literatury jak českých, tak zahraničních autorů. Teoretická část se skládá z pěti teoretických okruhů.

První část teorie je zaměřena na oblast výroby a výrobního procesu. Jsou zde vysvětleny základní výrobní faktory a proces výroby. Dále je v této kapitole vysvětlené dělení výroby podle vyráběného množství, podle charakteru používané technologie nebo podle plynulosti technologického postupu. V závěru této kapitoly je popsáno plánování výroby.

Druhá část teoretické části je o LEANu (česky štíhlý podnik). Nejprve je autorem definováno, co je to štíhlý podnik nebo plýtvání. Dále se autor zaměřuje na celkové pojetí štíhlé výroby – štíhlá výroba, štíhlá logistika, štíhlá administrativa a štíhlý vývoj. Součástí metod LEANu je také Value Stream Mapping, který je vysvětlený v kapitole 2.7. Na konci druhé kapitoly je popsáno, co je to layout a metoda One Piece Flow (tok jednoho kusu).

Třetí teoretickou oblastí je analýza a měření práce. Autor zde vysvětluje měření práce buďto metodou přímou (chronometrůž, snímek pracovního dne) nebo měření nepřímou metodou (MOST, MTM). Jelikož je v téhle práci použita metoda nepřímého měření Basic MOST, autor se věnuje převážně této metodě. Pro porovnání nepřímých metod však popsal i druhou nejpoužívanější metodu – MTM.

V předposlední části teorie se autor věnuje oboru průmyslového inženýrství. Ve čtvrté kapitole je popsána historie průmyslového inženýrství a taky to, jak by měl vypadat dobrý průmyslový inženýr.

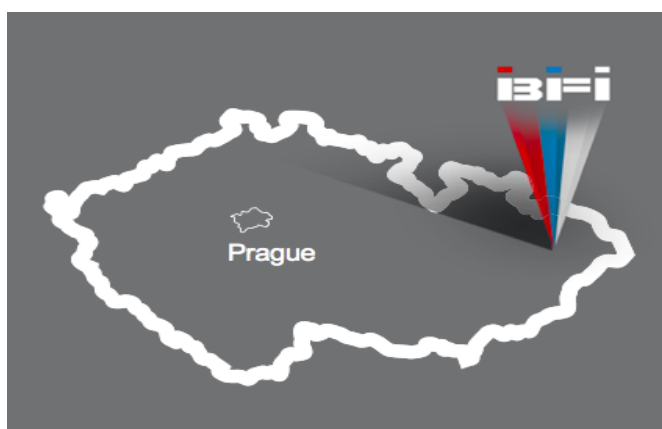
Poslední část teoretické části patří Průmyslu 4.0. Autor zde popisuje, co je to Průmysl 4.0, cíle čtvrté průmyslové revoluce nebo postupný vývoj jednotlivých revolucí a jejich historii.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Společnost BIKE FUN působí na trhu od roku 2001, kdy byla založena skupinou holandských investorů. Firmu najdeme v areálu společnosti Tatra v Kopřivnici. Od roku 2020 je společnost vlastněna českou společností ConsilTech, člen českého rodinného holdingu Consillium.

Hlavní činností společnosti Bike Fun je výroba a prodej jízdních kol a elektrokol. Současná kapacita výroby se pohybuje zhruba okolo 200 000 kol za rok. Celkově se v kopřivnickém závodu vyrobilo již přes 2,5 milionů kol a elektro kol.



Obrázek 9 Vizuální zobrazení společnosti na mapě
(bikefunint.com © 2022)

Bike Fun mimo jiné zajišťuje také vývoj a výrobu vlastních značek kol SUPERIOR, ROCK MACHINE A FRAPPÉ. Zabývá se také vývojem vlastního elektro systému Sport Drive a produkcí cyklistických doplňků a dílů pod značkou ONE BIKEPARTS. Společnost vyváží své výrobky do více než 29 převážně evropských zemí a zaměstnává téměř 500 zaměstnanců.

7.1 Zákazníci

Mezi hlavní zákazníky společnosti Bike Fun patří:

- holandská společnost Cortina
- Škoda Auto (od roku 2009)
- HARTJE
- BIRK SPORT
- MADISON.

7.2 Nejdůležitější události ve společnosti v roce 2021

- Nejdelší dodací lhůty a zdražení dílů v historii.
- Vysoký nárůst objednávek na další sezóny.
- Plynulá výroba navzdory dodavatelské krizi s minimem výpadků.
- Větší produktivita díky třem novým Air linkám.
- Inovace rámu pro nový typ elektrokol s nízkým nástupem.
- Definování dlouhodobé strategie pro rok 2030.



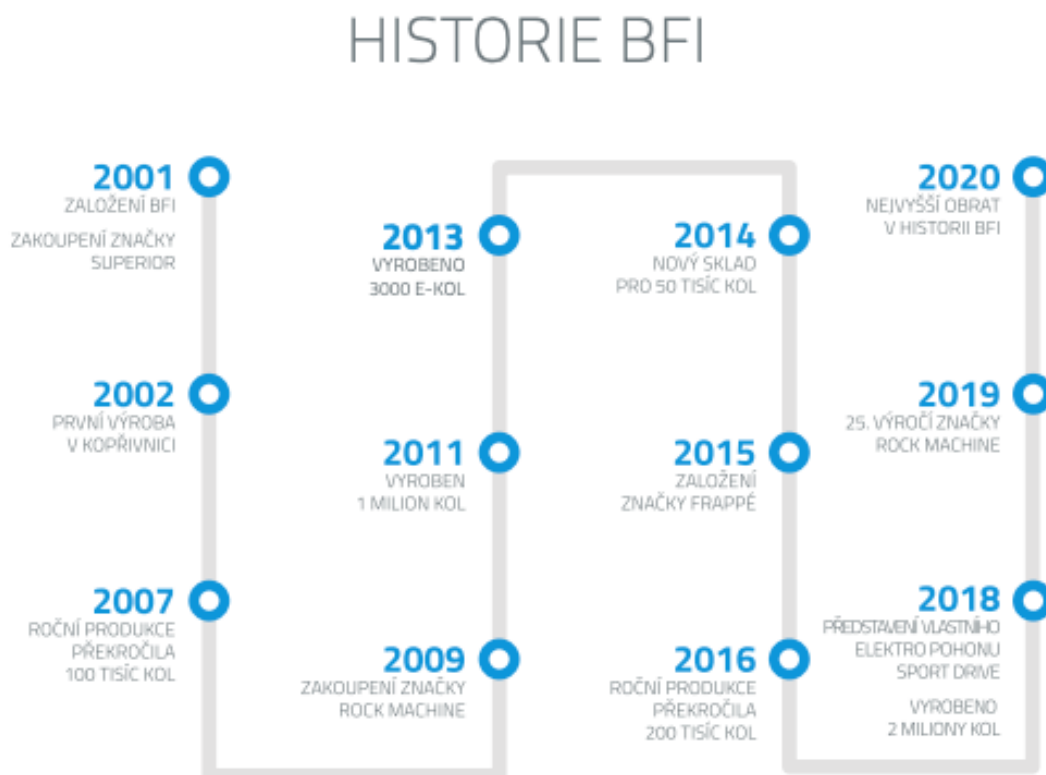
Obrázek 10 Vývoz kol ze společnosti Bike Fun za rok 2021
(bikefunint.com © 2022)

7.3 Historie společnosti

Historie společnosti sahá do roku 2001, kde byla odkoupena značka Superior. V roce 2002 bylo vyrobeno historicky první kolo ve společnosti Bike Fun. O 5 let později, v roce 2007 se společnosti podařilo vyrobit prvních 100 000 kol. Další milník společnost překročila, když v roce 2011 vyrobila celkem 1 000 000 kol. Od roku 2013 firma také vyrábí kvalitní a v dnešní době velice populární elektro kola.

7.4 Aktuální stav ve společnosti

Společnost má s novým majitelem ambice zvětšit objem produkce výroby. Z aktuální maximální kapacity 200 000 kol za rok by se společnost ráda dostala na dvojnásobek, tedy na 400 000 kol. Zavedením nových a moderních air linek firma nahrazuje zastaralé a neefektivní výrobní linky, které i přesto zůstávají součástí výrobním procesem. Postupem času však i tyto linky budou nahrazeny novými, efektivnějšími air linkami. Aktuálně firma kompletuje kola na celkem 9 linkách (nových i původních).



Obrázek 11 Historie společnosti (bikefunint.com © 2022)

7.5 Vývoj počtu vyrobených kol

Společnost každým rokem vyrábí více a více kol, převážně kvůli inovacím ve výrobě a zvýšenému zájmu od zákazníků. Jak můžete vidět v tabulce č. 4 od roku 2013 má výroba spíše růstový trend. V počtu vyrobených kol od roku 2020 můžeme vidět mírný pokles, kde se primárně promítla pandemie COVID-19 a s tím spojené zpoždění dodávek některých dílů potřebných k výrobě.

Tabulka 4 Počet vyrobených kol od roku 2013 do roku 2021 (bikefunint.com © 2022)

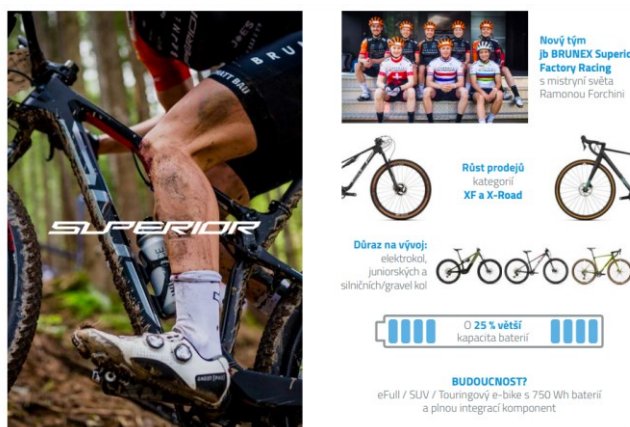
Počet vyrobených kol od roku 2013 do roku 2021								
2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
153825	153204	191711	211097	167204	142596	201511	165768	152530

7.6 Značky kol vyráběných ve společnosti

Mezi nejznámější vyráběné značky kol ve společnosti patří SUPERIOR, ROCK MACHINE a FRAPPÉ.

7.6.1 SUPERIOR

Jedná se o druhou nejprodávanější značku v České republice. Společnost značku zakoupila v roce 2002. Superior patří mezi přední českou značku kol vyráběnou rovněž v kopřivnickém závodu společnosti Bike Fun.



Obrázek 12 Značka kol Superior (bikefunint.com © 2022)

7.6.2 ROCK MACHINE

Druhá největší značka, která se vyrábí ve společnosti Bike Fun. Historie této značky sahá do roku 1994, kdy se kola značky Rock Machine začaly vyrábět v malé garáži nadšenými kolaři.



Obrázek 13 Značka kola Rock Machine (bikefunint.com © 2022)

7.6.3 FRAPPÉ

Poslední z nejčastěji vyráběných kol ve společnosti je značka FRAPPÉ. Jedná se o typ kola určeného do městského provozu se sníženým rámem pro pohodlný nástup a výstup. Tato značka se zároveň hojně vyrábí také ve verzi elektro kola.



Obrázek 14 Značka kol FRAPPÉ (bikefunint.com © 2022)

8 AKTUÁLNÍ STAV NA PRACOVIŠTI

8.1 Pracoviště lakovny

Pracoviště lakovny je jedno z největších pracovišť ve společnosti. Nachází se po pravé straně výrobní haly. Výrobní halu a lakovnu oddělují dveře, přes které se dá dostat jak do výroby, tak zpět na lakovnu. Součástí pracoviště je velká lakovací linka, která lakuje surové, převážně pevné vidlice bez odpružení. Stejně jako na všech ostatních pracovištích, i tady se pracuje na jednu směnu. Součástí lakovny je také pracoviště lepení, na kterém se polepují jak vidlice a rámy, které přišly ze skladu, tak nalakované rámy kol, které přicházejí z lakovny. Vidlice, které se lakují, jsou olemeny ještě na lakovacích stojanech, a poté rovnou přesunuty do meziskladu pro případné zkrácení či zalisování závitu. Lakovna má svého vedoucího, mistra a disponenty.

8.2 Pracoviště lepení

Pracoviště lepení se aktuálně nachází v prostorách lakovny. Na pracovišti se polepují vidlice a rámy kol. Pracuje se zde nárazově, veškeré pracovní činnosti vykonávají operátoři z lakovny v čase, kdy neprobíhá lakování. Na pracovišti lepení pracuje od 2 do 6 zaměstnanců, v závislosti na objednávkách finální montáže kol. Tato práce se bude věnovat pouze lepení vidlic. Veškeré vybalování, skládání, lepení a řezání vidlic probíhá vždy den před samotným využitím jednotlivých vidlic k finální kompletaci – pro lepší vysvětlení můžeme tento proces přípravy vyjádřit vzorcem (d+1). Pracoviště vidlic je graficky vyobrazeno na obrázku č. 15.



Obrázek 15 Pracoviště lepení vidlic (vlastní zpracování)

8.2.1 Proces vybalování vidlic

Celý proces začíná přepravou zabalených vidlic ze skladu na pracoviště (je zde brán fakt, že požadované množství vidlic, které bylo objednáno, dorazilo v pořádku na sklad společnosti). Na základě dokumentu, který pracovníci na pracovišti obdrží, je nutno připravit vidlice na další proces výroby.

Zabalené vidlice jsou dopraveny na pracoviště v krabicích po 6 až 10 kusech – zaleží na typu a značce vidlic (viz. Obrázek č. 16). Pracovník rozřeže zapáskované krabice, poté otevře samotnou krabici a začne vybalovat jednotlivé vidlice. Každá vidlice je zabalená v plastovém sáčku a mirelonu (odlehčený pěnový polystyren). Spodní část vidlice, kde bude v dalším procesu výroby usazené přední kolo, je vyplněná plastovou krytkou, aby nedošlo k deformaci – tato krytka je pracovníkem také odstraněna. Tyto krytky se však nevyhazují, ale shromažďují do platového kyblíku, ze kterého jsou pak přesypávány do plastových beden. Po finální montáži a seřízení, je hotové kolo dle typu krabice rozebráno (řídítka, blatník, přední kolo, pedálové nášlapy) a do vidlice je zpět usazena plastová krytka.

Poté co jsou vybaleny všechny vidlice, pracovník roztrídí odpad a prázdné kartony od vidlic umístí na jednu paletu, která je k tomu určená (viz. Obrázek č. 17).



Obrázek 16 Zabalené vidlice
(vlastní zpracování)

8.2.2 Proces uložení vidlic

Poté, co má pracovník vybalenou vidlici, jednotlivě je začíná ukládat do stojanu, který je speciálně upraven pro každý typ vidlic. Nejčastěji se vidlice skládají do stojanu po 7 kusech

do jedné řady. Celkem pak jde postavit do výšky až 15 řad po 7 kusech. Když je stojan naplněný, pracovník se přesouvá na další proces.



Obrázek 17 Paleta pro prázdné kartony (vlastní zpracování)

8.2.3 Proces lepení vidlic

V případě, že jsou vidlice určené pouze k vyskládání, pracovníci vidlice pouze vybalí. Většinu vidlic je však nutné obrandovat (polepit). K lepení vidlic dochází na pracovním stole. Pracovník si posune stojan s vyskládanými vidlicemi blíže k pracovnímu stolu, odkud pak jednotlivě odebírá vidlici po vidlici. Každou vidlici, kterou odebere, musí nejprve očistit technickým lihem od prachu a nečistot. Poté co je rám vidlice očištěný, pracovník přilepí na spodní část vidlice pomůcku, která mu pomůže určit, kam přesně se nálepka lepí. Tento postup můžeme vidět na obrázku č. 18.



Obrázek 18 Pomůcka nalepená na vidlici (vlastní zpracování)

Po nalepení pomůcky pracovník sejme brandovou nálepkou z papíru a nalepí ji nad pomůcku, kterou si na vidlici nalepil. Tento proces se opakuje i na druhé straně vidlice. Po nalepení obou stran umístí pracovník polepenou vidlici zpět do stojanu a proces opakuje, dokud nepolepí všechny vidlice.

8.2.4 Proces řezání a lisování vidlic

Poté, co jsou vidlice vybalené, očištěné a polepené je na řadě poslední krok – řezání a lisování. Některé vidlice mají závit ze vnějšku, tento závit je tudíž na vidlici od výroby samotné vidlice. Pokud vidlice závit nemá, musí se nejprve zkrátit na požadovanou délku.

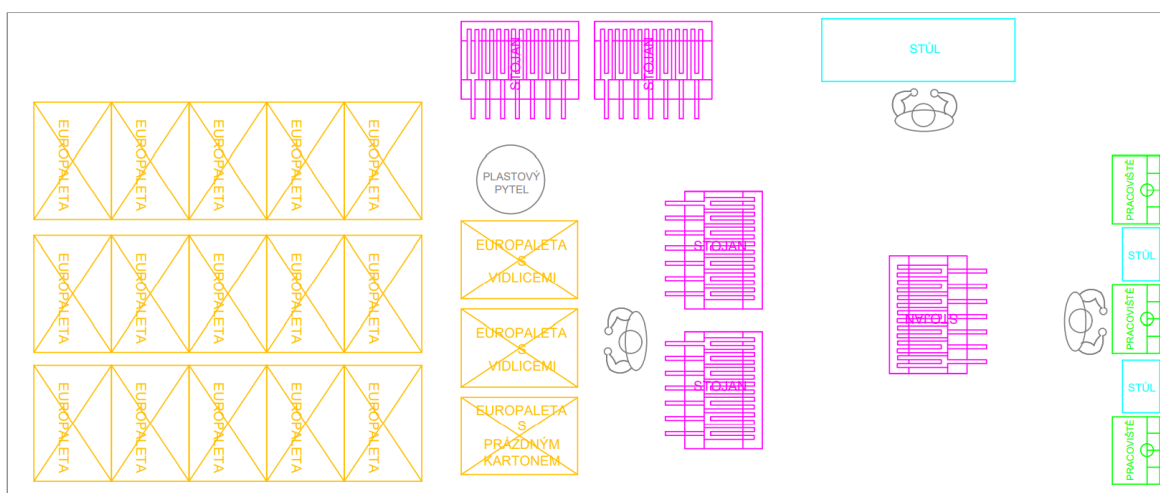


Obrázek 19 Pila na zkracování vidlic (obrázek vlevo) a lis na lisování závitů (obrázek vpravo) – (vlastní zpracování)

Pracoviště řezání a lisování se nachází mimo pracoviště lepení i mimo lakovnu. Olepené vidlice na stojanu jsou přepraveny do meziskladu, kde stojí několik hodin až dní, v závislosti na typu vyráběných kol. I přesto, že na pracovišti lepení platí pravidlo $d+1$, vlivem chybějícího nebo nedodaného materiálu pro finální montáž kol se může stát, že vidlice v meziskladu zůstanou déle, než je obvyklé. Pokud je potřeba některé vidlice pro výrobu kol, pracovník pily si převezde stojan z meziskladu k pile, kde postupně odřezává horní část trubky. Pila s lisem je zobrazena na obrázku č. 19. Po odřezání vyjme vidlici z pily a usadí ji do pneumatického lisu, který vlisuje závit dovnitř trubky vidlice. Následně jsou hotové vidlice opět přesunuty do meziskladu nebo poslány na montáž rámu, kde probíhá montáž rámu s vidlicí.

