



Optimalizace pracoviště balení produktů

Diplomová práce

Studijní program: N2301 – Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301T049 – Výrobní systémy a procesy
Autor práce: **Bc. Jiří Bareš**
Vedoucí práce: Ing. Jan Vavruška, Ph.D.





TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC
Faculty of Mechanical Engineering ■

Optimization of product packaging workplace

Master thesis

Study programme: N2301 – Mechanical Engineering
Study branch: 2301T049 – Manufacturing Systems
Author: **Bc. Jiří Bareš**
Supervisor: Ing. Jan Vavruška, Ph.D.



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jiří Bareš**

Osobní číslo: **S17000217**

Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**

Studijní obor: **Výrobní systémy a procesy**

Název tématu: **Optimalizace pracoviště balení produktů**

Zadávací katedra: **Katedra výrobních systémů a automatizace**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce je optimalizace a modernizace procesu balení vyráběných produktů. Práce se soustředí na zvýšení efektivity procesu a zlepšení materiálového toku na základě technických a organizačních opatření s přihlédnutím k ergonomii. Hlavním portfoliem firmy jsou brzdové třmeny a další prvky brzdového systému a systémů řízení vozidel.

Zásady pro vypracování:

1. Popis aktuálního stavu balících procesů, produktů a omezení.
2. Analýza stávajícího řešení a identifikace potenciálu na zlepšení.
3. Návrh variant dílčích inovací.
4. Návrh nového layoutu pro balící procesy.
5. Ergonomické posouzení procesu balení.
6. Definování požadavků na inovaci vybavení.
7. Analýza toků, porovnání a výběr nejlepšího návrhu.
8. Možnosti implementace nových technologií (I4.0).
9. Závěr.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: **50-60**

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

- [1] MANLIG, F., F. KOBLASA a P. KELLER. Production systems. Edition 1st. Liberec: Technical University of Liberec, 2016. ISBN 978-80-7494-318-8.
- [2] ZELENKA, A. Projektování výrobních procesů a systémů. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2007. 136 s. ISBN 978-80-01-03912-0.
- [3] CHUNDELA, L. Ergonomie. 3. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 978-80-01-05173-3.
- [4] HLAVENKA, Bl. Projektování výrobních systémů (Technologické projekty I). 3. vyd. Brno: VUT, 2000. 201 s. 55-583-87.
- [5] HLAVENKA, B. Manipulace s materiálem (Systémy a prostředky manipulace s materiálem). 2. vyd. Brno: VUT, 2000. 152 s. 55-628-83.
- [6] SIXTA, J. a V. MACÁT. Logistika. Brno: CP Books, 2005. ISBN 80-251-0573-3.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jan Vavruška, Ph.D.

Katedra výrobních systémů a automatizace

Datum zadání diplomové práce:

15. listopadu 2018

Termín odevzdání diplomové práce:

15. května 2020

prof. Dr. Ing. Petr Lenfeld
děkan



Ing. Petr Zelený, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 15. listopadu 2018

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.


Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že texty tištěné verze práce a elektronické verze práce vložené do IS STAG se shodují.

29. 4. 2019

Bc. Jiří Bareš



TÉMA: OPTIMALIZACE PRACOVIŠTĚ BALENÍ PRODUKTŮ

ABSTRAKT: Diplomová práce se zabývá komplexní optimalizací pracoviště balení brzdových třmenů pro osobní automobily, které v současné době nevyhovuje požadavkům moderní, štíhlé výroby a s předpovědí zvýšení výrobních objemů by na něm bylo obtížné dosahovat požadované produktivity. Optimalizace spočívala v revizi celého procesu balení, sběru referenčních hodnot a nalezení kritických míst, na která byla navržena opatření. Změna se týkala také modernizace používaných prostředků, pracovních pomůcek, technologií a layoutu. Optimalizace byla prováděna pomocí použití metod a nástrojů průmyslového inženýrství, které jsou popsány v teoretické části.

KLÍČOVÁ SLOVA: optimalizace, analýza procesu, layout, lean

THEME: OPTIMALIZATION OF PRODUCT PACKAGING WORKPLACE

ABSTRACT: The Diploma thesis concerns with complex optimization of brake caliper packaging workplace, which currently does not meet the requirements of modern lean workplace and with forecast of increasing production volumes it might be not able to reach required productivity. Optimization consists of reviewing the entire packaging process, collecting reference values and finding critical points, on which are proposed solutions. It also mean a change and modernization of used tooling, technologies and layout. Optimization was performed with use of methods and tools of Industrial Engineering, which are described in the theoretical section.

KEYWORDS: optimization, process analysis, layout, lean

Zpracovatel: TU v Liberci, Fakulta strojní, Katedra výrobních systémů a automatizace

Počet stran : 94

Počet příloh : 8

Počet obrázků : 57

Počet tabulek : 32

Počet modelů nebo jiných příloh: 0

Poděkování

Rád bych poděkoval svému vedoucímu diplomové práce Ing. Janu Vavruškovi, Ph.D. za cenné rady, investovaný čas a pomoc při vypracování. Následné velké poděkování patří firmě ZF Aftermarket Frýdlant s.r.o. a celému týmu, který se na tomto projektu podílel, obzvláště J. Mrňávkovi a O. Pavlíkovi. Dále bych chtěl poděkovat rodině a přátelům za obrovskou podporu a všem pedagogickým pracovníkům Technické univerzity v Liberci, kteří mě provázeli na mé cestě studiem.

Obsah

Obsah	8
Seznam tabulek	12
Seznam obrázků	14
Úvod	16
1. Seznámení s projektem	19
1.1 Zaměření projektu	21
1.2 Cíle diplomové práce	22
1.3 Navrhovaný postup	23
1.4 Popis produktu – Brzdový třmen	24
1.4.1 Popis procesu repasování brzdového třmenu	26
1.5 Použité metody a nástroje	28
1.5.1 Metrika – definování měřených veličin.....	28
1.5.2 Paretův diagram.....	30
1.5.3 Vývojový diagram	31
1.5.4 Špagetový diagram	32
1.5.5 Dělení procesů dle přidané hodnoty	33
1.5.6 Časový snímek činnosti.....	33
1.5.7 Ergatika – ergonomie systému „člověk-technika-prostředí“	34
1.5.8 Ergonomická analýza pomocí systému HumanTech System®	35
1.5.9 Ganttův diagram	38
1.5.10Rozpracovaná výroba – WIP.....	38
1.5.11Overall Equipment Effectivity – OEE.....	39
1.6 Popis procesu balení	40
1.6.1 Fáze 1 - Příprava produktu k balení.....	42
1.6.2 Fáze 2 - Balení produktu	44
1.6.3 Fáze 3 - Dokončení zakázky a odvoz hotové výroby	46
2. Analýza procesu	47
2.1 Aktuální propustnost pracoviště balení	47
2.2 Fáze 1 - Příprava produktu k balení	49
2.2.1 Určení kritických míst procesu F1.....	51
2.3 Fáze 2 - Balení produktu	53
2.3.1 Určení kritických míst procesu F2.....	55

2.4	Fáze 3 - Dokončení zakázky a odvoz hotové výroby	58
2.4.1	Určení kritických míst procesu F3.....	60
2.5	Další kritická místa procesu balení.....	60
2.6	Shrnutí analytické části	62
3.	Optimalizace procesu	64
3.1	Návrh řešení nalezených příležitostí k optimalizaci – Fáze 1.....	64
3.1.1	Špatná organizace prostoru a činností při vstupu materiálu do balení	64
3.1.2	Nevhodná poloha pracoviště tisku etiket, zdlouhý proces tisku	66
3.1.3	Nedefinované polohy balících materiálů ve skladu.....	67
3.1.4	Nutnost vyskladňování balícího materiálu	68
3.1.5	Nevhodné umístění balících materiálů na pracovišti.....	68
3.1.6	Nedostatečná ergonomie manipulace s materiály, při přípravě balení	69
3.2	Návrh řešení nalezených příležitostí k optimalizaci – Fáze 2.....	70
3.2.1	Dávkový způsob balení a pohyb s tím spojený	70
3.2.2	Proces lepení etiket.....	71
3.2.3	Nevhodný pracovní stůl.....	72
3.2.4	Nízká kázeň při používání zvedacích pomůcek.....	74
3.3	Návrh řešení nalezených příležitostí k optimalizaci – Fáze 3.....	75
3.3.1	Nevhodně nastavený proces ukončování zakázky v PC.....	75
3.3.2	Špatná organizace prostoru a činností při výstupu materiálu z balení.....	76
3.4	Návrh řešení nalezených příležitostí k optimalizaci – ostatní	78
3.4.1	Nedostatečně definovaná role buňkaře.....	78
3.4.2	Způsob předávání malých zakázek.....	79
3.4.3	Nedostatek komunikace mezi logistikou a balením	79
3.4.4	Absence dostatečného množství vhodných manipulačních prostředků.....	80
3.4.5	Pasivní přístup ke sběru produkčních dat a možnost digitalizace	80
4.	Analýza procesu po optimalizaci.....	82
4.1.1	Analýza fáze 1	82
4.1.2	Analýza fáze 2	84
4.1.3	Analýza fáze 3	86
4.1.4	Propustnost pracoviště po optimalizaci	87
5.	Shrnutí projektu	89
6.	Závěr	91
7.	Seznam použité literatury	92
	Seznam příloh	94

Seznam zkratek

TUL	Technická univerzita v Liberci
VZV	Vysokozdvížený vozík
PC	Personal Computer – počítač
EOL	End Of Line – koncový test
OPF	One Piece Flow – tok jednoho kusu
WIP	Work in Process – rozpracovaná výroba
IoT	Internet of Things – Internet věcí
DMAIC	Define-Measure-Analyse-Improve-Control
SOS	Standart Operation Sheet – operační návodka
RC	Remanufactured Caliper – repasovaný třmen
RS	Remanufactured Steering – repasované řízení
FIG	Full Integral Gear – převod řízení nákladního vozidla
VP	Vane Pump – mechanická pumpa posilovače řízení
EPHS	Electrically Powered Hydraulic Steering – elektricky poháněný hydraulický posilovač řízení
EPS	Electrically Powered Steering – elektricky poháněné řízení
HCV	Heavy Commercial Vehicles – brzdové třmeny pro nákladní vozy
SW	Software – programové vybavení
MRPII	Manufacturing Resource Planning – SW pro plánování výrobních zdrojů
KLT	Kleinladungsträger – malý dílenský box
IPO	Input-Process-Output – Vstup-Proces-Výstup
OE	Original Equipment – Originální vybavení, prvovýroba
OEE	Overall Equipment Efectivity – Celková efektivnost zařízení (CEZ)
PPH	Parts per (Human) Hour – Počet kusů na člověkohodinu

SWI	Special Work Instructions – Speciální pracovní instrukce
PI	Průmyslové Inženýrství
IS	Information Systems – Informační Systémy
BI	Business Intelligence
PZ	Předávací zóna

Seznam tabulek

Tabulka 1: Časový snímek činnosti F1.....	49
Tabulka 2: Ganttův diagram F1.....	49
Tabulka 3: Ergonomické zhodnocení F1.....	50
Tabulka 4: Shrnutí měřitelných charakteristik F1.....	52
Tabulka 5: Časový snímek činnosti F2.....	53
Tabulka 6: Ganttův diagram F2.....	53
Tabulka 7: Ergonomické zhodnocení F2.....	54
Tabulka 8: Shrnutí měřitelných charakteristik F2.....	55
Tabulka 9: Ganttův diagram F3.....	58
Tabulka 10: Časový snímek činnosti F3.....	58
Tabulka 11: Ergonomické hodnocení F3.....	59
Tabulka 12: Shrnutí měřitelných charakteristik F3.....	59
Tabulka 13: Shrnutí měřených hodnot.....	63
Tabulka 14: Ganttův diagram F2 - balení dvou operátorů najednou.....	70
Tabulka 15: Porovnání vzdáleností předávacích zón.....	76
Tabulka 16: Časový snímek činnosti F1, operátor 1, po optimalizaci.....	82
Tabulka 17: Časový snímek činnosti F1, operátor 2, po optimalizaci.....	82
Tabulka 18: Ganttův diagram, F1, po optimalizaci.....	83
Tabulka 19: Ergonomické hodnocení procesu F1. stavy před a po optimalizaci.....	83
Tabulka 20: Srovnání F1, před a po optimalizaci.....	83
Tabulka 21: Časový snímek činnosti F2, operátor 2, po optimalizaci.....	84
Tabulka 22: Časový snímek činnosti F2, operátor 2, po optimalizaci.....	84
Tabulka 23: Ganttův diagram F2, po optimalizaci.....	84
Tabulka 24: Ergonomické zhodnocení F2, po optimalizaci.....	85
Tabulka 25: Srovnání F2 před a po optimalizaci.....	85
Tabulka 26: Časový snímek činnosti F3, po optimalizaci.....	86
Tabulka 27: Ganttův diagram F3, po optimalizaci.....	86
Tabulka 28: Ergonomické zhodnocení F3, po optimalizaci.....	86
Tabulka 29: Srovnání F3, před a po optimalizaci.....	87
Tabulka 30: Přehled měřených hodnot před a po optimalizaci.....	89

Tabulka 31: Celkový přehled zlepšení měřených hodnot	89
Tabulka 32: Přehled plnění cílů projektu	89

Seznam obrázků

Obrázek 1: Paretův diagram objemu výroby v r. 2018.....	17
Obrázek 2: Layout výroby po reorganizaci	19
Obrázek 3: Rozmístění pracovišť balení ve výrobě	20
Obrázek 4: Plánované umístění pracoviště centrálního balení	20
Obrázek 5: Prostor přidělený pro balení třmenů	21
Obrázek 6: Foto brzdy jako součásti systému řízení vozidla	24
Obrázek 7: Zadní el. brzda	24
Obrázek 8: Zadní mech. brzda.....	24
Obrázek 9: Přední brzda	24
Obrázek 10: Brzdový třmen BHN 164.....	25
Obrázek 11: Brzdový třmen po repasování	27
Obrázek 12: Brzdový třmen po repasování	27
Obrázek 13: Paretův diagram – příklad [4]	30
Obrázek 14: Symboly používané ve vývojovém diagramu.....	31
Obrázek 15: Špagetový diagram – příklad	32
Obrázek 16: Špagetový diagram – příklad	32
Obrázek 17: Časový snímek činnosti	34
Obrázek 18: Ergonomický projekt vytvořený v systému HumanTech	37
Obrázek 19: Ganttův diagram - příklad.....	38
Obrázek 20: Layout výroby	40
Obrázek 21: Procesní diagram - fáze balení.....	40
Obrázek 22: Procesní diagram – F1	42
Obrázek 23: Hotové brzdové třmeny připravené na balení.....	43
Obrázek 24: Připravené pracoviště balení třmenů.....	43
Obrázek 25: Procesní diagram F2	44
Obrázek 26: Rozmístění materiálu na balícím stole.....	45
Obrázek 27: Procesní diagram F3	46
Obrázek 28: Graf analýzy hodnot F1	50
Obrázek 29: Špagetový diagram F1	50
Obrázek 30: Vyskladněný balící materiál	52

Obrázek 31: Umístění bal. mat. v layoutu	52
Obrázek 32: Graf analýzy hodnot F2	54
Obrázek 33: Rozmístění prostředků na balení.....	54
Obrázek 34: Rozpracovaná výroba a balicí materiá na stole balení.....	56
Obrázek 35: Příklady špatného použití nůžkového paletového vozíku 1.....	57
Obrázek 36: Příklad špatného použití nůžkového paletového vozíku 2.....	57
Obrázek 37: Graf analýzy hodnot F3	59
Obrázek 38: Cesta do předávací zóny	60
Obrázek 39: Layout nové předávací zóny	65
Obrázek 40: Perfopanel pro pověšení různých druhů etiket.....	66
Obrázek 41: Layout umístění tisku etiket.....	66
Obrázek 42: Umístění nových regálů na balicí materiál	67
Obrázek 43: Vozík na kartonové krabice [15].....	69
Obrázek 44: Vzdálenosti převozu hotové výroby	69
Obrázek 45: Automatický podavač etiket [16].....	71
Obrázek 46: Alternativní způsob uchycení etiket.....	71
Obrázek 47: Nový stůl balení - popis	72
Obrázek 48: Nový stůl balení - zobrazení process flow	72
Obrázek 49: Vizualizace ergonomických pracovních zón - starý stůl	73
Obrázek 50: Vizualizace ergonomických pracovních zón - nový stůl	73
Obrázek 51: Zvedací plošina propaletu se zabalenou výrobou	74
Obrázek 52: Zvedací plošina typu E [17].....	74
Obrázek 53: Umístění nové předávací zóny.....	76
Obrázek 54: Organizační struktura balení	78
Obrázek 55: Použití systému "Pick to Light"[18]	81
Obrázek 56: Centrální balení, finální layout	90
Obrázek 57: Tok materiálu, finální layout.....	90

Úvod

Ne nadarmo se říká, že obal prodává a obálka rozhoduje, není to však jen o vzhledu ale také o funkčnosti a dalších vlastnostech obalu, které přímo ovlivňují kvalitu výsledného produktu. Balení výrobků je v mnoha společnostech stále považováno jako doplňková činnost po samotné výrobě. Této činnosti není vždy věnována dostatečná pozornost a podle toho je také k některým z pracovišť přístupováno. Tato kvalita, i přes to, že se jedná o zcela zásadní součást hotového výrobku, bývá někdy tvořena v nevyhovujících podmínkách. Nejde však jen o balení výsledného produktu, jeho vzhled a funkci, ale také o operátory balících pracovišť, po kterých je tato nekompromisní kvalita požadována.

V moderním výrobním závodě se váhy procesů srovnávají, proto máme šanci, pokusit se dostat balení a činnosti s ním spojené, pomocí metod průmyslového inženýrství a aplikací moderních technologií, mezi skupinu nejlépe optimalizovaných pracovišť ve výrobě.

Tato diplomová práce má za úkol nahlédnout na balení produktů jako na samostatnou výrobní buňku:

- za pomoci známých metod průmyslového inženýrství
- se znalostí ergonomie pracovního procesu
- s odpovídající vahou a důležitostí

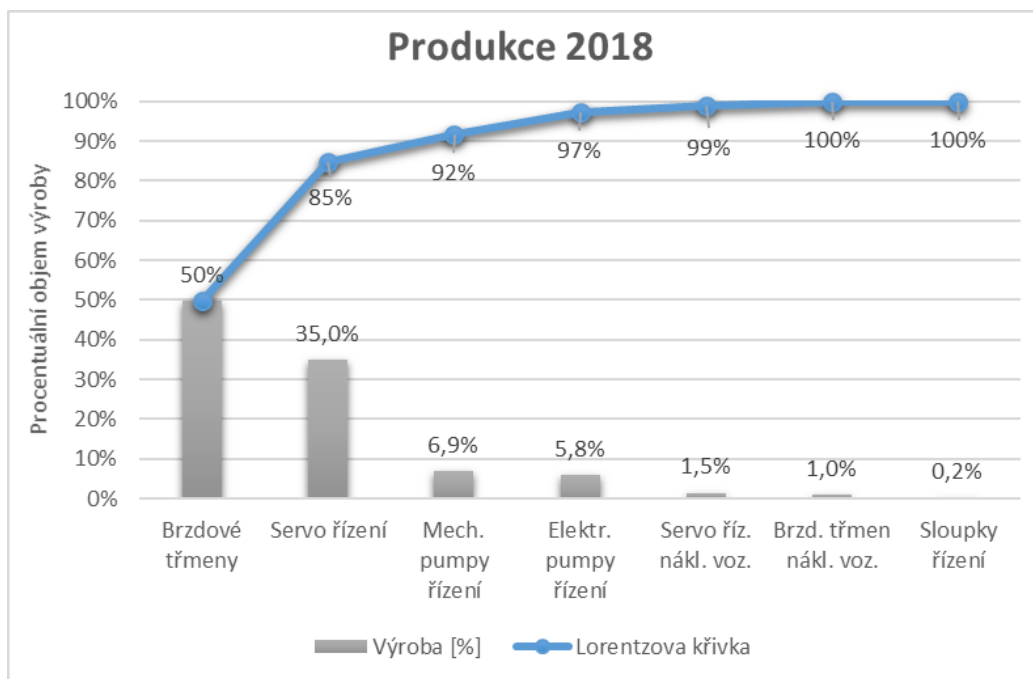
Konkrétně se bude věnovat procesu balení brzdových třmenů, který má být součástí nového centrálního balení všech vyráběných produktů společnosti.

U brzdových třmenů došlo na rozdíl od ostatních repasovaných produktů, mezi roky 2016 a 2017 k nárůstu produkce o 14 455 kusů, tento nárůst nebyl tak markantní, nicméně naznačoval zvyšující se trend objednávek tohoto konkrétního produktu, který se naplno projevil mezi roky 2017 a 2018, kdy se zvýšila produkce repasovaných brzdových třmenů o 48 308 kusů, z celkového počtu 338 198 v roce 2017 na 386 506 třmenů v roce 2018.

Roční nárůst poptávky o 50 tisíc kusů, znamená z praktického hlediska téměř 5 týdnů výroby navíc. Letos v roce 2019, předpokládáme stejné zvýšení, kvůli dění na geopolitické scéně a stále větší poptávce po repasovaných komponentech.

Dále došlo k pořízení nové, již čtvrté montážní linky, která je schopna za směnu vyrobit až 700 kusů třmenů navíc.

Brzdové třmeny v roce 2018 tvořily 50 % z produkce všech repasovaných výrobků společnosti, viz Paretův diagram na obrázku 1.



Obrázek 1: Paretův diagram objemu výroby v r. 2018

V rámci zadaného projektu bude řešeno:

- ideální poloha balení třmenů, v určeném prostoru, v rámci layoutu centrálního balení
- revize toku materiálu
- revize a optimalizace samotného procesu balení
- návrh nových balících prostředků a zařízení
- zmenšení ergonomické zátěže operátorů
- zvýšení produktivity pracoviště

V rámci optimalizace budou prověřeny možnosti digitalizace, protože je žádoucí snižovat ekologickou stopu produkce a také přechodu na bezpapírovou dokumentaci. Bezpapírová dokumentace má kromě pozitivního ekologického efektu další výhody, jako možnost dokumenty strukturově řídit nebo je udržovat stále aktuální.

Digitalizace nebude brána pouze jako elektronizace určitých dokumentů, ale spíše jako krok dopředu k čtvrté průmyslové revoluci, ve které jde o konektivitu a automatizaci, která by měla být základem moderního pracoviště.

Na balení produktů se z velké většiny provádí čistě manuální práce, paradoxně právě tato manuální práce nám dává příležitost pro aplikaci a propojení nových systémů, které by spolu navzájem mohly komunikovat a pomoci operátorovi bezchybně splnit jeho úkol.

Řeč může být například o:

- použití „Pick to Light“.
- Snímání kódů produktů za účelem sledování výkonnosti
- Andon systém pro operátory a obsluhu
- propojení těchto nástrojů v „IoT“

Je třeba změnit přístup a balení začít brát jako další „výrobní“ buňku, která také generuje přidanou hodnotu. Správně zvolený obal a dobře zabalený produkt zaručuje, že se k zákazníkovi dostane přesně v té kvalitě, kterou požaduje.

Obal má za úkol chránit produkt před povětrnostními vlivy, nešetrným zacházením a uchovávat jeho původní vlastnosti. Bez obalu nebo se špatným obalem by se mohlo stát, že produkt přijde k zákazníkovi otlučený, rezavý nebo poškozený na jeho funkčních částech a jelikož se jedná o produkty, které **jsou přímou součástí systému ovládní vozidla**, mohlo by mít pochybení při nevhodně provedeném balení nebo poškození obalu fatální následky.

1. Seznámení s projektem

Projekt optimalizace pracoviště balení produktů má být proveden v rámci celkové reorganizace výroby. Reorganizace výroby má za cíl zvýšit:

- Kvalitu výroby
- Bezpečnost práce
- Ergonomičnost výrobních buněk

Má se týkat tří výrobních hal, které obsahují jednotlivá pracoviště demontáže, repasování a následné montáže několika produktových řad.

Podmínky reorganizace jsou:

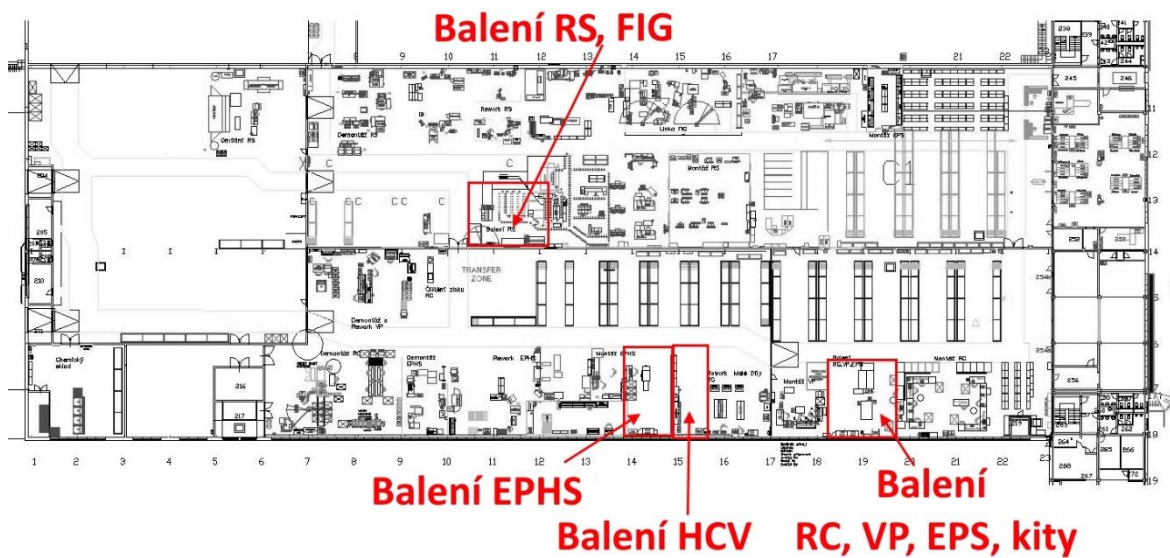
- oddělit „čisté“ a „špinavé“ operace od sebe, kvůli nebezpečí kontaminace dílů
- rozšíření zóny zákazu vjezdu VZV a minimalizovat tak bezpečnostní riziko střetu VZV s pracovníky
- analýza jednotlivých pracovišť, jejich optimalizace a integrace do výrobního celku z pohledu materiálového toku výrobou
- **vytvoření centrálního balení**

V layoutu na obrázku číslo 2, vidíme plánovaný výsledek reorganizace s červeně vyznačenou „špinavou zónou výroby“ a zeleně ohraničenou „čistou zónou výroby“ a „zónou zákazu vjezdu VZV“. Šipkami je zobrazený plánovaný tok materiálu.



