

Analýza výrobního procesu ve vybrané společnosti

Václav Hnaníček

Bakalářská práce
2022



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Václav Hnaníček**
Osobní číslo: **M19596**
Studijní program: **B0413P050013 Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Analýza výrobního procesu ve vybrané společnosti**

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Analyzujte vybrané literární zdroje a zpracujte literární rešerši se zaměřením na výrobní proces.

II. Praktická část

- Analyzujte současný stav výrobního procesu ve vybrané společnosti.
- Vyhodnoťte výsledky analýzy a zpracujte návrh na zlepšení výrobního procesu.

Závěr

Rozsah bakalářské práce: **cca 40 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

BAUER, Miroslav a kolektiv. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks, 2012, 193 s. ISBN 978-802-6500-292.
DUGGAN, Kevin J. *Creating Mixed Model Value Streams: Practical Lean Techniques for Building to Demand*. North Kingstown: Taylor & Francis, 2013, 238 s. ISBN 978-1-4398-6843-0.
CHROMJAKOVÁ, Felicita. *Průmyslové inženýrství: Trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů*. Žilina: Georg, 2013, 116 s. ISBN 978-80-8154-058-5.
CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: Georg, 2011, 138 s. ISBN 978-80-89401-26-0.
KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3. doplněné. vydání. Praha: C.H. Beck, 2012, 153 s. ISBN 978-80-7179-319-9.

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání bakalářské práce: **11. února 2022**
Termín odevzdání bakalářské práce: **20. května 2022**

L.S.

prof. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan

prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.
garant studijního programu

Ve Zlíně dne 11. února 2022

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně

Jméno a příjmení: Václav Hnaníček

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce je zaměřena na analýzu výrobního procesu vybraných zapuštěných rozvodnicových skříní ve společnosti TVD – Technická výroba a.s. V teoretické části jsou uvedeny kapitoly, zabývající se výrobou, průmyslovým inženýrstvím, štíhlým podnikem a mapováním toku hodnot. Praktická část analyzuje současný stav výrobního procesu pomocí metody mapování toku hodnot. Dle analýzy jsou navrženy návrhy ke zlepšení, ze kterých je hlavním návrhem určeno přeměnění dávkové výroby na tok jednoho kusu u operací montáž a balení. Poté je provedena analýza montážního a balícího procesu a pracoviště. Na základě vyhodnocení analýz a vybraného návrhu jsou operace montáž a balení s tokem jednoho kusu návrhem, který by snížil plýtvání a zvýšil podíl přidané hodnoty ve výrobním procesu. Praktická část je ukončena dalšími návrhy na zlepšení montážního a balícího procesu a pracoviště.

Klíčová slova: layout, mapování toku hodnot, plýtvání, štíhlá výroba, výrobní proces

ABSTRACT

This bachelor thesis is focused on the analysis of the production process of selected flush-mounted enclosures in the company TVD - Technická výroba a.s. The theoretical part contains chapters dealing with production, industrial engineering, lean enterprise and value stream mapping. The practical part analyses the current state of the production process using the value stream mapping method. According to the analysis, suggestions for improvement are proposed, from which the main proposal is to change the batch production into a one-piece flow in assembly and packaging operations. Then an analysis of the assembly and packaging process and workplace is performed. Based on the evaluation of analyzes and selected suggestion, assembly and packaging operations with a one-piece flow are a suggestion that would reduce waste and increase the share of added value in the production process. The practical part ends with further suggestions for improving the assembly and packaging process and workplace.

Keywords: layout, value stream mapping, waste, lean manufacturing, production process

Zde na tomto místě bych chtěl poděkovat prof. Ing. Felicitě Chromjakové, PhD. za její vedení, neustálou vstřícnost a cenné rady, které napomohly k vypracování této bakalářské práce. Dále chci poděkovat společnosti TVD – Technická výroba a.s. za umožnění zpracovávat tuto práci právě v jejich prostorách, za ochotu všech pracovníků a poskytnuté informace. Nakonec bych chtěl obzvláště poděkovat také mému vedoucímu odborné praxe Ing. Radimu Sládkovi za jeho obětavost a zkušenosti, které mi poskytnul při mé působnosti v této společnosti a při zpracování této bakalářské práce.

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

OBSAH

ÚVOD	9
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 VÝROBA	12
1.1 STRUKTURA A ZÁKLADNÍ POJMY VÝROBNÍHO PROCESU	13
1.2 DRUHY VÝROB	15
1.3 PRODUKTIVITA PRÁCE A PŘIDANÁ HODNOTA VE VÝROBNÍM PROCESU	16
1.4 PLÝTVÁNÍ VE VÝROBNÍM PROCESU.....	17
1.4.1 Nadprodukce	18
1.4.2 Zásoby	18
1.4.3 Zbytečné pohyby	18
1.4.4 Chyby	19
1.4.5 Čekání	19
1.4.6 Doprava	19
1.4.7 Složité postupy	19
1.4.8 Nevyužitý potenciál pracovníků	20
2 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	21
2.1 DEFINICE PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ	21
2.2 VYBRANÉ METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ	21
2.2.1 Kaizen	22
2.2.2 Metoda 5S	23
2.2.3 Kanban	25
2.2.4 Ergonomie	26
3 PODSTATA ŠTÍHLÉHO PODNIKU	27
3.1 ŠTÍHLÁ VÝROBA	27
3.2 ŠTÍHLÁ LOGISTIKA	29
3.3 ŠTÍHLÁ ADMINISTRATIVA	31
3.4 ŠTÍHLÝ VÝVOJ	31
4 MAPOVÁNÍ TOKU HODNOT	32
4.1 HODNOTOVÝ TOK.....	32
4.2 POSTUP MAPOVÁNÍ TOKU HODNOT	33
4.3 KONCEPT VÝROBY TLAKEM A TAHEM	34
4.4 BALANCOVÁNÍ LINEK.....	35
4.5 MAPA SOUČASNÉHO STAVU.....	37
4.6 MAPA BUDOUCÍHO STAVU	38
II PRAKTICKÁ ČÁST	39
5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI A JEJÍ PRODUKCE	40

5.1	O SPOLEČNOSTI TVD – TECHNICKÁ VÝROBA A.S.....	40
5.2	POPIS VÝROBKU	41
6	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VÝROBNÍHO PROCESU	44
6.1	FORMA KOMUNIKACE SE ZÁKAZNÍKEM	44
6.2	INFORMAČNÍ SYSTÉM A POKROČILÉ PLÁNOVÁNÍ	46
6.3	FORMA KOMUNIKACE S DODAVATELI MATERIÁLU	46
6.4	VÝROBNÍ OPERACE.....	47
6.4.1	Děrování	48
6.4.2	Pálení laserem	49
6.4.3	Zahloubení.....	49
6.4.4	Ohýbání	50
6.4.5	Nastřelování	51
6.4.6	Nýtování.....	51
6.4.7	Lakování.....	51
6.4.8	Montáž a balení skříně	52
6.5	EXPEDICE	53
6.6	MAPA SOUČASNÉHO STAVU.....	53
6.7	MAPA BUDOUCÍHO STAVU	58
7	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU MONTÁŽNÍHO A BALÍČÍHO PROSECU A PRACOVÍŠTĚ.....	62
7.1	MONTÁŽNÍ A BALÍČÍ PROCES	62
7.1.1	Předmontáž.....	62
7.1.2	Montáž skříní a balení skříní.....	65
7.1.3	Balení dokončené palety	69
7.2	ULOŽENÍ KOMPONENTŮ A VÝROBNÍ PROSTOR	70
7.2.1	Uložení polotovarů a materiálů	70
7.2.2	Výrobní prostor montážního a balícího pracoviště	73
7.3	ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU	74
8	NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ MONTÁŽNÍHO A BALÍČÍHO PROCESU A PRACOVÍŠTĚ.....	79
8.1	NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ PROCESU	79
8.2	NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ PRACOVÍŠTĚ.....	85
	ZÁVĚR	89
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	91
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	94
	SEZNAM OBRÁZKŮ	95
	SEZNAM TABULEK.....	97

ÚVOD

Výrobní společnosti v současném světě neustále více tíhnou k digitalizaci a novým výrobním technologiím, které se sebou přináší koncept Industry 4.0. Nejvíce se tato skutečnost ukázala v době nedávné koronavirové krize, kdy výrobní společnosti trpěly nedostatkem lidských zdrojů. Výrobní společnosti proto stále více hledají jisté podněty a způsoby k automatizování jednotlivých operací ve výrobních procesech, aby byly firmy schopny flexibilně reagovat na jakékoli nežádoucí podněty z vnějšího okolí. K jakékoli změně ve výrobním procesu je však ze všeho nejdříve potřebná jeho správná analýza, která poskytuje potřebné informace a výsledky, které odkrývají jednotlivé příležitosti ke zlepšování. Na základě vyhodnocené analýzy je poté nutné navrhnout a uvést potřebná opatření, která budou výrobním společnostem redukovat nebo eliminovat činnosti, které výrobkům nepřidávají hodnotu a jsou označovány jako plýtvání.

Eliminace plýtvání a optimalizace výrobních procesů vedou k jejich zefektivnění a zvýšení produktivity, což vede k následnému zvýšení zisku společnosti. Problematikou analýzy výrobních procesů se neustále zabývají průmysloví inženýři po celém světě. Jedná se v podstatě o jádro tohoto oboru, který je založen právě na určitém zkoumání výrobních procesů a jejich následné optimalizaci. Obor průmyslové inženýrství prošel jistým vývojem, který z něj v současné době dělá komplexní disciplínu založenou na znalostech z několika vědních oborů. Tyto znalosti musí umět průmysloví inženýři využívat v praxi při řešení problémů, které se ve výrobních společnostech neustále vyskytují.

Tato práce se zabývá analýzou výrobního procesu a je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část se zabývá popsáním a charakteristikou informací spjatých s výrobním procesem a dalšími tématy, která se vztahují k průmyslovému inženýrství. Praktická část je zaměřena na analýzu výrobního procesu vybraných výrobků, vyhodnocení analýzy a uvedení návrhů na zlepšení.

Problematika analýzy, následného vyhodnocení a návrhů na zlepšení daného výrobního procesu je řešena z důvodu neustálé nutnosti všech společností být konkurenceschopnými na dnešním globalizovaném trhu. Společnosti jsou pod neustálým tlakem konkurenčního okolí, které se snaží mít největší část na tržím podílu v daném odvětví. Účelem této práce je zpracování analýzy a návrhů na zlepšení výrobního procesu vybraných výrobků, které jsou v této vybrané společnosti vyráběny pro klíčového zákazníka a jsou stabilním zdrojem příjmů.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je analyzovat současný stav výrobního procesu vybraných výrobků ve vybrané společnosti a navrhnout případné možnosti ke zlepšení výrobního procesu.