8.3 Layout pracoviště

Jak bylo zmíněno v odstavci 8.1, výroba vidlic probíhá aktuálně na pracovišti lakovny, které se skládá ze dvou částí – samotné lakovny a pracoviště lepení. Na obrázku č. 20 můžeme vidět pracoviště lepení. V levé části pracoviště je prostor pro palety s nezpracovaným materiálem – vidlice a rámy. Růžově jsou znázorněny stojany, do který se ukládají vidlice a rámy. Stojany pro vidlice se odlišují od stojanů pro rámy. Všechny stojany jsou opatřené pogumováním těch částí, kterých se vidlice nebo rámy dotýkají. Dále můžeme na layoutu vidět paletu pro odkládání prázdných krabic poté, co se vidlice vybalí a plastový pytel, do kterého se třídí plastový odpad z vybalování vidlic. V pravé části pracoviště se nachází prostor pro lepení jak vidlic, tak rámů. Vidlice se polepují na pracovních stolech (znázorněny zeleně). Snímek pracovního stolu je zobrazen na obrázku č. 15. Stoly mezi těmito pracovišti slouží pro odkládání připravených nálepek, technického lihu nebo pomůcek ke snadnějšímu lepení. Držáky na upevnění rámů pro lepení se nachází po levé straně od prostoru pro lepení vidlic. V pravé horní části se pak nachází stůl, kde se nachází všechny potřebné dokumenty pro lepení na další dny, tablet a další kancelářské potřeby. Vedle stolu se nachází uzamykatelná skříň, ve které jsou uloženy různé druhy nálepek a potřeb pro výrobu jako zásoba lihu nebo rukavice.



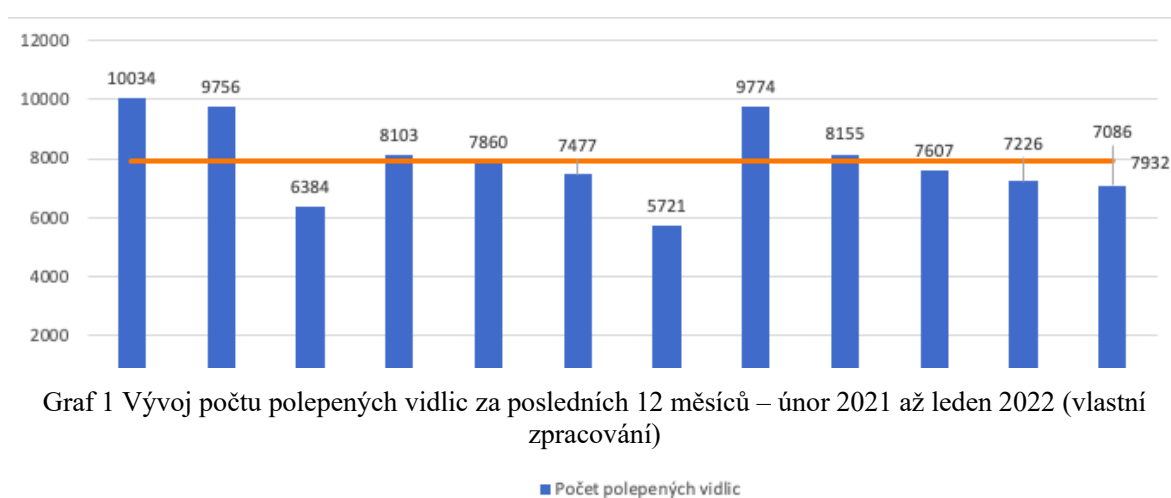
Obrázek 20 Aktuální layout pracoviště lepení (vlastní zpracování)

8.4 Vývoj počtu polepených vidlic

Společnost BIKE FUN disponuje podnikovým systémem SyteLine. Veškerá data, včetně objednávek, z předvýroby či lakovny, eviduje společnost v programu SyteLine a MS Office.

Společnost také disponuje systémem, který shromažďuje data o původu kol, které byly vyrobeny ve společnosti a zákazník si tak může snadno ověřit, kdy bylo kolo vyrobeno, popřípadě kde bylo vyrobeno. Tento systém také jednou dopomohl k dohledání odcizeného kola.

Vývoj počtu polepených vidlic byl sledován za posledních 12 měsíců, tedy od února roku 2021 po leden roku 2022. V jednotlivých měsících se lišil počet pracovních dnů, ve kterých byly vidlice polepovány. Jak můžeme vidět na grafu č. 1, nejvíce vidlic se polepilo v únoru roku 2021. Zároveň byl únor jeden z měsíců, kdy i přes nízký počet dnů v měsíci se vidlice polepovaly celkem 20 dnů.



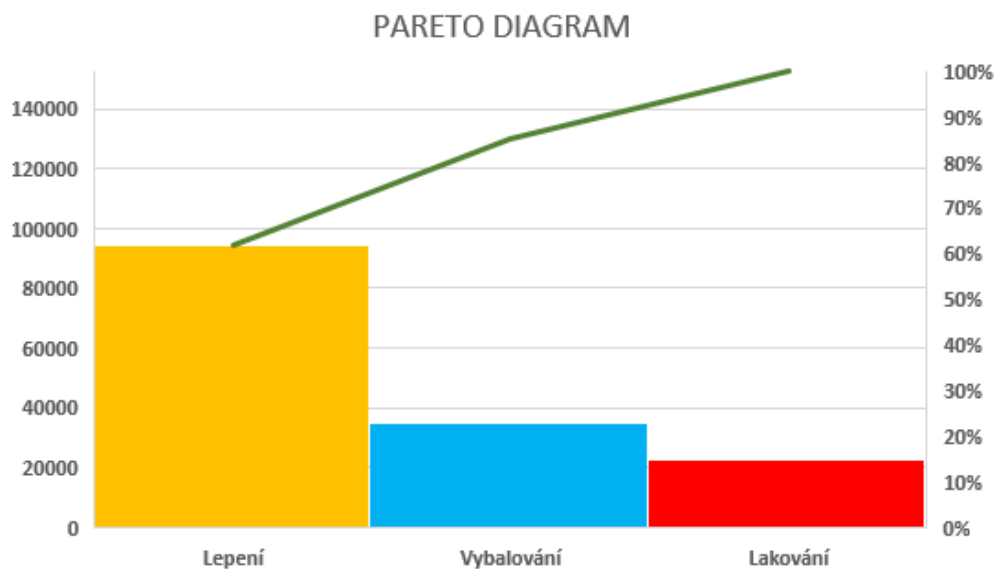
Graf 1 Vývoj počtu polepených vidlic za posledních 12 měsíců – únor 2021 až leden 2022 (vlastní zpracování)

Mezi horší měsíce v předešlém roce můžeme zařadit duben 2021, kdy vrcholila jedna z vln nemoci COVID-19 a společnost musela vlivem vysokého čísla tohoto virového onemocnění mezi zaměstnanci na celý jeden týden výrobu zavřít. Pracovalo se, respektive lepilo jen 14 dní z celkových 22 pracovních dnů. Nižší výkonnost měl také srpen 2021, zde je důvod podstatně jiný – dovolené jednotlivých zaměstnanců. Celkem se ve společnosti za sledované období polepilo 95 183 kusů vidlic za 217 pracovních dnů. Z toho můžeme určit, že aktuální norma, ze které budeme vycházet pro tento projekt bude průměrně 442 polepených vidlic za jeden pracovní den.

9 PROJEKT ZEFEKTIVNĚNÍ VÝROBY VIDLIC

Název projektu je Projekt zefektivnění výroby vidlic ve společnosti BIKE FUN International s.r.o. Společnost se zabývá výrobou a vývojem jízdních kol a elektrokol. Tato diplomová práce je zpracovávána na pracovišti lepení, které se aktuálně nachází v prostorách lakovny. Lepení vidlic tvoří zhruba 60 % z celkového toku vidlic do výroby. Zhruba 25 % pak tvoří vidlice, které se pouze vybalují a zbylých 15 % tvoří vidlice, které se před přesunem do výroby lakují.

Společnost si v roce 2021 stanovila vizi, který má za cíl zvýšit produkci kol až o 100 % do roku 2030. Tento projekt nazvala jako VIZE 2030.



Graf 2 Pareto diagram vyráběných vidlic (vlastní zpracování)

9.1 Cíl projektu

Cílem projektu je zefektivnit výrobu vidlic a zvýšit tak produktivitu práce alespoň o 30 %. Projekt této práce je podmíněn splněním dílčích projektových cílů. Mezi dílčí projektové cíle patří:

- zrušení rozpracovaných vidlic ve výrobě o 50 %,
- úspora výrobních a skladových prostor o 50 %,
- zvýšení VA indexu v budoucí mapě toku hodnot o 100 %.

9.2 Časový harmonogram projektu

Časový harmonogram projektu nám slouží jako časový plán dílčích kroků, které je potřeba provést, aby bylo možné dosáhnout stanovených cílů projektu.

Zadání projektu proběhlo v první polovině ledna roku 2022. Následovalo představení aktuálního pracoviště a stanovení cílů. Byly představeny problémy aktuálního pracoviště, primárně kapacitní a prostorové. Poté proběhl sběr dat a jejich následná analýza a zpracování. Po zhodnocení aktuálního stavu byl vytvořen komplexní návrh změn, které byly odprezentovány projektovému týmu koncem března roku 2022. Realizace projektu z části začala v dubnu roku 2022. Finální dokončení je naplánováno na konec května roku 2022. Kompletní časový harmonogram je zobrazen v tabulce č. 5.

Tabulka 5 Časový harmonogram projektu (vlastní zpracování)

Název úkolu	01.01.-15.1.2022	16.1.-31.1.2022	1.2.-15.2.2022	16.2.-28.2.2022	1.3.-15.3.2022	16.3.-31.3.2022	1.4.-15.4.2022	16.4.-30.4.2022	1.5.-31.5.2022
Zadání projektu									
Představení současného stavu									
Stanovení cílů									
Sběr dat									
Analýza a zpracování dat									
Vytvoření návrhu změn									
Prezentace navrhovaných změn									
Kapacitní a ekonomické zhodnocení									
Realizace projektu									

9.3 Projektový tým

Pro tento projekt byl managementem společnosti vytvořen tým, který odpovídá za celý projekt. Výsledky projektu, analýzy a naměřené hodnoty budou poté předloženy vedení společnosti BIKE FUN.

- **Vedoucí projektu** – Ing. Miroslav Marek
- **Vedoucí předvýroby** – Lenka Polášková
- **Vedoucí Logistiky** – Daniel
- **Procesní inženýři** – Bc. Vít Stránský, Ing. Fred Kuipers
- **Analyzátor, zpracování dat a návrhy řešení** – Bc. Filip Wilczek

9.4 RIPRAN analýza

Pokud plánujeme projekt, existují vždy různá rizika, které mohou daný projekt ohrozit, a proto je nezbytné je analyzovat a identifikovat. K identifikaci rizik byla použita analýza

RIPRAN (RIsk PRoject ANalysis – analýza projektových rizik). Aby bylo možné předcházet identifikovaným rizikům, je potřeba navrhnout opatření, které zabrání vzniku rizik.

Níže jsou definovaná hlavní rizika, které mohou nastat:

- 1. Nedodržení časového harmonogramu** – Toto riziko může mít poměrně velký vliv na celý projekt. Pravděpodobnost nedodržení je však velmi nízká, jeho opoždění bude mít za následek nedodržení termínu ukončení projektu. Prevence proti tomuto riziku je osobní odpovědnost každého jedince z projektového týmu, který se bude snažit plnit úkoly tak, aby byly dodány v termínu.
- 2. Chybně naměřená data** – Špatně naměřená data mohou zásadně ovlivnit výsledek projektu, nicméně pravděpodobnost chybně naměřených dat je nízká kvůli zkušenému projektovému týmu, který na daném projektu pracuje. Všechny analýzy byly předem zdokumentovány a následně prezentovány projektovému týmu, aby bylo potvrzeno, že je proces vykonáván správně podle současného pracovního postupu. Prevencí tohoto bodu je více naměřených a zdokumentovaných procesů na pracovišti.
- 3. Špatně zpracované analýzy** – Nesprávně zpracované analýzy mohou stejně tak jako chybně naměřená data negativně ovlivnit vývoj projektu a s tím související nedodržení termínu dokončení. Jako prevence je zde na místě důkladná kontrola provedených analýz, popřípadě konzultace s dalšími členy týmu.
- 4. Neochota spolupráce** – K tomuto riziku může dojít přímo na měřeném a analyzovaném pracovišti. Vzhledem k tomu, že dochází k pořizování videozáznamů, neochota některých pracovníků může nastat. Tito lidé se mohou také obávat změn, které díky projektu nastanou. Pravděpodobnost tohoto rizika je tak vysoká a je potřeba se s lidmi přímo na pracovišti bavit a vysvětlovat, proč se tyto měření dělají.
- 5. Neuznání návrhů ze strany vedení** – Pokud bude vše dobře navrženo a zanalyzováno, hotový návrh se musí předložit vedení. Zde je riziko v jeho neuznání. Je potřeba veškeré kroky konzultovat včas s vedením, které tak může předběžně zamezit jakémukoliv zdržení či zamítnutí projektu.

Všechny rizika jsou rozepsány v tabulce č. 6.

Tabulka 6 Projektová rizika (vlastní zpracování)

Číslo	Riziko	Pravděpodobnost	Vliv	Prevence rizika
1	Nedodržení časového harmonogramu	VELMI NÍZKÁ	VYSOKÝ	Odpovědnost každého jedince v týmu.
2	Chybně naměřená data	NÍZKÁ	VYSOKÝ	Více naměřených a zdokumentovaných procesů stejného typu.
3	Špatně zpracované analýzy	STŘEDNÍ	VYSOKÝ	Pravidelná kontrola provedených analýz a konzultace.
4	Neochota spolupráce	STŘEDNÍ	STŘEDNÍ	Komunikace s lidmi přímo na pracovišti.
5	Neuznání návrhů ze strany vedení	NÍZKÁ	VYSOKÝ	Pravidelná komunikace s vedením společnosti.

V tabulce č. 7 můžeme vidět RIPRAN analýzu, která zkoumá pravděpodobnost a vliv stanovených rizik na projekt. Výsledná čísla odpovídají hodnotám z tabulky č. 9. Po použití RIPRAN analýzy lze říci, že většina rizik se nachází v oranžové (střední). Tyto rizika nemají zásadní vliv na průběh a výsledek projektu, je však potřeba předcházet těmto rizikům. Špatně zpracované analýzy (riziko č. 3) se nachází v rizikové (červené) oblasti. Toto riziko může zásadně ovlivnit průběh a výsledek projektu, zejména jeho včasného dokončení. Zelená (téměř nulové riziko) oblast zůstala bez hodnot, žádná rizika v této oblasti nejsou identifikována.

Tabulka 7 RIPRAN analýza (vlastní zpracování)

Pravděpodobnost - Vliv	Velmi nízký	Nízký	Střední	Vysoký	Velmi vysoký
Velmi vysoká					
Vysoká					
Střední			4	3	
Nízká				2;5	
Velmi nízká				1	

10 AKTUÁLNÍ STAV ČASOVÝCH NOREM POMOCÍ METODY NEPŘÍMÉHO MĚŘENÍ (BASIC MOST)

Projekt je zaměřen na kompletní proces výroby, tedy od vybalování vidlic, lepení vidlic, až po řezání (zkrácení) a lisování závitů.

Na základě aktuálního stavu bylo provedeno měření nepřímou metodou (Basic MOST), které na aktuálním pracovišti ukázalo značné plýtvání, zejména v krocích pracovníků nebo v ukládání vidlic do stojanů. Metoda nepřímého měření MOST je vysvětlená v teoretické části v odstavci 3.1.3. Dokumenty v plné velikosti o nepřímých měřeních pomocí metody Basic MOST jsou zobrazeny v příloze P I, II a III.

10.1 Vybalování vidlic měřené metodou Basic MOST

U tohoto procesu dochází k vybalování a skládání vidlic do stojanu. Více o tomto procesu naleznete v odstavci 8.2. Měření probíhalo na krabici, ve které je celkem 8 kusů vidlic, frekvence v data kartě je proto u vytažení vidlice z krabice a kroky ke stojanu číslo 8, jelikož se tyto procesy opakovaly 8x. Jak je vidět na výsledné kartě nepřímého měření, největší časový podíl tvoří uložení vidlice do stojanu (viz. Tabulka č. 8). Na krabici s osmi kusy tak pracovník spotřebuje celkem 1040 TMU, což při převodu na časovou jednotku znamená zhruba 37 sekund. Oranžově jsou označené ty procesy, které tvoří až tak velký časový prostoj, přesto by se daly eliminovat například úpravou pracoviště nebo efektivnější prací manipulanta na pracovišti.