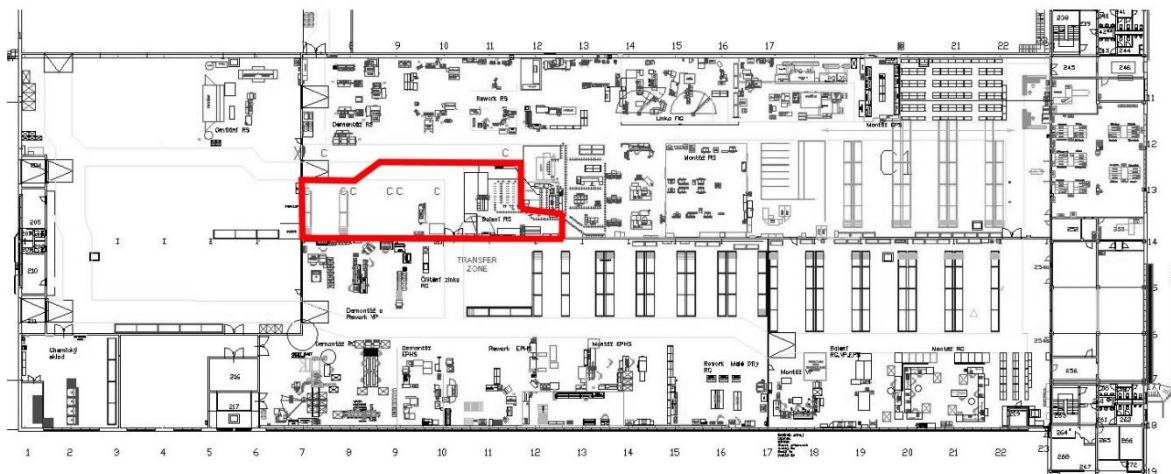
Obrázek 2: Layout výroby po reorganizaci

Na dalším obrázku číslo 3, jsou červenou barvou zvýrazněna stávající umístění pracovišť balení jednotlivých produktů, která jsou rozmístěna ve třech různých halách.



Obrázek 3: Rozmístění pracovišť balení ve výrobě

V obrázku číslo 4 je červenou barvou ohraničeno místo pro nové centrální balení.



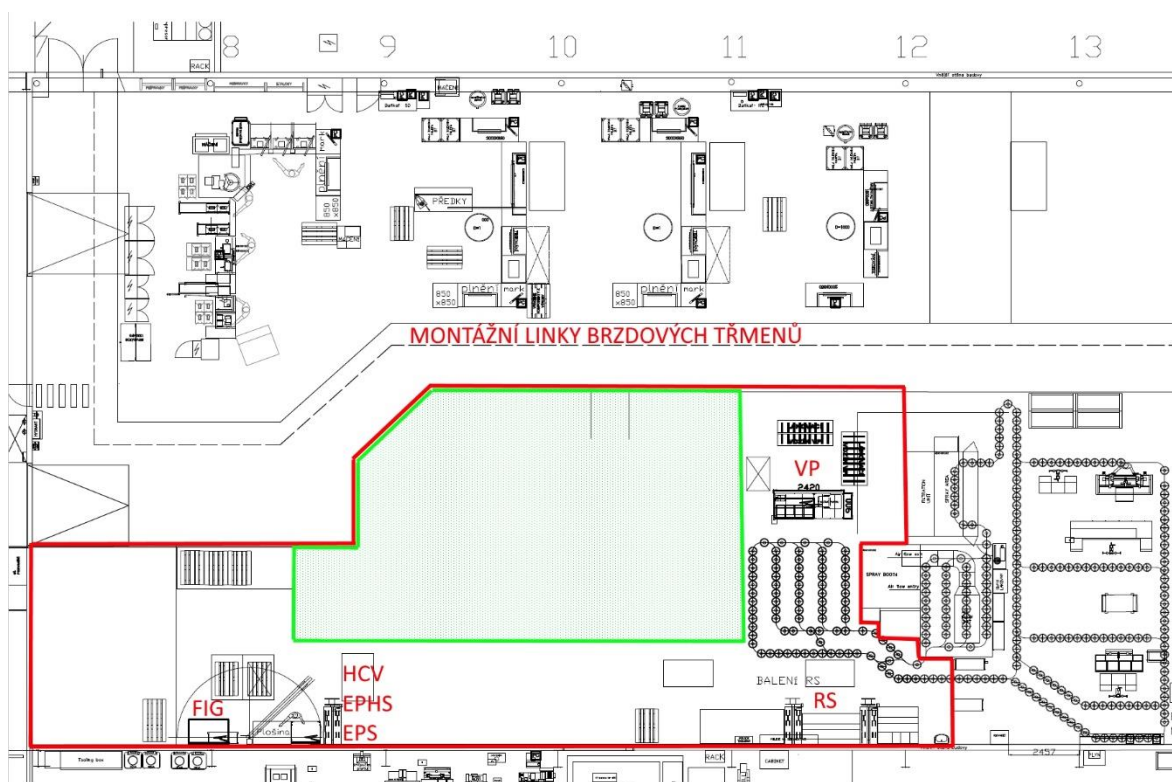
Obrázek 4: Plánované umístění pracoviště centrálního balení

Toto místo bylo vybráno pro soustředění všech balících linek. Práce se však zabývá, jak již bylo v úvodu řečeno, pouze linkou balení brzdových třmenů.

1.1 Zaměření projektu

Účel projektu byl přestěhovat pracoviště balení brzdových třmenů a zasadit ho na reorganizované pracoviště centrálního balení všech produktů.

V layoutu na obrázku číslo 5 je obvod centrálního balení označen červenou barvou, zelenou barvou je označeno nám přidělené místo pro umístění nově navržené linky balení brzdových třmenů.



Obrázek 5: Prostor přidělený pro balení třmenů

Výsledkem projektu musí být nově navržená linka balení brzdových třmenů usazená v určeném prostoru.

1.2 Cíle diplomové práce

Požadavek vedení společnosti byl centralizovat balení, optimalizovat proces a tok materiálu tak, abychom byli schopni vyhovět zvěšující se poptávce se stále stejnou kvalitou výroby.

Výhodou centralizace by mělo být:

- sdílení kapacity operátorů
- zvýšení flexibility operátorů
- zvýšení míry využití používaných prostředků
- optimalizace a sjednocení balících procesů
- zvýšení přehledu a orientace v prováděných činnostech
- sjednocení skladu balícího materiálu

V této diplomové práci se zaměříme na komplexní optimalizaci procesu balení brzdových třmenů pro osobní automobily. Optimalizace má určené požadavky, ke kterým by mělo být možné pomocí systematického postupu dojít.

Požadavky optimalizace:

- Zkrácení taktového času balení alespoň o 30%
- Minimalizace plýtvání
 - Zmenšení transportních vzdáleností operátorů balení alespoň o polovinu
- Zmenšení ergonomické zátěže operátora
- Minimalizace počtu činností nepřidávajících hodnotu
- Zvýšení propustnosti pracoviště z 800 ks/směna na 1350 ks/směna

Po odhalení kritických míst a návrhu jednotlivých opatření, budou výchozí hodnoty porovnány a bude vyhodnocena celková úspěšnost práce.

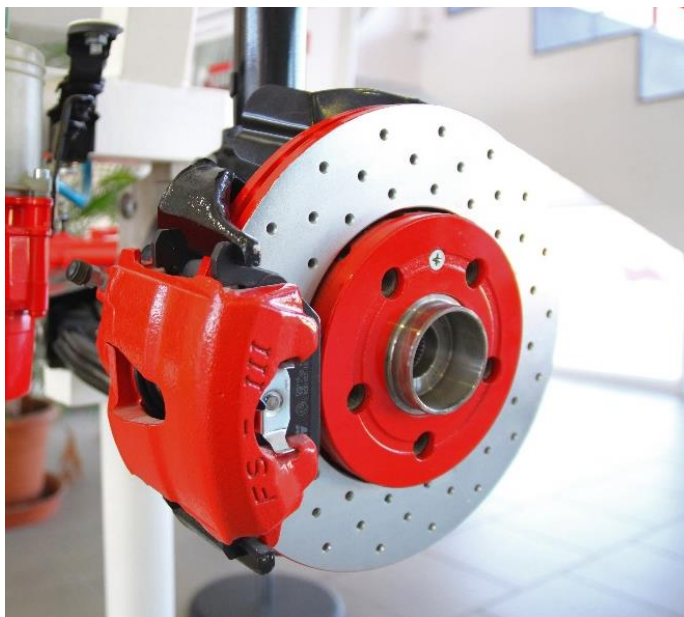
1.3 Navrhovaný postup

Tento navrhovaný postup bude v průběhu práce dodržován.

- Popis produktu.
 - Seznámení s produktem, obalem a jeho rozměry.
- Popis procesu repasování brzdového třmenu.
 - Seznámení s procesem repasování, který předchází balení.
- Teoretický popis všech metod a nástrojů použitých v průběhu práce.
 - Získání teoretického přehledu k dále použitým metodám.
- Popis procesu balení.
 - Popis jednotlivých fází balení.
- Analýza balení.
 - Určení počátečních referenčních hodnot jednotlivých fází procesu.
 - Odhalení kritických míst v jednotlivých fázích procesu.
 - Shrnutí odhalených neshod.
- Optimalizace procesu balení.
 - Návrh prostředků a opatření vedoucích k odstranění jednotlivých neshod a ke splnění požadavků optimalizace.
- Analýza optimalizovaného procesu.
 - Shrnutí dat nasbíraných po optimalizaci.
 - Porovnání s referenčními hodnotami.
- Shrnutí výsledků optimalizace.
- Závěr
 - Posouzení úspěšnosti projektu.

1.4 Popis produktu – Brzdový třmen

ZF Aftermarket Frýdlant s.r.o. je společnost zabývající se repasováním systémů řízení a brzdových systémů pro osobní automobily, sestavu tohoto systému můžeme vidět na obrázku 6. Budeme se tedy konkrétně bavit o brzdovém třmenu kotoučové brzdy osobního vozidla, ve zkratce „RC“.



Obrázek 6: Foto brzdy jako součásti systému řízení vozidla

Brzda je zařízení, které umožňuje omezovat pohyb osobního vozidla. Zjednodušeně můžeme pro náš účel, brzdy dělit na přední a zadní. Hlavní rozdíl mezi přední a zadní brzdou je takový, že zadní brzda, kromě provozního brzdového účinku, musí také plnit funkci brzdy parkovací a tím pádem k tomu musí být uzpůsobena, což z pohledu balení znamená jiné rozměry, hmotnost a balící předpis.

Na obrázcích 7, 8 a 9 můžeme dobře pozorovat rozdíly v konstrukci brzd. Obrázek 7 a 8 znázorňuje zadní brzdu uzpůsobenou také jako parkovací, v prvním případě elektrickou a v druhém případě čistě mechanickou. Obrázek 9 zobrazuje brzdu přední.



Obrázek 7: Zadní el. brzda



Obrázek 8: Zadní mech. brzda



Obrázek 9: Přední brzda

Důležité jsou pro nás referenční rozměry, hmotnost brzdy a obsah a velikost balení. Jako výchozí hodnoty budeme brát rozměry nejjobratkovějšího zadního třmene, **BHN164**. Který je zobrazený na obrázku 10. Kompletní obsah balení můžeme nalézt v příloze C.

Rozměry:

- Délka $l = 140$ mm
- Výška $h = 90$ mm
- Hloubka $b = 170$ mm
- Hmotnost $m = 2,215$ kg

Velikost složené krabice:

- Délka $l = 220$ mm
- Výška $h = 120$ mm
- Hloubka $= 140$ mm



Obrázek 10: Brzdový třmen BHN 164

Obsah balení:

- Brzdový třmen
- List bezpečnostního upozornění
- Štítek (vrácenka)
- Návod na instalaci a použití
- Záruční list
- Papírová krabice
 - Etiketa s označením produktu
 - Etiketa upozornění o naplnění třmenu brzdovou kapalinou
 - Etiketa s informací o záruce
- Příbal – plastový uzavíratelný sáček
 - 2x šroub
 - 1x vazelína
 - 2x pryžová krytka

1.4.1 Popis procesu repasování brzdového třmenu

Proces repasování brzdových třmenů začíná ve chvíli, kdy vám váš automechanik odmontuje z auta staré použité brzdové třmeny a ty pošle v rámci programu výkupu brzdových třmenů na svěrné místo, odkud putují k nám do závodu.

Zde se po přetřídění a vizuální kontrole dostanou na demontážní linku, kde jsou komplet rozebrány na úplný základ tak, že zůstanou pouze malé díly, píst a tělo brzdového třmenu.

Malé díly putují do průběžné pračky a dále na pracoviště renovace malých dílů. Tělo brzdy projde nejdříve brokovým otryskávacím zařízením, kvůli odstranění rzi a dále se posílá na pozinkování k externímu dodavateli.

Potom, co jsou malé díly přetříděny a renovovány a tělo brzdového třmenu je zároveň pozinkováno a začištěno, se všechny komponenty opět setkávají na montážní lince, kde se skládají dohromady.

Montáž probíhá z části z dílů nových a z částí z dílů již repasovaných. Všechny gumové součástky, jako například těsnicí kroužky a gufera nebo funkční části jako třeba píst brzdy se používají z pochopitelných důvodů nové, zatímco na tělo, páky a pružiny se dají použít komponenty repasované.

Takto složený brzdový třmen dále putuje linkou k EOL testu, kde je otestován pomocí stlačeného vzduchu. Stlačený vzduch se používá jako náhražka brzdové kapaliny z hygienických a fyzikálních důvodů. Při testu je měřen únik vzduchu ze soustavy třmenu.

Testování probíhá jak na normální provozní tlak, tak na extrémní brzdový tlak, který je až 170 barů, což klade nejvyšší nároky na správnou montáž a funkci všech komponent repasované brzdy.

Otestována je každá brzda, která opouští montážní linku. Při sebemenším selhání jakéhokoliv komponentu je tato skutečnost při testu, vzhledem k použití extrémních tlaků ihned odhalena.

Poslední krok procesu je předplnění brzdovou kapalinou a značení absolvování testu pomocí markátoru, vyražen je i znak, který říká, že se jedná o repasovaný produkt.

Poté je brzda odložena do přepravní dílenské bedny a putuje na balení.

Na obrázcích č. 10 a 11 můžeme vidět brzdu před repasováním a po repasování.



Obrázek 11: Brzdový třmen po repasování



Obrázek 12: Brzdový třmen po repasování

Během celého procesu jsou samozřejmě všechny díly pečlivě kontrolovány a v SOS všech operací jsou zahrnuta kritéria použitelnosti jednotlivých komponent, znamená to, že pokud díl není v dostatečné kondici pro další použití, vyřadí se a nahradí jiným, dále se namátkově třmeny testují na únavu materiálu (tzv. Fatigue test) a odolnost proti přetržení na trhacím stroji. Na kvalitu všech komponent a kvalitu samotné montáže je kladen veliký důraz.

Společnost jakožto výrobce dílů do automobilového průmyslu dodržuje nařízení normy IATF 16949, která se zabývá systémem managementu kvality výroby v automobilovém průmyslu. Kvalita i kontrolní procesy jsou dále ošetřeny v rámci vnitřního systému řízení jakosti, což by mělo mít za následek maximální koncovou bezpečnost a kvalitu produktu.

1.5 Použité metody a nástroje

V této kapitole dojde k teoretickému popsání metod a prvků použitých při řešení úloh v rámci této diplomové práce. Z větší části šlo o metody průmyslového inženýrství, konkrétně o metody používané při analýze procesů.

Většina těchto metod má za úkol zpřehlednit a vizualizovat data nebo pomoci odhalit kritické kroky procesu.

Také byla definována základní metrika sběru dat.

1.5.1 Metrika – definování měřených veličin

Zde si definujeme sledované veličiny, které budou použity při analýze a optimalizaci pracoviště. Jedná se o veličiny, díky kterým budeme schopni posoudit aktuální stav a poté také vyhodnotit, jestli jsme splnili požadované cíle.

- **Vzdálenost** je pro nás důležitá pro vyhodnocení míry transportu při procesu. Hlavní jednotka vzdálenosti bude metr [m]. Vzdálenost bude měřena dvěma třemi způsoby:
 - Odměřením z layoutu. Při odměřování z layoutu budeme pomocí naznačených drah pohybu pracovníka dle špagetových diagramů odečítat vzdálenosti. K odečítání dojde v programu AutoCAD Mechanical 2016, pomocí vkládání kót na dané úseky. Hodnoty budou zaokrouhlovány na celé centimetry.
 - Fyzickým odměřením. Při fyzickém odměření budeme používat kalibrovaný ruční svinovací metr nebo ruční kolečko na měření vzdáleností. Při použití svinovacího metru půjde většinou o vzdálenosti do jednoho metru. Vzdálenosti budou zaokrouhleny na celé centimetry. Při použití ručního kolečka půjde hlavně transport na větší vzdálenosti. Bude tedy zaokrouhleno na celé metry.
 - Přepočtem z kroků. V případě znalosti počtu kroků ale neznalosti počtu metrů, použijeme přepočet kroků na metry

- **Čas** bude sledován z důvodu zjištění časové náročnosti jednotlivých operací. Hlavní časovou jednotkou bude sekunda [s], vedlejší jednotkou minuta [min], čas bude měřen třemi způsoby:
 - Fyzické měření času pomocí kalibrovaných stopek:

Při tomto měření bude čas odečítán přímo na pracovišti pomocí stopek. Zde se budeme držet celých sekund jako hlavní jednotky.
 - Odečítání časů z videa v programu Kinovea:

Toto měření bude probíhat odečítáním času z natočeného videa sledovaného procesu ve video-analytickém programu Kinovea. Opět zde budeme brát celé sekundy.
 - Teoretický výpočet času:

U činností, které nebyly aktuálně proveditelné se přikloníme k teoretickému výpočtu času s pomocí metody analýzy a měření práce BasicMost, kde po převedení soustavy pohybů a přepočítáním jednotek můžeme dostat teoretický čas v celých sekundách.
 - Pracovní fond:
 - 28800 s (480 min, 8 hod) základní pracovní doba
 - 1800 s (30 min) obědová pauza
 - 600 s (10 min) minut dopolední pauza
 - 900 s (15 min) úklid před koncem směny

25500 sekund = 425 minut = čistý pracovní fond na směnu.

- **Ergonomie** bude hodnocena s použitím ergonomického software HumanTech System, který je zaveden jako standartní korporátní nástroj pro hodnocení ergonomie a řízení ergonomických projektů. Hodnocení bude probíhat zapisováním do ergonomického „check listu“, z kterého vyjde celkové ergonomické skóre procesu. Skóre je bezrozměrné číslo. Hodnoceny budou změny v nejvíce zatížených částech těla a změna celkového ergonomického skóre.

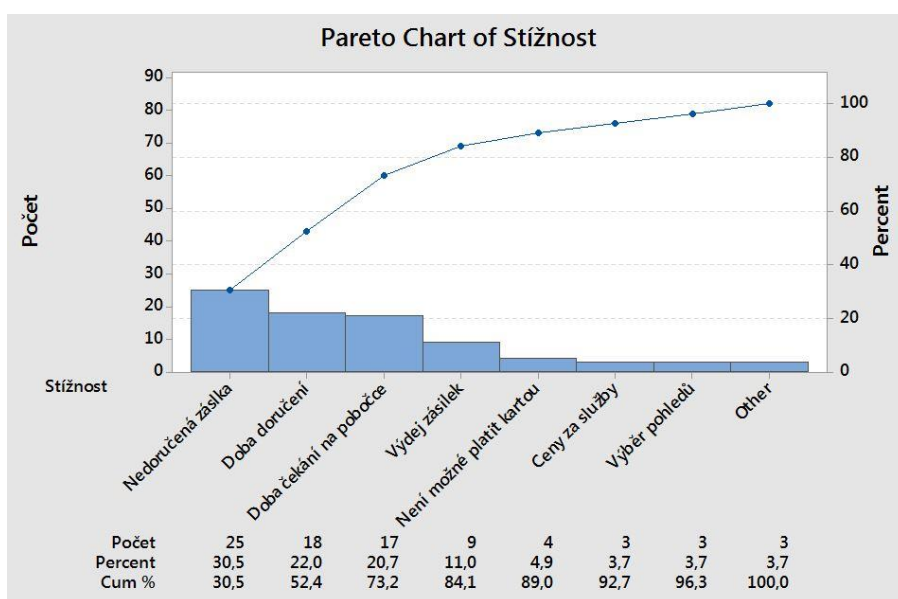
1.5.2 Paretův diagram

Paretův diagram je nástroj, který nám má pomoci identifikovat a prioritizovat. Formuloval ho v roce 1980 dr. Juran, jako nástroj řízení kvality, jméno Pareto má odkazovat na italského ekonoma Vlifreda Pareta, který se zasloužil o definování nepravidelnosti v rozložení bohatství mezi lidmi. [1]

Funguje na principu Paretova pravidla, které říká, že 80 % výskytu nějakého jevu je zapříčiněno pouze 20 % příčin. Tato skutečnost se dá pozorovat v různých odvětvích průmyslu ale i lidského života. Myšlenka je taková, že pomocí Paretova diagramu nejprve identifikujeme nejsignifikantnější položky, na které budeme soustředit naši pozornost, místo práce na všech položkách najednou.

Existuje několik druhů Paretovy analýzy (základní, komparativní, vážená). V této práci bude použita Paretova analýza základní.[2]

Paretův diagram je zobrazován v kombinaci sloupcového a čárového diagramu, který je zkonstruován z nasbíraných dat, například četnostních tabulek nebo záznamech o výskytu určitých jevů za určené časové období. Četnost jednotlivých jevů je vyjádřena ve sloupcích a seřazena podle velikosti. Zobrazená čára v grafu je tzv. Lorentzova kumulativní křivka a zobrazuje kumulativní četnost jevů v procentech. Jako příklad je na obrázku 12 zobrazen Paretův diagram, který analyzuje stížnosti zákazníků určité služby. [3]



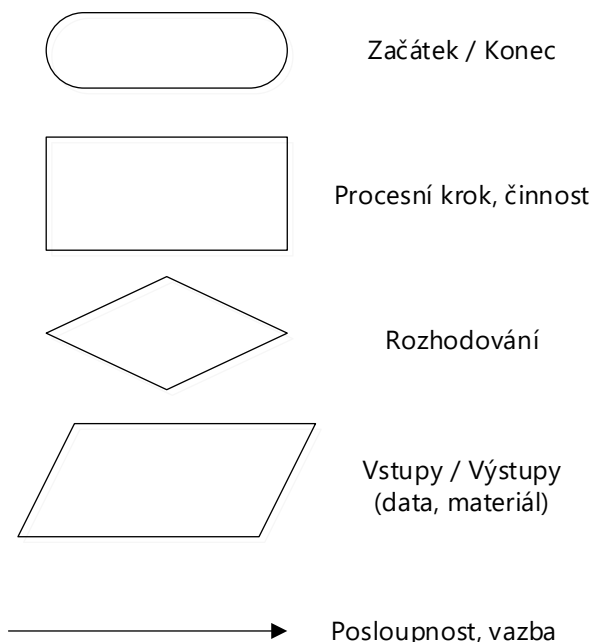
Obrázek 13: Paretův diagram – příklad [4]

1.5.3 Vývojový diagram

Vývojový diagram je v podstatě grafické znázornění jednotlivých kroků procesů. Má za úkol usnadnit pochopení a ulehčit orientaci uživatele v procesu.

Vývojový diagram je tvořen pomocí určitých symbolů skládaných v časové posloupnosti. Tyto symboly jsou definovány v normě ČSN ISO 5807, která se obecně zabývá zpracováním informací. V praxi se používá 5 hlavních symbolů, které jsou zobrazeny v obrázku 14. [4,5]

- Začátek / konec: Stanovuje První a poslední krok v procesu.
- Procesní krok, činnost: Určuje operaci v rámci postupu.
- Rozhodování: Určuje moment, při kterém je potřeba rozhodnout se, jaký má nastat další krok, popřípadě zda je splněno kritérium.
- Vstupy / výstupy: Znázornění vstupu nebo výstupu informací nebo materiálu
- Posloupnost: Znázorňuje návaznost kroků.



Obrázek 14: Symboly používané ve vývojovém diagramu

1.5.5 Dělení procesů dle přidané hodnoty

Dělení dle přidané hodnoty se využívá ke kategorizaci procesů a jako první krok k následnému zlepšování. Při tvorbě této kategorizace se musíme detailně zamyslet nad všemi analyzovanými činnostmi a posoudit, která činnost přidává hodnotu, nepřidává hodnotu a která je k dokončení procesu nutná. Základem je vědět, co je cílem a za co je zákazník ochoten platit, popřípadě uznat jako přidanou hodnotu. [7]

Dělení je následovné:

- **Proces přidávající hodnotu:** Fyzické změny produktu nebo činnosti, které si zákazník přímo objednal, je za ně ochoten platit nebo jejich přidanou hodnotu uznat. Jsou provedeny správně a napoprvé. Tyto činnosti se snažíme optimalizovat.
- **Proces nutný:** Činnosti, které jsou nutné pro dokončení procesu a vytvoření přidané hodnoty, samy však přidanou hodnotu nevytváří a se současnou technologií je nelze eliminovat. Zákazník za ně není ochoten platit. Snažíme se o redukci těchto činností.
- **Proces nepřidávající hodnotu:** Můžeme označit také jako plýtvání. Zákazník za ně neplatí a v případě úplného odbourání, nebude nijak zasažen konečný výrobek. Tyto činnosti se snažíme absolutně eliminovat.