Teoretická část této práce je zpracována formou literární rešerše a je rozdělena do čtyř velkých kapitol. První kapitola je zaměřena na problematiku výroby, kde je popsána struktura výrobního procesu spolu s plýtváním ve výrobním procesu. Druhá kapitola pojednává o průmyslovém inženýrství a vybraných metodách Kaizen, 5S, kanban a ergonomii. V dalších dvou kapitolách je pojednáváno o podstatě štíhlého podniku a vysvětlení jeho prvků a charakteristice metody mapování toku hodnot. Teoretická část slouží jako informační podklad pro praktickou část této práce.

Na začátku praktické části je uvedeno představení společnosti TVD – Technická výroba a.s. a popis vybraných výrobků. K analýze celého výrobního procesu vybraných výrobků je zvolena metoda mapování toku hodnot, která přehledně popisuje jednotlivé prvky ve výrobním procesu a možné příležitosti ke zlepšení. Současný stav výrobního procesu vybraných výrobků byl analyzován od listopadu roku 2021 do konce ledna roku 2022. Na základě výsledků předchozí analýzy je v další kapitole provedena analýza montážního a balícího procesu a pracoviště za pomoci sledování pracoviště a časového měření vykonávané práce. Analyzování současného stavu montážního a balícího procesu a pracoviště bylo prováděno v únoru a březnu roku 2022. V závěrečné kapitole jsou uvedeny návrhy ke zlepšení montážního a balícího procesu a také pracoviště s využitím metody balancování výrobních linek a dalších.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝROBA

„Výrobu lze definovat jako transformaci výrobních faktorů do ekonomických statků a služeb, které pak procházejí spotřebou.“ (Keřkovský a Valsa, 2012, str. 2)

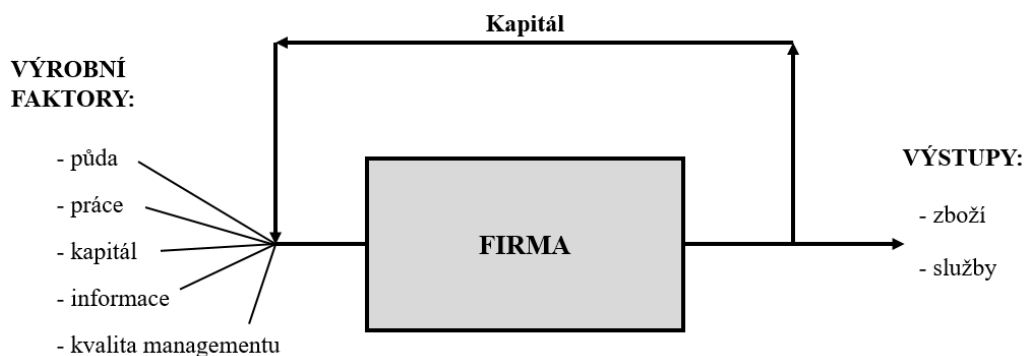
Z pohledu ekonomie jsou statky fyzické komodity, které slouží uživatelům ke spotřebě nebo směně a zároveň pozitivně přispívají k uspokojování potřeb. Naproti tomu služby jsou činnosti, po kterých na trhu existuje poptávka. (Keřkovský a Valsa, 2012)

Výrobní faktory jsou nejzákladnější ekonomické zdroje, které představují vstupy do výrobních procesů v podobě statků a služeb. Jsou považovány za vzácné, jelikož jejich výskyt je omezený. (Kucharčíková, 2011)

Keřkovský a Valsa (2012) rozlišují výrobní faktory na 4 hlavní složky, kterými jsou:

- práce,
- půda,
- kapitál,
- informace.

Pod pojmem práce je možné si představit veškeré lidské zdroje disponibilní ve výrobním procesu. Naproti tomu půda charakterizuje dostupné přírodní zdroje jako lesy, nerostné suroviny, vodu, apod. Další výrobní faktor kapitál se však od půdy a práce významně liší, protože právě půda a práce nemůžou být předmětem výroby. Jako kapitál jsou vyjádřeny vznikající výrobní faktory v průběhu výrobního procesu, které jsou využívány jako vstupy v dalších výrobních procesech. Kapitál existuje ve smyslu již zmíněného reálného kapitálu, ale i ve formě finančních aktiv jakožto finanční kapitál. Koloběh zmiňovaných výrobních faktorů je znázorněn na obrázku 1. (Keřkovský a Valsa, 2012)



Obrázek 1 Koloběh výrobních faktorů, zboží a služeb ve firmě (vlastní zpracování dle Keřkovského a Valsy, 2012)

1.1 Struktura a základní pojmy výrobního procesu

K výrobním procesům se neustále pojí úkony řízení výroby. Řízení výroby je využíváno k optimalizaci fungování výrobních systémů. Výrobní systém je určitou složeninou všech činitelů účastnících se výrobního procesu, jako jsou provozní prostory, výrobní zařízení, suroviny, polotovary, energie, informace, pracovníci, odpady a rozpracovaná i hotová výroba. (Keřkovský a Valsa, 2012)

Dle Jurové (2016) je řízení výrobního procesu prováděno díky promyšlenému a taktickému rozhodování výrobního managementu.

Keřkovský a Valsa (2012) označují výrobní management jako nejdůležitější složku při vykonávání vytyčených cílů v preparaci a samotném řízení výroby.

Výrobní management je součástí systémově řízeného podnikatelského subjektu a jeho hlavním úkolem je řídit výrobu k vytváření produktů pro zákazníky a tím v podstatě vytvářet výrobní systém. Díky výrobnímu managementu je vytvářen výrobní systém. Současně zprostředkovává výrobnímu systému potřebné činitele a řídí jej s využitím všech dostupných nástrojů managementu. Výrobní management musí neustále zvažovat a kontrolovat kvalitu i kvantitu procesů, jejich výsledky, stabilitu, inovační změny a využití vlastních kapacit a kooperací. (Jurová, 2016)

Keřkovský a Valsa (2012) uvádějí, že samotná struktura výrobního procesu se rozlišuje z hlediska řízení výrobního procesu, který je námětem plánování či optimalizace. Na základě této skutečnosti lze rozlišit strukturu výrobního procesu na **věcnou, časovou a prostorovou**.

Věcné hledisko výrobního procesu zahrnuje pojmy jako:

- **Výrobní profil podniku:** Soubor výrobních kapacit, které určují charakter výrobků, u kterých je podnik schopen realizace výroby.
- **Výrobní program:** Souhrn určitých výrobků, které podnik v rámci podnikového výrobního profilu vyrábí a nabízí na trhu. (Keřkovský a Valsa, 2012)

Podle způsobu přispívání k přetváření vstupů na výrobek bývají výrobní procesy děleny na:

- **Technologické procesy:** Procesy, které souvisí s výrobou výrobků jako např. frézování, soustružení atd.
- **Netechnologické procesy:** Podpůrné procesy jako např. kontrola kvality a doprava rozpracované výroby mezi jednotlivými procesy. (Keřkovský a Valsa, 2012)

Výrobní proces, který je prostředkem ke zhotovení výrobků, bývá zdokumentován ve formě technologického postupu. Technologický postup obsahuje popis jednotlivých operací (úseků, úkonů i pohybů), které vedou ke zhotovení výrobku a zároveň slouží jako zdroj informací pro plánování a řízení průběhu výroby. (Keřkovský a Valsa, 2012)

Časové hledisko výrobního procesu obsahuje následující aspekty jako:

- **Časové uspořádání výrobního procesu:** Určení posloupnosti jednotlivých operací, které mají být provedeny, a stanovení termínů provádění operací na určených pracovištích.
- **Výrobní dávka:** Skupina komponentů zadávaných do výrobního procesu společně.
- **Směnnost:** Ukazatel počtu pracovních směn, ve kterých výroba probíhá.
- **Prostoj:** Časový interval, ve kterém z určitých důvodů nepracují některá pracoviště.
- **Rozpracovaná výroba:** Neboli nedokončená výroba se určuje peněžní hodnotou zdrojů vázaných ve výrobním procesu. Cílem je rozpracovanou výrobu redukovat při vyčlenění určitých zásob pro udržení stability výrobního systému. (Keřkovský a Valsa, 2012)

Prostorové a organizační uspořádání výrobního procesu řeší dvě spolu související složky a to **materiálové toky a uspořádání pracovišť**. Samotné **uspořádání pracovišť** může být:

- **S pevnou pozicí výrobku (fixed position):** Transformované výrobní zdroje (materiál, rozpracovaný výrobek) mají v průběhu výroby fixní postavení, ale transformující se výrobní zdroje (zařízení a pracovníci) jsou dle potřeb přemísťovány do míst výrobního procesu.
- **Technologické uspořádání (process layout):** Uspořádání skupin podobných pracovišť (např. strojů). Pracoviště nejsou uspořádána s přihlédnutím na technologické postupy a rozpracovaná výroba se transportuje mezi pracovišti.
- **Buňkové uspořádání (cell layout):** Uspořádání pracovišť do tzv. buněk. Vybrané části výrobního procesu jsou realizovány v buňce a bez transportu výrobků mezi jednotlivými operacemi.
- **Předmětné uspořádání (product layout):** Cílené uspořádání pracoviště v souladu s potřebami zpracování výrobků tak, aby byl mezioperační transport redukován a zároveň udržen plynulý. (Keřkovský a Valsa, 2012)

1.2 Druhy výrob

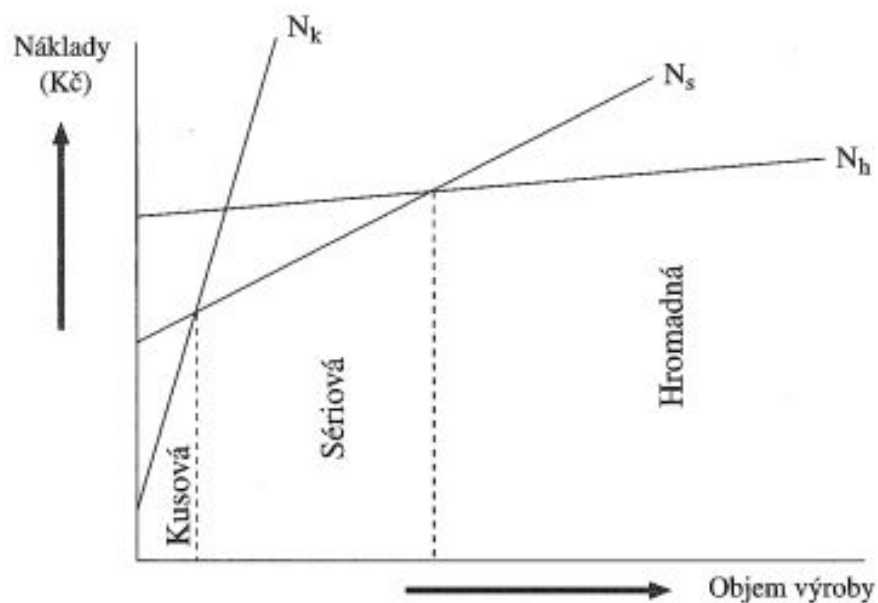
Jurová (2016) uvádí, že rozdělení a organizační uspořádání procesu výroby se v současnosti může uvádět na základě charakteristiky vztahů k zákazníkům. Pokud je produkt popsán na míru zákazníkem, je možné tuto výrobu označit jako zakázkovou.