Tabulka 8 Výsledek metody MOST při vybalování vidlic (vlastní zpracování)

1	Složení krabice z palety na zem	ŘP	A 1 B 0 G 3 1 1 1	M 3 X 3 I 1 1 1 1				A 0 1	1	110
2	Otevření krabice (rozřezání pásek a krabice)	NC	A 1 B 0 G 1 1 1 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1	C 16	A 1 B 0 P 3 1 1 1		A 0 1	1	260
3	Posunutí krabice ke stojanu	ŘP	A 1 B 0 G 0 1 1 1	M 6 X 3 I 0 1 1 1				A 0 1	1	100
4	Vytažení vidlice z krabice (odstranění obalu a plastové krytky + vyhození obalu do pytle)	OP	A 1 B 6 G 3 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1				A 0 1	8	960
5	Uložení vidlice do stojanu + návrat (2 kroky)	OP	A 3 B 0 G 0 1 1 1	A 1 B 3 P 6 1 1 1				A 0 1	8	1040
6	Rozložení krabice (2 kroky)	OP	A 6 B 6 G 1 1 1 1	A 1 B 0 P 6 1 1 1				A 0 1	1	200
7	Uložení prázdné krabice na paletu (4 kroky)	OP	A 6 B 3 G 1 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1				A 3 1	1	150

10.2 Lepení vidlic měřené metodou Basic MOST

Předtím, než pracovník začne odebírat vyskládané vidlice ze stojanu, musí si na pracovní stůl nachystat pomůcky k procesu lepení. Základem je technický líh, který se nanese na kus hadříku, kterým se pak otírají ty části vidlic, na které se lepí nálepky. Poté je potřeba si

nachystat správný druh nálepek. Kompletní sadu všech druhů nálepek má pracovník pod pracovním stolem. Jako poslední používají někteří pracovníci jehlu, kterou si pomáhají k odlepení nálepky z papíru, aby urychlili proces lepení. Když je vše připraveno pracovník může začít s polepováním vidlic.

U lepení dochází k odebírání vidlic ze stojanů (po tom co jsou do stojanu vyskládány po rozbalení). Detailněji je tento proces popsán v odstavci 8.2. Pokud se podíváme do tabulky č. 9, tak vidíme, že červeně jsou označené ty procesy plýtvání, které by se daly eliminovat právě úpravou pracoviště (např. metodou ONE PIECE FLOW). Stojany s vyskládanými vidlicemi stojí mnohdy několik metrů od samotného pracoviště. Pracovník musí při každém procesu lepení ujit celkem 12 kroků na jednu polepenou vidlici. Právě díky neustálému ukládání a odebírání vidlic ze stojanů dochází ke zbytečnému plýtvání.

Tabulka 9 Výsledek metody MOST při lepení vidlic (vlastní zpracování)

1	Kroky ke stojanu (4 kroky)	OP	A 6 B 0 G 0 1 1 1	A 0 B 0 P 0 1 1 1			A 0 1	1	60
2	Uchopení vidlice ze stojanu	OP	A 1 B 3 G 3 1 1 1	A 0 B 0 P 0 1 1 1			A 0 1	1	70
3	Kroky k pracovišti (4 kroky)	OP	A 6 B 0 G 0 1 1 1	A 0 B 0 P 0 1 1 1			A 0 1	1	60
4	Položení vidlice na prac. stůl	OP	A 0 B 0 G 0 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1			A 0 1	1	20
5	Očištění vidlice technickým lihem (2 strany)	NS	A 1 B 0 G 1 1 1 1	A 0 B 0 P 0 1 1 1	S 1	A 1 B 0 P 0 1 1 1	A 0 1	2	80
6	Přilepení pomůcky na vidlici	OP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	A 1 B 0 P 6 1 1 1			A 0 1	2	180
7	Sejmutí nálepky z papíru + nalepení na vidlici	OP	A 1 B 0 G 3 1 1 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1		M 1 X 6 I 1 1 1 1	A 0 1	2	320
8	Uchopení vidlice + kroky ke stojanu (4 kroky)	OP	A 6 B 0 G 3 1 1 1	A 0 B 0 P 0 1 1 1			A 0 1	1	90
9	Uložení vidlice do stojanu	OP	A 1 B 6 G 0 1 1 1	A 1 B 0 P 6 1 1 1			A 0 1	1	140

10.3 Řezání a lisování vidlic měřené metodou Basic MOST

Při aktuálním stavu jsou na pracovišti řezání odebírány vybalené a polepené vidlice z mezikladu. Jako v předchozích případech, oranžově jsou označeny ty procesy, které se dají odstranit nebo zredukovat na základě návrhu nového pracoviště. Celý proces nepřímého měření metodou Basic MOST můžeme vidět v tabulce č. 10. Z tabulky lze vyčíst, že procesní časy řezání a lisování pracovník nevyužívá k dalším činnostem, ale čeká, až je proces stroje dokončen. Při začínání nového stojanu vidlic je pracovníkem v pile zkrácena jedna vidlice, kterou poté položí na stůl a pomocí pravítka změří správnost požadované délky. Jako na všech pracovištích procesu lepení, i zde pracovník chodí zbytečně 3 kroky ke stojanu po každé uřezané a zalisované vidlici.

Tabulka 10 Výsledek metody MOST při řezání a lisování vidlic (vlastní zpracování)

1	dojít ke stojanu s vidlicemi (3 kroky)	OP	A 6 B 0 G 0 1 1 1	A 0 B 0 P 0 1 1 1			A 0 1	1	60
2	uchopení vidlice	OP	A 1 B 6 G 3 1 1 1	A 0 B 0 P 0 1 1 1			A 0 1	1	100
3	dojít k pile (2 kroky)	OP	A 3 B 0 G 0 1 1 1	A 0 B 0 P 0 1 1 1			A 0 1	1	30
4	umístění vidlice do pily	OP	A 1 B 0 G 0 1 1 1	A 1 B 0 P 6 1 1 1			A 0 1	1	80
5	zapnout pilu (proces řezání + broušení)	ŘP	A 1 B 0 G 0 1 1 1	M 1 X 42 I 0 1 1 1			A 0 1	1	440
6	vysunutí vidlice z pily	ŘP	A 1 B 0 G 0 1 1 1	M 1 X 1 I 0 1 1 1			A 0 1	1	30
7	otočení vidlice o 180 stupňů a profouknutí vzduchovou pistolí	ŘP	A 1 B 0 G 0 1 1 1	M 3 X 3 I 1 1 1 1			A 0 1	1	80
8	Uchopit hadr a otření trubky vidlice	ŘP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	M 1 X 0 I 0 1 1 1			A 0 1	1	30
9	Položit vidlici	OP	A 1 B 3 G 0 1 1 1	A 0 B 0 P 6 1 1 1			A 0 1	0	0,8929
10	Uchopit pravítko, změřit vidlici	OP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	A 1 B 0 P 6 1 1 1			A 0 1	0	0,8036
11	Odložit pravítko, uchopit vidlici	OP	A 1 B 0 G 3 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1			A 0 1	0	0,5357
12	koroky k lisu (2 kroky)	OP	A 3 B 0 G 0 1 1 1	A 1 B 0 P 0 1 1 1			A 0 1	1	40
13	vložení hlavového složení + ježek do lisu	OP	A 1 B 0 G 1 1 1 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1			A 0 1	2	120
14	vsunutí vidlice	OP	A 1 B 0 G 0 1 1 1	A 0 B 0 P 6 1 1 1			A 0 1	1	70
15	zapnutí lisu	ŘP	A 1 B 0 G 0 1 1 1	M 1 X 1 I 0 1 1 1			A 0 1	1	30
16	proces lisování	ŘP	A 0 B 0 G 0 1 1 1	M 0 X 16 I 0 1 1 1			A 0 1	1	160
17	odebrání vidlice z lisu	OP	A 1 B 0 G 3 1 1 1	A 1 B 0 P 0 1 1 1			A 0 1	1	50
18	vizuální kontrola + kroky ke stojanu (2 kroky)	OP	A 3 B 0 G 0 1 1 1	A 1 B 0 P 0 1 1 1			A 0 1	1	40
19	uložení vidlice do stojanu	OP	A 1 B 6 G 0 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1			A 0 1	1	90

10.4 Výsledky aktuálního stavu časových norem

Z měření, ale i ze samotného pozorování lze jednoznačně určit, že proces výroby vidlic není plynulý a na pracovištích dochází k velkému plýtvání. U vybalování vidlic dochází ke zbytečnému ukládání vidlic do stojanu. Při této činnosti nejen, že dochází k brždění procesu výroby, ale také k tomu, že se pracovník zbytečně moc nachodí. Při naplnění celého stojanu, což odpovídá zhruba 112 kusů surových vidlic, musí nachodit celkem 448 kroků. Z tabulky č. 5 jde jasně vidět, že ukládání vidlic při vybalování do stojanů je neefektivní a zbytečně pracné. Cyklový čas vybalování byl určen na základě měření metodou Basic MOST na 2820 TMU, což odpovídá 101 sekund na krabici o 8 kusech vidlic. Na jeden kus tedy připadá čas 13 sekund nebo 352 TMU.

U lepení vidlic dochází prakticky ke stejnému druhu plýtvání. Pracovník, který si první vidlice vyskládal, se poté přesune na vedlejší pracoviště, odkud opět chodí ke stojanu

s vyskládanými vidlicemi. Při první vidlici urazí pracovník celkem 12 kroků, od druhé vidlice chodí jen 8 kroků. Pokud by jeden pracovník polepoval celý stojan vidlic sám, urazil by při 112 kusech vidlic na stojanu celkem 900 kroků. Opět jsou zde jasné známky velkého plýtvání a neefektivního pracoviště. Cyklový čas pro polepení jedné vidlice byl pomocí metody Basic MOST stanoven na 1020 TMU, tedy 37 sekund na jednu vidlici.

Poté co jsou vidlice polepeny, jsou pracovníkem převezeny do meziskladu výroby (obrázek č. 21), kde setrvávají do dalšího dne, kdy jsou podle potřeby zkráceny a zalisovány pro finální montáž. Mezisklad výroby se nachází v polovině cesty mezi pracovištěm lepení a pracovištěm řezání a lisování.

Při procesu řezání a lisování bylo opět zjištěno pozorování a metodou Basic MOST plýtvání, zejména pak v nečinnosti pracovníka v době procesních časů pily a lisu. Špatně uspořádané pracoviště nutí operátora chodit pro další vidlici 3 kroky ke stojanu, a poté 2 kroky k pile. Správně uspořádaným pracovištěm by se tyto kroky daly eliminovat. Cyklový čas je při řezání 852 TMU, tedy 31 sekund a při lisování 600 TMU, tedy 22 sekund.



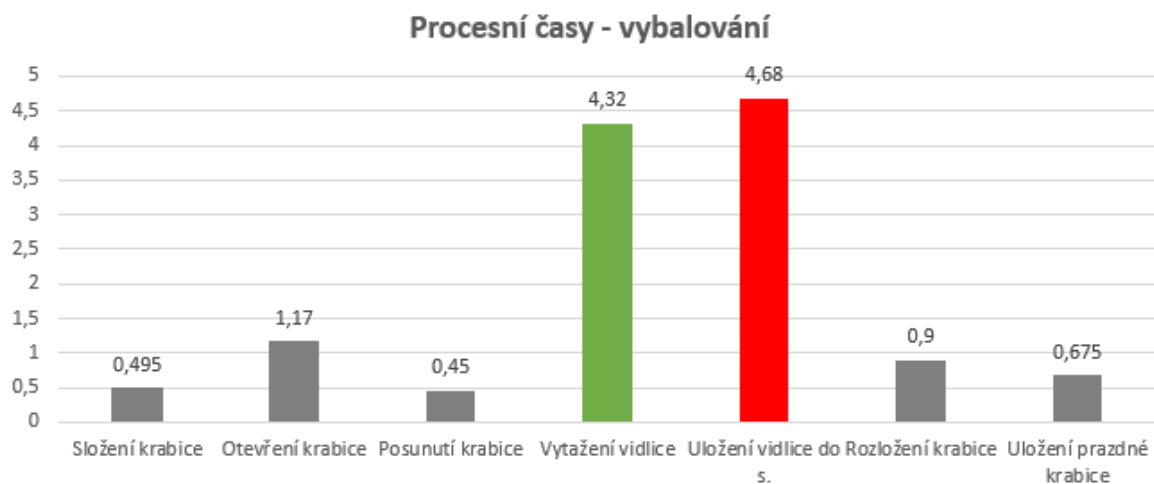
Obrázek 21 Uskladnění rozpracovaných vidlic v meziskladu (vlastní zpracování)

10.5 Analýza současných procesních časů

U analýzy současných procesních časů byly sledovány jednotlivé procesní časy, které tvoří většinu z celkového cyklového času jednotlivých stanovišť.

10.5.1 Procesní časy – vybalování

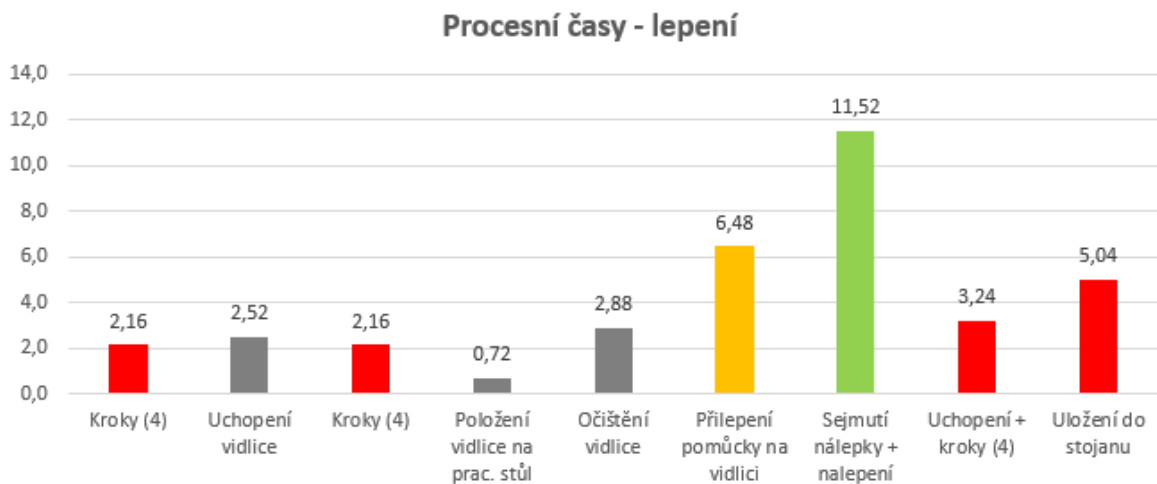
Na grafu č. 3 je vidět, že nejvíce času zabere pracovníkovi uložení vidlice do stojanu. Tento čas tvoří 36,9 % z cyklového času. Druhý nejvyšší čas je u vytažení vidlice z krabice, který tvoří 34 %. Tento čas je však nezbytný k samotnému procesu a následnému polepení vidlice. Ostatní časy jsou do 10 % z celkového času cyklu. Zeleně jsou vyznačeny ty činnosti, které výrobku přidávají hodnotu, červeně pak ty, který výrobku hodnotu nepřidávají



Graf 3 Procesní časy vybalování (vlastní zpracování)

10.5.2 Procesní časy – lepení

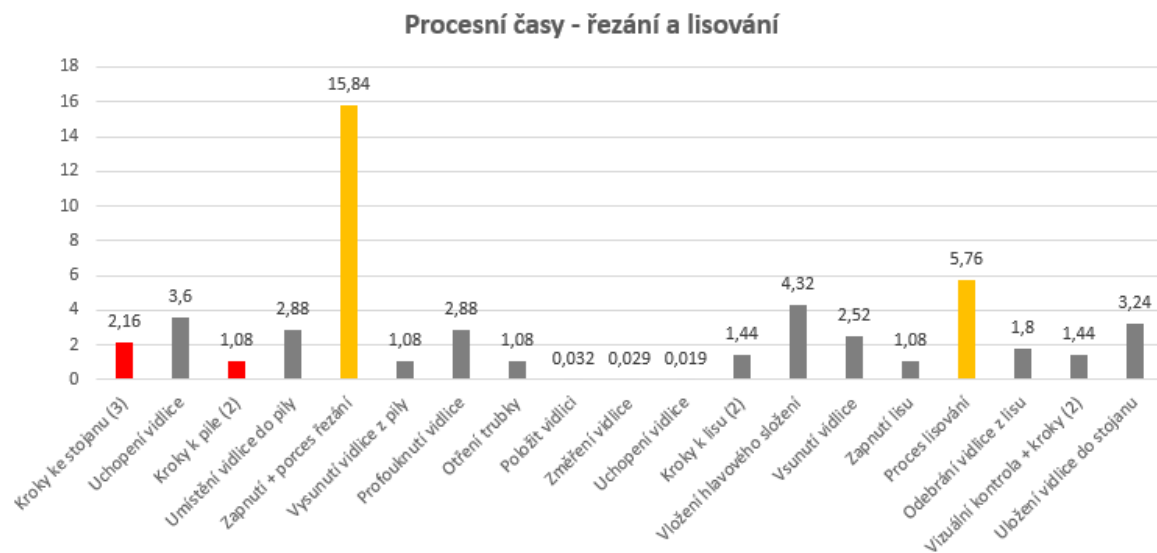
Procesní časy lepení jsou zobrazeny v grafu č. 4. Zde je vidět, že největší čas tvoří sejmutí nálepky a následné nalepení – tento proces se opakuje 2x. Celkově tak tvoří 31,4 % z cyklového času. Druhá nejvyšší hodnota je přilepení pomůcky na vidlici. Tato operace zabírá 17,6 % z celkového času. Nad 10 % je pak uložení polepené vidlice do stojanu. Ostatní operace jsou pod 10 % z celkového času.



Graf 4 Procesní časy lepení (vlastní zpracování)

10.5.3 Procesní časy – řezání + lisování

Nejvyšší časový podíl mají procesní časy řezání a lisování. Řezání tvoří 30,30 % z celkového času a proces lisování tvoří 11 %. Ostatní časy tvoří méně než 10 % z celkového cyklového času řezání a lisování. Při návrzích na řešení je potřeba se zaměřit, aby se některé činnosti prováděly v mezičase procesních časů řezání a lisování.