V praxi tento nástroj můžeme použít v kombinaci s časovým snímkem dne a špagetovými diagramy. V tomto spojení pak poskytuje dobrý přehled a základ k vytipování procesů, na které bychom se měli v rámci optimalizace zaměřit.

1.5.6 Časový snímek činnosti

V případě časového snímku činnosti se jedná o kombinaci několika nástrojů dohromady tak, abychom mohli sledovat více dat najednou.

Největší část je převzata ze snímku pracovního dne, což je nástroj určený k bezprostřednímu nepřetržitému studiu spotřeby času. Pomáhá nám zjistit skutečnou spotřebu časového fondu pracovníka, společně s určením konkrétních činností. Zakomponováno je také dělení procesu dle přidané hodnoty a jelikož se z větší části jednalo o činnosti spojené

s transportem, tak bylo přidáno pole na zaznamenání vzdáleností překonaných při dané operaci. Příklad snímku pracovní činnosti s popisky je zobrazen v obrázku 16. [8]

Proces: Dokončení balení a odvoz hotové výroby		přidává hodnotu	nepřidává hodnotu	nutné	vzdálenost [m]	doba trvání [s]
Pracovník: Operátor						
č.	činnost					
1	Jít k PC a vrátit se zpět		1		10	10
2	Ukončit zakázku			1	0	240
3	Vrátit se zpět		1		10	10
4	Odvézt paletu na předávací místo		1		14	40
5	Odložit hotovou paletu	1			0	0
6	Vrátit se na balení		1		14	20
CELKEM:		1	4	1	48	320

Obrázek 17: Časový snímek činnosti

1.5.7 Ergatika – ergonomie systému „člověk-technika-prostředí“

Vědecká disciplína, zabývající se optimalizací interakce mezi člověkem/pracovníkem a dalšími prvky systému, využívající teorii, vědomosti, principy, data a metody k tomu, aby dosáhla co nejvyššího stupně optimalizace psychické a fyzické zátěže a výkonnosti systému je ergonomie.

V našem případě jde však více než o ergonomii, o ergatiku. Ergatika se zabývá optimalizací systému „člověk-technika-prostředí“ a snaží se stejně jako ergonomie dosáhnout co nejvyšší míry optimalizace výkonnosti systému s cílem, zajistit pohodu člověka a chránit jeho zdraví před úrazy či nemocemi. [9]

Ergatika zajišťuje, že se při vylepšování systému nebudeme věnovat pouze ergonomii ale také zajištění odpovídající bezpečnosti práce, hygienické úrovně a estetickému řešení stroje.

Jako součást ergatiky můžeme brát projektování pracoviště s pohledem na ergonomii.

Při navrhování nového pracovního místa je nutné brát v úvahu několik podmínek, které výrazně ovlivňují výsledné řešení:

- Velikost pracovního předmětu
- Vlastnosti předmětu, jako například váha, nesnadnost manipulace atd.
- Počet lidí na pracovišti
- Bezpečnost práce, únikové zóny, nebezpečí požáru a výbuchu
- Vybavení pracoviště jako jsou manipulační prostředky a pomocná zařízení
- Časové trvání práce

Toto jsou základní omezující podmínky, jejichž vliv musíme zahrnout do další práce.

Dobrá poučka při vytváření změn pracoviště je:

„Nepřizpůsobujte danou osobu pracovnímu místu, ale dané pracovní místo osobě.“ [10]

1.5.8 Ergonomická analýza pomocí systému HumanTech System®

HumanTech System® je nástroj pro analýzu, řízení a zlepšování ergonomie pracovních míst. Systém jako celek k dosažení výsledku, kterým má být snížení ergonomické zátěže operátora postupuje v několika krocích:

- **Základní analýza**
 - Prvotní analýza aktuální ergonomie, slouží k získání referenční hodnoty aktuálního stavu pracoviště, výsledkem je hodnota RPS – Risk Priority Score, která udává hodnotu rizika. Ze souboru základních analýz můžeme vytipovat proces, který je nejrizikovější a tomu se věnovat.
 - Kvalitativní
 - Subjektivní názor operátora na dané prostředí (dotazník, rozhovor)
 - Data z pozorování.

- Analýza dle ergonomického Hit Listu – 10 nejčastějších rizikových faktorů na pracovišti
 - Kroucení zápěstím
 - Otáčení páteře
 - Nutnost sahat vysoko
 - Dřep/Klečení
 - Nutnost sahat daleko
 - Statické sezení/stání
 - Ohýbání nebo otáčení hlavy
 - Ohnutá záda
 - Zvedání těžkých předmětů
 - Tlačení nebo tažení těžkých břemen
- Kvantitativní
 - Číselné vyjádření ergonomičnosti procesu tvořené hodnotou RPS. Jedná se o data jako síla tlačení vozíku, vzdálenosti, směry a četnosti pohybů atp. Příklad na obrázku 18.
- **Přímá analýza příčin**
 - Určení přímých příčin ergonomických nedostatků zjištěných při základní analýze – brainstorming
- **Návrhy na zlepšení**
 - Definování opatření určených k odstranění zjištěných problémů – brainstorming
- **Analýza navrhovaného zlepšení**
 - V tomto kroku dochází k simulaci navržených opatření na příčiny zjištěné při přímé analýze příčin. Můžeme tedy zjistit, jak se změny promítnou do výsledného RPS a popřípadě ještě provádět úpravy ergonomie, ještě předtím, než bude řešení realizováno.
- **Zpětná analýza**
 - Analýza prováděná po realizaci opatření. Využívá stejného formuláře jako základní analýza a má za úkol porovnat výsledky zlepšení oproti původnímu stavu.

Dodržováním posloupnosti těchto kroků jsme vedeni skrz celý ergonomický projekt, na jehož konci bychom měli dospět ke zlepšení.

K vyhodnocení ergonomičnosti se používají metody:

- Hodnocení celého těla
- Metoda NIOSH – hodnocení fyzického zatížení při cyklické manipulaci s břemeny
- Tabulky pro tlačení/tažení/nošení břemen

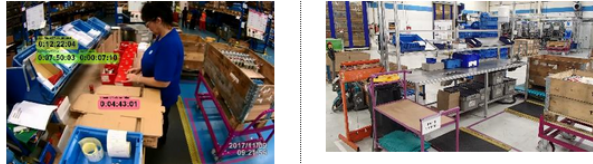
Jako příklad na obrázku 17 můžeme vidět kompletní projekt vytvořený v systému HumanTech. V levé části vidíme základní analýzu, v rámečku je výsledná hodnota RPS a přehled jednotlivých metod, pod tím jsou zobrazeny body ergonomického HitListu a ve spod můžeme vidět seznam jednotlivých zlepšení a jejich status. V pravé části vidíme stav po změně. Předmětem přílohy D jsou jednotlivá kroky měření ergonomičnosti.

Job Information from Follow-Up Analysis

Location: All > Parts and Service > Other > Frydlant
 Created Date: January 23, 2019 Modified Date: April 27, 2019
 Shift: 2 Station: 1
 Ref #: # Operators Exposed: 1
 Product: Calliper Process / Equipment:

Baseline **Follow-Up**

Workstation Photos



Quantitative Analysis

Baseline								Follow-Up																	
Risk Priority Score (RPS) 20.0								Risk Priority Score (RPS) 16.0																	
Whole-Body Assessment								Whole-Body Assessment																	
Hands/Wrists		Elbows		Shoulders		Neck		Back		Legs		Hands/Wrists		Elbows		Shoulders		Neck		Back		Legs			
Left	Right	Left	Right	Left	Right	Left	Right	Left	Right	Left	Right	Left	Right	Left	Right	Left	Right	Left	Right	Left	Right	Left	Right		
1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	1	1	2	2	1	1	2	2	0	0	0	0		
Physical Stressors:																									
Time on Task per Week: 20-40 hours																									
Manual Material Handling																									
Lift/Lower		Push		Pull		Carry		Lift/Lower		Push		Pull		Carry		Lift/Lower		Push		Pull		Carry			
		10.0						10.0										10.0							

Ergonomics Hit List

3 / 10 Concerns

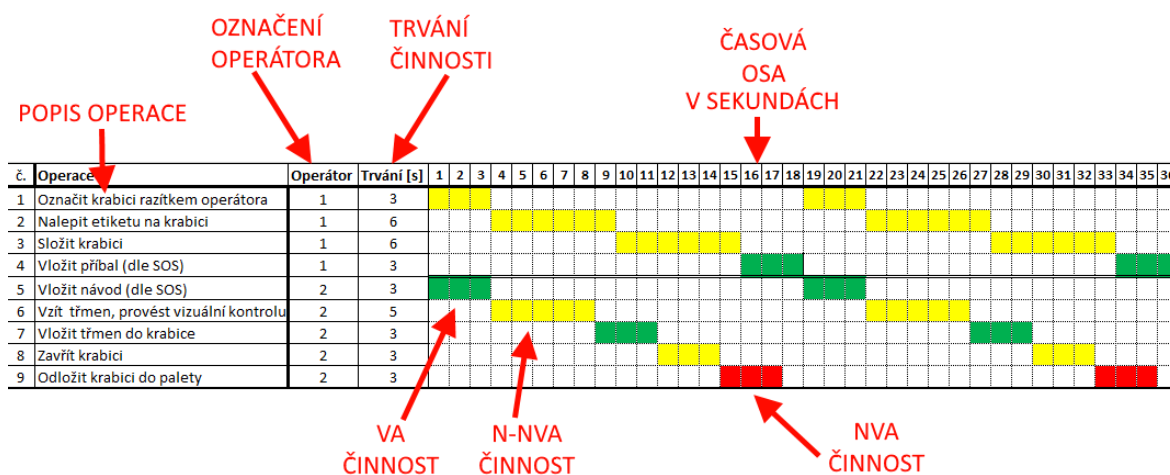
Improvements

#	Improvement Title	Improvement Description	Responsible Person	Cost	ROI	Control	Priority	Targeted Date	Status
1	Integrated holders for papers, plugs and box inserts		Mazanek Ondrej		N	Equipment Change	A		Completed
2	Box material trolleys		Bares Jiri		N	Other	A		In Progress
3	e-doc		Pochap Miroslav		N	Work Instruction & Coaching	A		Completed
4	Pallet lifter		Smid Zdenek		N	Equipment Change	A		Completed
5	One piece flow		Bares Jiri		N	Work Instruction & Coaching	A		Completed

Obrázek 18: Ergonomický projekt vytvořený v systému HumanTech

1.5.9 Ganttův diagram

Ganttův diagram je pomůcka používaná pro sledování naplánované časové struktury v daném časovém období. Jedná se o úsečkové diagramy, znázorňující posloupnost, začátek a konec úkolů na časové ose. Jejich použití je vhodné při potřebě vizualizace časových objemů jednotlivých úkolů a jejich rozložení v čase. Pro případ této práce byl Ganttův diagram upraven o změnu barvy jednotlivé úsečky procesu tak, aby barva korespondovala s analýzou přidané hodnoty. Důvod použití byl vizualizovat jednotlivé činnosti při balení produktu tak, aby bylo patrné, kolik času spotřebují činnosti nepřidávající hodnotu. Příklad Ganttova diagramu můžeme vidět na obrázku 17. [11]



Obrázek 19: Ganttův diagram - příklad

1.5.10 Rozpracovaná výroba – WIP

Množství rozpracované výroby „WIP“ nebo „Work in Process“ značí množství rozdělaných kusů v systému. Nejedná se přitom o výrobu nedokončenou, ta je charakterizována jako zásoba polotovarů, vyrobených v předchozích fázích výroby. [12]

Pod pojmem rozpracovaná výroba si pro náš konkrétní případ můžeme představit například počet nekompletně smontovaných nebo zabalených produktů přítomných ve výrobním systému.

Obecně se snažíme množství rozpracované výroby minimalizovat. Rozpracovaný produkt drží finanční kapitál, který by měl být po prodeji přeměněn na zisk a se zvyšujícím se počtem WIP roste objem finančních prostředků zadržených ve výrobě, což je nežádoucí jev.

1.5.11 Overall Equipment Effectivity – OEE

OEE nebo česky CEZ, je zkratka pro „Celkovou efektivitu zařízení“.

V dnešní době je poměrně velkým problémem firem, obzvláště v automobilovém průmyslu, zvládat plnění termínů zakázek. Společnosti vyrábějí na hranici možností a při tom se potýkají s nedostatkem prostoru, či kvalifikovaného personálu. Sledovat efektivitu používaných zařízení je velmi důležité, protože z ní můžeme vyčíst, v jakém procesu máme rezervy. [19]

Jedním z nástrojů pro sledování efektivity zařízení, je ukazatel OEE. Pomáhá nám odhalit velikost využití zdrojů a následně se zaměřit na její maximalizaci. Výsledkem OEE je procentuální hodnota celkové efektivnosti zařízení, vypočítáme ho pomocí vzorce 1.

$$OEE = A \times P \times Q \quad (1)$$

- A – Availability – Dostupnost zařízení
 - Udává procentuální míru využití stroje v plánovaném čase.

$$A = \frac{\textit{Skutečný čas výroby}}{\textit{Plánovaný čas výroby}} \cdot 100 \text{ [%]}$$

- P – Performance – Výkon zařízení
 - Udává procentuální míru plnění plánovaného taktového času.

$$P = \frac{\textit{Skutečně vyrobené množství}}{\textit{Teoreticky vyrobené množství}} \cdot 100 \text{ [%]}$$

- Q – Quality – Kvalita
 - Udává procentuální míru dobrých výrobků na první pokus.

$$Q = \frac{\textit{Počet OK kusů}}{\textit{Počet vyrobených kusů}} \cdot 100 \text{ [%]}$$

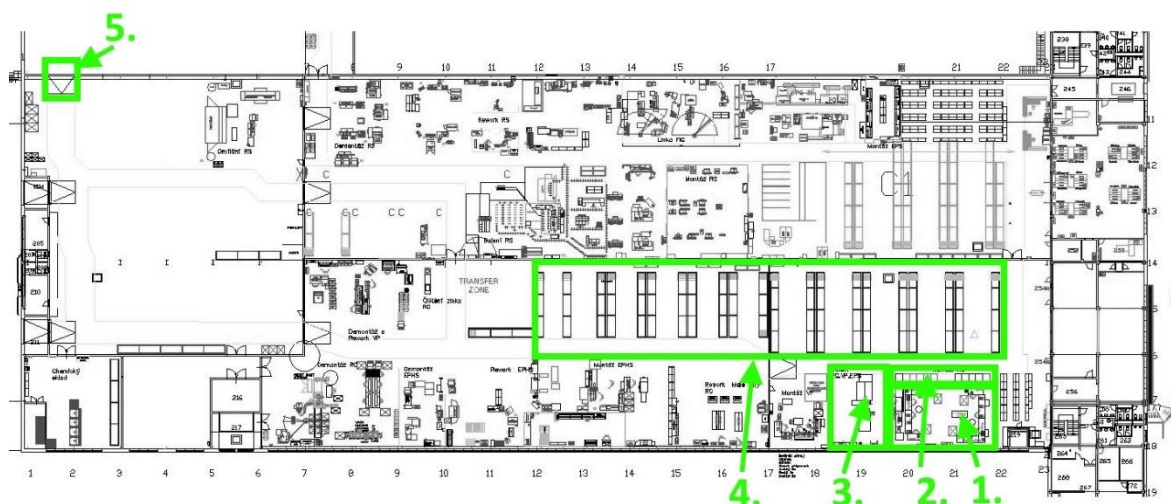
1.6 Popis procesu balení

V této kapitole se budeme věnovat samotnému procesu balení brzdových třmenů, nejprve v přehledu a pak detailně.

Před samotným popisem je nutné zasadit proces do prostoru tak, abychom se v něm mohli orientovat.

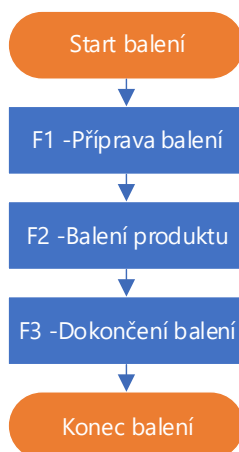
V příloženém layoutu na obrázku 20, jsou vyznačené pro nás důležité zóny:

1. Finální montáž třmenů
2. Předávací zóna hotové výroby
3. Hlavní pracoviště balení produktů
4. Sklady s balícím materiálem
5. Finální předávací zóna



Obrázek 20: Layout výroby

Proces balení rozdělíme kvůli přehlednosti na tři hlavní fáze, které jsou zobrazené v procesním diagramu na obrázku 21.



Obrázek 21: Procesní diagram - fáze balení

Proces balení následuje ihned po výrobě brzdových třmenů. Třmeny jsou po otestování na koncovém EOL testu a označení úspěšného výsledku pomocí markátoru přednaplněny brzdovou kapalinou a vloženy do přepravní dílenské bedny na standartizovaném podvozku a podvozek je odvezen do předávací zóny hotové výroby na čele výrobní linky.

Zde začíná první fáze. Z předávací zóny hotové výroby si operátor balení odváží vozík s produkty a vloženým zakázkovým listem.

Poté, co doveze hotovu výrobu na své pracoviště, jde k PC a zadává číslo zakázky do MRPII, který slouží k detailnímu plánování výroby, kde ukončuje „výrobní“ zakázku a mění její status na „balící“. Po uvolnění zakázky k zabalení, je vytisknut nový zakázkový list, který je předmětem přílohy A, operátor předává informaci o započaté zakázce vedoucímu pracoviště. Dále operátor vezme zakázkový list a jde na centrální tisk etiket, kde si po načtení čárového kódu nechává vytisknout příslušné etikety k dané zakázce. Po vytisknutí všech etiket se operátor vrací na pracoviště balení, odkládá etikety a jde si vyskladnit balící materiál, uvedený taktéž na zakázkovém listu. [13]

Balící materiál je vyskladňován z nedalekých regálů. Skladové místo je sice zavedené v systému, ale nejedná se o pevnou pozici. Naopak se jedná o místo, které je v případě potřeby použito pro cokoliv jiného. V praxi to vypadá tak, že operátor balení chodí po hale na různá místa, kde má jednotlivé balící potřeby. Protože tyto pozice doskladňuje logistika, musí být vždy obeznámen s tím, kde svůj balící materiál najde. Po zkompletování balícího materiálu se s ním vrací zpět na své pracoviště, kde začíná druhá fáze, proces balení.

Balení probíhá tak, že operátor skládá krabice a vkládá příslušný brzdový třmen, společně s dalšími nezbytnostmi danými balícím předpisem, jako jsou štítky, návod, šrouby nebo pytlíček s vazelínou do krabice. Krabice je po vložení všech nutných komponent zavřena a vložena na paletu se zabalenou výrobou a tím končí druhá fáze, balení produktu.

Fáze tři začíná odvezením palety se zabalenými třmeny na původní předávací místo u linky montáže brzdových třmenů. V tu chvíli se zakázka stává předmětem zájmu pracovníka logistiky a je odvezena na finální předávací zónu, kde je přebrána expedicí. Paleta je dále uložena pracovníkem expedice ve skladu hotové výroby. Vedoucímu pracoviště balení je sděleno, že zakázka byla zabalena a odbavena a dochází k jejímu ukončení.

1.6.1 Fáze 1 - Příprava produktu k balení

Popis procesu v jednotlivých krocích:

1. Ve chvíli, kdy je hotová zakázka k dispozici v předávací zóně a balení má volnou kapacitu, si ji operátor balení odváží na standartizovaném podvozku ke svému balicímu stolu.
2. Bere si zakázkový list a uvolní si zakázku v MRPIII softwaru
3. Poté jde se zakázkovým listem na pracoviště centrálního tisku etiket, kde vytiskne etikety, které se lepí na krabice dané zakázky.
4. Po vytisknutí etiket a návratu na pracoviště jde operátor vyskladňovat balicí materiál z blízkých regálů. To je provedeno tak, že v případě velké zakázky si přiveze na pracoviště celou paletu krabic, které potřebuje, v případě menších zakázek si dané množství přinese v ruce. Ostatní balicí materiály jako jsou etikety a návody má na pracovišti v regálku nebo pod stolem uložené v bedně, takže si je vyskladní a ukládá na místo na pracovním stole.
5. Příprava balení končí v okamžiku, kdy je operátor zpět u svého stolu a má vše, co potřebuje k úspěšnému zabalení zakázky, tedy krabice, štítky, návody, popřípadě další příbaly, které obsahují například šrouby nebo vazelínu. Tyto další pomůcky jsou specifikovány zakázkovým listem, který je k nahlédnutí v příloze A.



Obrázek 22: Procesní diagram – F1

Smontovaný a odložený třmen na paletu s bočnicemi můžeme vidět na obrázku 23, do které je ještě k poslednímu třmenu přiložen zakázkový list, který nalezneme v příloze A.

Počet kusů v zakázce bývá různý, pohybuje se v rozmezí jednotek až stovek třmenů. V případě menších zakázek je daný počet třmenů v paletě oddělen papírovým prokladem tak, aby se jednotlivé třmeny nezamíchaly. Zakázky v rámci jednotek kusů jsou vkládány do KLT boxů a položeny na paletu s hotovu výrobou. Jedna paleta může tedy obsahovat více druhů třmenů, potažmo zakázek.

Aktuální vedoucí směny balení, kterého budeme pro naše účely nazývat „team leader“ nebo „buňkař“, má k dispozici denní plán zakázek, podle kterého se orientuje. V tomto ohledu záleží na komunikaci buňkaře montáže a buňkaře balení, kvůli předání informace o tom, jaká zakázka bude nejdříve hotová a na co se tedy má balení připravovat, je to důležité zejména pro optimalizaci vyskladňování balícího materiálu.

Už připravené pracoviště je zobrazeno na obrázku 24. Zde můžeme vidět konstrukci na stole, kde jsou připraveny modré KLT boxy, v kterých se nachází návody k použití, příbaly a vše co se vkládá do krabice dle balícího listu, foto všech komponent balení je přiloženo v příloze B, dále zde můžeme vidět paletu s hotovou výrobou, která je postavena naproti stolu a kolmo na stůl, v pravém spodním rohu obrázku je paleta, do které se vkládají zabalené krabice.



Obrázek 23: Hotové brzdové třmeny připravené na balení

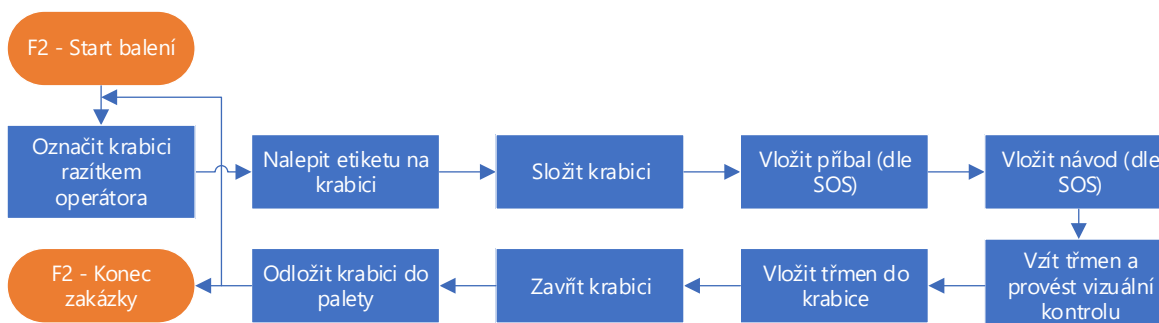


Obrázek 24: Připravené pracoviště balení třmenů

1.6.2 Fáze 2 - Balení produktu

Popis procesu v jednotlivých krocích:

1. Prvním krokem balení je příprava krabice, operátor si vezme z palety několik krabic, které si položí na stůl a na všechny postupně nalepí etikety s označením produktu a čárovým kódem dle balícího zakázky.
2. Dále je každá krabice označit razítkem, které nese číslo operátora, kvůli zpětné dohledatelnosti.
3. Operátor dále krabice skládá a pokládá je vedle sebe na stůl, tuto dávku vytváří v největším možném množství!
4. Každou složenou krabici plní štítkem, návodem a příbalem, které jsou umístěny na odkládací polici stolu v KLT boxech nebo na desce pracovního stolu, kam si je operátor položil. Přesný obsah je řízen balícím předpisem. V zásadě je předpřipravenými krabicemi ve dvou řadách zaskládán celý pracovní stůl, což znamená, že se může vytvořit až patnáct rozpracovaných kusů najednou.
5. Operátor se otočí a sáhne do podvozku, kde jsou třmeny uloženy, třmen uchopí a zároveň s tím provádí vizuální kontrolu všech kritických prvků (označení utažení šroubů, přítomnost zátky na ventilech, označení třmenu apod.), poté třmen ukládá do krabice. Toto opakuje, dokud nenaplní první řadu krabic.
6. Krabice jsou poté opět dávkově uzavřeny a po jedné vkládány do palety určené pro hotovou výrobu. Tento proces se opakuje i u druhé řady a následně probíhá znovu s další dávkou třmenů, dokud není dokončena celá zakázka.



Obrázek 25: Procesní diagram F2

Samotné balení produktu, je dáno operační návodkou (SOS), kterou najdeme v příloze B. Operační návodka je odsouhlasena se zákazníkem a operátor je nucen dodržovat všechny kroky, které jsou v ní uvedeny.