Keřkovský a Valsa (2012) však poukazují, že řízení, uspořádání a struktura výrob se odvíjí od profilu produktů, trhu, objemu výroby, poptávky, použitých technologií a dalších.

Nejčastěji se výroba rozlišuje podle množství a počtu druhů vyráběných výrobků a to na:

- **Kusová:** Výroba menších množství velkého počtu typů výrobků.
- **Sériová:** Výroba totožného druhu produktů v sériích, které se opakují. Série se podle objemu výrobků rozlišují na málo, středně a velkosériovou výrobu.
- **Hromadná:** Výroba jednoho nebo malého množství typů výrobků ve velkém množství. (Jurová, 2016)

Hlavní rozdíl mezi uvedenými druhy výrob je charakterizován ve velikostech zhotovených množství výrobků a stylu přidělení nezbytných výrobních faktorů. Jedná se například o úroveň specializace i kompetence pracovníků a charakter uspořádání či využívání strojů. Organizace a používané technologie ve výrobním procesu zásadně ovlivňují strukturu a výši nákladů, jak je graficky znázorněno na obrázku 2. (Keřkovský a Valsa, 2012)



Obrázek 2 Struktura nákladů v závislosti na objemu kusové, sériové a hromadné výroby (Keřkovský a Valsa, 2012)

Z obrázku 2 je zřejmé, že kusová výroba není náročná z hlediska fixních nákladů, ale s rostoucím objemem výroby se prudce zvyšují náklady variabilní. Oproti tomu hromadná výroba je charakteristická vysokými fixními náklady a s rostoucím objemem výroby se mírně zvyšují i náklady variabilní. Nákladové rozložení a závislosti nákladů v sériové výrobě lze stanovit mezi nákladové charakteristiky kusové výroby a hromadné výroby. (Keřkovský a Valsa, 2012)

1.3 Produktivita práce a přidaná hodnota ve výrobním procesu

Keřkovský a Valsa (2012) popisují, že v praxi se využití spotřebovaných výrobních faktorů hodnotí na základě ukazatelů produktivity, definovaných jako podíl výstupu ke spotřebovaným výrobním faktorům.

Kucharčíková (2011) popisuje produktivitu práce jako ukazatel zvýšení produkce statků a služeb při nezměněném množství práce. Je parciálním ukazatelem, který je poměrně dobře měřitelným ukazatelem produktivity a vyjadřuje snahu lidí zvyšovat účinnost vynaložené práce. Nicméně jelikož je částečným ukazatelem, je faktem, že i na základě jejího růstu může klesat celková produktivita.

Pro zvýšení produktivity práce je využívána i jiná varianta ke zvýšení produktivity a to změna samotného jádra vykonávané práce. Zkrátka pracovat lépe ne více, a proto je nutné produktivitu zvyšovat optimalizací veškerých toků ve výrobním procesu za účelem vytváření kvalitních a vysokých výstupů. Při zvyšování produktivity se dbá právě na výstupy, protože navyšování pracovních činností může vést ke snížení produktivity. Produktivita se dá zvyšovat i zjednodušením pracovních postupů. K tomu je ale potřeba jednotlivé pracovní činnosti analyzovat a vyhodnotit možná zlepšení. Vzorec pro výpočet produktivity je uveden níže. (Jurová, 2016)

$$P = \frac{Q}{F}$$

kde:

- P: produktivita,
- Q: vyrobené množství ve fyzikálních jednotkách, také přidaná hodnota ve finančních jednotkách,
- F: množství použitelného výrobního faktoru, také čas spotřebovaný na tvorbu přidané hodnoty. (Jurová, 2016)

Kromě produktivity je ve výrobním procesu často předmětem zkoumání a analýz **přidaná hodnota**. Cílem všech podniků by mělo být maximalizování podílu přidané hodnoty oproti podílu hodnoty nepřidané, která je v dnešním světě nežádoucím jevem.

Dlabač (2017) ve svém článku uvádí, že z pohledu průmyslového inženýrství je možné definovat přidanou hodnotu jako „*soubor všech činností, které vedou k fyzické změně struktury, tvaru nebo složení výsledného produktu*“.

Pro vyjádření přidané hodnoty ve výrobním procesu je možné využít metodu mapování toku hodnot (VSM). Jedním z výstupů této metody je VA index (index přidané hodnoty), což je procentuálně vyjádřený podíl průběžné doby výroby ku času operací přidávajícím hodnotu. Nejlepší data o přidané hodnotě lze získat pozorováním samotných pracovníků. Vhodnou metodou pro sběr dat o činnostech pracovníků je snímkování pracovního dne, při kterém se pracovníci nepřetržitě sledují a zároveň se dokumentují všechny vykonávané činnosti v průběhu celého pracovního cyklu. (Dlabač, 2017)

Dlabač (2017) zdůrazňuje, že na přidanou hodnotu by se mělo vždy nahlížet především pohledem zákazníka, protože právě zákazník rozhoduje, za co je ochoten zaplatit, a tím i v podstatě stanovuje přidanou hodnotu.

1.4 Plýtvání ve výrobním procesu

Jakákoli výroba či její podpůrné činnosti se skládají z procesů přidávajících nebo nepřidávajících hodnotu výrobku. Plýtvání je často označováno japonským slovem MUDA a ve výrobním procesu označuje činnosti, které nepřidávají hodnotu produktu. Za tyto činnosti zákazník neplatí. (Bauer, 2012)

Bauer (2012) dále uvádí, že vykonávané činnosti přidávající hodnotu k sobě připojují i činnosti hodnotu nepřidávající. Schopnost odhalit MUDA vede k možnostem potencionálního zisku a přínosem z eliminace plýtvání je snížení nákladů na výrobu.

Jurová (2016) zdůrazňuje, že skutečná zlepšení spojená s eliminací plýtvání jsou dosažena až v momentě zjištění problémů a příčin. To vše však vyžaduje sběr dat o aktuálním stavu výrobního procesu a následné provedení vhodných opatření.

Plýtvání je v podstatě „nemoc“, která společnosti stojí peníze a brzdí v produktivitě. Pro pochopení podstaty oboru průmyslového inženýrství je pochopení rozdílu mezi přidanou a nepřidanou hodnotou klíčové. V následujících textech jsou popsány jednotlivé druhy plýtvání, které jsou pro výrobní společnosti nežádoucím faktorem.

1.4.1 Nadprodukce

Nadprodukce vzniká výrobou většího množství produktů, než je zákazníkem požadováno. Důvodem vzniku tohoto plýtvání bývá snaha o vyšší využití výrobní kapacity a produktivity, nebo výroba určitého množství produktů navíc jako zásoby. Následky nadvýroby vedou k navyšování skladovacích prostor i ke zvyšování nákladů v oblastech dopravy a administrativy. (Jurová, 2016)

Skhmot (2017) uvádí, že výrobní nadprodukce označuje výrobu více produktů, než je požadováno, a to díky výrobě tlakem, nebo výrobu produktů ve větších dávkách než bylo dáno zákazníkem.

Nadprodukce je ze všech druhů plýtvání ta nejvíce závažná. Dá se ji označit jako „ohnisko ostatních plýtvání“. Umocňuje vznik ostatních druhů plýtvání, které jsou přímo úměrné velikosti nadprodukce. Čím vyšší nadprodukci společnosti mají, tím více narůstají další druhy plýtvání a tím i nepřidaná hodnota.

1.4.2 Zásoby

Zásoby je v mnoha případech složité považovat za druh plýtvání, protože v účetní rozvaze jsou zařazeny jako aktiva. Množství zásob nad rámec potřeby však může vést k problémům typu poškození komponentů, neefektivní alokaci zásob a delší průběžné době ve výrobním procesu. Ve výrobě je za příklad tohoto plýtvání označováno nadměrné množství hotových výrobků, rozpracované výroby či vstupního materiálu. (Skhmot, 2017)

Dle Gay (2019) se zásoby jako plýtvání považují z důvodu jejich souvislosti s náklady na jejich držení a to se vztahuje na vstupní materiál, rozpracovanou výrobu i hotové výrobky. K nadměrným zásobám vedou důvody jako nadměrný nákup, špatná predikce či plánování výroby, ale i špatně navržená procesní provázanost mezi výrobními a nákupními odděleními.

1.4.3 Zbytečné pohyby

Tento druh plýtvání charakterizují veškeré zbytečné či nadbytečné pohyby pracovníků, zařízení a strojů. Pokud jsou činnosti ve výrobě nastaveny do stavu, ve kterém dochází k mnoho nadměrným pohybům, je nutné činnosti optimalizovat za účelem zvýšení efektivity práce a zvýšení úrovně bezpečnosti. Typickými příklady tohoto plýtvání jsou činnosti jako hledání, chůze pro nástroj či materiál, zvedání, natahování se pro materiál a nadbytečná manipulace s materiálem na pracovišti. (Skhmot, 2017)

1.4.4 Chyby

Všechny procesy, produkty nebo pracovní činnosti zaměstnanců jsou vytvářeny s přihlédnutím na dosahování co nejmenšího počtu chyb. V nejlepším případě by se mělo jednat o „nulovou toleranci k chybovosti“. Prevence proti chybám je důležitou součástí všech výrobních procesů. Mezi možné zdroje chyb jsou zařazovány např. zmetky ve výrobě, špatně definované informace v rámci informačních a materiálových toků, zadávání nesprávných údajů, chybná dokumentace a nesrozumitelné objednávky, reporty či standardy. Eliminovat chyby v procesech není jednoduchý úkol, protože ve většině případů jsou chyby řešitelné až po samotném provedení procesu. (Chromjaková a Rajnoha, 2011)

1.4.5 Čekání

Čekání se vyznačuje pracovníky čekajícími na materiál nebo vybavení a nečinným zařízením. K tomuto plýtvání často dochází nerovnoměrně vybalancovaným výrobním pracovištím, což může mít za následek nadprodukcí a nadbytečné zásoby. Ve výrobě jsou charakteristickými případy především čekání na dodání materiálů, čekání na odvoz hotových výrobků a čekání na správné pokyny k zahájení výroby. (Skhmot, 2017)

1.4.6 Doprava

Plýtvání dopravou je charakteristické pohybem osob, nástrojů, inventáře, vybavení nebo výrobků. Nadměrná doprava materiálů či výrobků je ve společnostech důvodem zvýšeného množství výskytu poškozených produktů. U osob a zařízení může nadbytečný transport vést ke zbytečné práci, většímu opotřebení a vyčerpání. (Skhmot, 2017)

Gay (2019) uvádí, že tento druh plýtvání často způsobují špatně navržená výrobní pracoviště nebo špatně navržené procesy, které nebyly vhodně optimalizovány. Doprava taky vede k vyvolání dalších druhů plýtvání jako jsou čekání nebo pohyb. Tím ovlivňuje výši režijních nákladů a další nákladové položky jako např. náklady na palivo a energii.