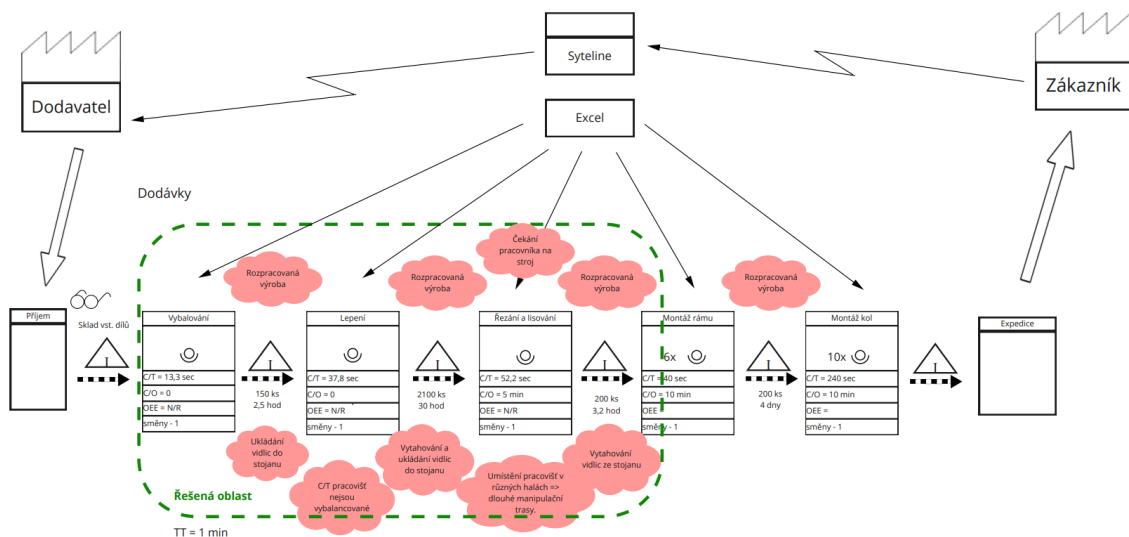


Graf 5 Procesní časy řezání a lisování (vlastní zpracování)

11 SOUČASNÁ MAPA HODNOTOVÉHO TOKU (VSM)

Metoda VSM je podrobněji vysvětlena v teoretické části – odstavec 2.7. V následující části bude rozebrán aktuální stav toku hodnot od dodavatele, přes pracoviště lepení, řezání a lisování, až po dodání pro finální montáž. Pro lepší zobrazení je zpracována také vizuální podoba hodnotové mapy na obrázku č. 22.

Při analýze současného stavu byla použita mapa současného toku hodnot (Value Stream Mapping – VSM). Tato mapa poměrně jednoduše a efektivně ukazuje, jak každá vidlice prochází celým výrobním procesem – od dodavatele, až po přípravu vidlice pro finální montáž, expedici a k zákazníkovi.



Obrázek 22 Aktuální mapa hodnotového toku (vlastní zpracování)

Pro lepší vizualizaci procesu je zobrazena celá VSM mapa, včetně montáže rámu a finální montáže kol. Popis současné mapy toku hodnot se věnuje pouze zeleně vyznačené oblasti, tedy vybalování, lepení a řezání s lisováním.

Cesta začíná u zákazníka, který vytvoří objednávku na dodání jízdních kol nebo elektrokol přes e-shop nebo e-mail. Tuto objednávku má na starost oddělení nákupu, které objednávku zaeviduje do ERP systému – SyteLine. Typy kol si zákazník vybírá ze sezonních katalogů značek, které společnost BIKE FUN vyrábí. Objednávání komponentů pro výrobu těchto kol je tak řešeno předem, případný zvýšený zájem, a s tím spojený pokles zásob, je řešen operativně. Čekací doba na dodání některých komponentů pro výrobu je několik týdnů až měsíců, proto je často komunikováno se zákazníkem na domluvě o změně určitých

komponentů za jiný druh nebo značku (nejčastěji brzdové systémy a řadící systémy). Po dodání vidlic na sklad se podle interního pravidla d+1 (předvýroba připravuje komponenty den před užitím na finální montáži) určí, které vidlice je potřeba připravit na finální montáž. Vedoucí předvýroby proto připraví dokument pro pracoviště lepení (viz. Obrázek č. 23) ve kterém jsou různé typy vidlic na aktuální den. Tyto vidlice si pak pracoviště vidlic objedná samo ze skladu (podle vytížení pracovníků, kteří zároveň pracují na pracovišti lakovny).

RAMAKI				
DATUM	TERMIN	JOB	POČET	ZAKÁZKA
10.03.2022		J000041040-100	4	SUP-21/28
		J000041795-100	78	SUP-21/33
		J000041806-100	16	SUP-21/33
		J000040399-300	2	RMC-21/22
		J000041267	50	RMC-21/28
		J000042154	12	RMC-22/06
		J000040816-300	2	RMC-21/25
		J000041207	85	RMC-21/26
		J000042070	21	RMC-22/03
		J000041823	10	SUP-21/34
		J000041031	40	SUP-21/28
		J000041824-100	37	SUP-21/34
		J000041826	10	SUP-21/34
		J000041014-100	1	SUP-21/28
		J000040129-100	1	SUP-21/14
		J000044798-300	166	KB-21/E56 BOM
		J000041727	148	RMC-21/E23 SD I

Obrázek 23 Dokument pro přípravu vidlic (lepení, vybalování, lepení) – (interní zdroje)

První ze tří možností je, že se vidlice pouze vybalí a umístí do stojanů. Zde proces končí a vidlice jsou přemístěny do meziskladu, kde si je podle potřeby vyzvedne pracovník pily a lisu, který je dle potřeby finální montáže zkrátí a zalisuje závit. Pokud vidlice nepotřebuje zkrátit nebo nalisovat závit, vidlice pak putují z meziskladu na konečnou montáž kol.

Druhá možnost je typ vidlic, které se před přemístěním do meziskladu musí obrandovat (polepit značkou). Projekt se zabývá touthle variantou. Vidlice se opět vybalí, umístí se opět do stojanů a jakmile jsou všechny vidlice uloženy ve stojanu, teprve poté si pracovník přemístí stojan k pracovnímu stolu, kde si odebírá postupně jednu vidlici po druhé a procesem popsaným v odstavci 8.2 vidlice polepí a opět uloží do stojanu. Hotový stojan je přemístěn do meziskladu, kde čeká na další zpracování, popřípadě z meziskladu putuje na finální montáž.

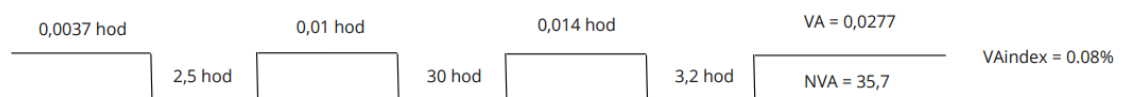
Poslední ze tří možností je, že vidlice putují ze skladu rovnou na lakovnu, kde se vybalí, vyskládají na lakovací stojany, nalakují a po uschnutí laku jsou podle potřeby polepeny nebo nechány bez polepu. Lepení probíhá přímo na lakovacích stojanech, neprobíhá na pracovišti, kde se lepí vidlice, které se nelakují. Vidlice jsou poté opět přesunuty do meziskladu odkud putují na konečnou montáž. Proces lakování se však netýká pracoviště, na kterém je zpracováván tento projekt.

11.1 Zhodnocení současného VSM

Pro zhodnocení současné mapy toku hodnot jsou použity dvě zkratky – VA a NVA. VA (přidávající hodnotu) říká, kolik času z celkové doby je přidávána hodnota k výrobku. NVA (nepřidávající hodnotu) říká, jakou dobu není výrobku přidávána hodnota – obecně lze tento pojem nazvat plýtváním.

Na obrázku č. 24 jsou vidět hodnoty přidávající (VA) a nepřidávající hodnotu (NVA). Mezi činnostmi, které hodnotu přidávají, patří vybalování (0,0037 hodiny), lepení (0,01 hodiny) a řezání a lisování (0,014 hodiny). Celkový čas přidávající hodnotu je 0,0277 hodiny.

Časy nepřidávající hodnotu (NVA) jsou časy, ve kterých výrobek stojí buďto na pracovišti nebo v meziskladu. Mezi vybalováním a lepením stojí materiál v celkovém čase 2,5 hodiny, mezi lepením, řezáním a lisováním stojí materiál celkem 30 hodin a mezi řezáním, lisováním a montáží rámců stojí materiál 3,2 hodiny. Celkem je tedy NVA čas, který hodnotu nepřidává 35,7 hodiny. Na základě činností VA a NVA byl vypočítaný index přidávající hodnotu tzv. VA index. Tento index se počítá jako poměr časů, které hodnotu přidávají a časů, které nepřidávají hodnotu. Výsledný VA index vyšel 0,08 %, což nám říká, že činnosti, které výrobku přidávají hodnotu jsou jen osm setin z celkového času.



Obrázek 24 Časy přidávající a nepřidávající hodnotu (VA/NVA) (vlastní zpracování)

11.1.1 Potenciály pro zlepšení na základě současného VSM

Největší potenciál pro zlepšení na základě mapy hodnotového toku je v oblasti tvorby časů nepřidávající hodnotu. Pokud se podíváme dovnitř těchto procesů (vybalování, lepení) zjistíme, že i zde je největší potenciál pro zlepšení v oblasti ukládání a odebírání vidlic ze stojanu. Tato činnost má za následek tvorbu neproduktivních časů, které se poté promítají do NVA – tedy plýtvání. Největší část z těchto neproduktivních časů tvoří mezisklady, které se nacházejí mezi každým procesem výroby.

Z mapy hodnotového toku je jasně vidět, že úprava pracoviště je nezbytná, stejně tak jako úprava pracovního postupu na pracovišti lepení. Dalším potenciálem pro zlepšení je eliminace tvorby meziskladů, zejména pak meziskladu mezi pracovištěm lepení a pracovištěm řezání a lisování. Výroba vidlic by proto měla probíhat podle požadavků na další pracoviště – montáž rámu, maximálně však do maximální kapacity pracoviště na směnu.

12 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ SOUČASNÉHO STAVU VÝROBNÍHO PRACOVISTĚ VIDLIC

Na základě workshopu, který proběhl s projektovým týmem (odstavec 12.1) a odstavce 11.1.1 byly vydefinovány potenciály pro zlepšení současného stavu na pracovišti vidlic.

12.1 Týmový workshop

Po provedené analýze a měření stávajícího pracoviště vidlic proběhl týmový workshop, který proběhl na přelomu března a dubna roku 2022. Účastnili se všichni členové projektového týmu. Na základě výsledků nepřímého měření a současné mapy VSM byly týmem navrženy hlavní body ke zlepšení. Jelikož má společnost BIKE FIN naplánovanou VIZI 2030, což znamená zvyšování produkce kol o desítky procent do roku 2030. Jedním ze základních požadavků na projekt bylo navržení nového a efektivního pracoviště mimo prostory lakovny s taktem 1 min/kus. Současné pracoviště je neefektivní, tvoří velké prostoje a při budoucí zvyšující se produkci kol musí být osamostatněno a zefektivněno. Foto z týmového workshopu je na obrázku č. 25.



Obrázek 25 Týmový workshop (vlastní zpracování)

Tomuto bodu se projektový tým na workshopu věnoval nejdéle. Autor této diplomové práce, člen týmu, navrhl potřebné analýzy a několik možností nového pracoviště v prostorách skladu (vedle předpřípravy pracoviště řídítek), včetně rozkreslení layoutů. Celkem bylo předloženo 5 návrhů nového layoutu v prostorech hlavního skladu. Po dlouhé diskusi a analýze výhod a nevýhod, vedoucí logistiky navrhnul, aby se pracoviště vidlic nepřesouvalo do skladu (kvůli bezpečnosti), ale aby se přesunulo do prostoru před hlavní sklad. Koncept námi navrhovaného pracoviště tak zůstane zachován. Součástí tohoto přesunu by bylo také pracoviště předpřípravy řídítek, které je svého druhu jediným pracovištěm v hlavním skladu.

Přesunutím tohoto pracoviště spolu s pracovištěm vidlic by mělo za následek zvýšení bezpečnosti v hlavním skladu, ale také uvolnění skladovací plochy, které je teď zabíráno právě pracovištěm předpřípravy řídítek a mohlo by být vyměněno za skladovací prostory před hlavním skladem, kde by vzniklo velké pracoviště předvýroby.

Všechny tyto návrhy budou popsány v následující části práce.

12.2 Návrh č. 1 – navržení nového pracoviště do prostor skladu

Návrh č. 1 se týká navržení nového layoutu pracoviště lepení spolu s řezáním a lisováním. Projektový tým se jako první rozhodl pro snahu umístit toto pracoviště do prostor hlavního skladu, vedle pracoviště předpřípravy řídítek. Tento návrh je spolu s navrženým layoutem popsán v následující kapitole 12.2.1.

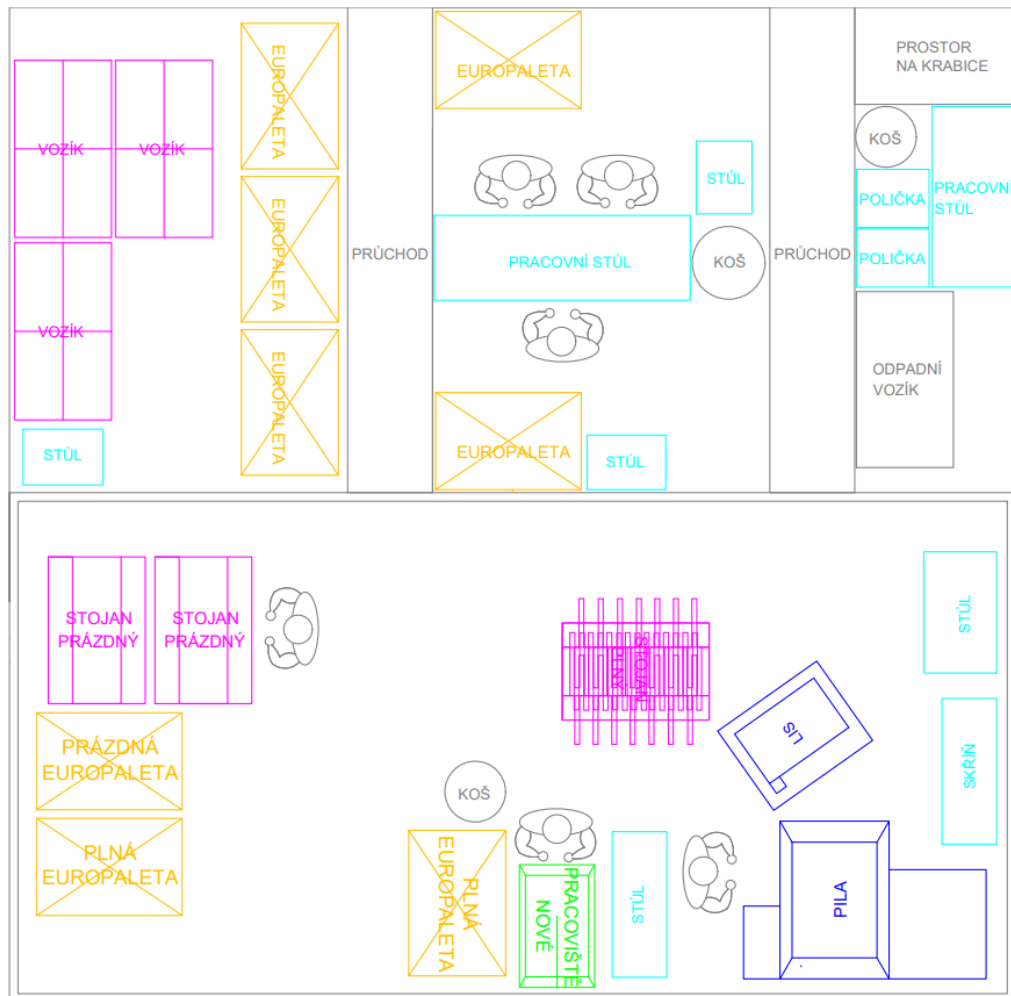
12.2.1 Návrh pracoviště v prostorách skladu

Stávající neefektivní pracoviště, které se za současného stavu nacházelo v prostorách lakovny spolu s pilou a lisem, které se nacházely v prostorách výroby, bylo navrženo jako nové pracoviště za pomoci metody ONE PIECE FLOW. Tato metoda je blíže vysvětlena v teoretické části v odstavci 2.9. Na současném pracovišti vidlic pracují vždy minimálně tři pracovníci. Nový návrh pracoviště počítá pouze se dvěma pracovníky.

Při návrhu pracoviště byl brán ohled na plynulý tok vidlice skrz celé pracoviště – od přepravy zabalených vidlic ze skladu, po hotovou, polepenou, zkrácenou a zazávitovanou vidlici, která je až poté uložena pracovníkem do stojanu. Po naplnění požadovaného množství vidlic do stojanu je manipulátem stojan odvezen na pracoviště finální montáže. Návrh layoutu je zobrazen na obrázku č. 26.

12.2.2 Výhody/Nevýhody navrhovaného layoutu

Mezi výhody navrhovaného layoutu lze jednoznačně zařadit tok výrobku, který je plynulý, bez zbytečného plýtvání. Všechny procesy, vybalování, lepení, řezání a lisování jsou na jednom pracovišti, tudíž se vidlice pro finální montáž připraví na jednom místě, ze kterého jsou následně přesunuty přímo na konečnou montáž.



Obrázek 26 Návrh layoutu v prostorách skladu – nahoře pracoviště řidiček, dole návrh nového pracoviště vidlic (vlastní zpracování)

Jako hlavní nevýhody vidí projektový tým, zejména pak vedoucí logistiky, zvýšený počet osob v prostorách hlavního skladu. I přesto, že by mělo pracoviště bezpečnostní prvky, které by zamezily průchodu do hlavních uliček skladu kde se pohybují vysokozdvizné vozíky, tak se bude v prostorech manipulovat jak se surovým, tak s hotovým materiálem. Zvýšený pohyb, manipulace, vstup neoprávněných osob jsou tak hlavní nevýhody navrhovaného pracoviště ve skladu.