Jak je však samotné balení procesováno, je již čistě na operátorovi. Operátoři mají v tomto ohledu volnou ruku. Každý si tvoří svůj vlastní návyk postavení materiálu a rozmístění doplňků. Ve chvíli, kdy chce například změnit pořadí vkládání příbalů nebo počet krabic připravených předem na stole, což mu není pevně stanoveno, může. U každého tedy funguje jeho „osvědčený“ postup, na který je zvyklý a ten používá. V podstatě u všech se tento návyk liší.

Rozdíly mohou být například v množství předem připravených krabic nebo polohách příbalů, někdo je má položené volně na desce stolu, někdo jiný například uložené v KLT boxu.

Na obrázku 26 můžeme vidět rozmístění materiálu na balícím stole. Toto rozmístění se mění dle operátora, dále všimneme si velkého množství rozpracované výroby (WIP).

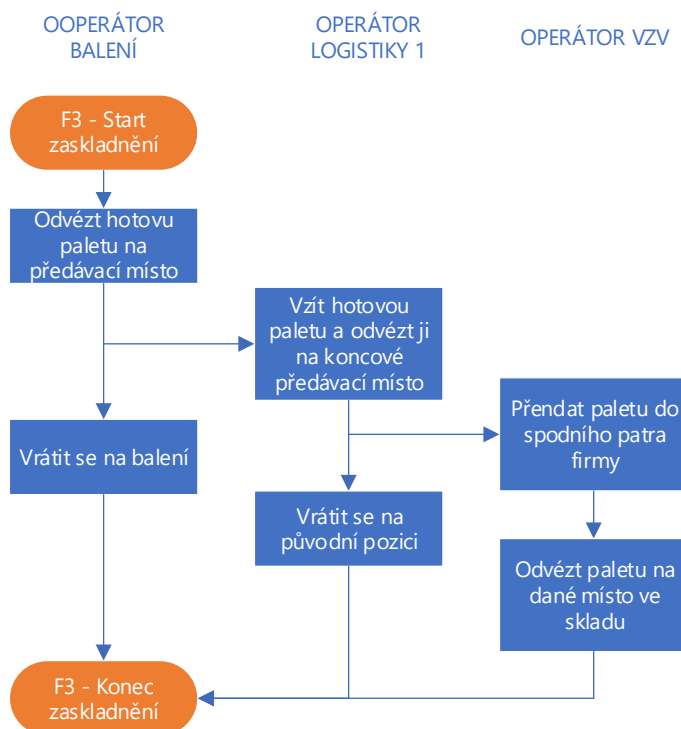


Obrázek 26: Rozmístění materiálu na balícím stole

1.6.3 Fáze 3 - Dokončení zakázky a odvoz hotové výroby

Popis procesu v jednotlivých krocích:

1. Ukončení zakázky v PC. (Hotová zakázka zabalena v plném počtu)
2. Paleta je po zabalení odvezena pracovníkem balení zpět na původní předávací místo u linky montáže brzdových třmenů. Operátor balení jde poté zpět nebo si bere další zakázku.
3. Operátor logistiky půjde okolo a jednoduše si všimá, že na daném místě je zabalená zakázka, není tu předávána žádná informace. Co se neodveze večer, odveze se ráno.
4. Operátor logistiky bere paletu hotových třmenů a ta je odvezena do finální předávací zóny, která je umístěna na opačném konci závodu.
5. Paleta hotové výroby je předána mezi jednotlivými patry závodu pomocí VZV a je zaskladněna. Haly na spodním patře, slouží jako sklady hotové výroby.



Obrázek 27: Procesní diagram F3

Po zabalení celé zakázky musí dojít k jejímu systémovému ukončení a předání palety operátorům logistiky k zaskladnění. Do tohoto procesu jsou zapojeni celkem 3 lidé. Operátor balení, operátor logistiky a operátor VZV. Pro přehled má v procesním diagramu na obrázku 27 každý pracovník svůj sloupec.

2. Analýza procesu

V této kapitole budou jednotlivé fáze procesu analyzovány pomocí předchozích popsaných metod a nástrojů PI. Dojde k zaznamenání referenčních hodnot. Zaznamenání bude prováděno pomocí snímku pracovních činností, do kterého budou dosazeny jednotlivé činnosti, společně s časem, vzdáleností a analýzou hodnot.

Po zaznamenání referenčních hodnot bude z těchto dat a znalostí procesu sestaven seznam kritických míst.

Přehledové tabulky pro hodnoty před optimalizací budou označeny červeným rámečkem. Hodnoty po optimalizaci rámečkem zeleným.

2.1 Aktuální propustnost pracoviště balení

Propustnost pracoviště je důležitá z hlediska plánovaného nárůstu výroby. Balení je aktuálně velmi variabilní a na daném místě se kromě brzdových třmenů balí také další 3 jiné produkty, využívá se k tomu ostatních stolů. Standardní obsazení balící linky jsou tři operátoři a jeden buňkař. Ostatní balené produkty však nejsou vyráběny v takovém objemu jako brzdové třmeny, tak jsou operátoři přemísťováni na práci dle aktuální potřeby. Jelikož se nejedná o OE výrobu, mohou být nezabalené zakázky posunuty na další směnu nebo den.

Praktická propustnost pracoviště je při aktuálním uspořádání a obsazení:

- 800 kusů brzdových třmenů za směnu
 - Průměrný počet balících zakázek za směnu je 7
 - Samotný stůl balení RC zvládne v aktuálním stavu 500 třmenů za směnu
 - Zbytek buď zpracováván dvěma operátory najednou nebo se balí zároveň na vedlejším stole

Tak, jak bude proces analyzován by měl být správně prováděn dle SOS. Operátoři však využívají několika „zkratek“, které snižují celkový čas zakázky a zvyšují propustnost pracoviště:

- Vyskladnění balícího materiálu na více zakázek najednou
- Tisk etiket na více zakázek při jedné návštěvě centrálního tisku
- Rozdělení činností mezi více operátorů – např. jeden jde pro etikety, druhý pro balící materiál apod.
- Balení jedné zakázky ve dvou lidech zároveň
- Balení dvou zakázek najednou ve dvou lidech zároveň

Některé z těchto „zkratek“ by po úpravě a přesném definování měly být využity na novém pracovišti.

2.2 Fáze 1 - Příprava produktu k balení

Do snímku pracovních činností v tabulce číslo 1, byly zaznamenány jednotlivé kroky přípravy balení a časová data, vzdálenostní data a přidaná hodnota.

Tato fáze, tedy příprava balení, nepatří do „výrobní“ části procesu a je možné jí specifikovat spíše jako přeseřizování. Proto je velmi důležitá právě informace, jak tento proces trvá dlouho a jaký má být výstup této činnosti.

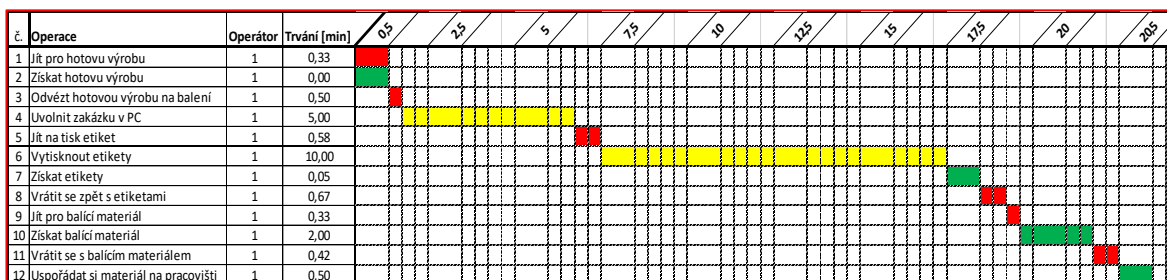
Cílem přípravné fáze:

- Získat hotovou výrobu k zabalení
- Získat všechny balicí materiál
- Mít vše připraveno k započetí procesu balení

Tabulka 1: Časový snímek činnosti F1

Proces:	Příprava balení	přidává hodnotu	nepřidává hodnotu	nutné	vzdálenost [m]	doba trvání [s]		
Pracovník:	Operátor	č.	činnost					
		1	Jít pro hotovou výrobu	1	14	20		
		2	Získat hotovou výrobu	1	0	0		
		3	Odvézt hotovou výrobu na balení	1	14	30		
		4	Uvolnit zakázku v PC		5	300		
		5	Jít na tisk etiket	1	32	35		
		6	Vytisknout etikety		0	600		
		7	Získat etikety	1	0	3		
		8	Vrátit se zpět s etiketami	1	32	40		
		9	Jít pro balicí materiál	1	17	20		
		10	Získat balicí materiál	1	0	120		
		11	Vrátit se s balicím materiálem	1	17	25		
		12	Uspořádat si materiál na pracovišti	1	0	30		
CELKEM:				4	6	2	131	1223

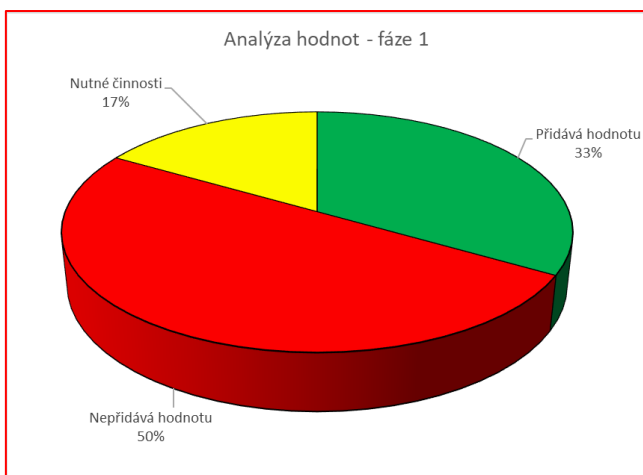
Tabulka 2: Ganttův diagram F1



Jak můžeme vidět v koláčovém grafu na obrázku 28, 50 % činností v této fázi procesu balení nepřidává hodnotu, což samo o sobě s pohledem z praxe je nadprůměrná hodnota, co je však horší, drtivá většina těchto činností je spojena s chozením a transportem materiálu, pro přehlednost byla celá fáze znázorněna ve špagetovém diagramu na obrázku 29. Proces začíná u stolu balení číslem 1.

Dále byla provedena ergonomická evaluace činnosti, kterou můžeme vidět v tabulce 3, s výsledným skóre RPS = 12,8, se značným zatížením v loketní oblasti, z důvodu vyskladňování balícího materiálu a tlačení těžkých vozíků s hotovou výrobou.

Tabulka 3: Ergonomické zhodnocení F1



Risk Priority Score (RPS)		12.8			
Whole-Body Assessment					
Hands/Wrists		Elbows		Shoulders	
Left	Right	Left	Right	Left	Right
0	0	3	3	0	0
Neck		Back		Legs	
1		2		0	
Physical Stressors: (5)					
Time on Task per Week: 4-19 hours					
Manual Material Handling					
Lift/Lower		0.7		Push	
Pull				Carry	
Ergonomics Hit List®					

Obrázek 28: Graf analýzy hodnot F1



Obrázek 29: Špagetový diagram F1

Z daných výsledků a fyzickým pozorováním procesu byla vytipována kritická místa.

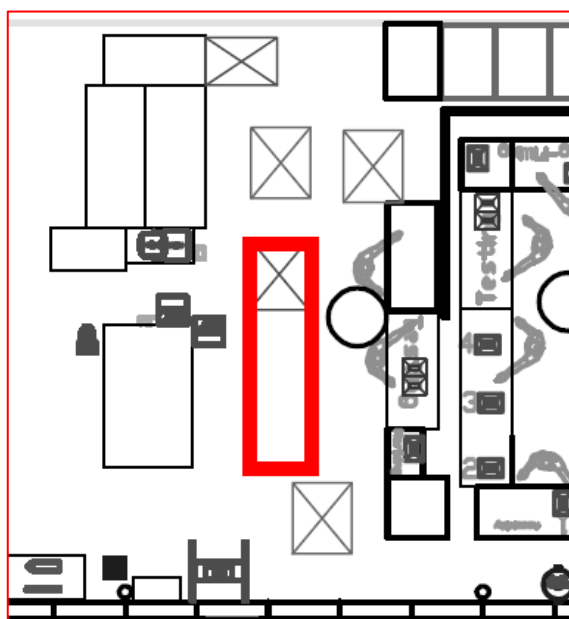
2.2.1 Určení kritických míst procesu F1

- **Předávací zóna.** První místo zájmu je předávací zóna hotové výroby a zároveň zabalené výroby, která je hned před montážními linkami. Toto umístění je výhodné pro montáž v tom, že to do předávací zóny to je velmi blízko a v podstatě dojde jen k posunu vozíku s hotovou výrobou na danou pozici. Tato předávací zóna ale neslouží pouze pro hotovou výrobu, která jde na balení, ale také pro už zabalenou výrobu a vstup materiálu do montáže. Společně s nahodilým systémem odvážení hotové výroby dochází k tvorbě úzkého místa a v praxi se stává, že pokud operátoři logistiky nejsou dostatečně obezřetní, hromadí se kolem této zóny vozíky s díly, hotovou nebo zabalenou výrobou.
- **Tisk etiket.** Chůze na centrální tisk etiket je dalším plýtváním v procesu, je to téměř polovina celé nachozené vzdálenosti při přípravě balení, bez etiket nelze zakázku dokončit. Kromě chůze je samotný tisk nejdelší operací. Je to rozhodně kritické místo, které by mělo být bráno v úvahu.
- **Vyskladňování balícího materiálu.** Hned několik druhů plýtvání najednou se projeví při shánění balícího materiálu, jedná se o zbytečný transport a hledání.
- **Uspořádání balícího materiálu na pracovišti.** Zde jako kritický proces připadá příprava balícího materiálu. Nikde není pevně dáno, jak materiál na stole uspořádat, nejsou použity žádné speciální pomůcky, tak se může uspořádání z hlediska ergonomie povést, ale také může být ergonomicky nevhodné a při balení zdržovat. Pokud se jedná o větší zakázku, operátor si nebere pouze potřebné množství krabic ale celou paletu. Potom dochází k tomu, že několikrát během balení chodí doplňovat krabice z palety, kterou si přivezl ze skladu, po dokončení procesu paletu odváží. Vyskladněný balící materiál na pracovišti, zobrazen na obrázku 30, umístění v layoutu na obrázku 31.
- **Ergonomická rizika.** Po pohledu na ergonomické vyhodnocení procesu vidíme, že nejvíc jsou zatěžovány lokty při vyndávání balícího materiálu z regálu a tahání příbalů skladovaných ve velkých bednách v polici pod stolem, tyto bedny pojmu stovky kusů a jejich váha se může vyšplhat až ke dvaceti kilogramům a v podstatě

nelze tuto bednu manipulovat ergonomicky přípustně, vždy se jedná o nedoporučované polohy, tedy polohy v prostoru od kolen k zemi.



Obrázek 30: Vyskladněný balicí materiál



Obrázek 31: Umístění bal. mat. v layoutu

Tabulka 4: Shrnutí měřitelných charakteristik F1

Veličina	Hodnota	Jednotky
Přidává hodnotu	4	ks
Nutná činnost	2	ks
Nepřidává hodnotu	6	ks
Transport	131	metrů
Čas	1224	sekund
Ergonomie	12,8	RPS

2.3 Fáze 2 - Balení produktu

Samotné balení produktu je naprosto klíčovou operací. Časovou studii můžeme vidět v tabulce 5, Ganttův diagram je zobrazen v tabulce 6.

Balení se z naprosté většiny provádí tzv. dávkovým způsobem, to znamená, že si operátor připraví několik krabic najednou a poté do nich třmeny pouze vkládá. Po uzavření všech krabic je přendává na paletu.

Proces se opakuje, dokud není zabalena celá zakázka.

Cílem této fáze:

- Zabalit brzdový třmen se všemi jeho náležitostmi do krabice.

Tabulka 5: Časový snímek činnosti F2

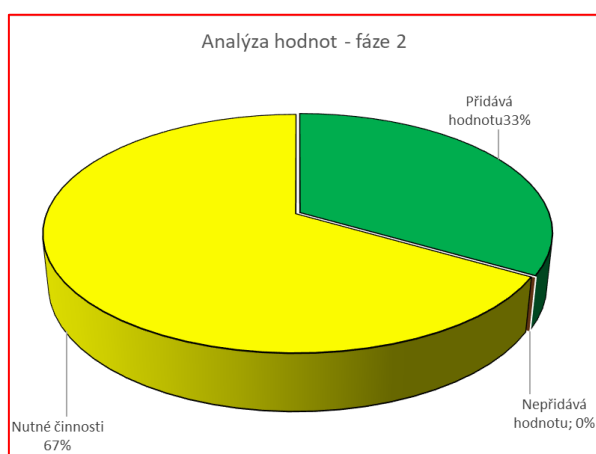
Proces:	Balení	přidává hodnotu	nepřidává hodnotu	nutné	vzdálenost [m]	doba trvání [s]
Pracovník:	Operátor					
č.	činnost					
1	Označit krabici razítkem operátora			1	0	3
2	Nalepit etiketu na krabici			1	0	6
3	Složít krabici			1	0	6
4	Vložit příbal (dle SOS)	1			0	3
5	Vložit návod (dle SOS)	1			0	3
6	Vzít třmen, provést vizuální kontrolu			1	1	5
7	Vložit třmen do krabice	1			0	3
8	Zavřít krabici			1	0	3
9	Odložit krabici do palety			1	1	3
CELKEM		3	0	6	2	35

Tabulka 6: Ganttův diagram F2

č.	Operace	Operátor	Trvání [s]	1	5	10	15	20	25	30	35
1	Označit krabici razítkem operátora	1	3	■							
2	Nalepit etiketu na krabici	1	6		■	■					
3	Složít krabici	1	6			■	■				
4	Vložit příbal (dle SOS)	1	3				■	■			
5	Vložit návod (dle SOS)	1	3					■	■		
6	Vzít třmen, provést vizuální kontrolu	1	5						■	■	
7	Vložit třmen do krabice	1	3							■	■
8	Zavřít krabici	1	3								■
9	Odložit krabici do palety	1	3								■

U balení je vidět, že naopak většina operací je nutná k dokončení procesu, viz graf na obrázku 32. Je to z toho důvodu, že je požaduje zákazník nebo v případě značení razítek operátorů, je to nařízeno předpisem (kvůli zpětné dohledatelnosti). Transport u této činnosti nehraje takovou roli, jde tu hlavně o čas a ergonomii. Ergonomické zhodnocení vidíme v tabulce 7. Můžeme si všimnout zvýšeného zatížení v části ramen, loktů a břicha. Je to kvůli zvýšené zátěži, při manipulaci s jednotlivými třmeny a otáčením do palet s hotovou a zabalenou výrobou. Rozmístění materiálu na pracovišti můžeme vidět na obrázku 33.

Tabulka 7: Ergonomické zhodnocení F2



Obrázek 32: Graf analýzy hodnot F2

Risk Priority Score (RPS)	
20.0	

Whole-Body Assessment										
Hands/Wrists		Elbows		Shoulders		Neck		Back		Legs
Left	Right	Left	Right	Left	Right	Neck	Back			Legs
1	1	2	2	2	2	2	2			0

Physical Stressors:
Time on Task per Week: **20-40 hours**

Manual Material Handling		
Lift/Lower	10.0	Push
Pull		Carry

Ergonomics Hit List®

3 / 10 Concerns



Obrázek 33: Rozmístění prostředků na balení

Měřitelné charakteristiky jsou shrnuty v tabulce 8.

Tabulka 8: Shrnutí měřitelných charakteristik F2

Veličina	Hodnota	Jednotky
Přidává hodnotu	3	ks
Nutná činnost	6	ks
Nepřidává hodnotu	0	ks
Transport	2	metrů
Čas	35	sekund
Ergonomie	20	RPS

2.3.1 Určení kritických míst procesu F2

- **Dávkový způsob balení.** Největší činitel chyb v balení a důvod většiny reklamací je dávkový způsob balení, kdy operátor zapomene v nepřehledném množství krabic do jedné nebo více krabic například přibalit návod nebo přibal. Zároveň se zvedá množství rozpracované výroby.

- Operátor ve spojení s dávkovým způsobem výroby chodí během každé dávky kolem stolu s tím, jak plní jednotlivé krabice. Pokud složí krabice, tak si je může posouvat o sebe, nicméně při vkládání už musí chodit podél hrany stolu a vše ručně vkládat. Pokud si vezmeme zakázku například o $i=300$ ks, jedna dávka $q=15$ kusů:

$$x = \frac{i}{q} = \frac{300}{15} = 20 \quad (1)$$

dávkovým způsobem se tato zakázka dá zpracovat na 20krát. Délku stolu $l=240$ cm a délka kroku ženy o výšce $h=160$ cm je obecně dána $d_k=67$ cm. [13]

$$k = \frac{l}{d_k} = \frac{240}{67} = 3,58 \text{ kroků} \cong 3 \text{ kroky} \quad (2)$$

Aby operátor obsloužil celý stůl musí dle výpočtu udělat pokaždé 3,58 kroků. Pro náš případ budeme používat kroky 3, protože předpokládáme, že se operátor místo posledního kroku natáhne.

Operátor tedy musí 20krát jít 3 kroky nejprve s návody a pak přibaly.

$$k_1 = x \cdot k \cdot 2 = 20 \cdot 3 \cdot 2 = 120 \text{ kroků} \quad (3)$$

Třmeny vkládá po dvojici, takže 120krát 2 kroky (jeden pro třmeny a jeden zpět) a poté 300krát jeden krok do palety s hotovou výrobou a zpět.

$$k_c = k_1 \cdot 2 + i \cdot 2 = 120 \cdot 2 + 300 \cdot 2 = 840 \text{ kroků} \quad (4)$$

Délka kroku ženy o výšce 160 cm je odhadována na $a=0,67$ m. [13]

$$k_m = k_c \cdot a = 840 \cdot 0,67 = 562,8 \text{ m} \quad (5)$$

Dle výpočtu 5, operátor překoná 562 metrů vzdálenosti, při jedné 300 kusové zakázce.

- **Lepení etiket na krabici.** V rámci procesu balení tato činnost působí z procesního hlediska zbytečně. Doporučuji prověřit alternativní způsoby.
- **Rozmístění balicího materiálu na pracovišti.** Balicí materiál je v podstatě všude okolo pracoviště, na samotném stole můžeme najít složené a nesložené krabice, v KLT boxech zásobu návodů, etiket a příbalového materiálu.
 - Nic nemá svou pevnou polohu. Například, pokud operátorovi dojdou návody, které drží v jedné ruce a druhou je hází do složených krabic, musí sáhnout přes okraje beden do KLT boxu, který se nachází na konstrukci v zadní části stolu. Tak jako to můžeme vidět na obrázku 34. Z pohledu ergonomie je toto nevhodné, protože jde o sáhnutí s předkloněním. Je nutno podotknout, že většina operátorů jsou starší ženy kolem důchodového věku a 150-160 cm výšky. [10]



Obrázek 34: Rozpracovaná výroba a balicí materiál na stole balení

- **Občasné nebo žádné používání nůžkového paletového vozíku.** Tento problém se objevuje z důvodu lenosti operátorů, zvedat nůžkový paletový vozík. Jako nejčastější důvod uvádějí, že je to pomalé. Nicméně to představuje značné ergonomické a bezpečnostní riziko. Nevyužitý nůžkový paletový vozík je vidět na obrázku 35.



Obrázek 35: Příklady špatného použití nůžkového paletového vozíku 1

Další příklad je zobrazen na obrázku 36, zde se jedná o ukládání zabaleného třmenu do krabice. V tomto případě není sice použita paleta s bočnicemi, protože se jedná o zakázku, kde je balení specifikováno do papírové krabice, nicméně při lehkém přizvednutí krabice na paletovém vozíku, bychom mohli minimalizovat ohyb přes roh. Případ, kdy operátor přepadl do palety s bočnicemi, kvůli ohýbání, se v závodě už v minulosti vyskytnul.



Obrázek 36: Příklad špatného použití nůžkového paletového vozíku 2

2.4 Fáze 3 - Dokončení zakázky a odvoz hotové výroby

Tento proces se dělá pouze jednou za zakázku a po něm opět následuje další příprava balení. V tabulce 10, můžeme vidět časový snímek činnosti a v tabulce 9, Ganttův diagram.

Cíl této fáze:

- Odložit kompletně zabalenou zakázku

Tabulka 10: Časový snímek činnosti F3

Proces:	Dokončení balení a odvoz hotové výroby	přidává hodnotu	nepřidává hodnotu	nutné	vzdálenost [m]	doba trvání [s]
Pracovník:	Operátor					
č.	činnost					
1	Jít k PC a vrátit se zpět		1		10	10
2	Ukončit zakázku			1	0	240
3	Vrátit se zpět		1		10	10
4	Odvézt paletu na předávací místo		1		23	60
5	Odložit hotovu paletu	1			0	0
6	Vrátit se na balení		1		17	50
CELKEM:		1	4	1	60	370

Tabulka 9: Ganttův diagram F3

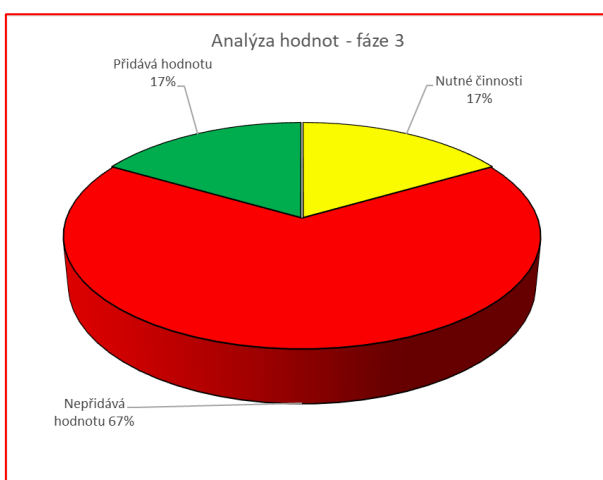
č.	Operace	Operátor	Trvání [s]	10	50	100	150	200	250	300	350
1	Jít k PC a vrátit se zpět	1	10								
2	Ukončit zakázku	1	240								
3	Vrátit se zpět	1	10								
4	Odvézt paletu na předávací místo	1	40								
5	Odložit hotovu paletu	1	0								
6	Vrátit se na balení	1	20								

Zde se na rozdíl od druhé fáze jedná spíše o transport, který ale nefiguruje jen ze strany operátorů balení ale hlavně ze strany logistiky, která má za úkol odvézt zabalenou výrobu do finální předávací zóny hotového materiálu a dále do spodního patra výroby, které je vyhrazeno jako sklad hotové výroby.