1.4.7 Složité postupy

Tento druh plýtvání charakterizují činnosti, u kterých se provádí více práce nebo procesních kroků, než je potřeba. Jedná se o určité systémové pochybení. Ve výrobě se může jednat o používání přesnějších zařízení, než je požadováno, nebo vícenásobná kontrola. Dále se může jednat o situace jako jsou nadměrné množství funkcí v systému a provádění nadbytečných analýz. (Skhmot, 2017)

1.4.8 Nevyužitý potenciál pracovníků

Poslední druh plýtvání je oproti ostatním odlišný, protože není úplně charakteristický pro výrobní proces. Vyskytuje se v situacích, kdy management ve výrobních společnostech zapracovává své zaměstnance na nevhodných pozicích, nebo nevyužívá plně jejich schopnosti a potenciál. Často bývá důsledkem špatného řízení a nedostatečné komunikace. Následkem tohoto plýtvání bývá přidělování nesprávných úkolů nebo úkolů, na které nemají pracovníci správnou kvalifikaci. Eliminace tohoto plýtvání však může být klíčem k odstranění ostatních druhů plýtvání. Mezi příklady plýtvání nevyužitým potenciálem patří například špatná komunikace, neschopnost zapojit lidi do návrhu a vývoje pracoviště, špatné řízení a nedostatek týmového tréninku. (Gay, 2019)

2 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Současné období je z převážné části charakterizováno globalizovaným nasyceným trhem a velkou konkurenceschopností. Na základě tohoto faktu společnosti potřebují disponovat co nejvyšší efektivitou a flexibilitou, které jsou dosažitelné využíváním nástrojů a metod průmyslového inženýrství. Průmyslové inženýrství se stalo klíčovým oborem z hlediska konkurenceschopnosti firem na celém světě a pomáhá společnostem při dosahování vytyčených cílů.

Dle Chromjakové (2013) se v posledních letech koncepce průmyslového inženýrství znatelně změnila a současnost se nese v moderních technologiích, jako jsou počítačem podporované plánovací technologie, využívání 3D simulací, rozvrhování výrobních procesů a další. Pozice průmyslového inženýra se tedy stává více sofistikovanou a spolu s tím neustále vzrůstají požadavky na kreativitu, inovativnost a praktickou znalost využívání metod a nástrojů průmyslového inženýrství.

2.1 Definice průmyslového inženýrství

Průmyslové inženýrství je obor, který se zabývá hledáním řešení k eliminaci ztrát ve výrobních a administrativních procesech. V současné době jsou průmysloví inženýři zaměřeni především na vyloučení plýtvání z výrobních procesů a na nastavování vzájemně ovlivňujícím se propojení mezi výrobními a administrativními procesy. Základním principem současného průmyslového inženýrství je identifikování přidané hodnoty. Přidaná hodnota je v podstatě jádrem pozornosti zákazníka. Ve společnostech je přidaná hodnota na produktech vytvářena lidmi, stroji a procesy. (Chromjaková a Rajnoha, 2011)

Trebuňa (2017) definuje průmyslové inženýrství jako požadovanou profesi a disciplínu zabývající se vývojem a konstrukcí výrobků, zlepšováním procesů a integrovanými systémy a jejich realizací, do které patří lidé, materiál, výrobní prostředky, energie a informace. Průmysloví inženýři musí umět navrhovat, plánovat, implementovat a řídit výrobní i distribuční systémy.

2.2 Vybrané metody průmyslového inženýrství

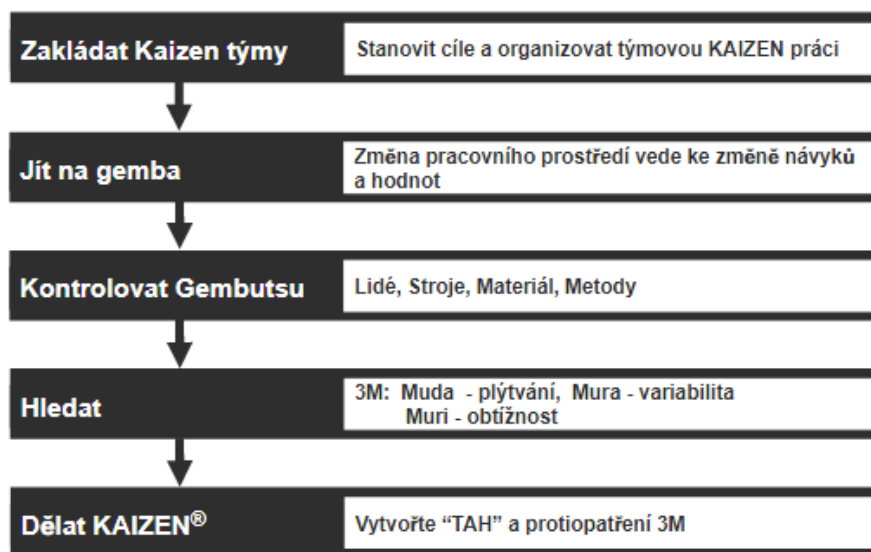
Pro dosažení optimálního firemního prostředí je v dnešním světě využíváno mnoho metod a užitečných nástrojů oboru průmyslového inženýrství. V následujících částech jsou uvedeny některé vybrané metody průmyslového inženýrství, které úzce souvisí s praktickou částí této bakalářské práce.

2.2.1 Kaizen

„Snad nejznámější metodikou v oblasti zlepšování podnikových procesů je metodika nazvaná Kaizen.“ (Chromjaková a Rajnoha, 2011, str. 82)

Slovo Kaizen je převzato z japonštiny a znamená „změna k lepšímu“. Základem této metodiky je filozofie, která je zaměřena na myšlení a zlepšování orientované na dobře fungující procesy. Nejedná se jen o fyzické zlepšování, ale i o změnu myšlení lidí, která bude orientovaná na procesy a činnosti. S přijetím této filozofie je možné docílit pozitivních výsledků v oblasti neustálého zlepšování. (Chromjaková a Rajnoha, 2011)

Praktikování metodiky Kaizen se provádí za účelem zvýšení produktivity, snižování nákladů a rozvíjení lidského myšlení i potenciálu. Snahou je optimalizovat nepřetržité materiálové i informační toky. Toho se docílí eliminací plýtvání a určitých nepravidelností. Podstata filozofie Kaizen je znázorněna na obrázku 3. (Emiliani, 2016)



Obrázek 3 Kaizen filozofie (Bauer, 2012)

Kaizen filozofie tedy znamená:

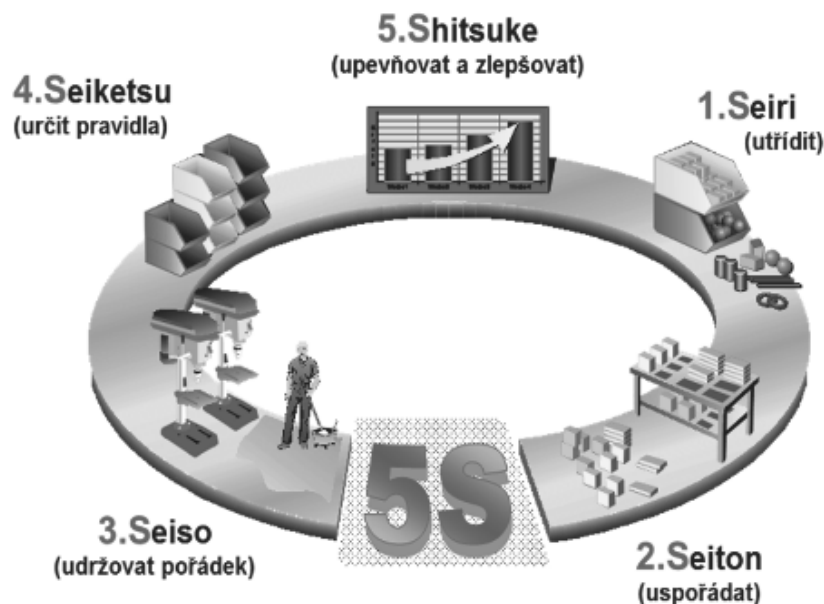
- **Jít na Gemba:** místo, kde se ve výrobě, administrativě a v obslužných procesech tvoří hodnota.
- **Pozorovat a kontrolovat Gembutsu:** hledání plýtvání a odhalování problémů pomocí pozorování a rozhovorů s pracovníky.
- **Dělat Kaizen:** Používání nástrojů jako „Ishikawa diagram“ a „5krát Proč“ k odhalení hlavních problémů a následné zahájení akcí, opatření a zjišťování jejich účinků. (Bauer, 2012)

2.2.2 Metoda 5S

Roser (2015) popisuje metodu 5S jako jednu ze základních metod štíhlé výroby, která slouží k vytvoření a udržení čistého a organizovaného pracoviště a celkově pracovního prostředí.

Metoda 5S pomáhá k neustálému udržování čistého a přehledného pracovního prostředí, které za těchto podmínek vede k zvyšování produktivity. Produktivita se může zvýšit díky snadnějšímu přístupu k nástrojům na standardním místě, protože se urychlí jejich použití. 5S dále vede ke snížení potřebných nástrojů, úspoře výrobního prostoru a celkové přehlednosti na pracovišti. (Roser, 2015)

Obrázek 4 graficky znázorňuje kroky metody 5S, které jsou podrobněji rozebrány a popsány.