12.3 Návrh č. 2 – navržení pracoviště mimo sklad

Tento návrh byl navržen na týmovém workshopu spolu s vedoucím logistiky. Přesto, že samotný projekt byl navržen pro přesunutí pracoviště do hlavního skladu a byly k tomu vytvořeny potřebná data, analýzy nebo layouty, na základně dlouhé diskuse s vedoucím logistiky projektový tým dospěl k tomu, že navrhovaný nový prostor bude lepší než původně

plánovaný v hlavním skladu. Koncept navrženého pracoviště vidlic zůstane zachován, změní se jen prostor, kam bude pracoviště přesunuto z lakovny. Uvolněný prostor vedoucím logistiky mimo sklad bude 20x9 metrů, tedy 180 m², původně se jednalo o prostor o maximální výměře 48 m². Do tohoto prostoru se nepřesune jen nové pracoviště vidlic, ale celá předvýroba rámu, řídicí, zmiňované vidlice a další přípravné pracoviště pro finální montáže. Prostor se nachází hned vedle lisu na papírový odpad, tudíž prázdný obalový materiál, který bude produkován na všech pracovištích předvýroby, nebude skladován na místě, ale efektivně lisován na vedlejším lisu. Prostor bude mít širokou uličku pro zásobování jak pracoviště vidlic, tak ostatních pracovišť. Odpadové hospodářství na plasty se plánuje vybudovat v budoucnosti na zdi, která přiléhá novému prostoru. Do zdi by se vyboural otvor, ve kterém by se vytvořil prostor pro zařízení umožňující vyhazovat plastové odpady ven, do předem určeného kontejneru. Zároveň se uvolněná plocha nachází v blízkosti skladu, tudíž se sníží doba mezi objednáním materiálu ze skladu a dovozem na pracoviště předvýroby.

Pracoviště předvýroby se netýkají tohoto projektu, v tomto odstavci jsou uvedeny proto, aby bylo lépe pochopitelné proč se jedná o tak velký prostor, který nebude náležet pouze jednomu pracovišti.

12.3.1 Výhody/nevýhody navrhovaného pracoviště mimo sklad

Přesunutí pracoviště do prostor skladu by sebou nesla rizika, zejména v oblasti BOZP. Umístěním pracoviště mimo sklad tak lze zabránit případným narušením bezpečnosti jak při práci, tak při manipulaci s materiálem. Součástí přesunu mimo sklad bude také pracoviště předpřípravy řídicí. Tímto krokem dojde k přesunutí všech pracovníků z prostor skladu, kteří nepracují jako skladníci. Jako hlavní výhody pro přesun pracoviště mimo sklad můžeme uvést tyto:

- Zamezení pohybu neoprávněných osob v prostorách skladu.
- Zamezení pohybu osob po manipulačních trasách.
- Snížení počtu manipulací a pohybu osob po skladě s odpady.

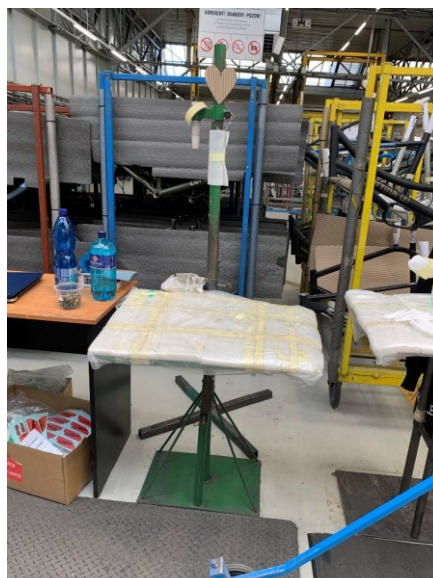
- Možnost zajistit sklad proti neoprávněnému vniknutí.



Obrázek 27 Navržený prostor pro nové pracoviště (vlastní zpracování)

12.4 Návrh č. 3 – nový pracovní stůl

Součástí návrhů je také návrh nového pracovního stolu. Současný pracovní stůl se skládá pouze z ocelové konstrukce a pracovní plocha pro položení vidlice je vyplněná molitanem a obalená plastovou fólií. Dohromady je to vše slepeno papírovou lepicí páskou. Současný stav pracovního stolu je zobrazen na obrázku č. 28.



Obrázek 28 Aktuální pracovní stůl (vlastní zpracování)

Tento stůl plní odkládací funkci, tedy při příchodu pracovníka s vidlicí ke stolu, je vidlice položena a opřena pouze o kovový výběžek, který je také obalený molitanem, fólií a lepicí páskou. Polohu vidlice na stole tak určuje pracovník, který si vidlici na druhé straně opře o své tělo, aby držela ve správné poloze.

Nový pracovní stůl byl navržen tak, ať eliminuje jakékoliv nepřesnosti při polepování vidlic. Prvním zlepšujícím prvkem je pneumatický rozpínák, který zapíná a vypíná pracovník nohou. Vidlice se nasune na trubku s menším průměrem, než je průměr horní části vidlice. Po nasunutí vidlice pracovník sešlápně nohou spínač, kterým aktivuje pneumatický rozpínák. Vidlice se upevní v jedné poloze, dokud pracovník nenalepí nálepku a nepovolí spínač.

Součástí nového stolu je také laserové zařízení, který je upevněné na horní trubce. Při výrobním procesu eliminuje lepení pomůcky na vidlici (viz. obrázek č. 18) tím, že laserový paprsek svítí přesně na místo, kam se má nalepit nálepka. Toto zařízení je flexibilní a podle potřeby se s ním dá na trubce pohybovat. Nové pracoviště a laser je zobrazený na obrázku č. 29.



Obrázek 29 Zleva – laserové zařízení, zprava – nový pracovní stůl (vlastní zpracování)

12.4.1 Výhody nového pracovního stolu

- Pneumatický rozpínák pro lepší a stabilnější uchycení vidlice.
- Laserové zařízení pro přesné zaměření prostoru na nalepení nálepky.

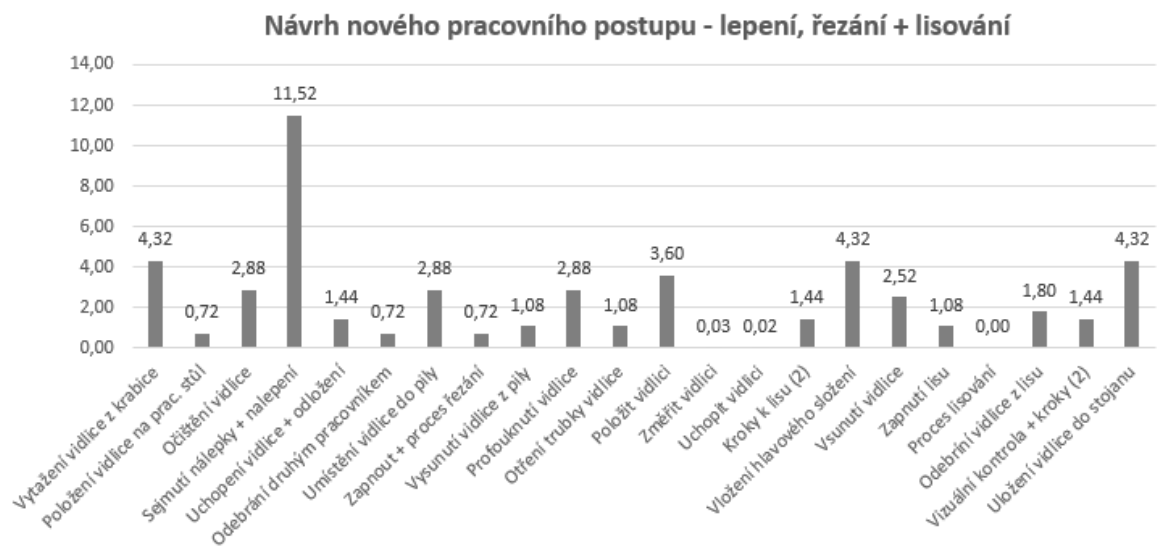
12.5 Návrh č. 4 – nový pracovní postup

Na základě analýzy stávajícího pracoviště a navržených layoutů byl vytvořen nový pracovní postup, který defacto spojil tři procesy do jednoho – vybalování, lepení a pracoviště řezání a lisování. Základem návrhu byla eliminace meziskladů jak na pracovišti, tak v samotné výrobě. Z použité metody nepřímého měření Basic MOST bylo zjištěno, že největší cyklový čas zabírá ukládání a odebírání vidlic do a ze stojanu. Při návrhu nového pracovního postupu na to byl brán největší zřetel.

Po objednání vidlic ze skladu jsou vidlice dopraveny před výrobní pracoviště. Manipulant ustaví paletu s vidlicemi vedle pracoviště lepení. Krabice s vidlicemi připraví pro pracovníka lepení tím, že je otevře (odřeže fixační pásky a otevře krabici). Samotný pracovník tak pouze vytahuje vidlice z krabice, které zbaví plastového obalu, popřípadě plastové krytky, která je z bezpečnostního hlediska vsunutá v prostoru, do kterého bude na finální montáži vsunuté přední kolo. Po vybalení vidlice z obalu odpadá ukládání do stojanu, vidlice se rovnou ustaví na pracovní stůl, kde bude probíhat stejný proces lepení, tedy očištění vidlice technickým lihem a nalepení nálepek. Jakmile je proces lepení hotový, vidlice je pracovníkem odložena na posuvný stůl, ze kterého si polepenou vidlici odebere další pracovník, který ji vloží do pily, která vidlici zkrátí na požadovanou délku. Mezitím si další polepenou vidlici odebere z posuvného stolu a odloží si ji na stolík u pily. Po dokončení procesu řezání pracovník vytáhne zkrácenou pilu, odloží ji na stolík a do pily vloží další vidlici. Při procesu je už zkrácená pila profouknuta vzduchovou pistolí. Pracovník tak pracuje v mezičase procesu pily. Po profouknutí se pracovník přesune k lisu, kde uloží hlavové složení, vloží vidlici a spustí proces lisování. Po skončení procesu je vidlice uložena pracovníkem na stojan. Po naplnění je manipulantem odvezen stojan přímo před pracoviště montáže rámu.

12.5.1 Analýza nového pracovního postupu

Nový pracovní postup byl navrhnout tak, aby eliminoval plýtvání při výrobě vidlic. V odstavci 10.5 je vidět rozvržení současných časů jednotlivých pracovních či procesních úkonů. Návrhem nového layoutu a eliminací meziskladů na pracovišti vznikl návrh nového pracovního postupu, který je ucelený, netvoří mezisklady a tok výrobku je plynulý. K celému výrobnímu procesu budou stačit pouze dva pracovníci – jeden na lepení, druhý na řezání a lisování závitů. Návrh nového pracovního postupu je zobrazen v grafu č. 6.



Graf 6 Návrh nového pracovního postupu (vlastní zpracování)

12.5.2 Návrh pracovního postupu metodou nepřímého měření Basic MOST

Spolu s návrhem pracovního postupu vznik také návrh v tabulce Basic MOST. Tento návrh nám poměrně jasně a efektivně říká, o kolik se zefektivní proces výroby vidlic po navržení nového layoutu a pracovního postupu. Návrh je zobrazen v tabulce č. 11.

Tabulka 11 Návrh postupu metodou Basic MOST (vlastní zpracování)

Číslo kroku	Název kroku	OP	A	1	B	6	G	3	A	1	B	0	P	1	S	M	X	6	I	1	A	0	1	120
1	Vytažení vidlice z krabice (odstranění obalu a plastové krytky)	OP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							1	1	1	120
2	Položení vidlice na prac. stůl	OP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							1	1	1	20
3	Očištění vidlice technickým lihem	NS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						1	1	1	120
4	Sejmutí nálepek z papíru + nalepení na vidlici	OP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					1	1	1	320
5	Uchopení vidlice + položení na stůl	OP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							1	1	1	40
6	Odebrání druhým pracovníkem ze stolu	OP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							1	1	1	20
7	umístění vidlice do pily	OP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							1	1	1	80
8	zapnout pilu (proces řezání + broušení)	ŘP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							1	1	1	20
9	vysunutí vidlice z pily	ŘP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							1	1	1	30
10	otočení vidlice o 180 stupňů a profouknutí vzduchovou pistolí	ŘP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							1	1	1	80
11	Uchopit hadr a otření trubky vidlice	ŘP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							1	1	1	30
12	Položit vidlici	OP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							1	1	0,5	50
13	Uchopit pravítko, změřit vidlici	OP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							1	1	0	0,9
14	Odložit pravítko, uchopit vidlici	OP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							1	1	0	0,6
15	koroky k lisu (2 kroky)	OP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							1	1	1	40
16	vložení hlavového složení do lisu	OP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							1	1	2	120
17	vsunutí vidlice	OP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							1	1	1	70
18	zapnutí lisu	ŘP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							1	1	1	30
19	proces lisování	ŘP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							1	1	1	0
20	odebrání vidlice z lisu	OP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							1	1	1	50
21	vizuální kontrola + kroky ke stojanu (2 kroky)	OP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							1	1	1	40
22	uložení vidlice do stojanu	OP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							1	1	1	120

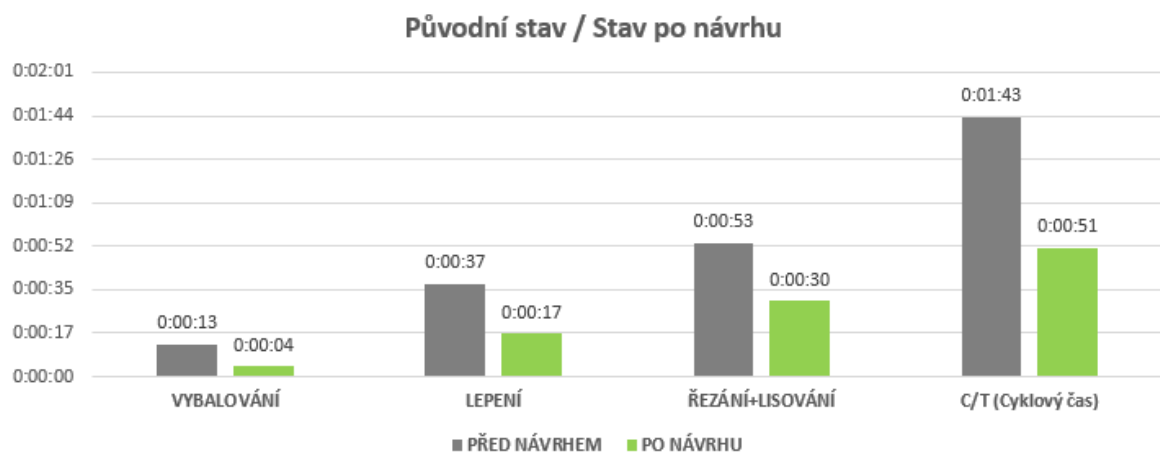
Návrh postupu pomocí metody Basic MOST je přiložen v příloze P V.

Cyklový čas procesu u vybalování se změnil z původních 352 TMU (13 sekund) na pouhých 120 TMU, tedy 4,32 sekund. Eliminace chození a ukládání vidlic do stojanu má za následek snížení pracnosti o 66,7 % jen na procesu vybalování.

U lepení se cyklový čas po návrhu změnil z 1020 TMU (37 sekund) na 460 TMU, tedy 16,56 sekund. Toto zefektivnění a opětovné odstranění chůze ke stojanu a zpětného ukládání má za následek snížení pracnosti o 55,2 %.

U řezání a lisování závitů došlo k několika změnám. Pracovník nyní nečeká na to, až skončí procesní čas řezání a lisování, ale v mezechase provádí další činnosti. Z původních 1452 TMU (53 sekund) je po návrhu nového pracoviště snížen čas pracnosti na 832 TMU (30 sekund). To má za následek snížení pracnosti o 43,4 %.

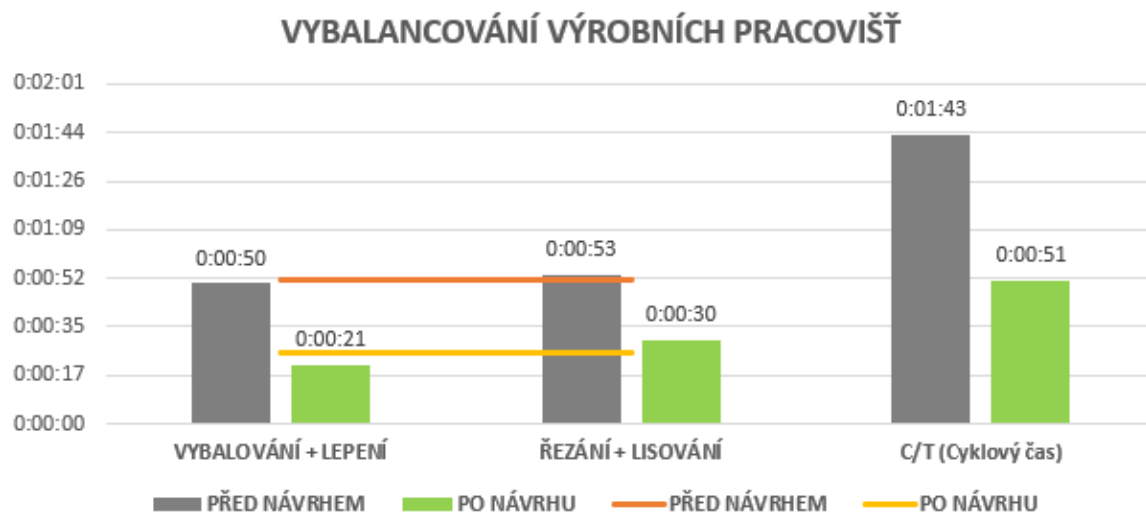
Tyto změny pracnosti jsou zobrazeny v grafu č. 7.