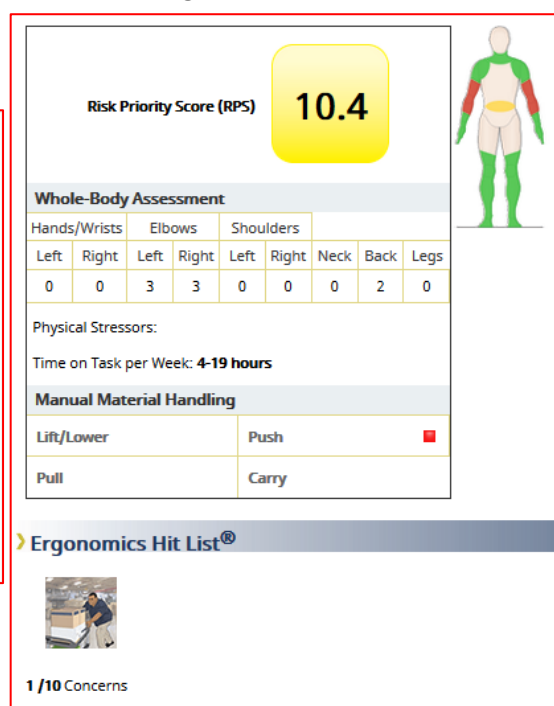
Při pohledu na koláčový graf s analýzou hodnot na obrázku 37, je vidět nepoměr, mezi činnostmi přidávajícími a nepřidávajícími hodnotu.

Pohledem na ergonomické hodnocení v tabulce 11, si můžeme všimnout, že tento proces je, co se týče skóre, ze všech tří fází ergonomicky nejlépe hodnocen. Je ale také vidět, stále velké zatížení rukou v loktech, které vzniká při tlačení paletového vozíku s těžkou hotovou výrobou, tento vozík může vážit až 400 kilogramů.

Tabulka 11: Egonomické hodnocení F3



Obrázek 37: Graf analýzy hodnot F3



Toto je poslední činnost celého procesu ale materiál zde putuje největší vzdálenost. Zde se bude třeba zaměřit hlavně na zjednodušení ukončování zakázek a manipulaci s materiálem.

Tabulka 12 obsahuje shrnutí hodnot.

Tabulka 12: Shrnutí měřitelných charakteristik F3

Veličina	Hodnota	Jednotky
Přidává hodnotu	1	ks
Nutná činnost	1	ks
Nepřidává hodnotu	4	ks
Transport	60	metrů
Čas	370	sekund
Ergonomie	10,4	RPS

2.4.1 Určení kritických míst procesu F3

- **Ukončení zakázky v PC.** Je nutná činnost ale v procesu zabírá hodně času a také jednu třetinu ušlé vzdálenosti. Je tedy zařazena do seznamu kritických míst.
- **Předávací místo zabalené výroby.** Předávací zóna využívaná pro vstup a výstup materiálu z montáže brzdových třmenů, je zahlcena materiálem, nejen kvůli absenci systému upozornění logistiky na přítomnost materiálu k odvozu ale také kvůli absenci rozdělení jednotlivých paletových míst. Palety jsou tam tím pádem „namíchané“, to vše přidává k nepřehlednosti.
- **Finální předávací zóna do skladu hotové výroby.** Je vzdálena 137 metrů od pracoviště balení, odvoz zařizuje pracovník logistiky. Pokud je k dispozici, tak odváží materiál pomocí VZV. V případě přeplněné první předávací zóny a absenci VZV, odváží materiál pomocí paletového vozíku. Cesta do finální předávací zóny je vyznačena v layoutu na obrázku 38.



Obrázek 38: Cesta do předávací zóny

2.5 Další kritická místa procesu balení

Jako další body zájmu jsou definována místa nebo činnosti v procesu, která se neobjevila v analýze jednotlivých fází a rozhodně by neměla být opomenuta.

- **Role buňkaře.** Není dle mého osobního pohledu aktuálně přesně specifikována. Buňkař dělá téměř každou činnost zastoupenou na balení. Od uvolňování zakázek, tisk etiket, navážení balícího materiálu až po samotné balení.

- **Malé zakázky.** Bývají na výstupu z linky montáže namíchány v jedné paletě s jinou nebo více jinými zakázkami. Může dojít k zamíchání zakázkových listů nebo v případě špatné organizace materiálu k promíchání komponent. Roste riziko reklamací na obsah balení.
- **Neurčité předávání informací.** Jako neurčité předávání informací by se dalo označit například průběh odvozu zabalené výroby. Při špatné domluvě operátora logistiky a balení zde hrozí riziko hromadění palet s hotovou výrobou.
- **Transportní a zvedací prostředky.** Transportní prostředky jako paletové vozíky nebo VZV zde nejsou organizovány, operátoři tedy používají to, co je zrovna volné. Může se přihodit, že nůžkový paletový vozík vozí balící materiál, i když by ho operátor zrovna využil na zvednutí palety do optimální ergonomické polohy. Nejsou zde jinak použity žádné jiné transportní a zvedací prostředky. Elektrifikované paletové vozíky balení k dispozici také nemá.
- **Nesledování produkčních dat.** V celém procesu balení nejsou shromažďována téměř žádné data o produkci. Produkční čísla jsou ručně psána do speciálního formuláře, vyplňování však není kontrolováno a za některé dny nebo směny údaje zcela chybí. Balení se bere jako doplňková činnost, není tedy sledováno OEE nebo PPH. Balení funguje tak, že „Vždy zabalí, kolik je třeba.“. Data jsou sice určitým způsobem dostupná, v moderním podniku by však měla být výkonnost pevně dána, tak aby se s ní mohlo plánovat. Nejen pro případy náhlého nárůstu produkce ale například pro odhad schopnosti splnění poptávky. Toto platí i pro ostatní balené produkty.
- **Výhradní používání papírové dokumentace.** Téměř v celé výrobě jsou počítače využívány jen pro komunikaci s MRPII softwarem. Pravděpodobně žádný počítač se aktuálně nepoužívá například pro zobrazování SOS nebo SWI a identifikačních listů výrobků, vše se realizuje papírově na linkách. Nejen, že je tento způsob v případě nedodržování pořádku chaotický ale také značně zatěžuje životní prostředí.

2.6 Shrnutí analytické části

V této kapitole budou všechny nalezené skutečnosti vyčteny a přesně adresovány dle fází. Seznam kritických míst bude dále sloužit jako určitý checklist, podle kterého bude v kapitole optimalizace veden postup. Shrnuty budou i měřené hodnoty.

Objevené příležitosti optimalizace:

- Fáze 1 – Příprava balení
 - Špatná organizace prostoru a činností při vstupu materiálu do balení.
 - Nevhodná poloha pracoviště tisku etiket, zdlouhavý proces tisku.
 - Volně daná poloha balících materiálů ve skladu.
 - Nutnost vyskladňování balícího materiálu.
 - Nevhodné umístění balících materiálů na pracovišti.
 - Nedostatečná ergonomie manipulace s materiály, při přípravě balení.
- Fáze 2 – Balení produktu
 - Dávkový způsob balení a pohyb s tím spojený.
 - Proces lepení etiket.
 - Nevhodný pracovní stůl.
 - Nízká kázeň při používání zvedacích pomůcek.
- Fáze 3 – Dokončení zakázky a odvoz hotové výroby
 - Nevhodně nastavený proces ukončování zakázky v PC.
 - Špatná organizace prostoru a činností při výstupu materiálu z balení.
 - Nevhodná poloha finální předávací zóny.
- Další nálezy
 - Nedostatečně definovaná role buňkaře.
 - Způsob předávání malých zakázek.
 - Nedostatek komunikace mezi logistikou a balením.
 - Absence dostatečného množství vhodných transportních a zvedacích prostředků.
 - Pasivní přístup ke sběru produkčních dat a možnost digitalizace.

Výše vypsané nálezy byly důvodně přejmenovány na příležitosti k optimalizaci, protože je možné, že z určitých procesních důvodů neshoda nepůjde úplně odstranit, nemůžeme se tedy bavit o neshodách ale o skutečnostech.

Shrnutí měřených hodnot:

Tabulka 13: Shrnutí měřených hodnot

Veličina	Fáze 1	Fáze 2	Fáze 3	Jednotky
Přidává hodnotu	4	3	1	ks
Nutná činnost	2	6	1	ks
Nepřidává hodnotu	6	0	4	ks
Transport	131	2	60	m
Čas	20,4	35	370	s
Ergonomie	12,8	20	10,4	RPS

3. Optimalizace procesu

V této kapitole budou navržena opatření k jednotlivým příležitostem optimalizace. Bude plně využito rozdělení procesů na fáze, tím způsobem, že bude nové pracoviště navrhováno od úplného počátku a u toho bude vyvíjena snaha odstranit nalezené neshody.

Mohou se objevit případy, kdy bude mít několik neshod jedno společné řešení, v tu chvíli bude důležité dané neshody s řešením spojit.

3.1 Návrh řešení nalezených příležitostí k optimalizaci – Fáze 1

Přehled:

- Fáze 1 – Příprava balení
 - Špatná organizace prostoru a činností při vstupu materiálu do balení.
 - Nevhodná poloha pracoviště tisku etiket, zdlouhavý proces tisku.
 - Neurčená poloha balících materiálů ve skladu.
 - Nutnost vyskladňování balícího materiálu.
 - Nevhodné umístění balících materiálů na pracovišti.
 - Nedostatečná ergonomie manipulace s materiály, při přípravě balení.

3.1.1 Špatná organizace prostoru a činností při vstupu materiálu do balení

Hlavní potíž byla v nedostatečné rozloze předávací zóny a špatné organizace, zároveň je s tímto problémem spojen další nález, míchání malých zakázek s velkými.

První věc, která může být na novém místě provedena je striktní **oddělení těchto dvou zón**. Vzhledem k prostorovému fondu na novém místě může být přesně určena zóna pro vstup do výroby a zóna pro vstup na balení.

Pro plánovanou propustnost pracoviště 1350 ks/směnu můžeme z předchozích zkušeností předpokládat, že se bude jednat zhruba o 14 palet materiálu, takže v průběhu dne, zhruba dvě za hodinu a ráno při společném spuštění všech čtyř linek, až čtyři palety.

Zde je několik možností:

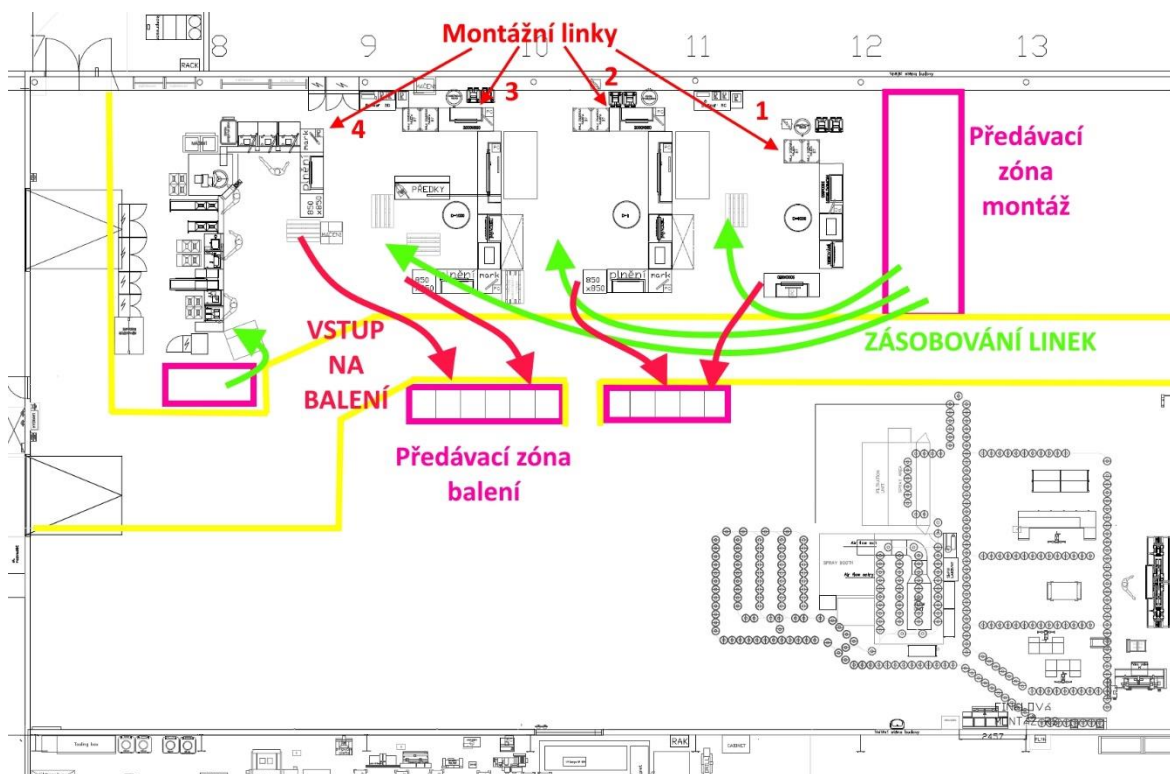
1. Navrhnout předávací zónu tak, aby mělo dostatečnou rezervu na ranní vlnu materiálu
2. Přizpůsobit plánování výroby tak, aby nepřišly první zakázky najednou
3. Poslední směnu dne ukončit i s rozdělanou zakázkou tak, aby se dokončila na začátku ranní směny

Poslední, třetí způsob není vhodný, znamenalo by to při konci směny vše položit na místo, z pracoviště odejít a ráno se vrátit k rozdělané práci. Tento způsob proto nebude realizován.

Druhý způsob je proveditelný ve chvíli, kdy existuje dostatečná variabilita zakázek, časový prostor a kapacita plánovačů vyvíjet tuto činnost navíc.

V našem případě disponujeme dostatkem prostoru, tak zvolíme první variantu a navrhne pracoviště s dostatečnou rezervou, vzhledem k tomu, že se jedná o centrální balení může být toto místo používáno i pro jiné produkty.

Návrh umístění zón společně s materiálovým tokem je zobrazen v layoutu na obrázku 39.



Obrázek 39: Layout nové předávací zóny

3.1.2 Nevhodná poloha pracoviště tisku etiket, zdlouhavý proces tisku

Tisk etiket je opravdu úzké místo, zdržuje celý proces balení a je spojen se zbytečnou chůzí tam a zpět.

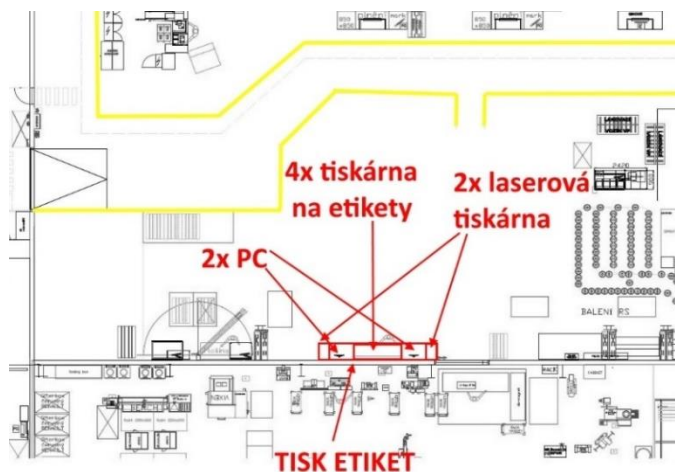
Vzhledem k celkovému stěhování je jednoznačné řešení přestěhovat i tisk etiket. Na novém pracovišti navrhuji zavést centrální tisk etiket pro všechny produkty. Počet tiskáren a počítačů musí být dimenzovat tak, aby v případě nutnosti tisku etiket pro dvě nebo více zakázek různých produktů najednou nedocházelo k prostojům.

Pro obsluhu budou nutné dva počítače, každý počítač musí mít klasickou tiskárnu kvůli tisku zakázkových listů a dále zde budou přítomné celkem 4 etiketové tiskárny, bude možné tisknout 4 balící zakázky najednou.

V průřezu všech typů balených produktů se tiskne až 20 různých druhů etiket, které se musí dle potřeby měnit. Pracoviště by tedy mělo mít k těmto etiketám rychlý přístup. Tento problém můžeme řešit podobně jako uložení náradí na montážích linkách, použitím speciální perforované desky viz obrázek 40, s připevňujícími háčky, na které se pověsí všechny etikety. Poloha tisku etiket je znázorněna v layoutu na obrázku 41.



Obrázek 40: Perforpanel pro pověšení různých druhů etiket



Obrázek 41: Layout umístění tisku etiket

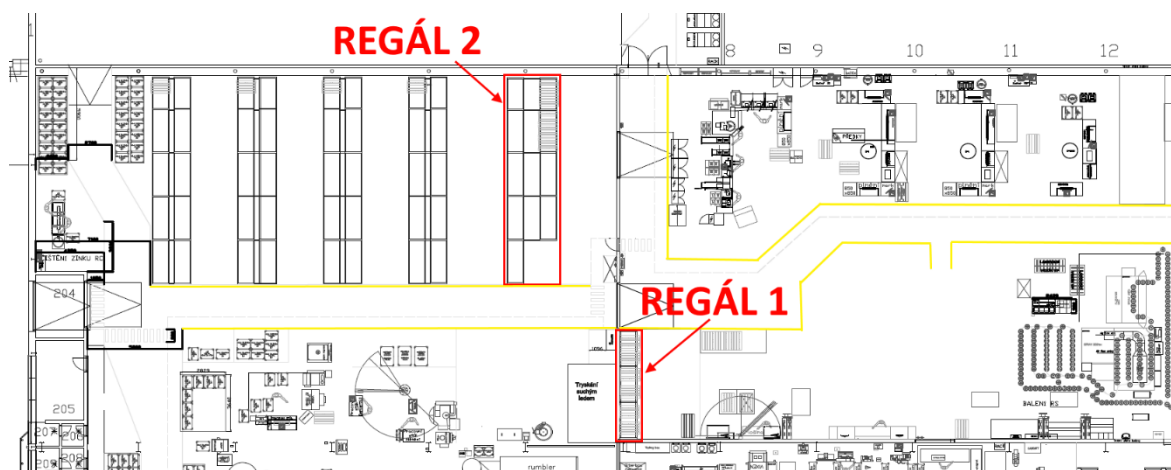
3.1.3 Nedefinované polohy balících materiálů ve skladu

Cesty operátorů balení do skladu společně s hledáním správných balících materiálů značně prodlužovaly první fázi procesu balení.

Pro balení nejen brzdových třmenů lze nalézt ve skladu až 34 různých palet s krabicemi a dalším balícím materiálem. Při reorganizaci výroby byl ve vedlejší hale vystaven sklad, ve kterém je k dispozici celá jedna řada regálů s kapacitou až 130 paletových míst, jeho umístění můžeme vidět na obrázku 42, pod označením „Regál 2“.

Ideální tedy bude, vzít si seznam balícího materiálu a každému paletovému místu přidělit daný typ obalového materiálu. Výhodné je zjistit obrátkovost jednotlivých obalů a těmi nejobrátkovějšími začít plnit regál od spodu. Tento regál je však od balení vzdálen 17 metrů chůze a při cestě musíte projít skrz vytahovací vrata.

Přímo na pracovišti balení máme možnost postavit regál u levé příčné zdi. Můžeme zde vytvořit kapacitu 18 paletových míst. To je pro tento případ nejvýhodnější poloha a nejobrátkovější balící materiál tak přesuneme přímo sem. Na layoutu v obrázku 42, je vyznačen jako „Regál 1“.



Obrázek 42: Umístění nových regálů na balící materiál

Umístění regálů se však pojí s problematikou používání vysokozdvíhových zařízení v provozu. Jednak je nutné mít tato zařízení k dispozici a zadruhé mít proškolený personál. Vzhledem k tomu, že na balení produktů dochází k určité fluktuaci, bylo by velmi náročné udržovat 100 % zaměstnanců proškolených pro práci s VZV.

Navrhuji proto, realizovat procesní změnu a vyčlenit jednoho člověka z každé směny a jeho zástupce pro roli „přípraváře-manipulanta“. Přípravář bude mít za úkol připravovat a vyskladňovat daný balicí materiál pro jednotlivé linky balení. Bude mít k dispozici ručně vedený elektrický vysokozdvizný vozík a bude pro jeho obsluhu proškolen.

Celý proces navrhuji tak, že po odsunu hotové výroby do předávací zóny balení, shromáždí buňkař jednotlivé zakázkové listy, jejichž obsah ohlásí přípraváři nebo využije zásobníku na zakázky, který se přidělá na zeď k tisku etiket. Přípravář si podle sledu jednotlivých zakázek bude připravovat daný balicí materiál, který bude dodávat na určené balicí stanoviště.

Zavedení této pozice bude výhodné z několika důvodů:

- Přehled o umístění jednotlivých balicích materiálů.
- Odstranění plýtvání pohybem, kdy operátor balení chodil po skladu a hledal krabice.
- Elektrický ruční VZV zmenší fyzickou námahu při vedení palet ze skladu a zpět, dosud ho měli jen pracovníci logistiky, kteří se zaměřovali hlavně na výrobní buňky.
- Zrychlení procesu přeseřazení mezi zakázkami.

3.1.4 Nutnost vyskladňování balicího materiálu

Viz předchozí návrh řešení. Již nebude nutné, aby operátor chodil vyskladňovat materiál do skladu. Materiál k balení mu zajistí přípravář.

3.1.5 Nevhodné umístění balicích materiálů na pracovišti

Nevhodný layout pracoviště byl myšlen v souvislosti s rozmístěním a organizací balicího materiálu.

Zde se mi jako řešení jeví použití pojízdných vozíků na balicí materiál.

Ve fázi, kdy bude přípravář připravovat materiál na danou zakázku, nebude vozit celou paletu, kterou položí k balicímu stolu. Jednotlivé zakázky připraví na vozíky, určené pro balicí materiál. Ty pak zaveze k danému balicímu stolu. Ve chvíli, kdy přiveze vozík plný,

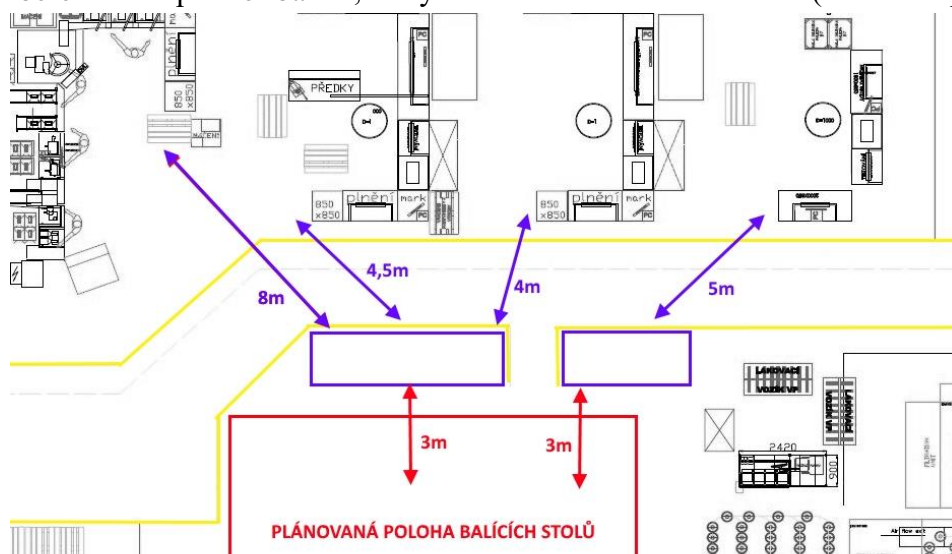
si zároveň odveze vozík prázdny, na ktorý môže pripravovať ďalšiu zakázku. Ideálny typ bude bezmotorový, bezzdvihový, špeciálny, štyrkolový vozík [14]. Možný model vozíku je vyobrazen na obrázku 43.



Obrázek 43: Vozík na kartonové krabice [15]

3.1.6 Nedostatečná ergonomie manipulácie s materiálmi, pri prípravě balení

První problém spočíval v tlačení ťažkých vozíků, vážících až 400 kg, na delší vzdálenost (mezi předávací zónou a balením). U nového layoutu, se tato vzdálenost jednak snižuje a za druhé, se dělí mezi dva operátory. Plánovaný stav je zobrazen na obrázku 44. První je operátor montáže třmenů, který odtlačí vozík přes uličku, do předávací zóny (fialová šipka), odkud si bere vozík operátor balení, který s ním zamíří ke svému stolu (červená šipka).



Obrázek 44: Vzdálenosti prevozu hotové výroby

Jedno z dalších řešení, může být výměna použitých koleček u vozíků s materiálem, za kolečka většího průměru (200 mm) z polyamidu, která se při velkém zatížení nedeformují a tím pádem, kladou menší odpor. Dle přiloženého layoutu se však vzdálenost zkrátí z chůze 14 metrů na místo a 14 metrů zpět, na pouhé 3 metry na místo a 3 metry zpět. Námaha se tak bude minimalizovat.

3.2 Návrh řešení nalezených příležitostí k optimalizaci – Fáze 2

Přehled:

- Fáze 2 – Balení produktů
 - Dávkový způsob balení a pohyb s tím spojený.
 - Proces lepení etiket.
 - Nevhodný pracovní stůl.
 - Nízká kázeň při používání zvedacích pomůcek.