Obrázek 4 Kroky metody 5S (Bauer, 2012)

Seiri (utřít), Seiton (uspořádat), Seiso (udržovat pořádek), Seiketsu (určit pravidla), Shitsuke (upevňovat a zlepšovat) je pět japonských slov, která jsou základem názvu a zároveň vodítkem této metody. (Bauer, 2012)

1. **Seiri – Utřít:** Prvním krokem metody 5S je analýza a pročištění pracoviště od zbytečných věcí. Na pracovišti se roztrídí věci, které jsou k výkonu potřebné, a které ne. Věci, které jsou k výkonu nepotřebné, se odstraní. Všechny věci na pracovišti se dají rozlišit na tři druhy dle četnosti jejich užívání a to na věci nutné k práci každodenně, nepotřebné věci a věci, které jsou potřeba jen jednou za čas. Nepoužívané a zbytečné věci jsou zařazeny do odpadu. Věci, které jsou k výkonu práce potřeba, jsou roztrženy podle frekvence jejich používání. Nástroje či jiné

vybavení, které je potřeba k práci denně, se umístí na pracoviště. Ostatní potřebné věci budou uloženy podle frekvence používání poblíž pracoviště nebo ve skladu. Výsledkem prvního kroku metody 5S je zavedení určitého systému, eliminace nepotřebného materiálu, více prostoru a přehlednost. (Bauer, 2012)

2. **Seiton – Uspořádat:** Ve druhém kroku je cílem zorganizovat pracoviště tak, aby nalezení potřebných věcí zabralo minimální čas a úsilí. Věci se na pracovišti uspořádají podle zásad ergonomie a minimalizace plýtvání. Optimální rozložení pozic potřebných věcí je diskutováno s pracovníky pracoviště. Určí se optimální množství materiálu a polotovarů potřebné k plynulému průběhu práce a materiálové i nástrojové uložení se vizualizují. Výsledkem je pracoviště, kde má vše své místo a vše je na svém místě. Tento krok metody 5S je zároveň spjat s ergonomií, jelikož se jedná i o nastavení optimálních podmínek pracoviště pro pracovní zátěž jednotlivých pracovníků. (Bauer, 2012)
3. **Seiso: Udržovat pořádek:** Pracoviště musí být uklizené. Nástroje, pracovní plochy a prostory na ukládání musí být čisté. Na čistém pracovišti jsou lépe identifikovatelné zdroje problémů a platí zásada, že pracovníci si své pracoviště čistí sami. (Bauer, 2012)
4. **Seiketsu – Určit pravidla:** Cílem čtvrtého kroku je navrhnout standardy uspořádání pracoviště, které pomůžou udržovat stav dosažený implementací prvních tří kroků. Aby byla pracoviště udržována stále čistá a uspořádaná, vytváří se standardy vzhledu pracoviště tzv. umístění pomůcek a materiálu. Ty by měly být zveřejněny v prostoru pracoviště a jejich vizualizace umožní kontrolu daného pracoviště. V zásadě se standardy vypracovávají ve spolupráci s pracovníky příslušného pracoviště, aby se zajistila jejich větší akceptace. (Bauer, 2012)
5. **Shitsuke – Upevňovat a zlepšovat:** Poslední krok je vyžadování disciplíny a snahy udržovat a neustále zlepšovat stav pracovišť. Cílem je vybudování kultury 5S, kontrola a sebedisciplína pracovníků. Pravidelné audity jsou zde kontrolním prvkem, který slouží k udržení optimálního stavu. Díky těmto zásadám jsou pracovníci vedeni k udržování pořádku, odpovědnosti, zlepšování a sebedisciplíně. (Bauer, 2012)

Díky implementování metody 5S jsou pracoviště přehlednější a tím pádem i efektivnější. Tato metoda je vhodným předpokladem pro dosažení principů štíhlé výroby, které jsou trendem v současném světě výrobních společností.

2.2.3 Kanban

Kanban je systém řízení výroby, ve kterém je cílem tah polotovarů a součástek ve výrobním procesu podle požadavků montáže a bez zbytečných meziskladů a rozpracovanosti. Na rozdíl od tradičního výrobního systému, kanban využívá principu tahu, kdy řídicí impuls vysílá předchozí výrobní článek. Pro správné fungování kanban systému je ve výrobním procesu potřebná existence okruhu mezi dodavatelem a zákazníkem. Informačně-materiálový okruh je vytvářen pomocí kanban karet dodaných dodavateli a jejich následné vrácení spolu s materiálem odběrateli. Jakmile má pracoviště k dispozici kanban kartu, může pracovat. (Kucharčíková, 2011)

Yoo a Glardon (2018) poukazují na hlavní principy metody kanban. Jedná se o výrobu pouze těch produktů, které zákazník požaduje. Vyrábí se přesně tehdy, když jsou výrobky potřeba a v požadovaném množství. V praxi se nejčastěji při využívání této metody přenášejí informace pomocí kanban karet.

Hlavními dvěma typy kanban karet pro sklad, logistiku a řízení výroby jsou:

- **Transportní kanban karta:** je používána hlavně k transportu materiálu mezi pracovišti, tedy mezi výstupním zásobníkem dodavatelského pracoviště a mezi vstupním zásobníkem zákaznického pracoviště. Tyto kanban karty jsou využívány i mezi centrálním skladem materiálu a pracovišti, např. v supermarketech. Podstatou je, že na dodavatelském pracovišti je materiál dostupný neustále, a proto není potřeba využívat kanban pro řízení výroby.
- **Výrobní kanban karta:** udává signál výrobnímu pracovišti k zahájení výroby podle údajů na kanbanové kartě. Ta definuje přesný požadavek zákaznického pracoviště. U výrobních kanban karet je nutné řešit kapacitu dodavatelského pracoviště a k tomu je využívána kanban pošta nebo kanban tabule, do kterých se umísťují prázdné kanban karty. (Kanban – Jak výroba tahem optimalizuje stav zásob a přispívá k efektivitě ve výrobě?, © 2011-2020)

Kanban vytváří přehledný výrobní tok díky toku informací zprostředkovaným kanban kartami s využitím vizualizační tabule. Z těchto tabulí lze vyčíst stav rozpracovanosti v daném momentě výroby. Podle druhu výrobku se na tabuli ukládají karty vzestupně a do sloupců. Priorita výroby daného výrobku se určuje podle velikosti sloupce. Implementování metody kanban probíhá ve společnostech z důvodu snižování výrobních dávek, úspory prostoru a nižší vázanost zásob. (Chromjaková a Rajnoha, 2011)

2.2.4 Ergonomie

„Ergonomie (z řečtiny ergo – práce a nomoi – přírodní zákony) je věda zabývající se vztahy mezi člověkem, pracovním prostředím a pracovními prostředky.“ (Dlabač, 2017)

Ergonomicky uspořádané pracoviště by mělo vytvářet takové podmínky, které zabezpečí minimální pracovní zátěž se současnou minimalizací pravděpodobnosti vzniku zranění či úrazu s trvalými následky. (Dlabač, 2017)

Tato disciplína spojuje poznatky z předmětů, jako je anatomie a fyziologie, psychologie a statistika. Podstatou je myšlenka, aby optimalizační návrhy zefektivňovaly práci a rozvíjely schopnosti lidí, ale zároveň minimalizovaly dopady na zdravotní stav pracovníků. Snahou ergonomů je vytvoření takových produktů, pracovišť a systémů, které maximálně vyhovují pracovníkům, kteří je využívají. (What is ergonomics?, ©2022)

Dlabač (2017) popisuje, že ergonomie bývá v českém firemním prostředí vázána k pracovní hygieně, ochraně zdraví a s tím související legislativou.

Ergonomie je zaměřena na tři klíčové sektory a to organizaci efektivní práce na pracovišti, ochraně zdraví a vytvoření vhodných pracovních podmínek. Pohled průmyslového inženýrství na tuto problematiku určuje několik ergonomických principů. Mezi vybrané ergonomické principy patří:

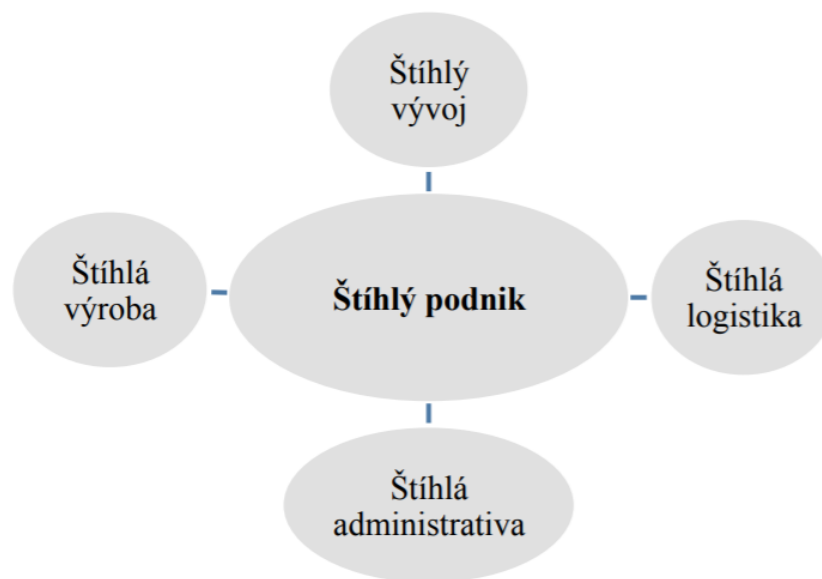
- uspořádání pracoviště s přihlédnutím na výšku a pohyblivost pracovníka,
- vyhovující volba pracovní polohy při realizaci výkonu v závislosti od síly a intenzity,
- optimální zorné podmínky,
- optimální řešení pracovních sedadel,
- optimální manipulační prostor, poskytující dostatečný komfort pro práci,
- ekonomie pracovních pohybů,
- správné uspořádání oznamovacích a ovládacích prvků,
- náležitá konstrukce nástrojů a přípravků. (Chromjaková a Rajnoha, 2011)

Ergonomie sice není přímo metodou oboru průmyslového inženýrství, ale je nezbytně důležitou disciplínou, která je s tímto oborem úzce spjata. Při optimalizaci pracovišť je nutné myslet nejen na produktivitu, ale i na zdraví a pohodlí pracovníků, které mohou rušivé faktory jako prašnost, hlučnost a špatná organizace pracoviště narušovat.

3 PODSTATA ŠTÍHLÉHO PODNIKU

Koncept štíhlého „LEAN“ podniku stojí na flexibilitě, kvalitě a rychlosti bez nežádoucího plýtvání. V podstatě by se dalo říct, že zákazníkovi chceme dodat produkt, který je v požadované kvalitě, a bez činností, které produktu nepřidávají hodnotu. Z předchozí věty je zřejmé, že princip štíhlého podniku je započat v oblasti návrhu hodnoty pro zákazníka, tedy v oblasti inovací. V podstatě je to vyjádření rozdílu mezi tím, co z produktu zákazník získá a tím co musel pro jeho zisk obětovat. (Košturiak, 2014)

Chromjaková (2013) zdůrazňuje, že myšlenka konceptu LEAN není uplatňována jen ve výrobě, ale jedná se o filozofii, která je komplexně promítána celým podnikem. Celý koncept začíná štíhlým vývojem, na který navazují další důležité složky, štíhlá administrativa a štíhlá logistika, které přispívají ke zvyšování efektivnosti v podpurných a organizačních procesech. Prvky štíhlého podniku jsou graficky znázorněny na obrázku 5.