Graf 7 Původní stav časů pracnosti / návrh časů pracnosti (vlastní zpracování)

12.5.3 Vybalancování návrhu nového pracoviště

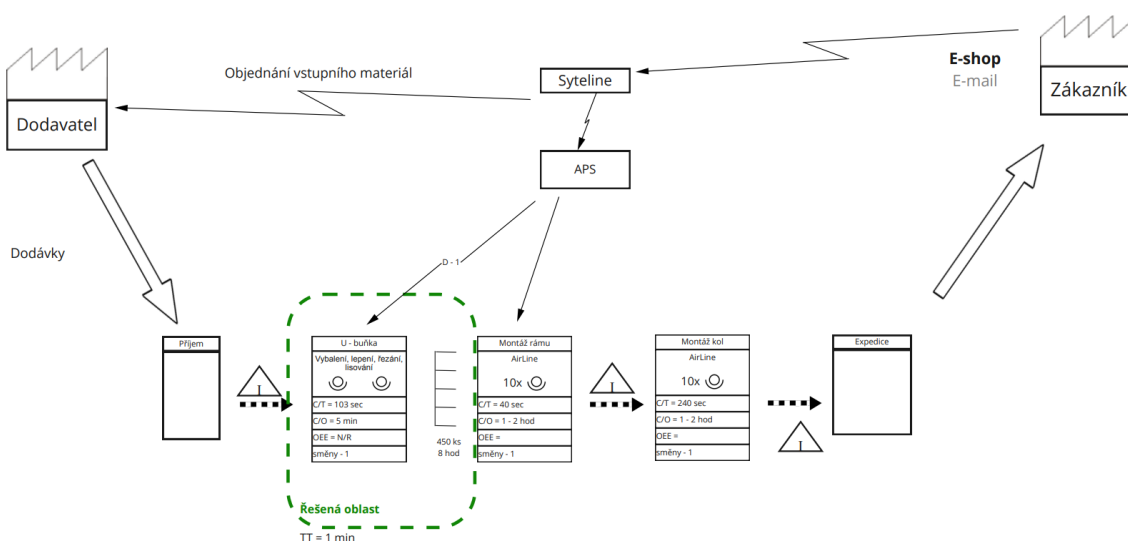
Spolu s návrhem pracoviště byl brán zřetel na vybalancování daného návrhu. Přes pokles cyklového času o desítky procent bylo docíleno relativně dobrého vybalancování obou pracovišť.



Graf 8 Vybalancování návrhu pracoviště (vlastní zpracování)

13 BUDOUCÍ MAPA HODNOTOVÉHO TOKU

Mapa budoucího hodnotového toku zaznamenává stav po zavedení návrhu opatření. Stejně tak jako mapa hodnotového toku, i mapa budoucího hodnotového toku vychází z provedených analýz a z naměřených dat z výroby. Z části se také opírá o předpokládaný vývoj. Jedním z prvních kroků ke zefektivnění mapy hodnotového toku byla úprava pracoviště. To mělo za následek zrušení meziskladů na pracovišti a redukce počtu pracovníků. Budoucí mapa toku hodnot je zobrazena na obrázku č. 30.



Obrázek 30 VSD – budoucí mapa toku hodnot (vlastní zpracování)

Mapa VSD je také přiložena v příloze P VI.

Celková úspora času po zefektivnění a přepracování pracoviště může být 27,7 hodiny. Z původního NVA indexu 35,7 hodiny se čas nepřidávající hodnotu sníží na 8 hodin. Tímto krokem zároveň dojde k redukci meziskladů (rozpracovaných vidlic) z původních 2450 kusů na pouhých 450 kusů (pokles o 80 %). Těchto 450 kusů je potřeba pro linku montáže rámců, které tento počet vystačí minimálně na jednu směnu. VA (čas přidávající hodnotu) se zvýšil z 0,0277 na 0,029 a celkový VA index tak vzrostl z původních 0,08 % na 0,35 %. VA index se navrhovanými změnami na zefektivnění pracoviště zvýšil o 337 %. Osa budoucí mapy toku hodnot je zobrazena na obrázku č. 31.



Obrázek 31 Osa budoucí mapy toku hodnot (vlastní zpracování)

Poklesem rozpracovaných vidlic z 2450 kusů na 450 kusů klesne také zabíraný prostor těmito rozpracovanými kusy. Na každém stojanu při rozpracované výrobě je průměrně 80 kusů vidlic, které při stavu před zavedením návrhů zabíraly prostor o celkové výměře 41,76 m². Po redukci rozpracované výroby tento prostor klesl na 8,1 m². V procentech je úspora výrobních a skladových ploch 80 %.

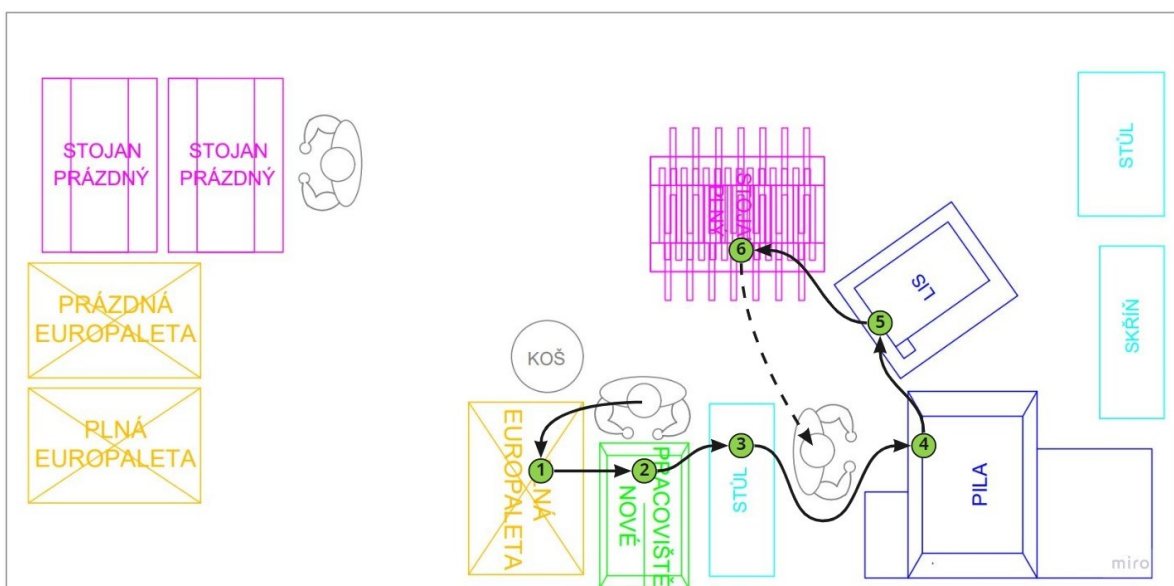
Redukce pracnosti z původní 1 minuty a 43 vteřin na 51 vteřin dává zvýšení produktivity o 101,96 %.

13.1 Výrobní scénáře na navrhnutém pracovišti

Pro lepší chápání budoucí mapy toku hodnot jsou zpracovány scénáře možných typů výrob vidlic. Jelikož je ve společnosti velká variabilita vyráběných výrobků, každé pracoviště, vidlic nevyjímaje, připravuje či vyrábí pro finální montáž poměrně velké množství komponentů nebo výrobků různého typu. Nově navrhnuté pracoviště počítá se všemi možnými scénáři, které mohou na pracovišti nastat. Tyto scénáře jsou popsány v kapitolách níže.

13.1.1 Scénář č. 1

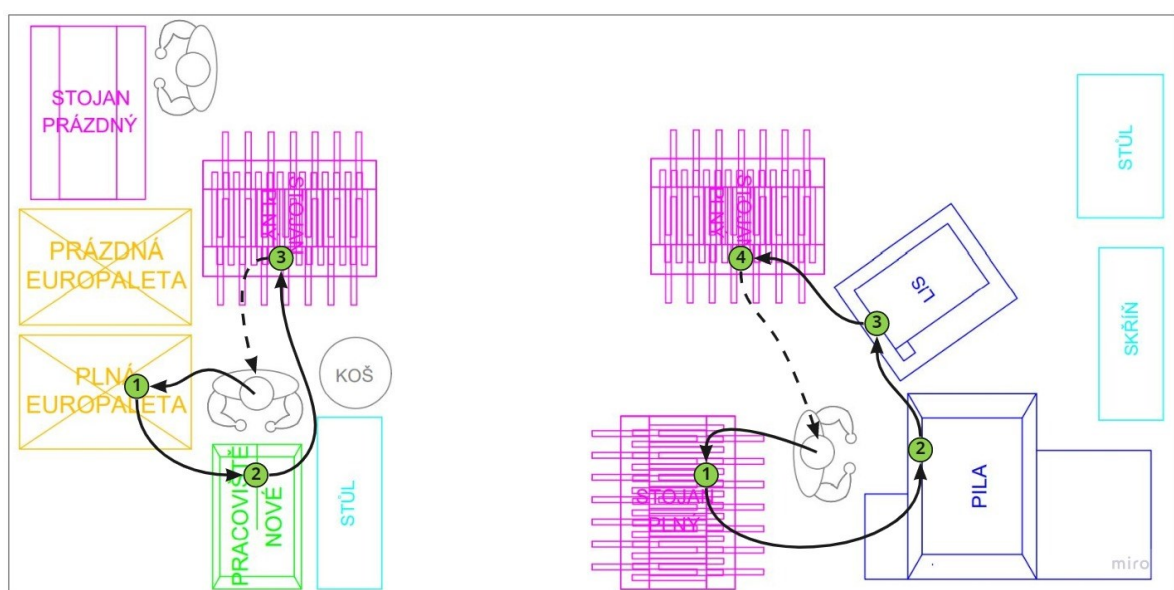
Pro tento scénář bylo pracoviště navrženo. Operátor, který pracuje u pracovního stolu, odebere vidlici z krabice, vybalí, polepí na pracovním stole a položí na stůl. Z tohoto stolu odebere polepenou vidlici operátor, který pracuje u pily a lisu. Po zkrácení a zalisování závitu je vidlice odložena do stojanu a proces se opakuje. Pro vizualizaci tohoto scénáře byly do obrázku č. 32 zakresleny ukazatele toku výrobku po pracovišti.



Obrázek 32 Scénář č. 1 – výroba vidlic (vlastní zpracování)

13.1.2 Scénář č. 2

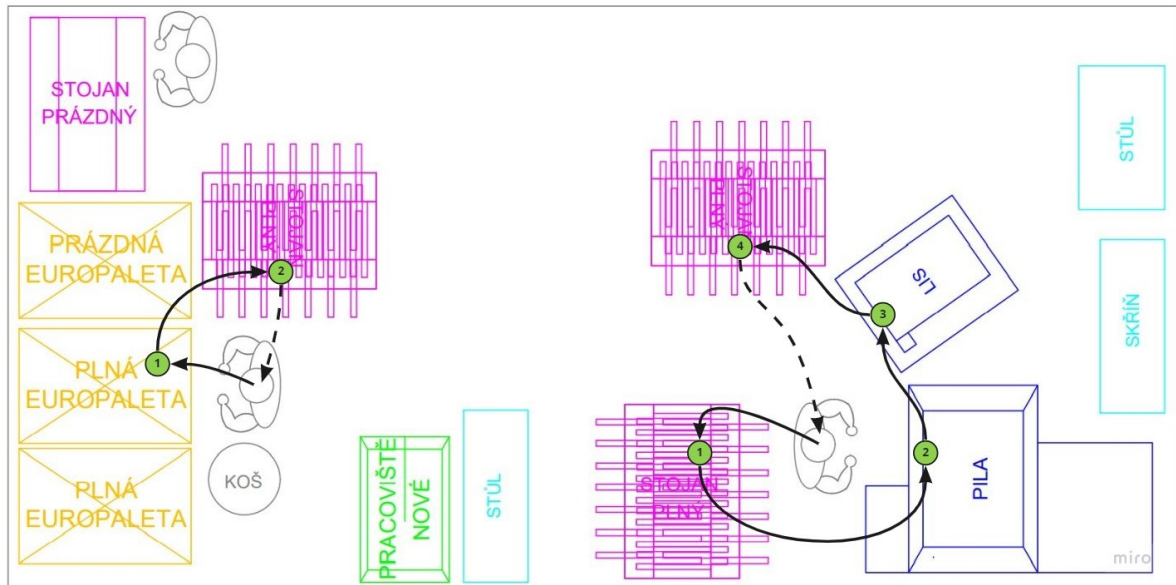
Tento scénář dokáže rozdělit jedno pracoviště na dvě samostatná pracoviště. Jelikož je pracoviště navrženo jako mobilní, veškeré stoly a pracovní stůl jsou pohyblivé a jsou schopny se podle výroby vidlic přemísťovat po pracovišti. U scénáře č. 2 dochází po levé straně pouze k vybalování vidlic a k polepování. Tyto vidlice se dále nezkracují ani nelisují a jsou ukládány do stojanu. Po pravé straně dochází k řezání a lisování vidlic, které byly dopraveny z lakovny. Tyto vidlice není potřeba polepit, ale je potřeba je zkrátit a zalisovat závit. Vizualizace tohoto procesu je zobrazena na obrázku č. 33.



Obrázek 33 Scénář č. 2 – výroba vidlic (vlastní zpracování)

13.1.3 Scénář č. 3

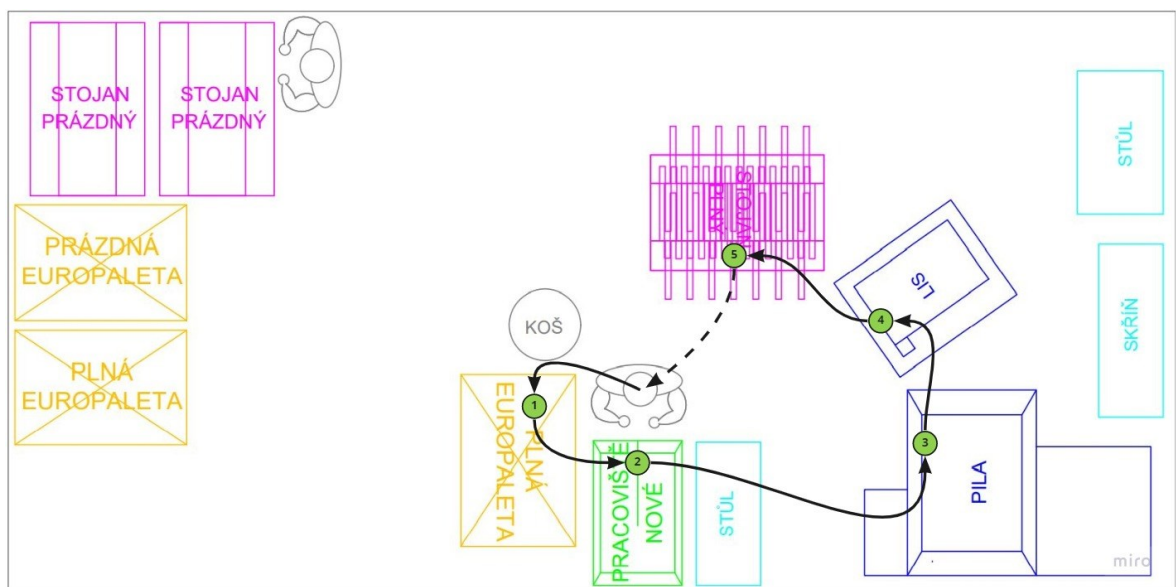
U scénáře číslo 3 dochází opět k rozdělení pracoviště na dvě samostatné jednotky. Po levé straně pracovník pouze vybaluje vidlice z krabice, které nejsou potřeba ani polepit, ani zkrátit a ani zalisovat závit. Po pravé straně opět dochází ke zkracování a lisování závitů do vidlic z lakovny. Tento proces je stejný jako u scénáře č. 2, pouze na levé straně dochází jen k vybalování vidlic. Vizualizace je zobrazena na obrázku č. 34.



Obrázek 34 Scénář č. 3 – výroba vidlic (vlastní zpracování)

13.1.4 Scénář č. 4

Poslední scénář je totožný se scénářem číslo 1, akorát místo dvou pracovníků na pracovišti operuje pouze jeden. Tento scénář je spíše nepravděpodobný, přesto byl navrhnut jako součást projektu, aby se počítalo i s touto variantou. Pracovník vybalí vidlice, polepí na pracovním stole a rovnou s vidlicí se přesune k pile, kde vidlici zkrátí, na lisu zalisuje závit, a poté vidlici uloží do stojanu. Po dokončení všech činností se vrací k pracovnímu stolu a proces opakuje. Z důvodu absence jednoho pracovníka bude v tomto scénáři dvojnásobný takt, tedy 1 minuta a 42 vteřin. Vizualizace tohoto scénáře je zobrazena na obrázku č. 35.



Obrázek 35 Scénář č. 4 – výroba vidlic (vlastní zpracování)

14 ZHODNOCENÍ PROJEKTU

Projektová část této diplomové práce byla zaměřena na zefektivnění výroby vidlic ve společnosti BIKE FUN.

V první části byl definován cíl projektu, který byl podmíněn splněním dílčích projektových cílů. Hlavní cíl projektu byl zefektivnit výrobu vidlic a zvýšit tak produktivitu práce alespoň o 30 %. Dílčí cíle byly zrušení rozpracovaných vidlic ve výrobě o 50 %, úspora výrobních a skladových prostor o 50 % a zvýšení VA indexu v budoucí mapě toku hodnot o 100 %. Následoval časový harmonogram, ve kterém byly vypsány hlavní části projektu s termíny jejich dokončení. Projektová část pokračovala představením projektového týmu, který se podílel na tomto projektu. Kapitulu č. 9 uzavřela RIPRAN analýza, ve které byly definovány rizika projektu. Aby k těmto rizikům nedošlo, byla navržena opatření, která zabraní jejich vzniku.

Další část projektu patřila metodě nepřímého měření Basic MOST. Tato metoda předem určených časů určila pracnost každé činnosti včetně celkového času vyjádřeného jak v TMU, tak v sekundách.

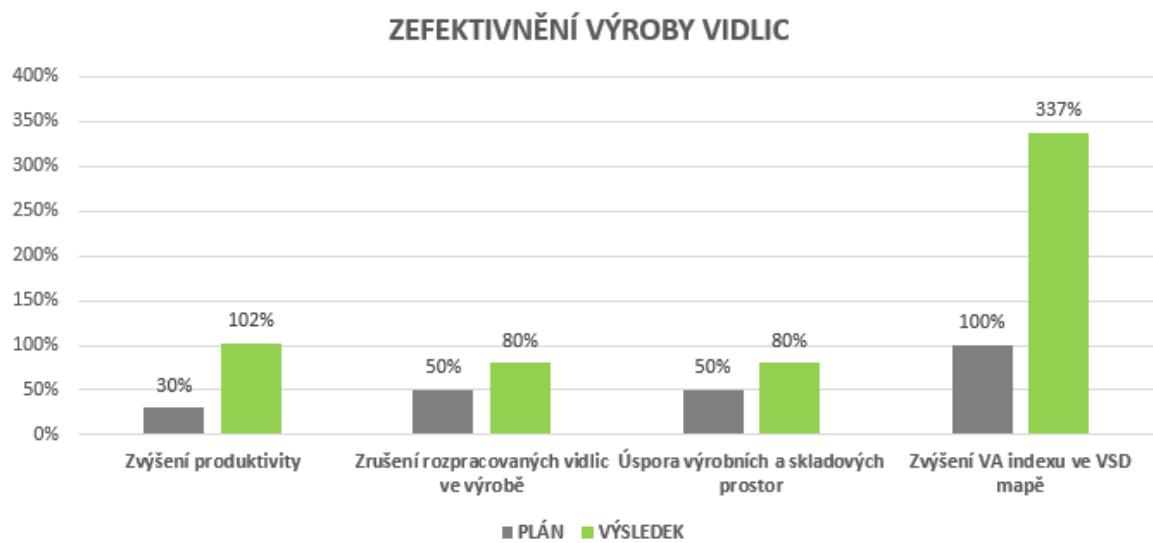
Následovala současná mapa toku hodnot, která upozornila na časy, které hodnotu přidávají a časy, které nepřidávají hodnotu. Touto metodou bylo zjištěno, že časy, které přidávají hodnotu, jsou z celkového času pouze 0,08 %.