3.2.1 Dávkový způsob balení a pohyb s tím spojený

Toto je podle mého názoru největší překážka celého procesu. Zda navrhuji balení rozdělit mezi dva operátory, viz Ganttův diagram navrhované změny v tabulce 14. Operátor 1 bude provádět kroky 1-4, operátor 2, kroky 5-9. Bude dodržován tok jednoho kusu a WIP by měl být maximálně 2 krabice na středu stolu.

Tabulka 14: Ganttův diagram F2 - balení dvou operátorů najednou

č.	Operace	Operátor	Trvání [s]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36			
1	Označit krabici razítkem operátora	1	3	1	2	3																																				
2	Nalepit etiketu na krabici	1	6				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
3	Složit krabici	1	6																																							
4	Vložit příbal (dle SOS)	1	3																																							
5	Vložit návod (dle SOS)	2	3																																							
6	Vzít třmen, provést vizuální kontrolu	2	5																																							
7	Vložit třmen do krabice	2	3																																							
8	Zavřít krabici	2	3																																							
9	Odložit krabici do palety	2	3																																							

V případě přechodu na tento styl balení, po naplnění systému, což bude trvat prvních 17 sekund, **dojde ke zmenšení průběžné doby balení z 35 na 18 sekund!**

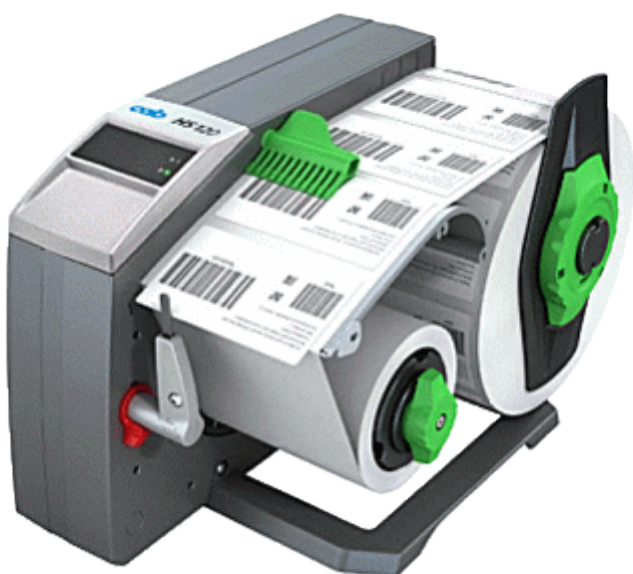
Zrychlení o 49 %!

Operátoři zároveň nebudou muset obsluhovat celý pracovní stůl, každý bude obsluhovat svoji polovinu, takže odpadne i nadbytečný pohyb. Obecně bych chtěl docílit toho, aby operátoři balení pouze balili a neprováděli žádnou další činnost, která není nutná nebo nepřidává hodnotu. V končeném výsledku zákazník platí pouze za to, že je třmen v krabici, ne za přípravu zakázky nebo odvoz hotové výroby. Na to jsou ve firmě speciálně určeni pracovníci, kteří mají být v této činnosti produktivní a nedělat nic jiného.

3.2.2 Proces lepení etiket

Proces lepení etiket by mohl být teoreticky nahrazen etiketami tištěnými přímo na krabici. Bohužel, používané krabice nejsou tištěny po tom, co jsou vyříznuty do konečného tvaru. Nejprve je natištěn pás kartonového papíru s danou grafikou, až poté jsou krabice vyřezány do finální podoby. Z jednoho kartonu se vyrábí více druhů krabic. Tím pádem by dodavatel krabic nebyl schopný zaručit exaktní polohu etikety. Zároveň nelze na papírový karton rovnou natisknout stříbrnou etiketu, která informuje zákazníka o prodloužené tříleté záruce.

Možnost, jak lepení etiket alespoň trochu optimalizovat, je využití automatických podavačů etiket jako je zobrazeno na obrázku 46. Na pracovním stole proto vytvoříme místo pro 2 tyto stroje, na dvě různé etikety. V případě nedostačující kapacity, můžeme použít další, velmi jednoduchý způsob pověšení etiket, viz obrázek 46.



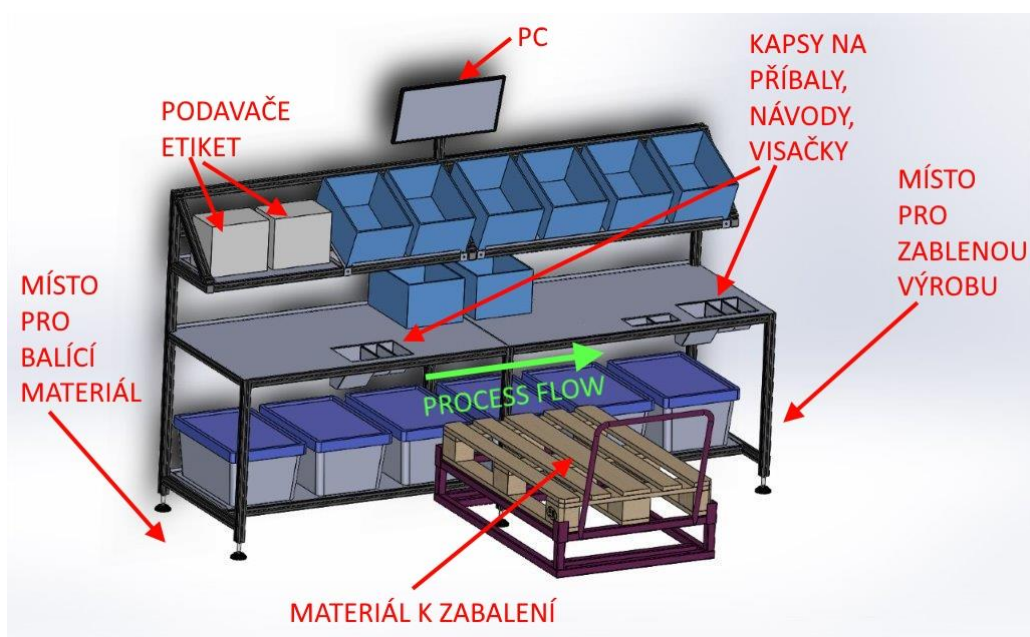
Obrázek 45: Automatický podavač etiket [16]



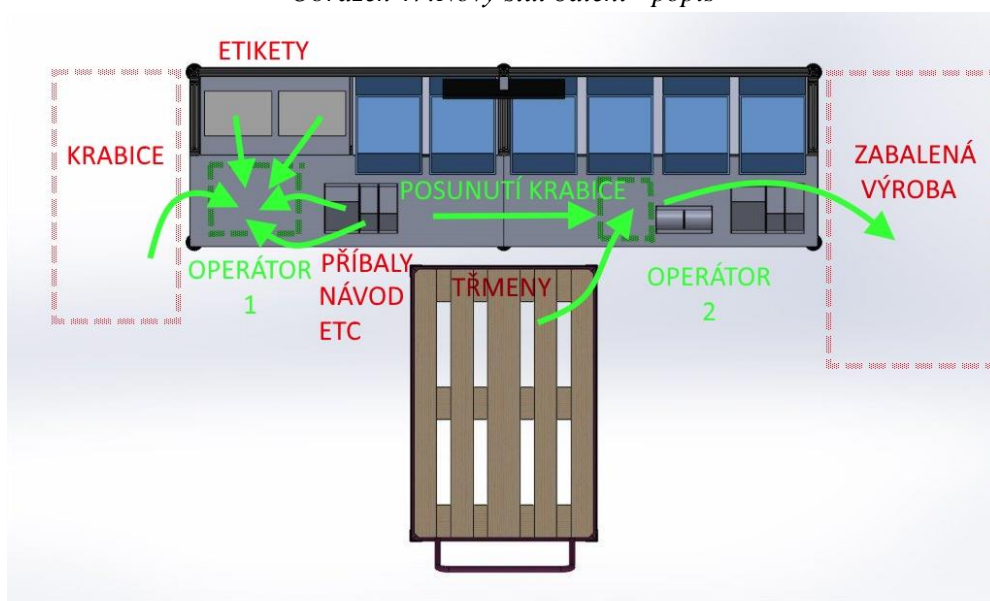
Obrázek 46: Alternativní způsob uchycení etiket

3.2.3 Nevhodný pracovní stůl.

S nově změněným procesem balení, nyní z jednoho člověka na dva a tok jednoho kusu, může být stůl ergonomicky přizpůsoben na jednotlivé vkládané komponenty. Zároveň můžeme přidat konstrukci pro monitor, na kterém mohou být zobrazeny dokumenty v elektronické podobě, odstraníme tak nutnost používat papír. Návrh pracovního stolu s popisem je na obrázcích 47 a 48.

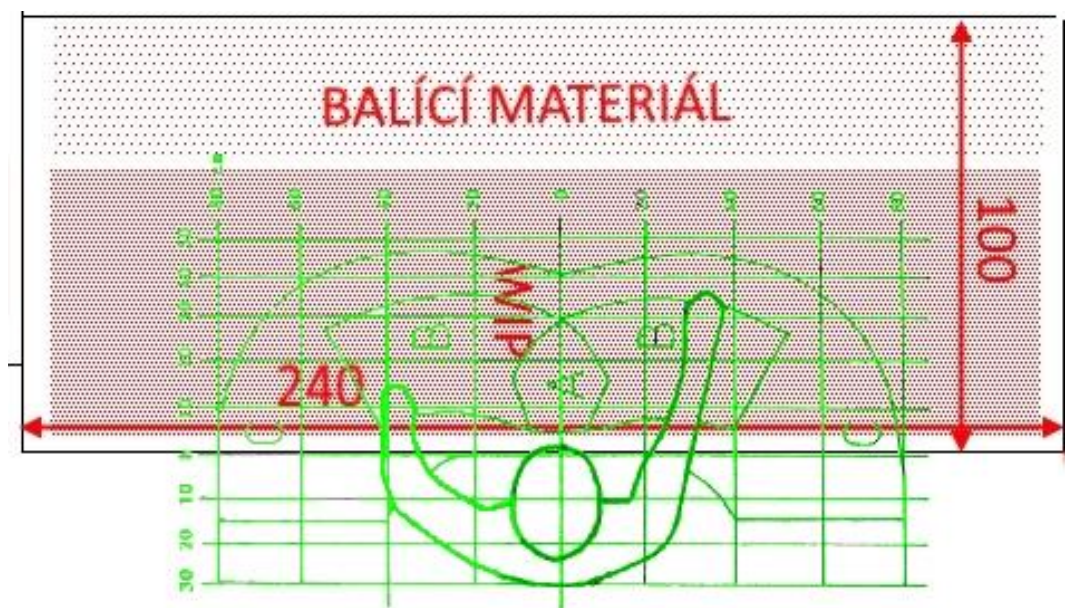


Obrázek 47: Nový stůl balení - popis



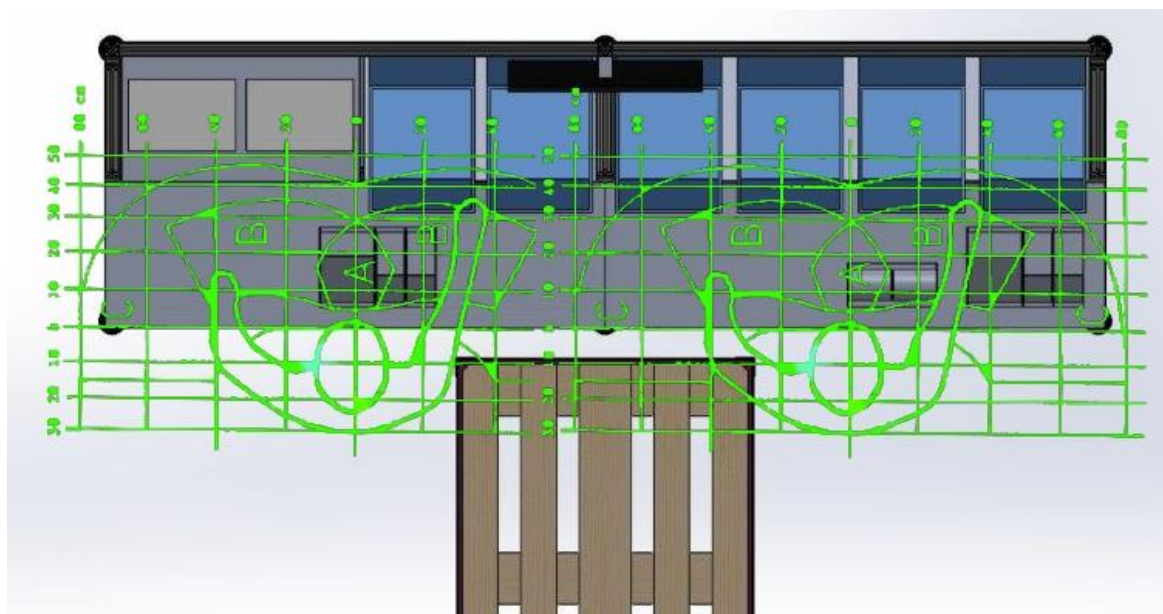
Obrázek 48: Nový stůl balení - zobrazení process flow

Ergonomická analýza pracovních prostorů nového pracovního stolu v porovnání se starým je zobrazena na obrázcích 49 a 50.



Obrázek 49: Vizualizace ergonomických pracovních zón - starý stůl

U starého stolu vidíme, že se operátor musí přesouvat, aby dosáhl do všech míst.

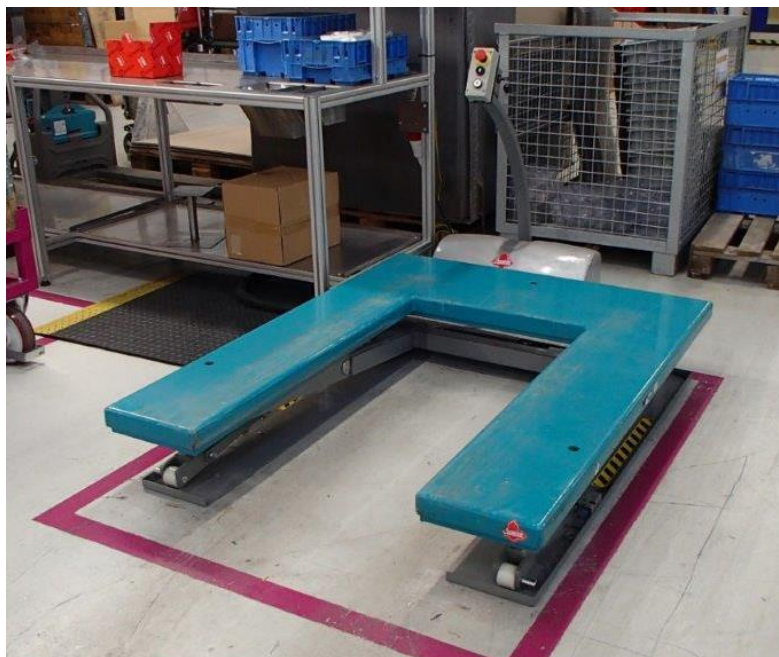


Obrázek 50: Vizualizace ergonomických pracovních zón - nový stůl

U nového stolu si můžeme všimnout, že hlavní pracovní zóny A, B, pokrývají většinu pracovního prostoru. U starého stolu tomu tak nebylo a většina zón A i B byla zaplněna složenými krabicemi a operátor musel u balení chodit a zároveň se natahovat pro balící materiál.

3.2.4 Nízká kázeň při používání zvedacích pomůcek.

V tomto případě je to spíše než otázka optimalizace výroby, otázka hlídání kázně na pracovišti. Problém by mohl být vyřešen instalací elektrických paletových zvedacích plošin viz obrázek 51. Plošiny namontujeme pouze na místo, kde jsou zabalené krabice vkládány do palety s hotovým zbožím, protože výroba určená k zabalení je přepravována na vozíčkách dle firemního standartu.



Obrázek 51: Zvedací plošina pro paletu se zabalenou výrobou

Operátory bude třeba pro použití tohoto zařízení doškolit a každý rok školení opakovat. Z praxe zde vidím nevýhodu velké šířky plošiny tohoto stylu, proto bych plošinu nejdříve nechal vyzkoušet a potom popřípadě implementoval.

Vhodnější by zde byla plošina typu E, viz foto, která je užší. Bohužel ale stojí dvojnásobnou cenu.



Obrázek 52: Zvedací plošina typu E [17]

3.3 Návrh řešení nalezených příležitostí k optimalizaci – Fáze 3

Přehled:

- Fáze 3 – Dokončení zakázky a odvoz hotové výroby
 - Nevhodně nastavený proces ukončování zakázky v PC.
 - Špatná organizace prostoru a činností při výstupu materiálu z balení.
 - Nevhodná poloha finální předávací zóny.

3.3.1 Nevhodně nastavený proces ukončování zakázky v PC

Proces ukončení zakázky je nutná činnost a pro správnou funkci systému MRPII, musí být prováděna.

Zde se nachází dvě možnosti, jak tuto činnost řešit:

- Dát na každý balicí stůl počítač s obrazovkou a nechat operátory ukončovat zakázky na místě.
- Nechat zakázky ukončovat výhradně buňkaře, operátoři balení pouze balí.

První navržené řešení je elegantní v tom, že operátor nemusí nikam chodit a vše dořeší pohodlně na místě, buňkař však v tu chvíli nemá přehled nad rozpracovanou a ukončenou výrobou. Neřeší to časovou náročnost procesu.

Druhé řešení je lepší v tom, že buňkař bude mít přehled o WIP a aktuálním dění na pracovišti. Operátor balení tak jen sdělí, že je zakázka dobalena a předá buňkaři zakázkový list. Poté může ihned přejít k další zakázce.

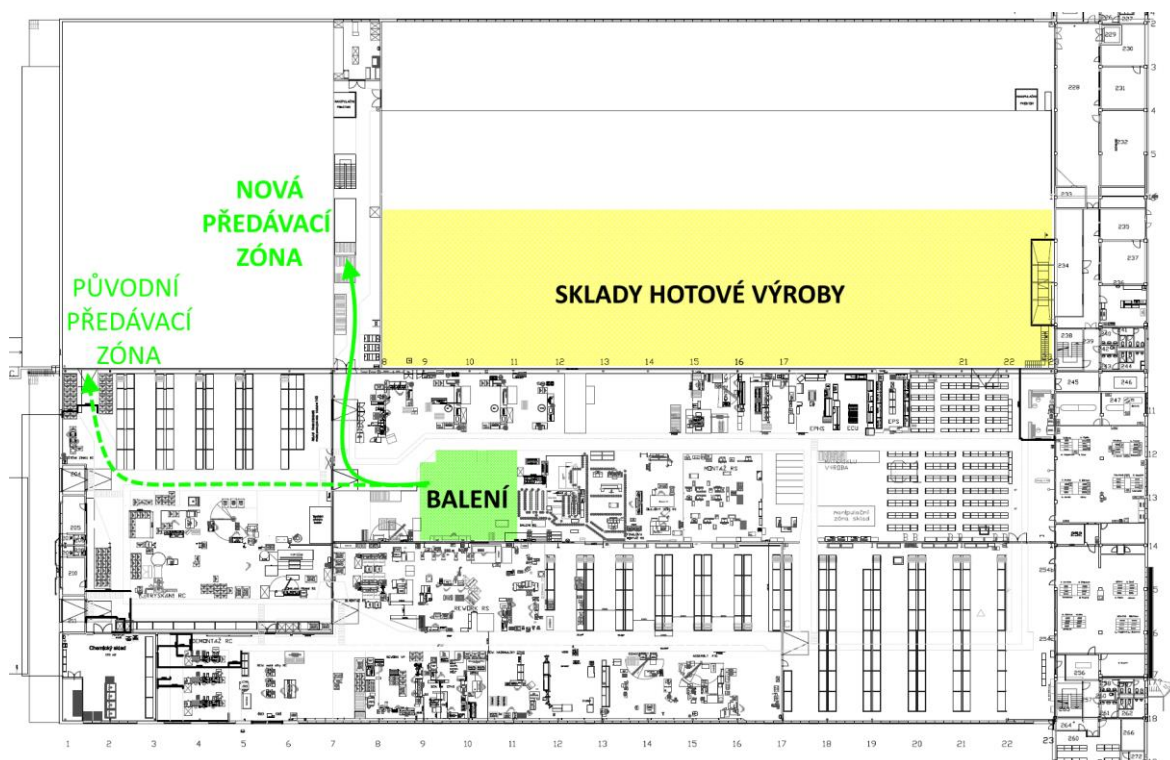
Pro implementaci tedy navrhuji druhé řešení a to, že zakázky bude ukončovat výhradně buňkař pracoviště, operátoři balení pouze předají informaci o dobalení zakázky a zakázkový list.

3.3.2 Špatná organizace prostoru a činností při výstupu materiálu z balení

Při výstupu zabaleného materiálu z výroby, se musela používat původní předávací zóna a docházelo tak k míchání materiálu a nepřehlednosti.

Na novém centrálním balení navrhuji vynechat odvoz hotové výroby do „mezistanice“, jakou byla předávací zóna na výstupu z montáže a rovnou používat finální předávací zónu.

Finální předávací zóna má však nevhodné umístění, v rohu na konci výrobních hal. Navrhuji proto přesunout finální předávací zónu pro zabalený materiál, do prostoru mezaninu, hned u balení brzdových třmenů viz obrázek číslo 53. Materiál by tam byl dovážen ihned po zabalení bez jakékoliv vícepráce. Vzdálenostní rozdíly jsou uvedeny v tabulce 15, zóna je blíže skladům hotové výroby, které jsou lokalizovány napravo od nové předávací zóny.



Obrázek 53: Umístění nové předávací zóny

Tabulka 15: Porovnání vzdáleností předávacích zón

Místo	Vzdálenost [m]
Původní layout	137
Nový layout, stará zóna	64
Nový layout, nová zóna	47
Úspora - nový layout, stará zóna	-73
Úspora - nový layout, nová zóna	-90

Opatření je realizovatelné s několika omezeními. První omezení se týká nosnosti mezaninového patra, které je 300 kg/m^2 , takže již více nebude možné zajíždět do zóny vysokozdvížným vozíkem ale pouze ručně vedenými prostředky. Z toho důvodu doporučuji pořídit elektrický ručně vedený paletový vozík, abychom minimalizovali námahu spojenou s odvážením zabalené výroby.

Špatná organizace v původním místě spočívala v žádném nebo velmi malém předávání informací logistice, která měla na starosti odvážení zabalené výroby. Pro nový layout navrhuji, aby odvážení hotové výroby prováděl nově zavedený přípravář, který by tedy měl na starosti kromě vyskladňování balícího materiálu, také odvoz hotové výroby. Nyní tedy přípravář-manipulant bude disponovat elektrickým ručně vedeným VZV, kvůli minimalizaci fyzické zátěže.

Vyvstává zde však otázka, jestli bude pouze jeden přípravář-manipulant schopný obsloužit všechny pracoviště, zde jako nejrychlejší způsob zjištění, navrhuji jednodenní zkušební provoz v tomto stylu, abychom zjistili, jak je to celé kapacitně náročné.

Dále navrhuji do nové předávací zóny umístit systém signalizující přítomnost palety v předávacím prostoru a uzavření překlápečí brány. Z důvodu signalizace operátorům logistiky na skladu hotové výroby, že je nutné odvézt materiál pro uvolnění místa v zóně.

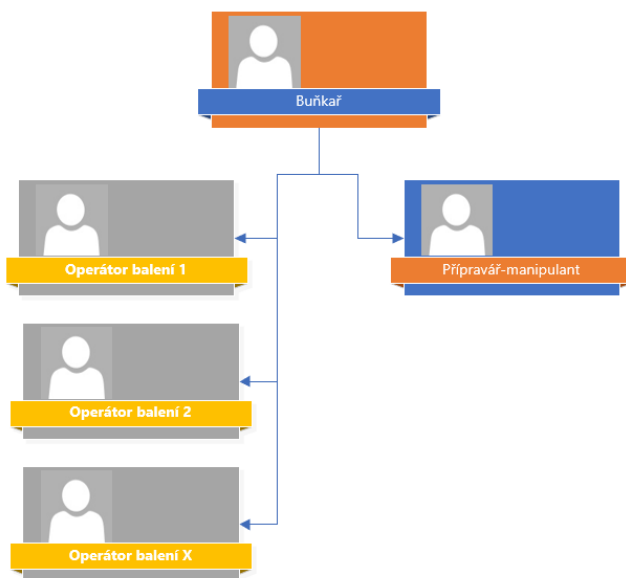
3.4 Návrh řešení nalezených příležitostí k optimalizaci – ostatní

Přehled:

- Ostatní příležitosti ke zlepšení
 - Nedostatečně definovaná role buňkaře.
 - Způsob předávání malých zakázek.
 - Nedostatek komunikace mezi logistikou a balením.
 - Absence dostatečného množství vhodných transportních a zvedacích prostředků.
 - Pasivní přístup ke sběru produkčních dat a možnost digitalizace.

3.4.1 Nedostatečně definovaná role buňkaře

V konečném důsledku zde nejde jen o roli buňkaře, ale všechny role pracovníků na balení. Přejdeme tedy k definování úkolu jednotlivých rolí.



Obrázek 54: Organizační struktura balení

- **Buňkař**
 - Ukončování zakázek
 - Uvolňování zakázek
 - Tisk etiket
 - Komunikace s přípravářem
- **Operátor balení**
 - Balení
 - Komunikace s buňkařem
 - Komunikace s přípravářem
- **Přípravář-manipulant**
 - Příprava bal. mat.
 - Odvoz hotové výroby
 - Komunikace s buňkařem
 - Komunikace s operátory

3.4.2 Způsob předávání malých zakázek

Malé zakázky byly doposud předávány tak, že KLT box s třmenem z malé zakázky byl položen na jinou zakázku uloženou v paletě a bylo zde nebezpečí pomíchání zakázkových listů nebo materiálu.

Jako opatření navrhuji používat jednosměrný spádový regál, který bude umístěn v předávací zóně a v případě dokončení montáže kusové zakázky operátor montáže, stejně tak jako by převezl vozík s velkou zakázkou pouze vezme malé KLT a vloží ho do spádového regálu. Zakázky ve spádovém regálu budou dobře viditelné a nemůže dojít k jejich pomíchání. Spádový regál navrhuji umístit do předávací zóny hotové výroby.