Obrázek 5 Koncept štíhlého podniku (Chromjaková, 2013)

3.1 Štíhlá výroba

Koncept štíhlé výroby má za cíl vytvářet a udržovat efektivně řízené postupy a optimalizovat výrobní procesy. S tím jsou spojeny operace přidávající hodnotu, efektivnost firemních procesů a zvyšování produktivních složek. (Chromjaková a Rajnoha, 2011)

Jurová (2013) uvádí, že k dosažení štíhlého výrobního procesu je nutné mít na vysoké úrovni zajištěné činnosti a oddělení jako např. marketing, management, řízení financí, řízení vývoje a řízení výroby.

Landau (2021) uvádí, že štihlá výroba a celkově princip štihlosti byly poprvé zavedeny ve výrobních systémech Toyota. Metodika cílí především na snižování plýtvání, vytváření hodnoty pro zákazníky a neustálé zlepšování procesů filozofií Kaizen. Toho je dosaženo pomocí aplikace pěti principů, které se používají k optimalizaci systémů štihlé výroby:

- **Určení hodnoty:** Nejprve je nutné určit, co produktu přidává hodnotu. Tedy to za co zákazník platí, a až následně identifikovat hodnotu nepřidanou. Díky identifikování přidané hodnoty je možné eliminovat činnosti hodnotu nepřidávající.
- **Mapování toku hodnot:** Pro identifikaci plýtvání a nalezení míst pro možné zlepšování je vhodnou metodou právě mapa toku hodnot, která poskytuje vizualizaci a analýzu každého kroku ve výrobním procesu.
- **Optimalizování toků:** Průběžná doba výroby může být zkrácena na základě zlepšování podnikových procesů a nastavení plynulých toků společnosti.
- **Systém tahu:** Princip opírající se o podmínku, kdy zahájení nové práce probíhá pouze tehdy, kdy zákazník vyšle objednávku, což podporuje metodu Just in time.
- **Neustálé zlepšování:** Štihlá výroba stojí na myšlence neustálého zlepšování založeném na filozofii Kaizen, což vede k neustálému využívání štihlých technik k optimalizování výrobních podniků.

K eliminaci plýtvání a optimalizaci firemních procesů jsou využívány vybrané nástroje, které pomáhají ukotvit principy štihlé výroby v praxi. Využívání těchto nástrojů vede ke zlepšování kvality, snižování průběžné doby výroby a snižování nákladů. Mezi nástroje štihlého řízení patří:

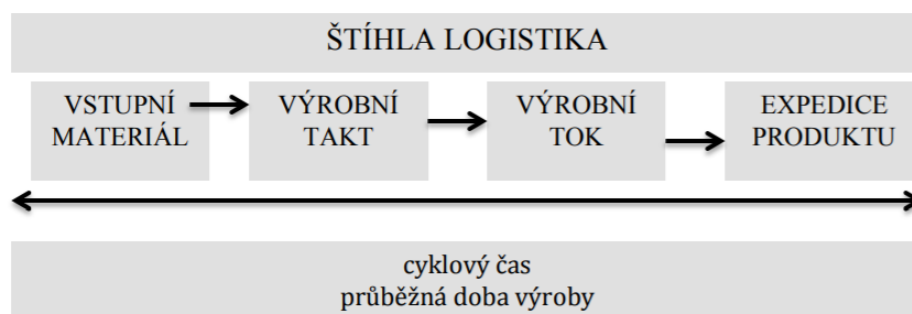
- **SMED** (single-minute exchange of die, zkracování času přetypování),
- **Mapování toku hodnot** (vizualizace kroků výrobního procesu),
- **Metoda 5S** (metodika organizace pracoviště),
- **Kanban** (metodika založená na signálních kartách a řízení tahem),
- **Poka-yoke** (odolnost proti chybám),
- **Jidoka** (systém pro vyřazení zmetků z výrobního procesu),
- **Totálně produktivní údržba** (zlepšování integrity a kvality výrobního procesu).
(Landau, 2021)

3.2 Štíhlá logistika

Označení jako „štíhlá výroba a logistika“ se poprvé objevily v japonské firmě Toyota a významem těchto termínů je trvalé odstraňování všech neefektivních, neproduktivních a nebezpečných složek v podniku spolu s identifikací a eliminací plýtvání časem, materiálem či lidským faktorem a dalších. (Toman, 2020)

Chromjaková (2013) uvádí, že štíhlá logistika je definována vybalancovanými a vytaktovanými logistickými procesy výrobního procesu dle tahové či tlakové metodologie podpořené optimálními logistickými činnostmi. Podstatou je nastavení výroby do stavu, kdy je zajištěna zákazníkem udaná průběžná doba výroby, od které se odvíjí cyklové časy zásobování pracovišť a expedování hotových výrobků.

Toman (2020) však popisuje štíhlou logistiku jako rozvedení štíhlé výroby do oblasti logistických procesů. Koncept štíhlé logistiky je využíván za účelem docílení co nejnižších provozních nákladů na skladování a manipulaci. S touto skutečností je nutné i dosahovat požadované bezpečnosti a produktivity s využitím potřebných ergonomických prvků.



Obrázek 6 Koncept štíhlé logistiky (Chromjaková, 2013)

Koncept štíhlé logistiky se opírá o předpoklad, jak je znázorněno na obrázku 6, že plánované vyráběné množství by mělo vycházet z objemu výrobků, který je společnost schopná prodat, a tomu přizpůsobí objem zásob a materiálových toků. Přidaná hodnota z dodávky zásob vznikne, pouze pokud jsou zpracovány přímo ve výrobním procesu. (Chromjaková, 2013)

Toman (2020) uvádí, že pro správnou implementaci konceptu štíhlé logistiky je nutné znát uvedené principy:

- **Manipulační technika ve štíhlém skladu:** S manipulací a tokem materiálu je spojena manipulační technika, u které se na základě štíhlé logistiky odstraňuje plýtvání a redukuje provozní náklady. Příkladem z oblasti štíhlé logistiky je např.

využívání tažných souprav místo paletových vozíků. K větší efektivitě lze logistiku optimalizovat pomocí digitalizace a robotizace s využitím nových technologií.

- **Vhodný Warehouse management system (WMS):** Nutností je optimální regálový systém s vhodnou manipulační technikou a spolehlivým i inteligentním systémem řízení skladu WMS. Moderní WMS má k dispozici elementární funkce jako jsou stav skladu, příjem, výdej či inventuru, ale i procesy a logické rozhodování fungující za uživatelským rozhraním. Důležité je i udržování spolupráce logistiky a nákupního oddělení. Obě oddělení pracují se stejnými daty, a proto je nutné, aby byl správně nastaven informační systém pro efektivní plánování alokace a nákupu materiálu.
- **Vizualizace a analýza umožňují optimalizovat:** Pro trvalý rozvoj a optimalizaci je nezbytná analýza a vizualizace logistických procesů. Pro zavedení určitých změn se zpravidla využívají analýzy. Samotná analýza by měla být založena na základě co nejpřesnějších dat, protože čím více jsou data přesná, tím více je přesnější i analýza. Analýzy mohou být vypracovány i pomocí dynamické simulace, která simuluje reálný provoz a pomáhá k nalézání problematických míst v provozu.
- **Komplexní požadavky na manipulační techniku:** Jde o individuální postoj k manipulační technice a vytvoření štíhlého řešení, které je kvalitní, spolehlivé a s vyloučením prostojových časů. Příkladem jsou vozíky se speciálními úpravami a přídatným zařízením přizpůsobenými na míru. Z nákladového hlediska musí být tyto varianty přijatelné a bez potřeby držení náhradní techniky a bez další nákladové zátěže. Současně musí být zvolená řešení bezpečná, produktivní i rychlá. Takováto manipulační technika své vyšší pořizovací náklady splatí vyšší produktivitou, bezpečností, nižšími provozními náklady a vyřešením potřeb skladů.
- **Menší plýtvání časem i prací:** Provádění pravidelných analýz a kontrol logistických procesů, které vedou k odhalení činností nepřidávajících hodnotu a k zavedení zlepšovacích návrhů.
- **Efektivní toky zboží:** Co nejmenší plýtvání zdrojů a zamezení vzniku zbytečných nákladů je podstatou pro všechny složky zásobovacího řetězce. Díky štíhlé logistice jsou zkracovány doby výrobků ve skladech a jsou snižovány manipulační podmínky.

Štíhlá logistika je nespornou součástí štíhlého podniku. Uvedené principy jsou současnými trendy v logistice, které napomáhají k efektivnímu zabezpečení materiálových i informačních toků a současné redukci provozních nákladů.

3.3 Štíhlá administrativa

Štíhlá administrativa je zaměřena na odstranění plýtvání v oblasti podpůrných administrativních procesů v průmyslových společnostech. Princip štíhlé administrativy stojí na změně vnímání administrativních činností prostřednictvím štíhlého myšlení. Jedná se především o změnu myšlení a eliminaci plýtvání v procesech nákupu, plánování a organizaci výrobních procesů, řízení kvality, údržby a dalších. V první řadě je nutné pochopit celý systém administrativních procesů a až poté je vhodné implementovat opatření dle požadovaného cíle projektu zeštíhlování. Bez pochopení základního principu zeštíhlování administrativních procesů není možné uskutečňovat propojení tří zásadních aspektů a to účelu procesu, podstaty procesu a popisu pracovní pozice pracovníka. (Chromjaková, 2013)

Investování prostředků do oblasti administrativy probíhá z důvodu potřeb vykonávat jen administrativní činnosti, které jsou nezbytné z pohledu přidané hodnoty a tím i zákaznické spokojenosti. Mezi další důvody patří redukce počtu pracovních pozic pro řešení stejného množství požadovaných operací (usnadňování obsahu, postupů a elektronizace dat procesů), zvyšování produktivity práce (pracovníci přesně vědí, co potřebují, mají přístup ke standardizovaným informacím z různých míst ve společnosti a vědí, kde tyto informace v požadované kvalitě najdou) a usnadnění komunikace mezi pracovníky pracovišť administrativy. (Chromjaková, 2013)

3.4 Štíhlý vývoj

Proces štíhlého vývoje v průmyslových společnostech se opírá o předpoklad provádění hlavních činností firem novými a efektivními způsoby v souladu s klíčovými prvky štíhlého uvažování o podnikových procesech a produktech. Štíhlý vývoj vychází jako ostatní složky štíhlého podniku z filozofie neustálého zlepšování procesů na vybraných pracovních pozicích, které jsou nezbytnou součástí pro provádění inovací u nových produktů či procesů. Z pohledu průmyslového inženýrství má štíhlý vývoj zásadní postavení, jelikož vstupuje do procesních standardů, schémat pro zvyšování produktivity a efektivnosti výrobních procesů. Pozice průmyslového inženýra má pravomoc ovlivňovat i vstupovat do štíhlého vývoje a současně navrhnout správné procesy s cílem mít kvalifikované pracovníky na správných pozicích. (Chromjaková, 2013)

4 MAPOVÁNÍ TOKU HODNOT

Mapování toku hodnot (dále uváděno pod zkratkou VSM) umožňuje pracovníkům identifikovat příčiny plýtvání a zároveň navrhovat řešení, které povedou k redukci či úplnému odstranění plýtvání. (Duggan, 2013)

Jedná se o techniku štíhlé výroby vhodnou pro analýzu, návrh a řízení toku materiálů a informací potřebných k dodání produktu zákazníkovi. Pro přehlednou vizualizaci materiálových a informačních toků je v této metodě využíváno systému standardizovaných symbolů. Vše na mapě je mapováno pro přehledný výstup dat o přidané či nepřidané hodnotě z hlediska zákazníka. Účelem je eliminace či redukce položek nepřidávající hodnotu. (Mukherjee, © 2022)

Duggan (2013) popisuje metodu VSM jako vizualizační metodu, která umožňuje mapovat informační a materiálové toky od vstupního materiálu až k zákazníkovi. Základem pro správnou aplikaci této metody je pochopení toku ze zákaznickova pohledu.