Po provedení analýz, měření a po zpracování všech dat a návrhů byl uspořádán workshop, na kterém se sešel celý projektový tým. Autor této práce, zároveň autor všech analýz a návrhů, představil celému projektovému týmu návrhy na řešení, o kterých se vedla dlouhá diskuse. Celkem bylo autorem předloženo několik návrhů změny layoutu, návrhu nového pracovního stolu a návrhu nového pracovního postupu. Spolu s layouty autor také vypracoval scénáře, které mohou na novém pracovišti nastat. Tyto scénáře jsou podrobněji popsány v kapitole 13.1.

Po návrzích byla autorem zpracována budoucí mapa hodnotového toku, která ukazuje na základě dat, analýz a částečně i předpokladů, jak bude vypadat výrobní proces po zavedení navrhovaných řešení.

14.1 Zefektivnění výroby vidlic

- Zvýšení produktivity o 101,96 %.
- Zrušení rozpracovaných vidlic ve výrobě o 80 %.
- Úspora výrobních a skladových prostor o 33,66 m² (80 %)
- Zvýšení VA indexu v budoucí mapě toku hodnot o 337 %.



Graf 9 Zefektivnění výroby vidlic (vlastní zpracování)

ZÁVĚR

Tato diplomová práce se zabývala zefektivněním výroby vidlic ve společnosti BIKE FUN International s.r.o. Společnost se zabývá výrobou jízdních kol a elektrokol jak českých, tak zahraničních značek. Práce je rozdělena na dvě části – teoretickou a praktickou část.

Teoretická část obsahuje literární rešerši knih vztahujících se k tématu této diplomové práce a je teoretickým podkladem pro zpracování praktické části diplomové práce. Teoretická část je složena z šesti kapitol. První kapitola se zabývá výrobou a výrobním procesem. Je zde popsáno také plánování výroby. Druhá kapitola se zabývá štíhlou výrobou, tedy definicí, štíhlou logistikou, administrativou a vývojem. V této části je také vysvětleno, co je to plýtvání a je zde vytvořen teoretický základ pro jednu z metod použitou v této práci – (VSM) mapa toku výrobku. Ke konci kapitoly je popsáno, co je to layout a metoda One Piece Flow. Třetí kapitola patří analýze a měření práce. V této kapitole je odborně popsána další z metod použitá v této diplomové práci – metoda nepřímého měření Basic MOST. Ve čtvrté kapitole je popsáno, co je to průmyslové inženýrství a historie tohoto vědního oboru. Průmysl 4.0 uzavírá teoretickou část této práce. Na úplný závěr bylo vypracováno shrnutí teoretické části.

V praktické části byla nejprve představena společnost, ve které byla zpracována tato diplomová práce. Následovalo představení aktuálního stavu na pracovišti lepení. V této části byly popsány veškeré procesy, které probíhají na pracovišti lepení. V závěru byl zobrazen layout a vývoj počtu polepených vidlic. V třetí kapitole praktické části byl definován cíl projektu, kterým byl zefektivnění výroby vidlic a zvýšení produktivity práce alespoň o 30 %. Tento hlavní cíl byl podmíněn splněním dílčích cílů, kterými byly zrušení rozpracovaných vidlic ve výrobě o 50 %, úspora výrobních a skladových prostor o 50 % a zvýšení VA indexu v budoucí mapě hodnotového toku o 100 %. Čtvrtá kapitola obsahovala aktuální stav časových norem pomocí metody nepřímého měření Basic MOST. Následovala metoda VSM – současná mapa hodnotového toku, ve které byl zobrazen celý tok výrobku, od dodavatele po zákazníka. Další kapitolou byly návrhy na zlepšení současného stavu výrobního pracoviště. Mezi návrhy byly nové pracoviště včetně layoutu, nový pracovní stůl a nový pracovní postup. Na závěr byla zpracována budoucí mapa hodnotového toku, která ukazuje, jak bude výrobní proces vypadat po zavedení navrhovaných opatření.

Díky návrhům byl splněn hlavní cíl této diplomové práce, a to zefektivnění výroby a zvýšení produktivity alespoň o 30 %. Produktivitu se podařilo zvednout dokonce o více než 100 %. Dílčí cíle byly také splněny – zrušení rozpracovaných vidlic ve výrobě o 50 % bylo splněno

dokonce o 80 %. Úspora výrobních a skladových prostor o 50 % tak byla také splněna o 80 %. Posledním dílčím cílem bylo zvýšení VA indexu v budoucí mapě toku hodnot o 100 %. Tento dílčí cíl se podařilo splnit dokonce o 337 %.

Projekt zefektivnění výroby vidlic byl úspěšný.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

8 druhů plýtvání, © 2015-2022. *European Lean Six Sigma Community* [online]. [cit. 2022-4-13]. Dostupné z: <https://elssc.eu/dictionary/deadly-wastes>

ALTMAN, Harry, 2017. *Lean: this book includes Lean Six Sigma, Lean startup, Lean enterprise, Lean analytics, Agile project management, Kanban, Scrum*, 432 s. ISBN 978-197-8348-684.

Analýza a měření práce, © 2012. *Svět produktivity* [online]. [cit. 2022-4-13]. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/slovník/Analyza-a-mereni-prace.htm>

BADIRU, Adedeji Bodunde, 2014. *Handbook of industrial and systems engineering*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 1452 s. Industrial innovation series. ISBN 978-1-4665-1504-8.

BEJČKOVÁ, Jana, © 2005-2022. *Zmapujte hodnotový tok pomocí metody VSM*. Academy of Productivity and Innovation [online]. Slaný [cit. 2022-4-16]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25849n-zmapujte-hodnotovy-tok-pomoci-metody-vsm>

DLABAČ, Jaroslav, © 2005-2022. *Analýza a měření práce*. Academy of Productivity and Innovation [online]. Slaný [cit. 2022-4-14]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>

Data karta Basic MOST [online], 2011. educom [cit. 2022-4-14]. Dostupné z: http://educom.tul.cz/educom/inovace/VSY_II/2011_IV_26_VSY2_Cv3%20Vavru%C5%A1ka%20BasicMOST_DATAKARTA_MZ_2.pdf

Frank Bunker Gilbreth © 2018, *Encyclopedia Britannica* [online]. [cit. 2022-04-16]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/biography/Frank-Bunker-Gilbreth>

GÁLOVÁ, Kateřina. 2017. *Mapování hodnotových toků, 2. část: Přehled symbolů pro mapování: Symboly*. Průmyslové Inženýrství.cz [online]. Olomouc – Holice [cit. 2022-4-13]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/mapovani-hodnotovych-toku-2-cast-prehled-symbolu-mapovani/>

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

JANUŠKA, Martin, 2018. *Úvod do operativního řízení podniku*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 170 s. ISBN 978-80-261-0800-9.

- JUROVÁ, Marie, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. 1. Vydání. Praha: Grada Publishing, 254 s. Expert. ISBN 978-802-4757-179.
- KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA, 2012. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, 153 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-319-9.
- KIRAN, D.R., 2020. *Work Organization and Methods Engineering for Productivity*. Woburn: Elsevier, 356 s. ISBN 978-0-12-819956-5.
- KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 237 s. Management studium. ISBN 80-86851-38-9. Dostupné také z: http://toc.nkc.cz/NKC/200701/contents/nkc20061651846_1.pdf
- KRESSOVÁ, Petra, 2010. *Pracovní systémy* [online]. Zlín [cit. 2022-04-14]. Dostupné z: http://vyuka.fame.utb.cz/file.php/202/Skripta_Pracovni_systemy.pdf
- KRIŠŤÁK, Jozef © 2017, *MTM – Methods Time Measurement*. IPA Slovakia [online]. [cit. 2022-04-15]. Dostupné z: <https://www.ipaslovakia.sk/clanok/mtm-methods-timemeasurement>
- LEAN INDUSTRY, 2022: *PRŮMYSL 4.0* [online]. Brno, [cit. 2022-04-15]. Dostupné z: <https://www.leanindustry.cz/prumysl-4-0/>
- LEPIČ, Martin, 2016. *Čtvrtá průmyslová revoluce a její dopad na automobilový průmysl*. 1. Vydání. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Středisko vzdělávací politiky. ISBN 978-80-7290-916-2.
- LHOTSKÝ, Oldřich, 2005. *Organizace a normování práce v podniku*. Praha: ASPI. ISBN 80-7357-095-5.
- MACUROVÁ, Pavla, Naděžda KLABUSAYOVÁ a Leo TVRDOŇ, 2014. *Logistika*. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 344 s. ISBN 978-80-248-3791-8.
- MAŠÍN, Ivan a Jaroslav MAŠÍN, 2012. *Analýza procesů*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 132 s. ISBN 978-80-7372-865-6.
- MAŠÍN, Ivan, 2003. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 80 s. ISBN 80-902235-9-1.
- MAŠÍN, Ivan. 2005, *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štíhlé výroby*. Liberec: Institut technologií a managementu, 106 s. ISBN 80-903533-1-2.

MARŠÍK, Vladimír. 2016, *Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku*. Praha: Management Press, 262 s. ISBN 978-80-7261-440-0.

MORAN, Sean, 2017. *Process plant layout. Second edition*. Amsterdam: Elsevier, BH, 734 s. ISBN 978-012-8033-555.

ROTHER, Mike, 2017. *Toyota kata: systematickým vedením lidí k výjimečným výsledkům*. Praha: Grada, 285 s. ISBN 978-80-271-0435-2.

STEPHENS, Matthew P. a Fred E. MEYERS, 2013. *Manufacturing facilities design and material handling*. 5th ed. West Lafayette, Indiana: Purdue University Press, 504 s. ISBN 978-155-7536-501.

Tok jednoho kusu (One Piece Flow), 2018. *LEXIKON METOD PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ* [online]. Cie-group [cit. 2022-04-13]. Dostupné z: <http://www.ciegroup.cz/lexikon-metod-pi/metody/tok-jednoho-kusu/>

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2014. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada, 366 s. Expert. ISBN 978-80-247-4486-5.

USTUNDAG, Alp a Emre CEVIKAN, 2018. *Industry 4.0: managing the digital transformation*. Switzerland: Springer, 286 s. ISBN 978-331-9578-699.

VOJÁČEK, Antonín © 2016. *Co se skrývá pod výrazy Industry 4.0 / Průmysl 4.0?* 1997–2014 HW server s.r.o. [online]. [cit. 2022-04-15]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/mimochodem/co-je-se-skryva-pod-vyrazy-industry-40-prumysl-40.html>

WALKER, H. Fred et al, 2019. *The Certified Quality Inspector Handbook*. 3rd edition. Milwaukee: ASQ Quality Press, 314 s. ISBN 978-0-87389-981-9.

WILSON, Lonnie, 2010. *How to Implement Lean Manufacturing*. McGraw-Hill books, 316 s. ISBN 978-0-07-162507-4.

ZANDIN, Kjell B. a Therese M. SCHMIDT, 2020. *MOST® Work Measurement Systems*. 4th Edition. Boca Raton: CRC Press, 354 s. ISBN 978-036-7345-310.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

MOST	Maynard Operation Sequence Technique
MTM	Methods Time Measurement
TMU	Time Measurement Unit
VSM	Value Stream Mapping
VSD	Value Stream Design
VA	Value Add – přidávající hodnotu
NVA	Not Value Add – nepřidávající hodnotu
WS	Workshop
BOZP	Bezpečnost a Ochrana Zdraví při Práci
ERP	Enterprise Resource Planning

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Transformačního proces – schéma (Tomek, Vávrová, 2014).....	15
Obrázek 2 Štíhlý podnik – graficky znázorněno (Košturiak a Frolík, 2006, str. 20).....	17
Obrázek 3 Ukázka VSM (Bejčková, 2017)	22
Obrázek 4 Základní symboly, které se používají při mapování hodnotového toku (Mašín, 2003, s. 46).....	22
Obrázek 5 chronometráž operace (Dlabač, 2015)	25
Obrázek 6 Data karty BASIC MOST (Educom, 2011)	27
Obrázek 7 Basic MOST tabulka pro zapisování činností a hodnot (Dlabač, 2015).....	28
Obrázek 8 Vývoj průmyslových revolucí	32
Obrázek 9 Vizualní zobrazení společnosti na mapě	36
Obrázek 10 Vývoz kol ze společnosti Bike Fun za rok 2021 (bikefunint.com © 2022).....	37
Obrázek 11 Historie společnosti (bikefunint.com © 2022).....	38
Obrázek 12 Značka kol Superior (bikefunint.com © 2022)	39
Obrázek 13 Značka kola Rock Machine (bikefunint.com © 2022).....	39
Obrázek 14 Značka kol FRAPPÉ (bikefunint.com © 2022)	40
Obrázek 15 Pracoviště lepení vidlic (vlastní zpracování).....	41
Obrázek 16 Zabalené vidlice (vlastní zpracování)	42
Obrázek 17 Paleta pro prázdné kartony (vlastní zpracování).....	43
Obrázek 18 Pomůcka nalepená na vidlici (vlastní zpracování).....	43
Obrázek 19 Pila na zkracování vidlic (obrázek vlevo) a lis na lisování závitů (obrázek vpravo) – (vlastní zpracování).....	44
Obrázek 20 Aktuální layout pracoviště lepení (vlastní zpracování).....	45
Obrázek 21 Uskladnění rozpracovaných vidlic v meziskladu (vlastní zpracování).....	54
Obrázek 22 Aktuální mapa hodnotového toku (vlastní zpracování)	57
Obrázek 23 Dokument pro přípravu vidlic (lepení, vybalování, lepení) – (interní zdroje).....	58
Obrázek 24 Časy přidávající a nepřidávající hodnotu (VA/NVA) (vlastní zpracování).....	59
Obrázek 25 Týmový workshop (vlastní zpracování).....	61
Obrázek 26 Návrh layoutu v prostorách skladu – nahoře pracoviště řídítek, dole návrh nového pracoviště vidlic (vlastní zpracování)	63
Obrázek 27 Navržený prostor pro nové pracoviště (vlastní zpracování).....	65
Obrázek 28 Aktuální pracovní stůl (vlastní zpracování)	65
Obrázek 29 Zleva – laserové zařízení, zprava – nový pracovní stůl (vlastní zpracování).....	66
Obrázek 30 VSD – budoucí mapa toku hodnot (vlastní zpracování)	71
Obrázek 31 Osa budoucí mapy toku hodnot (vlastní zpracování).....	71
Obrázek 32 Scénář č. 1 – výroba vidlic (vlastní zpracování)	72

Obrázek 33 Scénář č. 2 – výroba vidlic (vlastní zpracování)	73
Obrázek 34 Scénář č. 3 – výroba vidlic (vlastní zpracování)	74
Obrázek 35 Scénář č. 4 – výroba vidlic (vlastní zpracování)	74

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Převod TMU na jednotky času (Křišťak © 2017)	26
Tabulka 2 Základní pohyby MTM analýzy (Křišťak © 2017)	29
Tabulka 3 Jednotlivé stupně MTM analýzy (Křišťak © 2017)	29
Tabulka 4 Počet vyrobených kol od roku 2013 do roku 2021 (bikefunint.com © 2022)....	38
Tabulka 5 Časový harmonogram projektu (vlastní zpracování).....	48
Tabulka 6 Projektová rizika (vlastní zpracování)	50
Tabulka 7 RIPRAN analýza (vlastní zpracování).....	50
Tabulka 8 Výsledek metody MOST při vybalování vidlic (vlastní zpracování).....	51
Tabulka 9 Výsledek metody MOST při lepení vidlic (vlastní zpracování).....	52
Tabulka 10 Výsledek metody MOST při řezání a lisování vidlic (vlastní zpracování)	53
Tabulka 11 Návrh postupu metodou Basic MOST (vlastní zpracování).....	68

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Vývoj počtu polepených vidlic za posledních 12 měsíců – únor 2021 až leden 2022 (vlastní zpracování).....	46
Graf 2 Pareto diagram vyráběných vidlic (vlastní zpracování)	47
Graf 3 Procesní časy vybalování (vlastní zpracování).....	55
Graf 4 Procesní časy lepení (vlastní zpracování).....	56
Graf 5 Procesní časy řezání a lisování (vlastní zpracování)	56
Graf 6 Návrh nového pracovního postupu (vlastní zpracování).....	68
Graf 7 Původní stav časů pracnosti / návrh časů pracnosti (vlastní zpracování).....	69
Graf 8 Vybalancování návrhu pracoviště (vlastní zpracování)	70
Graf 9 Zefektivnění výroby vidlic (vlastní zpracování)	76

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: BASIC MOST VYBALOVÁNÍ

Příloha P II: BASIC MOST LEPENÍ

Příloha P III: BASIC MOST ŘEZÁNÍ+LISOVÁNÍ

Příloha P IV: AKTUÁLNÍ VSM

Příloha P V: NÁVRH PRACOVNÍHO POSTUPU METODOU BASIC MOST

Příloha P VI: BUDOUCÍ MAPA HODNOTOVÉHO TOKU

PŘÍLOHA P I: BASIC MOST VYBALOVÁNÍ

BasicMost	Počet listů: 1
	List č.: 1

Výpočet času manuální práce

Výrobek	Název výrobku: Vybalování (1 krabice - 8 ks)	Náčrtek:
	Č. výkresu:	
	Název operace:	
	Č. operace:	
	Počet kusů:	
Stroj	Materiál:	
	Pracoviště:	
	Typ stroje:	