3.4.3 Nedostatek komunikace mezi logistikou a balením

Nedostatek komunikace by nyní při navrhovaných změnách neměl tvořit problém. Logistika je v procesu balení zapojena jen v doplňování balícího materiálu do určených regálových pozic. Toto doplňování bychom mohli ještě vylepšit používáním KANBANových karet a nástěnky. Karta balícího materiálu, který byl spotřebován, by se vložila do zásobníku na nástěnce na boku regálu s balícím materiálem, logistika by tuto kartu odebrala a materiál doplnila.

Nedostatek komunikace nyní hrozí mezi přípravářem a operátory balení. K odstranění tohoto nedostatku navrhuji pořídit světelný ANDON systém, pomocí kterého budou operátoři komunikovat s přípravářem. Systém by měl mít tři barvy, tedy tři stavy a to:

- **ZELENÁ** – pracoviště běží bez problémů / nepotřebuji pozornost
- **ORANŽOVÁ** – dochází balící materiál/dokončuji zakázku/potřebuji pozornost
- **ČERVENÁ** – došel balící materiál/zakázka dokončena/ okamžitá pozornost

3.4.4 Absence dostatečného množství vhodných manipulačních prostředků.

Tento problém je již také částečně řešen tím, že jediný, kdo bude vozit materiál bude logistika a přípravář-manipulant. Oba zástupci mají své přidělené zvedací a manipulační prostředky. Zvedací prostředky pro operátory balení jsou řešeny pomocí fixních zvedacích plošin, které jsme navrhli umístit vedle balících stolů.

3.4.5 Pasivní přístup ke sběru produkčních dat a možnost digitalizace

V tomto ohledu se výrobě nedá nic vytýkat, důležitá informace nebyla, kolik je zabaleno ale pouze, jestli je zabaleno vše.

Sběr dat by se dal realizovat více způsoby:

- Zapisovat data ručně jako doposud
- Zpětně sbírat data z MRPII systému
- Zajistit automatické snímání dat přímo při balení

První možnost byla již vyzkoušena a je neefektivní.

Druhá možnost je reálná ale data lze získat pouze jako informace o celé zakázce, není tedy možné dohledat každý třmen, ale pouze velikost zakázky a časy spuštění a ukončení.

Třetí možnost, by se dala realizovat například umístěním snímače čárových kódů, jako v supermarketech. Každá krabice má na etiketě čárový kód. Při vkládání zabalené krabice palety, by operátor projel snímacím paprskem a z krabice by načel kód. Takto by se dala sbírat aktuální kvantitativní i časová data, která by mohla být procesována pomocí BI software, jako je například nástroj od společnosti Microsoft, PowerBI.

Data, která by se dala zpracovat pomocí čtečky čárových kódů a BI SW:

- Počet zabalených produktů na jednotlivých stolech
- Taktové časy, časy přeseřizování, OEE, statistiky, historie

Výhoda digitalizace je zřejmá, od možnosti mít k dispozici aktuální data velmi rychle, až po zmenšení ekologické stopy, minimalizací používání tištěného papíru. V případě digitalizace balení navrhuji na linky umístit počítače s dotykovým monitorem, počítač připojit do sítě a zařídit přístup do systému elektronické dokumentace, používaného na výrobních pracovištích.

Používaný systém elektronické dokumentace plně nahrazuje papírovou formu balících předpisů SOS a speciálních výrobních instrukcí SWI.

Jako další možnost digitalizace se nabízí použití systému „Pick-to-light“, který využívá nahrané výrobní sekvence k vizuální navigaci pracovníka. Systém zároveň dokáže vyhodnocovat, či je daná akce provedena chybně nebo správně. Tento systém by mohl fungovat společně s navrhovanou čtečkou čárových kódů, která by nesloužila pouze ke kontrole celých zabalených krabic ale také k načtení dané sekvence. Měly bychom tedy systém, který dokáže kontrolovat vložení všech jednotlivých komponent a zároveň automaticky počítat zabalené kusy, což by přispělo ke snížení chybovosti a ve výsledku redukci reklamací na balení. Příklad použití systému „Pick to Light“ ve výrobním procesu je vidět na obrázku 55.



Obrázek 55: Použití systému "Pick to Light"[18]

4. Analýza procesu po optimalizaci

Optimalizované procesy budou zpětně analyzovány kvůli srovnání dat. Data po optimalizaci budou označena zeleným rámečkem.

4.1.1 Analýza fáze 1

Upravený proces nyní provádí dva operátoři najednou.

Tabulka 16: Časový snímek činnosti F1, operátor 1, po optimalizaci

Proces:	Příprava balení	přidává hodnotu	nepřidává hodnotu	nutné	vzdálenost [m]	doba trvání [s]
Pracovník:	Operátor 1					
č.	činnost					
1	Jít pro hotovu výrobu		1		3	5
2	Získat hotovu výrobu	1			0	1
3	Odvézt hotovou výrobu na balení		1		4	8
4	Uspořádat si materiál na pracovišti	1			0	30
CELKEM:		2	2	0	7	44

Tabulka 17: Časový snímek činnosti F1, operátor 2, po optimalizaci

Proces:	Příprava balení	přidává hodnotu	nepřidává hodnotu	nutné	vzdálenost [m]	doba trvání [s]
Pracovník:	Operátor 2					
č.	činnost					
1	Jít na tisk etiket		1		7	6
2	Získat etikety	1			0	1
3	Vrátit se zpět s etiketami		1		7	6
4	Získat balicí materiál	1			0	1
6	Uspořádat si materiál na pracovišti	1			0,5	30
CELKEM:		3	2	0	14,5	44

Následuje Ganttův diagram, ergonomické zhodnocení a porovnání hodnot procesu před a po optimalizaci.

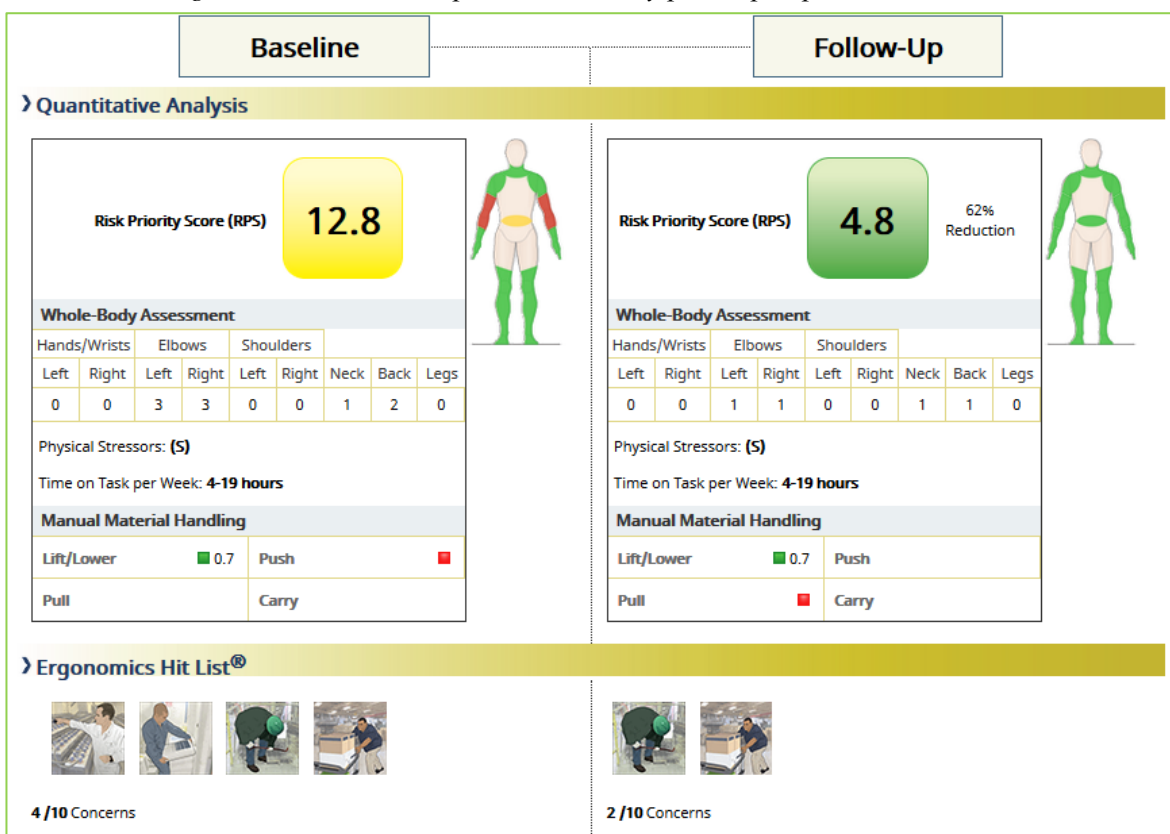
V Ganttovu diagramu vyobrazeném v tabulce 18, můžeme vidět vybalancovaný proces.

Tabulka 18: Ganttův diagram, F1, po optimalizaci

Č. Operace	Operátor	Trvání [s]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46		
1 Jk pro hotovou výrobu	1	5	█	█	█	█	█																																											
2 Získat hotovou výrobu	1	1																																																
3 Odvézt hotovou výrobu na balení	1	8																																																
4 Uspořádat si materiál na pracovišti	1	30																																																
5 Jk na tisk etiket	2	6	█	█	█	█	█																																											
6 Získat etikety	2	1																																																
7 Vrátit se zpět s etiketami	2	6																																																
8 Získat balicí materiál	2	1																																																
9 Uspořádat si materiál na pracovišti	2	30																																																

Ergonomické hodnocení v tabulce 19, vykazuje zlepšení ergonomie.

Tabulka 19: Ergonomické hodnocení procesu F1. stavy před a po optimalizaci



Dle tabulky 20, došlo ke zlepšení v každém aspektu. Je třeba podotknout, že ne všechen čas

Tabulka 20: Srovnání F1, před a po optimalizaci

Veličina	Hodnota		Rozdíl	Jednotky
	Stav před	Stav po		
Přidává hodnotu	4	5	+1	ks
Nutná činnost	2	0	-2	ks
Nepřidává hodnotu	6	4	-2	ks
Transport	131	21,5	-109,5	m
Čas	1224	44	-1180	s
Ergonomie	12,8	4,8	-8	RPS

byl ušetřen, v pravém slova smyslu. Byl pouze balancován tak, aby se proces zrychlil.

4.1.2 Analýza fáze 2

Rozdělení činností opět mezi oba operátory.

Tabulka 21: Časový snímek činnosti F2, operátor 2, po optimalizaci

Proces:	Balení	přidává hodnotu	ne přidává hodnotu	nutné	vzdálenost [m]	doba trvání [s]
Pracovník:	Operátor1					
č.	činnost					
1	Označit krabici razítkem operátora			1	0	3
2	Nalepit etiketu na krabici			1	0	6
3	Složít krabici			1	0	6
4	Vložit příbal (dle SOS)	1			0	3
CELKEM		1	0	3	0	18

Tabulka 22: Časový snímek činnosti F2, operátor 2, po optimalizaci

Proces:	Balení	přidává hodnotu	ne přidává hodnotu	nutné	vzdálenost [m]	doba trvání [s]
Pracovník:	Operátor 2					
č.	činnost					
1	Vložit návod (dle SOS)	1			0	3
2	Vzít třmen, provést vizuální kontrolu			1	0,5	5
3	Vložit třmen do krabice	1			0	3
4	Zavřít krabici			1	0	3
5	Odložit krabici do palety			1	1	3
CELKEM		2	0	3	1,5	17

Rozdělení práce mezi dva operátory a zavedení OPF, mělo obrovský pozitivní dopad na rychlost procesu. Tento způsob zrychlil balení až dvojnásobně, viz tabulka 23.

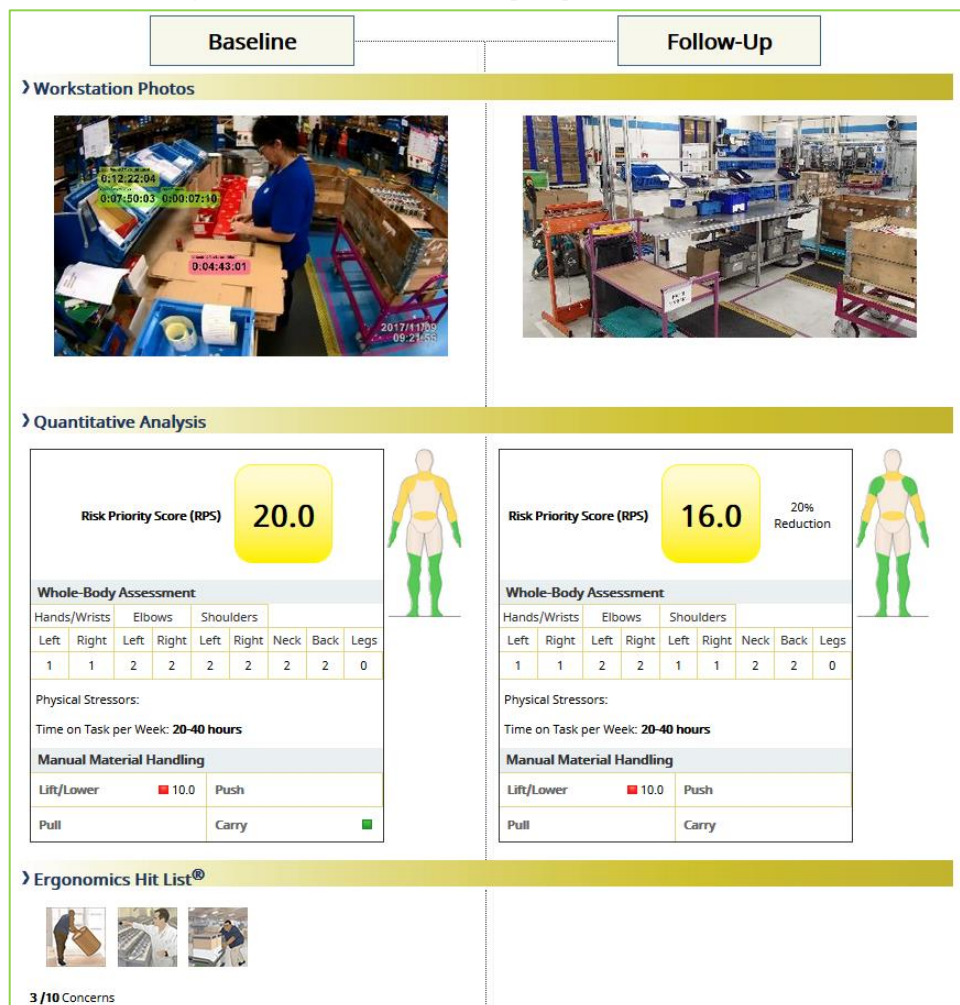
Tabulka 23: Ganttův diagram F2, po optimalizaci

č.	Operace	Operátor	Trvání [s]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
1	Označit krabici razítkem operátora	1	3	█																																				
2	Nalepit etiketu na krabici	1	6		█	█	█	█	█	█																														
3	Složít krabici	1	6																																					
4	Vložit příbal (dle SOS)	1	3																																					
5	Vložit návod (dle SOS)	2	3	█	█	█																																		
6	Vzít třmen, provést vizuální kontrolu	2	5																																					
7	Vložit třmen do krabice	2	3																																					
8	Zavřít krabici	2	3																																					
9	Odložit krabici do palety	2	3																																					

Čas se zde musí samozřejmě násobit počtem kusů v zakázce!

Ergonomické zhodnocení tak velkou úsporou nevykazuje, zde se však snížila námaha ramen, díky přechodu z dávkové výroby na tok jednoho kusu.

Tabulka 24: Ergonomické zhodnocení F2, po optimalizaci



Při pohledu do srovnávací tabulky 24 vidíme, že složení procesu se vůbec nezměnilo ale zlepšila se ergonomie. Hlavně došlo ke zkrácení taktového času balení na polovinu.

Tabulka 25: Srovnání F2 před a po optimalizaci

Veličina	Hodnota		Rozdíl	Jednotky
	Stav před	Stav po		
Přidává hodnotu	3	3	0	ks
Nutná činnost	6	6	0	ks
Nepřidává hodnotu	0	0	0	ks
Transport	2	1,5	-0,5	m
Čas	35	18	-17	s/ks
Ergonomie	20	16	-4	RPS

4.1.3 Analýza fáze 3

V poslední fázi z pohledu operátora balení, oproti původnímu stavu v podstatě nic nezbylo viz tabulka 26 a Ganttův diagram 27. Jejich úkol je dobalit poslední kus, přepnout oznamovací zařízení na červenou barvu a předat informaci buňkaři. Nový balicí materiál by měl být přivezen přípravářem a zároveň by měla být odvezena zabalená výroba. Následuje znovu F1.

Tabulka 26: Časový snímek činnosti F3, po optimalizaci

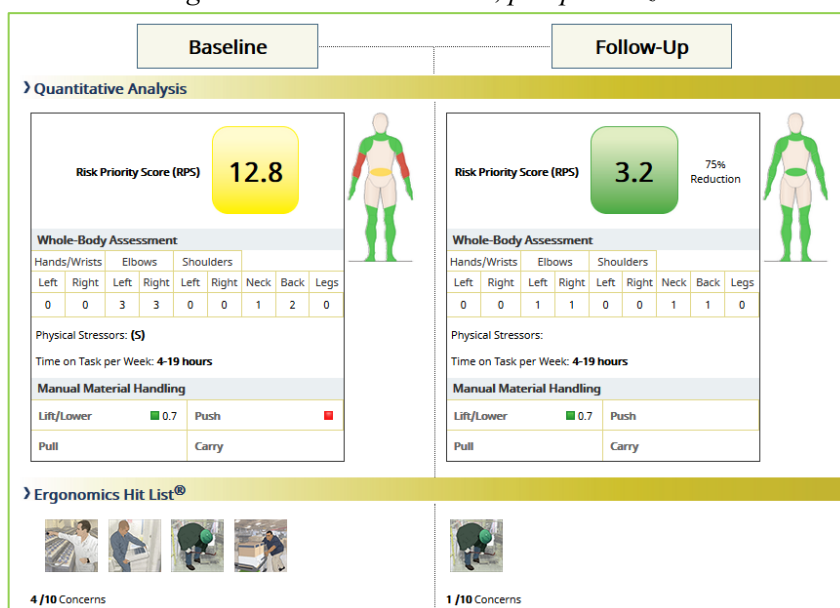
Proces:	Dokončení balení a odvoz hotové výroby	přidává hodnotu	ne přidává hodnotu	nutné	vzdálenost [m]	doba trvání [s]
Pracovník:	Operátor					
č.	činnost					
1	Přepnout ANDON na červenou barvu		1		1	3
2	Oznámit buňkaři ukončení zakázky			1	0	10
3	Vyčkat na přípravu nové zakázky		1		0	10
CELKEM:		0	2	1	1	23

Tabulka 27: Ganttův diagram F3, po optimalizaci

č.	Operace	Operátor	Trvání [s]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35			
1	Přepnout ANDON na červenou barvu	1	3	█	█	█																																			
2	Oznámit buňkaři ukončení zakázky	1	10				█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█																								
3	Vyčkat na přípravu nové zakázky	1	30																																						
4	Vyčkávat nebo pomoci přípraváři	2	X																																						

Časy jsou zde pouze orientační, vše závisí od vytíženosti přípraváře. Ve chvílích maximální produkce nebo velkého počtu maloobjemových zakázek, doporučuji přípraváře dva nebo využít vyčkávacího operátora 2.

Tabulka 28: Ergonomické zhodnocení F3, po optimalizaci



Následuje tabulka srovnání stavů před a po optimalizaci. Zde můžeme vidět, že jsme dokonce jeden proces přidávající hodnotu odebrali. Přidaná hodnota generována hlavně u přípraváře, který má za úkol pracoviště obstarat. Kromě počtu nutných činností, došlo ke zlepšení ve všech sledovaných oblastech.

Tabulka 29: Srovnání F3, před a po optimalizaci

Veličina	Hodnota		Rozdíl	Jednotky
	Stav před	Stav po		
Přidává hodnotu	1	0	-1	ks
Nutná činnost	1	1	0	ks
Nepřidává hodnotu	4	2	-2	ks
Transport	60	1	-59	metrů
Čas	370	43	-327	sekund
Ergonomie	10,4	3,2	-7,2	RPS

4.1.4 Propustnost pracoviště po optimalizaci

Propustnost pracoviště po optimalizaci závisí na několika faktorech, stejně jako úvodní propustnost. Nedá se však stanovit empiricky, protože aktuálně nedokážeme určit přesné složení budoucích zakázek. Výpočet tedy stanovíme pomocí referenčních hodnot.

- Referenční objemy výroby:
 - Průměrný počet ks v zakázce $i_p = 100 \text{ ks}$
 - Průměrný počet zakázek/den $q_p = 7 \text{ ks}$
- Časové konstanty operátorů balení:
 - Čas přípravy nové zakázky $b_p = 44 \text{ s}$
 - Čas balení 1 kusu třmenu $b_b = 18 \text{ s}$
 - Čas délka ukončení zakázky $b_k = 23 \text{ s}$
- Časové konstanty buňkaře:
 - Průměrný čas tisku etiket $t_t = 600 \text{ s}$
 - Průměrný čas ukončení zakázky $t_k = 23 \text{ s}$
- Časové konstanty přípraváře:
 - Odvoz zabalené výroby $p_o = 93 \text{ s}$
 - Příprava balícího materiálu $p_p = 165 \text{ s}$
 - Navezení balícího materiálu $p_n = 16 \text{ s}$

- Denní čistý časový pracovní fond: $t = 425 \text{ min} = 25500 \text{ s}$

Budeme předpokládat, že proces je již naplněný.

Čas balení průměrné zakázky:

$$t_1 = b_b \cdot i_p = 18 \cdot 100 = 1800 \text{ s} \quad (5)$$

Čas přípravy a ukončení zakázky z pohledu operátorů balení:

$$t_2 = b_p + b_k = 44 + 23 = 67 \text{ s} \quad (6)$$

Celkový čas jedné zakázky z pohledu operátorů balení:

$$t_3 = t_1 + t_2 = 1800 + 67 = 1867 \text{ s} \quad (7)$$

Celkový čas jedné zakázky z pohledu buňkaře:

$$t_4 = t_t + t_k = 600 + 23 = 623 \text{ s} \quad (8)$$

Celkový čas jedné zakázky z pohledu přípraváře:

$$t_5 = p_o + p_p + p_n = 93 + 165 + 16 = 274 \text{ s} \quad (9)$$

Z výpočtů můžeme vidět, že časy buňkaře a přípraváře se do průměrné zakázky „schovají“, to znamená, že návrh na optimalizaci procesu měl být proveditelný. Ganttův diagram celého procesu, je součástí přílohy E. Nyní bude proveden výpočet celkové propustnosti jednoho balícího stolu za daný časový fond.

Množství zakázek za daný časový fond:

$$q_1 = \frac{t}{t_3} = \frac{25500}{1867} = 13,65 \text{ ks} \quad (10)$$

Kusová propustnost pracoviště za daný časový fond:

$$q = q_1 \cdot i_p = 1365 \text{ ks} \quad (11)$$

5. Shrnutí projektu

Celkový přehled všech měřených hodnot před a po optimalizaci najdeme v tabulce 30.

Tabulka 30: Přehled měřených hodnot před a po optimalizaci

Veličina	Fáze 1		Fáze 2		Fáze 3		Jednotky
	PŘED	PO	PŘED	PO	PŘED	PO	
Přidává hodnotu	4	5	3	3	1	0	ks
Nutná činnost	2	0	6	6	1	1	ks
Nepřidává hodnotu	6	4	0	0	4	2	ks
Transport	131	21,5	2	1,5	60	1	m
Čas	1224	44	35	18	370	43	s
Ergonomie	12,8	4,8	20	16	10,4	3,2	RPS

Rozdíly stavů před a po optimalizaci pro všechny fáze, jsou vyobrazeny v tabulce 31. **Zelená barva** značí pozitivní úsporu. **Žlutá barva** značí stejný stav jako před změnou. **Červená barva** značí zhoršení stavu.

Tabulka 31: Celkový přehled zlepšení měřených hodnot

Veličina	Fáze 1	Fáze 2	Fáze 3	Jednotky
Přidává hodnotu	+1	0	-1	ks
Nutná činnost	-2	0	0	ks
Nepřidává hodnotu	-2	0	-2	ks
Transport	-109,5	-0,5	-59	m
Čas	-1180	-17	-327	s
Ergonomie	-8	-4	-7,2	RPS

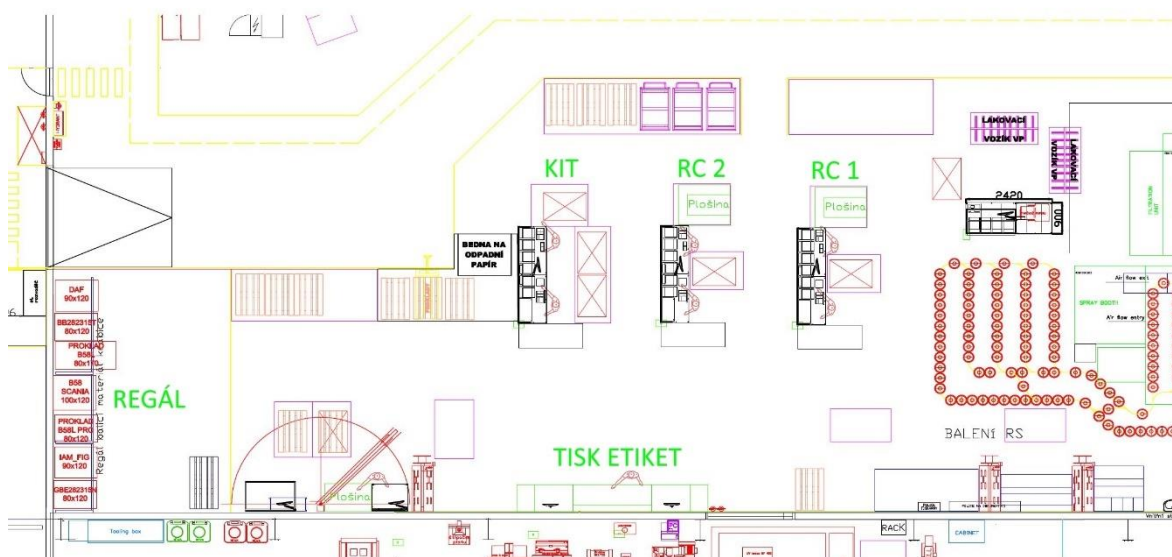
Následuje tabulka 32, s přehledem plnění cílů projektu. V tabulce je jmenován požadavek optimalizace a cílová hodnota, která měla být dosažena, ve vedlejším sloupečku se nachází dosažená hodnota. Data jsou odlišena barvami dle úspěšnosti, stejně jako v předchozí tabulce.

Tabulka 32: Přehled plnění cílů projektu

Požadavek optimalizace	CÍL	Dosažená hodnota	Jednotky
Zkrácení taktového času balení o 30%	30	51	%
Zmenšení transportních vzdáleností operátorů balení o 1/2	96,5	24	m
Zmenšení průměrné ergonomické zátěže operátora	< 14,4	8	RPS
Minimalizace činností nepřidávajících hodnotu	< 10	6	ks
Zvýšení propustnosti pracoviště	> 1350	1365	ks/směna

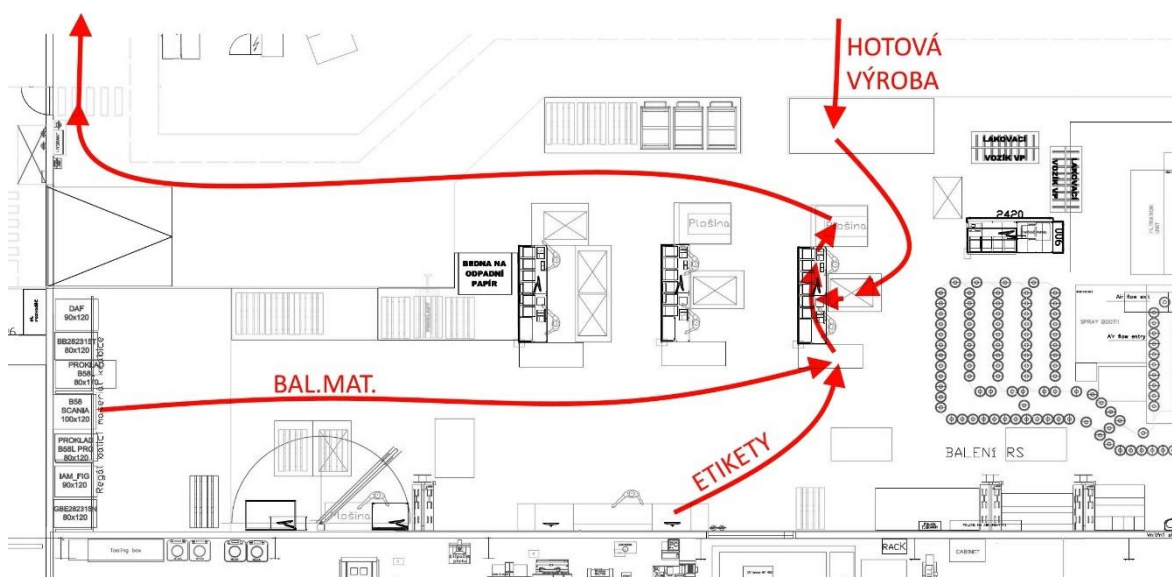
Po představení výsledků a navržených úprav, vedení společnosti usoudilo, že vzhledem k okolnostem, jako pořízení čtvrté montážní linky a předpovědi nárůstu objednávek, bude ideální do volného prostoru na centrálním balení umístit tyto balicí stoly celkem tři. Dva z toho by měly sloužit k balení brzdových třmenů a jeden na tvorbu příbalového materiálu ke všem produktům. Propustnost pracoviště se tedy zdvojnásobila na hodnotu 2730 brzdových třmenů za směnu.

Výsledný layout vypadá následovně, nové stoly jsou označeny RC1, RC2 a KIT:



Obrázek 56: Centrální balení, finální layout

Tok materiálu je vyobrazen ve špagetovém diagramu v obrázku 57. Process flow všech produktů balených na pracovišti nalezneme v příloze F.



Obrázek 57: Tok materiálu, finální layout

6. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo provést komplexní optimalizaci procesu balení brzdových třmenů ve společnosti ZF Aftermarket Frýdlant s.r.o., která se měla realizovat při příležitosti celkové reorganizace a modernizace výrobních hal. Optimalizace měla jasně dané cíle, kterých mělo být pomocí použití metod průmyslového inženýrství dosaženo.

V úvodu, kvůli vytvoření obecného přehledu, byl popsán dotčený produkt a nastíněn proces, který předchází samotnému balení. Byla také specifikována metrika práce a představeny jednotlivé metody a nástroje průmyslového inženýrství, použité v průběhu optimalizace. Optimalizace byla započata rozdělením procesů balení na jednotlivé fáze, sběrem referenčních hodnot a vytipováním kritických míst, jako příležitostí k dalšímu zlepšení. Dále byla navržena opatření, vedoucí ke splnění cílů optimalizace a odstranění kritických míst.

Výsledkem práce je přestěhované pracoviště balení brzdových třmenů s kompletně novým zařízením, revidovaným procesem a jasnou organizací práce.

Všechny měřitelné požadavky optimalizace byly splněny.

Taktový čas balení měl být snížen alespoň o 30 %, ve výsledku byl snížen o 49 %. Transportní vzdálenosti měly být pro pracovníky balení sníženy alespoň o polovinu, nakonec byly sníženy o 75 %. Ergonomická zátěž operátora klesla díky přechodu na „One Piece Flow“ a vytvoření nového balicího stolu, v průměru o 44 %. Činnosti nepřidávající hodnotu byly minimalizovány o 40 %. Požadovaná propustnost 1350 ks/směnu byla dosažena a zvýšena z původních 800 ks/směnu na 1365 ks/směnu, přidáním dalšího stolu balení se propustnost zvýšila na konečných 2730 ks/směnu.

Projekt byl realizován v průběhu roku 2018 a na pár výjimek, byla aplikována všechna navrhovaná opatření. Projekt se celkově setkal s pozitivním ohlasem a pro mě osobně, představoval velmi cennou zkušenost, z hlediska realizace a networkingu napříč celou společností.

7. Seznam použité literatury

- [1] TŮMOVÁ, Olga a Dušan PIRICH. *Nástroje řízení jakosti a základy technické diagnostiky*. V Plzni: Západočeská univerzita v Plzni, 2003. ISBN 80-704-3247-0.
- [2] Pareto diagram. *Svět produktivity: Slovník* [online]. Prostějov: Svět produktivity, 2012 [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/Pareto-diagram.htm>
- [3] Paretův diagram. *Lean 6 Sigma* [online]. Praha: Lean Six Sigma, 2019 [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: <https://lean6sigma.cz/paretuv-diagram/>
- [4] KOCUREK, Jaromír. Vývojové diagramy. *Vlastní cesta* [online]. Brno: Vlastní cesta, 2010 [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: <http://www.vlastnicesta.cz/metody/metody-kvalita-system-kvality-iso/vyvojove-diagramy/>
- [5] SMOLKOVÁ, Dagmar. *Návrh inovace procesní mapy společnosti XY s. r. o.* Zlín, 2011. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce doc. Ing. Ludmila Hromková, CSc.
- [6] SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 2011. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.
- [7] DLABAČ, Jaroslav. Přidejme hodnotu svým materiálům. *API – Akademie produktivity a inovací* [online]. Slaný: API – Akademie produktivity a inovací, 2017 [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25878n-pridejme-hodnotu-svym-procesum>
- [8] Metodika zpracování snímku pracovního dne. *Gnostika Consulting* [online]. Praha: GNOSTIKA CONSULTING, 2011 [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: http://www.strancice.cz/assets/File.ashx?id_org=15606&id_dokumenty=97254
- [9] Fundamentals of Ergonomy. *HumanTech System webinars* [online]. Ann Arbor, MI: Humantech, 2014 [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: <https://www.humantech.com/webinars/>
- [10] CHUNDELA, Lubor. *Ergonomie*. 3. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 978-80-01-05173-3.

- [11] Ganttův diagram. *Management Mania* [online]. Plzeň: MANAGEMENTMANIA.COM, 2015 [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/ganttuv-diagram>
- [12] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada, 2014. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4486-5.
- [13] MANLIG, František, František KOBLASA a Petr KELLER. *Production systems*. Edition 1st. Liberec: Technical University of Liberec, 2016-. ISBN 978-80-7494-318-8.
- [13] MAŠTALCOVÁ, Petra. Závislost parametrů lokomoce na tělesné výšce dospělé osoby. Praha, 2014. Diplomová práce. FTVS UK Praha. Vedoucí práce Ing. Miloslav Vilímek, Ph.D.
- [14] HLAVENKA, Bohumil. *Manipulace s materiálem: systémy a prostředky manipulace s materiálem*. 2. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 1986. ISBN 978-802-1436-077.
- [15] *Vozík na kartonové krabice* [online]. In: *Wanzl Metallwarenfabrik GmbH*. [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: https://www.wanzl.com/cs_CZ/produkty/voziky-na-kartonaz/vozik-na-kartony-kt-vp2/
- [16] Automatický odlepovač etiket HS 60/120/180. *VVV System s.r.o. Homepage* [online]. [cit. 2019-04-26]. Dostupné z: <http://www.vvvsystem.cz/cab/hs120.htm>
- [17] Zvedací stůl, tvar desky E. In: *Vybavení firem* [online]. Havířov-Šumbark: VYBAVENÍ FIREM, 2012 [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <http://www.vybaveni-firem.cz/zvedaci-stul-typ-desky-tvar-e-135x105-cm-nosnost-1000-kg-p928026>
- [18] CDA – Pick-to-light technology. *Object moved* [online]. Copyright © Western Business Publishing 2019 [cit. 27.04.2019]. Dostupné z: https://www.controlsdrivesautomation.com/page_930406.asp
- [19] DLABAČ, Jaroslav. Komplexní pohled na efektivitu strojního zařízení. *API – Akademie produktivity a inovací* [online]. Slaný: API – Akademie produktivity a inovací, 2018 [cit. 2019-04-29]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25902n-komplexni-pohled-na-efektivitu-strojního-zarizeni>

Seznam příloh

Příloha A	– Zakázkový list – balení	1
Příloha B	– Vybrané listy operační návodky (SOS).....	2
Příloha C	– Kompletní obsah balení třmene BHN 164	3
Příloha D	– HumanTech – ergonomická evaluace	4
Příloha E	– Ganttův diagram procesu po optimalizaci	7
Příloha F	– Process flow – centrální balení.....	8
Příloha G	– Nerealizovaný návrh uspořádání centrálního balení.....	9

Příloha A – Zakázkový list – balení

Díl.zakáz. 816683 20:14:47 2/04/19 Stra 1



Položka BHN138E CALIPER



Množství 64 EA



IMS kód J
Číslo výkresu

Dat.uvolnění	3/04/19	Spl	4/04/19
Životn. regálu vyprší		Hodin celke	13.95
Šeskupení-sklad	CC CM	Č.odbObj	
Číslo lotu			
Koment.			

Pozn. Díl.zakáz. Č. op.	Č. odděl.	Č. PS	Č. oper	Hodin Setup	Hodin Běh	Hodin Stroj
524 RC RENOVAČE MALÝCH DÍLŮ	910	800524	1	.000	2.130	.000
532 RC ČERNICI LINKA	910	800532	1	.000	.000	.000
536 RC EXTERNÍ RENOVAČE PISTU	910	800830	1	.000	.000	.000
540 RC MONTAZ	910	800540	1	.000	7.550	.000
542 RC FUNKČNÍ TEST	910	800542	1	.000	2.130	.000
544 RC PLNENÍ	910	800544	1	.000	1.070	.000
546 RC BALENÍ	910	800546	1	.000	1.070	.000
548 RC PŘIPRAVA INFILLU	910	800548	1	.000	.000	.000
568 RC HANDLING	910	800568	1	.000	.000	.000
950 UKONČENÍ CELE ZAKÁZKY	910	800546	1	.000	.000	.000

Kusovník Komponent	Pořadí		Assy. Qty	CoO
VXGO70X70	1	LABEL Plain	64.000	CZ
XZB500A	2	Návod	64.000	DE
XFB308	3	Etiketa	64.000	DE
XZD107D	4	navod	64.000	DE
ETI50X16.Z	5	Etiketa bílá	.000	CZ
VXTRW50X25	6	Etiketa s TRW logem	64.000	CZ
SERVIS.KIT2	7	Servis KIT 2	64.000	
XZB312E	8	FITTING INSTRUCTION	64.000	CZ
XZB423D	9	Návod	64.000	DE
BC201411T	10	Krabice	64.000	026
BHN138E.S	11	Brzdový třmen	64.000	
BHN138.S	12	Třmen úplný	.000	CZ
LJ100600TD	13	Nálepka Brake Fluid	64.000	802

Zabalil
Pozn. baliče

Dat.

Příloha B – Vybrané listy operační návody (SOS)

DATUM: 15.3.2018 INDEX: 04 DOC # C100CZ-LP01-LF02 STRÁNKA: viz zápatí	SOS UNIQUE NO: 2256	STANDARDNÍ POPIS OPERACE STANDARD OPERATION SHEET (SOS) TRW Automotive Czech s.r.o. ZF Aftermarket Frýdlant		
V případě pochybnosti se ptejte!				
Název dílu Brzdový třmen	Číslo dílu Baleni IAM	Pracoviště 546		
Konstrukční typ 2902B	Skupina díů	Datum 15.3.2018	Vypracoval	
#	Popis operace	Popis jednotlivých kroků	Znak	Důležitý znak s vlivem na kvalitu
900	Baleni	<p>Při balení zkontrolujte podle dílenské zakázky a First off:</p> <p>Typ krabice Typ baleného těmenu Typ příbalu Typ etikety</p> <p>Všechny dokumenty musí souhlasit s vyskladněným materiálem.</p>		

Podlepisová stránka vypracovatel	1	Přidobování kalibrovacích přístrojů, počet	0	Počet zařízení zabudovaných na vozidlo	0	Počet montážních kroků	0	Počet procesních kontrol	0	Počet bezpečnostních znaků (BS)	10	Počet setů nářadí potřebovaných pro přepracování	0
Rev.	Datum	Autor	Popis změny	Autorizace									
A	12.3.2016	JT	Vytvoření SOS	Procesní inženýr: Matěj Řehák									
B	15.6.2016	JT	Změna etikety na vrácenku	Inspektor kvality: Jan Koreček									
C	3.2.2017	JT	Doplnění balení EPB	Vedoucí týmu ME: Miroslav Pochop									
D	12.9.2017	MR	Nový formát, úprava SOS 18										
E	15.3.2018	MR	úprava SOS 2b										

<input type="checkbox"/>	Chráněné uší
<input type="checkbox"/>	Rukavice
<input type="checkbox"/>	Boty
<input type="checkbox"/>	Břítě
<input type="checkbox"/>	Ostatní

DATUM: 15.3.2018 INDEX: 04 DOC # C100CZ-LP01-LF02 STRÁNKA: viz zápatí	SOS UNIQUE NO: 2256	STANDARDNÍ POPIS OPERACE STANDARD OPERATION SHEET (SOS) TRW Automotive Czech s.r.o. ZF Aftermarket Frýdlant		
V případě pochybnosti se ptejte!				
Název dílu Brzdový třmen	Číslo dílu Baleni IAM	Pracoviště 546		
Konstrukční typ 2902B	Skupina díů	Datum 15.3.2018	Vypracoval	
#	Popis operace	Popis jednotlivých kroků	Znak	Důležitý znak s vlivem na kvalitu
905	Baleni	<p>Dle dílenské zakázky vytiskněte etiketu a etiketu na vrácenku přes aplikaci LDP.</p> <p>12 - Nalepte malou etiketu na vrácenku do bílého pole.</p> <p>13 - Složte krabici a do krabice vložte příbalové letáky a vrácenku dle dílenské zakázky.</p> <p>14 - Do krabice prokládový papír (je-li v dílenské zakázce), dále vložte třmen tak, aby neležel na prachovce pistu a aby nedošlo k poškození krabice. Do krabice vložte příbal (dle DZ.).</p> <p>15 - Uzavírejte krabici a nalepte na ní Etiketou s označením tělesa, etiketu s tříletou zárukou a etiketu o naplnění brzdovou kapalinou. Etikety určuje DZ. Pozici etiket určuje obr. 15</p> <p>16 - Krabice skládejte na paletu s ohrádkou.</p>		

12

13

14

15

15

16

Podlepisová stránka vypracovatel	1	Přidobování kalibrovacích přístrojů, počet	0	Počet zařízení zabudovaných na vozidlo	0	Počet montážních kroků	0	Počet procesních kontrol	0	Počet bezpečnostních znaků (BS)	10	Počet setů nářadí potřebovaných pro přepracování	0
Rev.	Datum	Autor	Popis změny	Autorizace									
A	12.3.2016	JT	Vytvoření SOS	Procesní inženýr: Matěj Řehák									
B	15.6.2016	JT	Změna etikety na vrácenku	Inspektor kvality: Jan Koreček									
C	3.2.2017	JT	Doplnění balení EPB	Vedoucí týmu ME: Miroslav Pochop									
D	12.9.2017	MR	Nový formát, úprava SOS 18										
E	15.3.2018	MR	úprava SOS 2b										

<input type="checkbox"/>	Chráněné uší
<input type="checkbox"/>	Rukavice
<input type="checkbox"/>	Boty
<input type="checkbox"/>	Břítě
<input type="checkbox"/>	Ostatní

Příloha C – Kompletní obsah balení třmene BHN 164



Příloha D – HumanTech – ergonomická evaluace

Základní analýza – kvantitativní hodnocení procesu – analýza celého těla:

RC Packaging

Whole-Body Assessment - Follow-Up

	Hands/Wrists		Elbows		Shoulders		Neck	Back	Legs
	Left	Right	Left	Right	Left	Right			
Posture									
Force	≥ 2.2 lb (0.9 kg) ≥ 2.2 lb (0.9 kg) ≥ 10 lb (4.5 kg)	≥ 2.2 lb (0.9 kg) ≥ 2.2 lb (0.9 kg) ≥ 10 lb (4.5 kg)	≥ 10 lb (4.5 kg) ≥ 10 lb (4.5 kg) Both Elbows ≥ 15 lb (6.8 kg)	≥ 10 lb (4.5 kg) ≥ 10 lb (4.5 kg) Both Elbows ≥ 15 lb (6.8 kg)	≥ 10 lb (4.5 kg) ≥ 10 lb (4.5 kg) Both Shoulders ≥ 15 lb (6.8 kg)	≥ 10 lb (4.5 kg) ≥ 10 lb (4.5 kg) Both Shoulders ≥ 15 lb (6.8 kg)	PPE ≥ 2.2 lb (0.9 kg)	≥ 25 lb (11.3 kg)	Foot Pedal ≥ 10 lb (4.5 kg)
Duration	≥ 10 sec	≥ 10 sec	≥ 10 sec	≥ 10 sec	≥ 10 sec	≥ 10 sec	≥ 10 sec	≥ 10 sec	≥ 30% of day
Frequency	≥ 30/min	≥ 30/min	≥ 2/min	≥ 2/min	≥ 2/min	≥ 2/min	≥ 2/min	≥ 2/min	≥ 2/min
Score	1	1	2	2	1	1	2	2	0
Risk Rating	Low	Low	Moderate	Moderate	Low	Low	Moderate	Moderate	Low

Physical Stressors				
Vibration (V)	Low Temperatures (L)	Soft Tissue Compression (S)	Impact Stress (I)	Glove Issues (G)

Save

Základní analýza – Metoda NIOSH – hodnocení fyzického zatížení při cyklické manipulaci s břemeny:

RC Packaging

Lift/Lower Analysis - Follow-Up

based on NIOSH Lifting Equation

Download as PDF

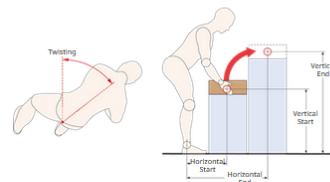
Task	Results		Inputs								Frequency	
	RWL kg	LI	Weight kg	Horizontal cm		Vertical cm		Twisting degrees		Grip	Duration hours	
Vyjmutí třmenu	8.6	0.3	3.0	0.0	30.0	80.0	95.0	0.0	90.0	Good	7	2.0
Vložení třmenu do krabice	10.3	0.3	3.0	0.0	10.0	95.0	110.0	90.0	0.0	Good	7	2.0
Vložení do palety	0.0	10.0	3.0	0.0	80.0	95.0	85.0	0.0	90.0	Good	7	2.0

Add a new lifting task >

Add

LI ≥ 10.0 Exceeds Capability

Horizontal reach cannot safely exceed 63 cm



Inputs	NIOSH Input Limits	Optimal Input Values
Horizontal	min. 0 cm, max. 63 cm	0 - 25 cm
Vertical	min. 0, max. 178 cm	75 cm
Twisting	min. 0°, max. ± 135°	0°
Duration	1 - 8 hours	1 hour
Frequency	0.2 - 15 lifts/min	0.2 lifts/min (1 lift every 5 min)

Results	Description
RWL	Recommended Weight Limit
LI	Lifting Index LI = Load/RWL
≤ 1.00	Nominal risk. Within ergonomic guidelines.
1.01 - 2.99	Increased risk for some of the workforce. Modifications to the lift or administrative controls are recommended.
3.00 - 9.99	Most of the workforce is at risk. Engineering controls are recommended.
≥ 10.00	Exceeds Capability - Lift cannot safely be performed based on current inputs.

Základní analýza – Psychofyzikální tabulky pro analýzu tlačení/tažení/nošení břemen

[Download as PDF](#)

Dokončení výroby a předání produktu k balení

Push Analysis - Baseline

based on psychophysical tables from Snook and Ciriello

Task	Results						Inputs					← Metric
	Initial Force			Sustained Force			Force		Hand Height	Distance	Frequency	
	Rec. kg	Accep. kg	Risk	Rec. kg	Accep. kg	Risk	Initial kg	Sustained kg	cm	m		
Tlačení vozíku s hotovou výrobou (cca 500kg)	20.0	23.0	High	11.0	15.0	Moderate	30.0	15.0	Forearm (89 cm)	15.2 m	Every 30 Minutes	
Add a new push task »											Add	

Results	Description
Risk	Low
	Moderate
	High

Low	Within strength capabilities of 75% of female population. Within ergonomic guidelines.
Moderate	Between strength capabilities of 50% and 75% of female population. Modifications or administrative controls are recommended.
High	Outside strength capabilities of 50% of female population. Engineering controls are recommended.

Přímá analýza příčin – soupis pravděpodobných příčin nevhodné ergonomie práce

Baseline	Direct Cause Description	Direct Cause Category	Status
▼	Operator turning	Workstation Layout	Not Addressed
▼	One piece flow not used	Process Flow/Design	Not Addressed
▼	no e-doc	Equipment/Tool Design	Not Addressed
▼	Not using of pallet scissor lifters	Other	Not Addressed
▼	Add a new direct cause »	Product Design	Add

Baseline	Improvement #	Improvement Title	Responsible Person	Cost	ROI	Control	Priority	Targeted Date	Status
▼	1	Integrated holders for papers, plugs and box inserts	Mazanek Ondrej			Equipment Change	A		Completed
▼	2	Box material trolleys	Bares Jiri			Other	A		In Progress
▼	3	e-doc	Pochop Miroslav			Work Instruction & Coaching	A		Completed
▼	4	Pallet lifter	Smid Zdenek			Equipment Change	A		Completed
▼	5	One piece flow	Bares Jiri			Work Instruction & Coaching	A		Completed
▼	Add a new improvement »								

Návrhy na zlepšení – soupis opatření určených ke zlepšení ergonomie

Analýza navrhovaného zlepšení – plánovaný stav:

Baseline

Direct Causes

Improvements

Projected

Follow-Up

JA #: 12808
Created: 01/23/2019
Modified: 04/28/2019

Copy

Archive

Location: Parts and Service > Other > Frydlant


Time: 20 - 40 hours

Qualitative Tools

Quantitative Tools

Risk Priority Score (RPS)

10.0



Improvements

- Integrated holders for papers, plugs and box inserts
- Box material trolleys
- e-doc
- Pallet lifter
- One piece flow

Checked improvements are highlighted in Projected Summary.

Whole-Body Assessment

Hands/Wrists		Elbows		Shoulders				
Left	Right	Left	Right	Left	Right	Neck	Back	Legs
1	1	0	0	2	2	1	1	0

Physical Stressors:

Manual Material Handling

Lift/Lower	0.4	Push	Evaluate
Pull	Evaluate	Carry	Evaluate

Zpětná analýza – stav po realizaci:

Baseline

Direct Causes

Improvements

Projected

Follow-Up

JA #: 12808
Created: 01/23/2019
Modified: 04/28/2019

Copy

Archive

Location: Parts and Service > Other > Frydlant

Product: Caliper

Shift: 2

Ref #:

Time: 20 - 40 hours


Operators: 1


Qualitative Tools

Quantitative Tools

Risk Priority Score (RPS)

16.0





All Media (1)

Add Media

Whole-Body Assessment

Hands/Wrists		Elbows		Shoulders				
Left	Right	Left	Right	Left	Right	Neck	Back	Legs
1	1	2	2	1	1	2	2	0

Physical Stressors:

Manual Material Handling

Lift/Lower	10.0	Push	Evaluate
Pull	Evaluate	Carry	Evaluate

Description

Balení RC - starý způsob