Poznámky:

Pořadové číslo	Popis operace	Sekvence	Frekvence	TMU									
					OP	ABG - Získat	ABP - Položit	MXI - Přemístit/Spustit	Nástroj	ABP - Položit stranou	VPT - Položit stranou	A - Návrat	
	OP - obecné přemístění	OP											
	ŘP - řízené přemístění (Č - Procesní čas)	ŘP											
	N - Použití nástroje	N											
	J - Jeřáb	J		ATK - Získat	FVL - Položit			VPT - Položit stranou					
1	Složení krabice z palety na zem	ŘP	A 1 B 0 G 3	M 3 X 3 I 1						A 0	1	110	
2	Otevření krabice (rozřezání pásek a krabice)	NC	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3	C 16	A 1 B 0 P 3				A 0	1	260	
3	Posunutí krabice ke stojanu	ŘP	A 1 B 0 G 0	M 6 X 3 I 0						A 0	1	100	
4	Vytazeni vidlice z krabice (odstranění obalu a plastové krytky + vyhození obalu do výtě)	OP	A 1 B 6 G 3	A 1 B 0 P 1						A 0	8	960	
5	Uložení vidlice do stojanu + návrat (2 kroky)	OP	A 3 B 0 G 0	A 1 B 3 P 6						A 0	8	1040	
6	Rozložení krabice (2 kroky)	OP	A 6 B 6 G 1	A 1 B 0 P 6						A 0	1	200	
7	Uložení prázdné krabice na paletu (4 kroky)	OP	A 6 B 3 G 1	A 1 B 0 P 1						A 3	1	150	
8		NF	A 0 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0						A 0	1	0	
9		OP	A 0 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0						A 0	1	0	
10		OP	A 0 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0						A 0	1	0	
11		OP	A 0 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0						A 0	1	0	
12		OP	A 0 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0						A 0	1	0	
13		OP	A 0 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0						A 0	1	0	
14		OP	A 0 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0						A 0	1	0	
Celková spotřeba času:				1,69	101,44	2820							
				minut	sekund	TMU							

PŘÍLOHA P II: BASIC MOST LEPENÍ

BasicMost		Počet list	1
		List č.:	1

Výpočet času manuální práce

Výrobek	Název výrobku: Lepení vidlice	Náčrtek:
	Č. výkresu:	
	Název operace:	
	Č. operace:	
	Počet kusů:	
Materiál:		
Stroj	Pracoviště:	
	Typ stroje:	

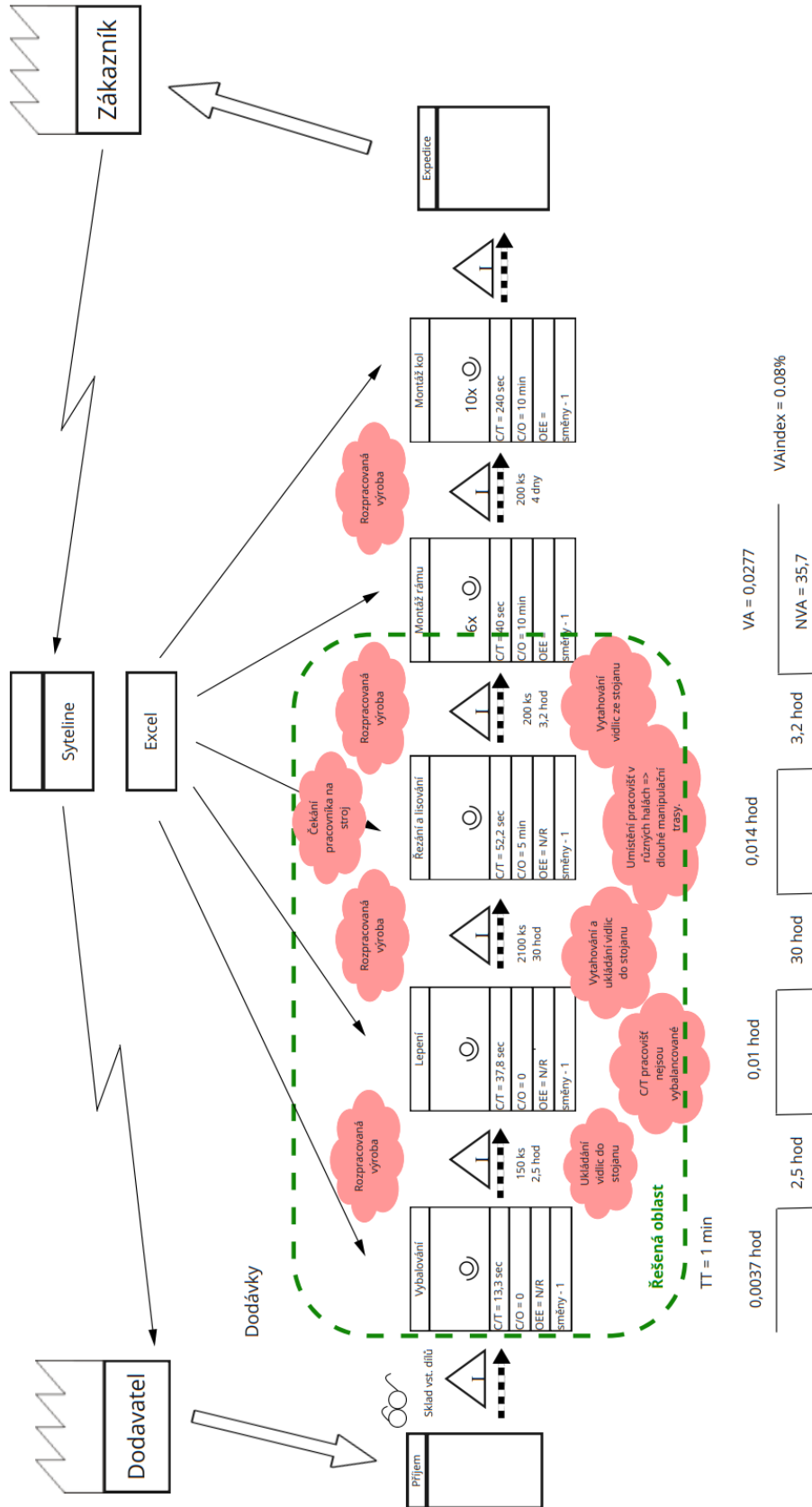
Poznámky:

Pořadové číslo	Popis operace	Sekvence	Frekvence	TMU								
					OP	RP	N	J	ABC - Získat	ASP - Položit	MXI - Přemístit/Spustit	Nastroj
1	Kroky ke stojanu (4 kroky)	O A 6 B 0 G 0 A 0 B 0 P 0 P 1 1 1 1 1 1 1 1	1	60								
2	Uchopení vidlice ze stojanu	O A 1 B 3 G 3 A 0 B 0 P 0 P 1 1 1 1 1 1 1 1	1	70								
3	Kroky k pracovišti (4 kroky)	O A 6 B 0 G 0 A 0 B 0 P 0 P 1 1 1 1 1 1 1 1	1	60								
4	Položení vidlice na prac. stůl	O A 0 B 0 G 0 A 1 B 0 P 1 P 1 1 1 1 1 1 1 1	1	20								
5	Očištění vidlice technickým líhem (2 strany)	N A 1 B 0 G 1 A 0 B 0 P 0 S 1 S 1 1 1 1 1 1 1 1 A 1 B 0 P 0	2	80								
6	Přilepení pomůcky na vidlici	O A 1 B 0 G 1 A 1 B 0 P 6 P 1 1 1 1 1 1 1 1	2	180								
7	Sejmutí nálepky z papíru + nalepení na vidlici	O A 1 B 0 G 3 A 1 B 0 P 3 M 1 X 6 I 1 P 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	2	320								
8	Uchopení vidlice + kroky ke stojanu (4 kroky)	O A 6 B 0 G 3 A 0 B 0 P 0 P 1 1 1 1 1 1 1 1	1	90								
9	Uložení vidlice do stojanu	O A 1 B 6 G 0 A 1 B 0 P 6 P 1 1 1 1 1 1 1 1	1	140								
10		O A 0 B 0 G 0 A 0 B 0 P 0 P 1 1 1 1 1 1 1 1	1	0								
11		O A 0 B 0 G 0 A 0 B 0 P 0 P 1 1 1 1 1 1 1 1	1	0								
12		O A 0 B 0 G 0 A 0 B 0 P 0 P 1 1 1 1 1 1 1 1	1	0								
13		O A 0 B 0 G 0 A 0 B 0 P 0 P 1 1 1 1 1 1 1 1	1	0								
14		O A 0 B 0 G 0 A 0 B 0 P 0 P 1 1 1 1 1 1 1 1	1	0								
15		O A 0 B 0 G 0 A 0 B 0 P 0 P 1 1 1 1 1 1 1 1	1	0								
16		O A 0 B 0 G 0 A 0 B 0 P 0 P 1 1 1 1 1 1 1 1	1	0								
Celk spotřeba času:			0,61	38,69	1020							
			minut	sekund	TMU							

PŘÍLOHA P III: BASIC MOST ŘEZÁNÍ A LISOVÁNÍ

BasicMost							Počet listů	1		
							List č.:	1		
Výpočet času manuální práce										
Výrobek	Název výrobku: Řezání a lisování	Náčrtek:								
	Č. výkresu:									
	Název operace:									
	Č. operace:									
	Počet kusů:									
Materiál:										
Stroj	Pracoviště:									
	Typ stroje: Pila a lis									
Poznámky:										
Pořadové číslo	Popis operace	OP	Sekvence						Frekvence	TMU
			OP	ABC - Zlakat	ASP - Položit	MXI - Přemísť/Spravit	Nástroj	ASP - Položit stranou		
Použití rukou	ŘP - řízené přemístění (Č - Procesní	ŘP								
	N - Použití nástroje	N								
	J - Jeřáb	J	ATK - Zlakat	FVL - Položit	VPT - Položit stranou					
1	dojít ke stojanu s vidlicemi (3 kroky)	O	A 6 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0				A 0	1	60
		P	1 1 1	1 1 1				1		
2	uchopení vidlice	O	A 1 B 6 G 3	A 0 B 0 P 0				A 0	1	100
		P	1 1 1	1 1 1				1		
3	dojít k pile (2 kroky)	O	A 3 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0				A 0	1	30
		P	1 1 1	1 1 1				1		
4	umístění vidlice do pily	O	A 1 B 0 G 0	A 1 B 0 P 6				A 0	1	80
		P	1 1 1	1 1 1				1		
5	zapnout pilu (proces řezání + broušení)	R	A 1 B 0 G 0	M 1 X 42 I 0				A 0	1	440
		P	1 1 1	1 1 1				1		
6	vysunutí vidlice z pily	R	A 1 B 0 G 0	M 1 X 1 I 0				A 0	1	30
		P	1 1 1	1 1 1				1		
7	otočení vidlice o 180 stupňů a profouknutí vzduchovou pistolí	R	A 1 B 0 G 0	M 3 X 3 I 1				A 0	1	80
		P	1 1 1	1 1 1				1		
8	Uchopit hadr a otření trubky vidlice	R	A 1 B 0 G 1	M 1 X 0 I 0				A 0	1	30
		P	1 1 1	1 1 1				1		
9	Položit vidlici	O	A 1 B 3 G 0	A 0 B 0 P 6				A 0	0	0,8929
		P	1 1 1	1 1 1				1		
10	Uchopit pravítko, změřit vidlici	O	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 6				A 0	0	0,8036
		P	1 1 1	1 1 1				1		
11	Odložit pravítko, uchopit vidlici	O	A 1 B 0 G 3	A 1 B 0 P 1				A 0	0	0,5357
		P	1 1 1	1 1 1				1		
12	koroky k lisu (2 kroky)	O	A 3 B 0 G 0	A 1 B 0 P 0				A 0	1	40
		P	1 1 1	1 1 1				1		
13	vložení hlavového složení + ježek do lisu	O	A 1 B 0 G 1	A 1 B 0 P 3				A 0	2	120
		P	1 1 1	1 1 1				1		
14	vsunutí vidlice	O	A 1 B 0 G 0	A 0 B 0 P 6				A 0	1	70
		P	1 1 1	1 1 1				1		
15	zapnutí lisu	R	A 1 B 0 G 0	M 1 X 1 I 0				A 0	1	30
		P	1 1 1	1 1 1				1		
16	proces lisování	R	A 0 B 0 G 0	M 0 X 16 I 0				A 0	1	160
		P	1 1 1	1 1 1				1		
17	odebrání vidlice z lisu	O	A 1 B 0 G 3	A 1 B 0 P 0				A 0	1	50
		P	1 1 1	1 1 1				1		
18	vizuální kontrola + kroky ke stojanu (2 kroky)	O	A 3 B 0 G 0	A 1 B 0 P 0				A 0	1	40
		P	1 1 1	1 1 1				1		
19	uložení vidlice do stojanu	O	A 1 B 6 G 0	A 1 B 0 P 1				A 0	1	90
		P	1 1 1	1 1 1				1		
20		O	A 0 B 0 G 0	A 0 B 0 P 0				A 0	1	0
		P	1 1 1	1 1 1				1		
Celková spotřeba času:				0,87	52,24	1452,23214				
				minut	sekund	TMU				

PŘÍLOHA P IV: AKTUÁLNÍ VSM



PŘÍLOHA P V: NÁVRH PRACOVNÍHO POSTUPU METODOU BASIC MOST

BasicMost							Počet lis:	1		
							List č.:	1		
Výpočet času manuální práce										
Výrobek	Název výrobku: Návrh procesu lepení + řezání			Náčrtek:						
	Č. výkresu:									
Název operace:										
Č. operace:										
Počet kusů:										
Materiál:										
Stroj	Pracoviště:									
	Typ stroje:									
Poznámky:										
Pořadové číslo	Popis operace	Kód	Sekvence						Frekvence	TMU
			ABC - Zlakat	ASP - Položit						
Použití rukou	OP - obecné přemístění	ŘP		MXI - Přemístění/Spustit						
	RP - Řízené přemístění (Č - Procesní čas)	N		ASP - Položit	Nástroj	ASP - Položit stranou				
	N - Použití nástroje	J	ATK - Zlakat	FVL - Položit		VPT - Položit stranou				
	J - Jeřáb									
1	Vytažení vidlice z krabice (odstranění obalu a plastové kryčky)	OP	A 1 B 6 G 3 1 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1 1				A 0 1	1	120
2	Položení vidlice na prac. stůl	OP	A 0 B 0 G 0 1 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1 1				A 0 1	1	20
3	Očištění vidlice technickým líhem	NS	A 1 B 0 G 1 1 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1 1	S 1 1	A 1 B 0 P 0 1 1 1 1		A 0 1	2	120
4	Sejmutí nálepky z papíru + nalepení na vidlici	OP	A 1 B 0 G 3 1 1 1 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1 1		M 1 X 6 I 1 1 1 1 1		A 0 1	2	320
5	Uchopení vidlice + položení na stůl	OP	A 1 B 0 G 1 1 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1 1				A 0 1	1	40
6	Odebrání druhým pracovníkem ze stolu	OP	A 1 B 0 G 1 1 1 1 1	A 0 B 0 P 0 1 1 1 1				A 0 1	1	20
7	umístění vidlice do pily	OP	A 1 B 0 G 0 1 1 1 1	A 1 B 0 P 6 1 1 1 1				A 0 1	1	80
8	zapnout pilu (proces řezání + broušení)	RP	A 1 B 0 G 0 1 1 1 1	M 1 X 0 I 0 1 1 1 1				A 0 1	1	20
9	vysunutí vidlice z pily	RP	A 1 B 0 G 0 1 1 1 1	M 1 X 1 I 0 1 1 1 1				A 0 1	1	30
10	otočení vidlice o 180 stupňů a profouknutí vzduchovou pistolí	RP	A 1 B 0 G 0 1 1 1 1	M 3 X 3 I 1 1 1 1 1				A 0 1	1	80
11	Uchopit hadr a ořízní trubky vidlice	RP	A 1 B 0 G 1 1 1 1 1	M 1 X 0 I 0 1 1 1 1				A 0 1	1	30
12	Položit vidlici	OP	A 1 B 3 G 0 1 1 1 1	A 0 B 0 P 6 1 1 1 1				A 0 1	0,5	50
13	Uchopit pravítko, změřit vidlici	OP	A 1 B 0 G 1 1 1 1 1	A 1 B 0 P 6 1 1 1 1				A 0 1	0	0,9
14	Odložit pravítko, uchopit vidlici	OP	A 1 B 0 G 3 1 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1 1				A 0 1	0	0,6
15	krůky k lisu (2 kroky)	OP	A 3 B 0 G 0 1 1 1 1	A 1 B 0 P 0 1 1 1 1				A 0 1	1	40
16	vložení hlavového složení do lisu	OP	A 1 B 0 G 1 1 1 1 1	A 1 B 0 P 3 1 1 1 1				A 0 1	2	120
17	vsunutí vidlice	OP	A 1 B 0 G 0 1 1 1 1	A 0 B 0 P 6 1 1 1 1				A 0 1	1	70
18	zapnutí lisu	RP	A 1 B 0 G 0 1 1 1 1	M 1 X 1 I 0 1 1 1 1				A 0 1	1	30
19	proces lisování	RP	A 0 B 0 G 0 1 1 1 1	M 0 X 0 I 0 1 1 1 1				A 0 1	1	0
20	odebrání vidlice z lisu	OP	A 1 B 0 G 3 1 1 1 1	A 1 B 0 P 0 1 1 1 1				A 0 1	1	50
21	vizuální kontrola + kroky ke stojanu (2 kroky)	OP	A 3 B 0 G 0 1 1 1 1	A 1 B 0 P 0 1 1 1 1				A 0 1	1	40
22	uložení vidlice do stojanu	OP	A 1 B 6 G 0 1 1 1 1	A 1 B 0 P 1 1 1 1 1				A 3 1	1	120
23		OP	A 0 B 0 G 0 1 7 1 1	A 0 B 0 P 0 1 1 1 1				A 0 1	1	0
Celková spotřeba času:				0,84		50,41		1401,5		
				minut		sekund		TMU		

PŘÍLOHA P VI: BUDOUCÍ MAPA HODNOTOVÉHO TOKU