Tato metoda je vhodným nástrojem pro získání přehledu o materiálových i informačních tocích. Současně poukazuje i na zdroje plýtvání. Následné využívání nástrojů štíhlého podniku vede k zefektivnění toků a snížení zásob. Problém při aplikování této metody však nastává ve firmách s velkým mixem výrobků, které procházející stejným výrobním tokem. (Duggan, 2013)

Postup pro správné aplikování metody mapování toku hodnot je uveden v podkapitole 4.2.

4.1 Hodnotový tok

Nejdůležitějším prvkem metody VSM jsou hodnotové toky, které charakterizují pohyb materiálu a informací v celém výrobním procesu. Z předchozí věty je tedy zřejmé, že hodnotové toky se rozdělují na materiálové a informační.

Materiálový tok je tok všech komponentů ve výrobním systému. Ve VSM mapě je dodavatel umístěn nalevo a zákazník napravo, což značí, že materiálový tok proudí mapou zleva doprava. Materiálové toky se mohou rozdělovat i slučovat. Typickým příkladem slučování materiálových toků jsou montážní operace, kde dochází ke spojování komponentů do určitého uceleného celku. (Roser, 2015)

Oproti materiálovému toku tok informací představuje, jak v celém procesu proudí informace. V zásadě existují dva typy informací:

- **Informační tok vstupující do procesu:** Ve výrobním procesu je nutné vědět, co přesně je potřeba vyrábět, a proto se výrobní procesy neobejdou bez výrobních informací. Tok informací musí směřovat alespoň k prvnímu procesu v celém systému. Všechny ostatní procesy samozřejmě také potřebují vědět, co vyrábět, a k tomu jsou již využívány určité systémy. Příkladem informace vstupující do procesu může být např. výrobní zakázka nebo kanban karta. (Roser, 2015)
- **Informační tok vystupující z procesu:** Jedná se o tok informací, který jde zpětně z procesu k oddělení řízení výroby. V závislosti na ovládní systému může například dojít k situacím, kdy je nutné shromáždit data o vyrobených položkách či položkách na skladě. (Roser, 2015)

4.2 Postup mapování toku hodnot

Celý proces mapování toků hodnot a i samotná implementace nových zlepšení probíhají v pěti následujících krocích:

1. Zvolení výrobní rodiny

Prvním krokem je stanovení výrobní rodiny, na kterou se metoda VSM zaměří. Výrobní rodina je skupina vybraných produktů, které procházejí podobnými procesy nebo zařízeními a mají podobný výrobní postup. Pro zvolení co nejlepší výrobní rodiny se využívá matice výrobní rodiny. Matice výrobní rodiny je tvořena ve formě mřížky. Ve sloupcích se zobrazuje seznam procesů a v řádcích seznam výrobků. Jednotlivé výrobky a procesy jsou porovnávány a na základě shodnosti procesních toků se vybere optimální skupina výrobků, která se označí za zkoumanou výrobní rodinu. (Duggan, 2013)

2. Vytvoření mapy současného stavu

Druhým krokem je vytvoření mapy současného stavu výrobního procesu zvolené výrobní rodiny. Mapy toků hodnot jsou vytvářeny pomocí tužky a papíru přímo na dílně, kde dochází k pozorování jednotlivých výrobních operací. Údaje o každé operaci se zaznamenávají do datových schránek pod každou operaci. Typickými potřebnými daty jsou cyklický čas, čas přetypování či počet operátorů. Následně se dokumentuje tok materiálu spolu s množstvím zásob rozpracované výroby z jednoho procesu do druhého a po zachycení materiálového toku se zaznamenává i tok informací. Poslední částí mapy současného stavu je vytvoření VA linky ve spodní

části mapy a vyhodnocení získaných dat z mapování celého procesu. Při vyhodnocování se zároveň na místa v mapě, kde jsou viditelné nedostatky, zakreslí znaky „Kaizen burst“, které signalizují příležitosti ke zlepšení. Výstupy mapy současného stavu jsou uvedeny v podkapitole 4.5. (Duggan, 2013)

3. Vytvoření mapy budoucího stavu

Jakmile se vytvoří a vyhodnotí mapa současného stavu, dalším krokem je tvorba mapy budoucího stavu s redukováným množstvím plýtvání a optimálním stavem toků. Mapa budoucího stavu se vytváří pomocí metrik jako takt, nepřetržitý tok, systém tahu apod. Nakreslí se nová mapa, která bude znázorňovat ideální stav výrobního procesu, kterého lze dosáhnout aplikací nástrojů Lean. (Duggan, 2013)

4. Vytvoření implementačního plánu pro budoucí stav

Po dokončení mapy budoucího stavu se vypracuje plán implementace budoucího stavu. Ten se vypracuje tak, že se vezme mapa budoucího stavu a vyjádří se z ní jednotlivé implementační smyčky. Implementační smyčky se nakreslí kolem míst, kde je zapotřebí optimalizovat toky či zavést tahový systém. Dále se ke každé smyčce naplánují Kaizen jednání, která povedou ke zlepšování daných oblastí. A taky se stanoví fyzicky měřitelné cíle, jako je například minimum zásob rozpracované výroby, které umožní zjistit, kdy a jak úspěšně je cíle dosaženo. (Duggan, 2013)

5. Implementování budoucího stavu

Budoucí stav by se nakonec měl stát stavem současným díky aplikování nástrojů štíhlého podniku s filozofií neustálého zlepšování. (Duggan, 2013)

4.3 Koncept výroby tlakem a tahem

Při mapování toku hodnot je důležité určit, jakou formou je řízen výrobní proces. V praxi jsou pro řízení materiálového toku charakteristické dva přístupy, a to výroba tlakem a tahem. Pro štíhlou výrobu je charakteristická výroba tahem, která je spojena s metodou kanban.

Výroba tlakem se vyznačuje tím, že výrobní zakázky jsou do materiálového toku posílány z výrobního střediska podle vykalkulovaných požadavků na základě prognóz. Prognóza však nedokáže určit budoucí požadavky zákazníků se 100% spolehlivostí. Podle prognózy je nakupovaný materiál umístěn do zásob, kde je uložen do doby, dokud zákazník skutečně nevyšle objednávku. Nedostatečná spolehlivost prognózy však často vede k momentům, kdy

vyžadované položky chybí, zatímco ty nepotřebné se kumulují v zásobách. To vede k nízké spolehlivosti dodávek a k vyšším nákladům na držení zásob. (Yoo a Glardon, 2018)

Výroba tahem je výrobní koncept, kdy výroba je zahájena až když se požadavek objeví na následné pracovišti, tj. u zákazníka. To znamená, že se vyrábí pouze pro uspokojení potřeb zákazníka až v momentě, kdy zákazník zašle objednávku. To je opakem přístupu tlakové výroby, kdy skutečné požadavky zákazníků nejsou při zahájení výroby přesně známy. Řízení toku tahovým systémem však vždy nemusí nutně vést k dosažení nízkých zásob. Aby bylo dosaženo minimálních skladových zásob, je nutné, aby každé pracoviště bylo schopné efektivního a flexibilního rozhodování na přicházející požadavky. (Yoo a Glardon, 2018)

Yoo a Glardon (2018) tuto problematiku shrnují myšlenkou, že tahový tok je přítomen u výroby založené na navazující poptávce, zatímco výroba na základě centrálně plánované predikce výrobních zakázek značí tlakový tok.

4.4 Balancování linek

Pro dosažení optimálního materiálového toku je nutné mít celý proces a jednotlivé operace ve stavu, kdy nedochází ke zpoždění dodávky objednávek nebo k nadvýrobě. K zajištění efektivního výrobního systému je vhodným nástrojem balancování linek a balanční graf.

Fogg (2021) definuje balancování linky neboli vyrovnávání výroby jako proces, při kterém jsou časy operátorů a strojní časy optimalizovány s ohledem na využitím kapacity co nejefektivnějším způsobem. Tato technika funguje na principu přesouvání zdrojů a zlepšování pracovních postupů.

Balancování linky je spjato s časem taktu. Takt je měřítko poptávky zákazníka udávané poměrem celkové pracovní doby k zákaznické poptávce. Toto měřítko značí požadovanou rychlost výroby, při které jsou dodrženy dodací lhůty. Takt se vypočítá následujícím způsobem:

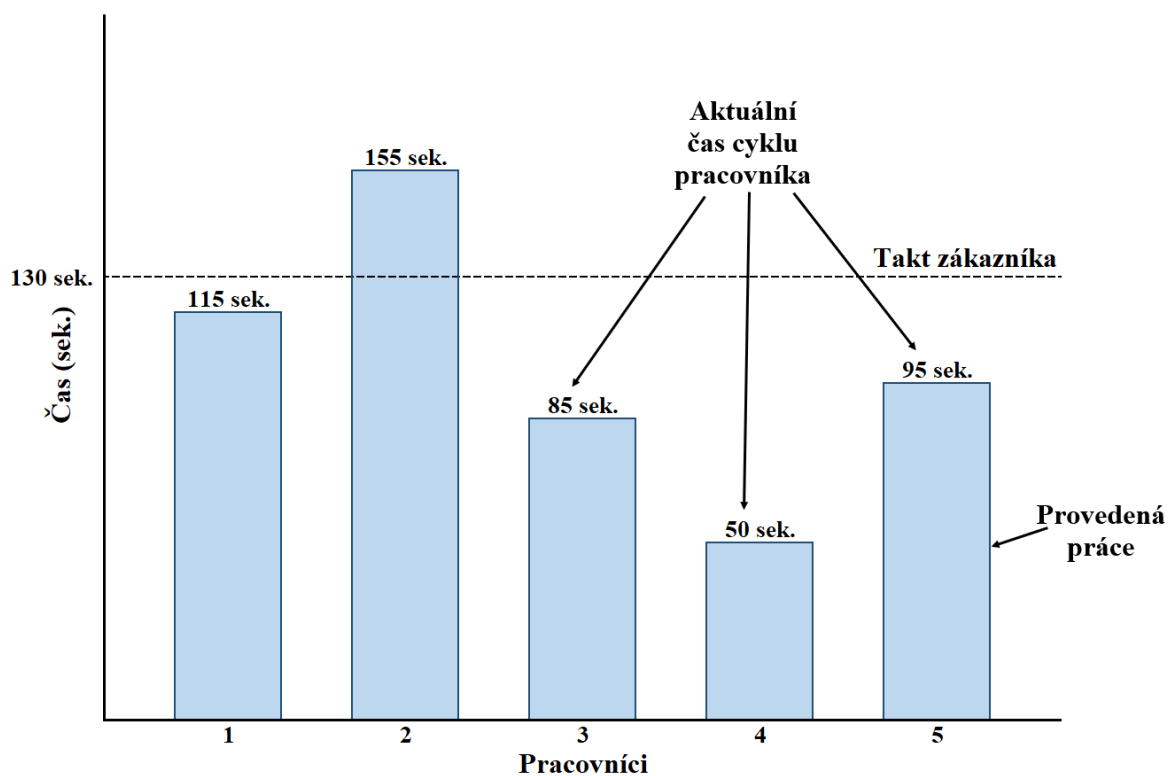
$$Takt = \frac{\text{Celková pracovní doba}}{\text{Požadavek výroby (zákaznická poptávka)}}$$

(Fogg, 2021)

Ve společnostech s širokým portfoliem je optimální situací, aby každý produkt v portfoliu byl časově vyvážen časem cyklu blízkým k času taktu na každém pracovišti, kde probíhají výrobní operace. Za předpokladu splnění tohoto pravidla je následně společností jedno, jaký produkt si zákazník objedná, protože všechny produkty by mohly být vyrobeny za

stejnou dobu, stejnou rychlostí a za použití stejného počtu lidí. Tento stav však nemusí být naplněn kvůli odlišnému technologickému postupu některých produktů, což ztěžuje jejich vyvážení s jinými. Z hlediska pracovní náplně by se měly seskupovat produkty s odlišností pracovní náplně do 30 %. (Duggan, 2013)

Jednou z metod k optimalizování toku práce je použití balančního grafu. Balanční graf slouží k vyvážení pracovní náplně pracovníka s přihlédnutím na takt a vytvoření plynulého toku jednoho kusu. Svým vzhledem je podobný sloupcovému grafu nebo histogramu a zobrazuje počet operátorů a jejich časy pracovní náplně. Tyto grafy jsou vytvářeny podobně jako mapy VSM pro současný i budoucí stav. Graf současného stavu zobrazuje stávající časy pro každý produkt na každé operaci. Na základě grafu současného stavu se rodina produktů vybalancovává tak, aby výrobky procházely stejnou rychlostí. Ukázka balančního grafu je uvedena na obrázku 7. (Duggan, 2013)



Obrázek 7 Příklad balančního grafu (vlastní zpracování dle Duggan, 2013)

Balanční grafy zobrazují, jak budou rozděleny činnosti pro produkty s vysokým obsahem práce, a poukazují na potenciální oblasti zlepšení pro lepší vybalancování. K vytvoření balančních grafů je nejdříve nutné získat potřebná data o obsahu práce a nejlepším místem pro jejich získávání je samotné pracoviště. Při pozorování je podmínkou do dat nezahrnout zjevné případy plýtvání jako např. chůze, získávání nástrojů a manipulace s materiálem.

K odstranění těchto případů plýtvání se práce rozloží na jednotlivé pracovní prvky. Pracovní prvek je nejmenší složka práce, kterou lze přesunout jinému operátorovi. Po zaznamenání časů jednotlivých operací by se ke každému prvku měly využít časy, které jsou nejnižší a nejopakovatelnější. (Duggan, 2013)

Jestliže se výrobní čas shoduje s taktem, linka je vyvážená. Pokud je čas výroby kratší než takt zákazníka, může docházet k nevyžádané nadprodukci výroby. Činnosti by měly být přesouvány s ohledem na minimalizaci čekání a zkracování přepravní vzdálenosti. Vybalancovaná linka může vést k uvolnění časové kapacity a umožnění vykonávat více práce. (Fogg, 2021)

Fogg (2021) ve svém článku zdůrazňuje, že plné využití optimalizované a vybalancované linky lze dosáhnout pouze s přesnými výrobními daty v reálném čase.

4.5 Mapa současného stavu

Podle Bejčkové (2017) jsou k vytvoření mapy VSM potřebné pouze papír, tužka, stopky a zařízení na pořizování fotografií. Její tvorba by měla probíhat v co nejkratším časovém intervalu, aby nedocházelo k ovlivnění dat změnami v procesu.

Na začátku je nutné stanovit denní požadavek zákazníka, tedy zákaznický takt. Od zákazníka se následně proti toku k dodavateli dále pozoruje a mapuje celý proces. V procesu se zaznamenávají data jako cyklové časy, směnnost, disponibilita strojů, časy přetypování strojů, stavy všech zásob atd. Výběr dat je vždy volitelný. (Bejčková, 2017)

Podle Bejčkové (2017) jsou hlavními výstupními informacemi z mapy hodnotových toků:

- **VA Time (Value Added Time):** čas činností přidávajících hodnotu. Činnosti, které výrobku přidávají hodnotu a zákazník je za ně ochoten zaplatit.
- **NVA Time (Non Value Added Time):** čas činností nepřidávajících hodnotu. Činnosti, které výrobku nepřidávají hodnotu a zákazník za ně neplatí.
- **VA index (Value Added Index):** index přidané hodnoty. Je to poměr času přidávané hodnoty k celkové době výroby výrobku. Je vyjádřen v procentech.
- **LT (Lead Time):** průběžná doba výroby, tedy celková doba výroby výrobku. Cílem je ji zkrátit.
- **Množství „meziskladů“ a jejich stavu.**

4.6 Mapa budoucího stavu

Roser (2015) uvádí, že s VSM mapou současného stavu je následně žádoucí nakreslit VSM mapu budoucího stavu. To je vhodné při potřebě změny organizace nebo struktury materiálových či informačních toků.

Mapa budoucího stavu charakterizuje optimální stav výrobního procesu. K dosažení budoucího stavu je nutné nejprve vytvořit implementační plán, který by měl obsahovat detailní seznam úkolů, měřitelné hodnotící metriky a kontrolní dny (počáteční a koncový termín), konkrétní návrh na zapojení pracovníků, jména kontrolních pracovníků a projektový controlling. K mapování se vybírají procesy, které jsou dobře zvládnutelné zainteresovanými pracovníky, a zaměřuje se na procesy, kde existuje vysoká pravděpodobnost úspěchu z implementace nového stavu. (Chromjaková a Rajnoha, 2011)

Na začátku je vhodné začít s realizací úloh právě na procesu, který udává tempo produkce, tedy k procesu nejbližší k zákazníkovi. S úspěšným zeštíhlením materiálového a informačního toku na tomto místě se identifikují možnosti pro zlepšení ve všech předcházejících procesech. Z praktického hlediska je výhodné vytvořit i dílčí akční plány zaměřené na vybrané prvky mapy toku hodnot, jako jsou materiálové toky, informační toky a dodavatelské i odběratelské vztahy. (Chromjaková a Rajnoha, 2011)

Mapa budoucího stavu je oproti mapě současného stavu čistší a organizovanější, protože se jedná o vhodný a teoretický model. Její realizace však ve skutečnosti nemusí být tak dokonalá jako samotná mapa. Samotná implementace navrhnutého budoucího stavu závisí na kvalitě a provedení všech návrhů. (Roser, 2015)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI A JEJÍ PRODUKCE

Praktická část této práce je zaměřena na analýzu výrobního procesu jednoho z významných výrobních projektů společnosti TVD – Technická výroba a.s.

5.1 O společnosti TVD – Technická výroba a.s.

TVD – Technická výroba (dále TVD) je česká akciová společnost se sídlem v Rokytnici, která je zaměřena na výrobu rozvaděčových a rozvodnicových skříní a kovového nábytku. TVD je ověřený a spolehlivý dodavatel produktů dle požadavků pro zahraniční i tuzemské zákazníky. Má vlastní areál s rozlohou větší než 20000 m² a v současné době zaměstnává 650 zaměstnanců. Vedle výroby rozvaděčových a rozvodnicových skříní a kovového nábytku společnost vyrábí datové skříně, nástěnné hydranty, a zakázkové produkty z plechu. (interní materiály společnosti TVD)

Společnost byla založena 4. 12. 1989 jako technické výrobní družstvo Slavičín. V prvopočátku společnost vycházela z obchodní a stavební činnosti a zpracování dřeva, ale v roce 1990 se již zaměřovala na kovovýrobu, a to konkrétně obrábění a svařování. Důležitými milníky jsou rok 1993, kdy došlo k zahájení výroby rozvaděčových skříní a rok 1999, kdy byla společnosti udělena první certifikace systému kvality norem řádu ISO 9000. V roce 2001 se změnila právní forma podnikání této společnosti z družstva na akciovou společnost. Na základě určitých technologických pokroků a vývoje došlo v roce 2008 ke spuštění nového robotického svářecího pracoviště a v roce 2012 započala výstavba vývojového centra. V posledních letech společnost přistavuje nové haly k rozšíření její stávající produkce. V roce 2014 započala výstavba haly na dělení plechů včetně instalace nových strojů s automatizací a v roce 2018 byla zahájena výstavba nové montážní haly. (interní materiály společnosti TVD)

Společnost TVD má rozděleny své jednotlivé činnosti do 4 výrobní středisek:

- 1) Zpracování plechů:** Jedná se o jednoho z největších výrobců rozvaděčových skříní pro stavebnictví, energetiku, telekomunikace a průmysl v České republice. Nabízí kompletní řešení od vývoje, konstrukce přes výrobu až po dodání. Ve výrobním portfoliu jsou firemní výrobky, ale i výrobky dle specifického zadání zákazníka.
- 2) Kovovýroba:** Produkce je určena do různých odvětví, jako je výroba strojů a zařízení, stavebnictví, automobilový, elektrotechnický, strojírenský a těžební průmysl.

- 3) **Lisování technické pryže:** Výroba lisovaných pryžových dílů pro přední evropské společnosti v oblasti automotive, přepravy pitné vody a dalších průmyslových oborů.
- 4) **Lisování plastických hmot:** Výroba technických výlisků z plastických hmot, výlisků s kovovými základy pro elektrochemický průmysl, stavebnictví a automobilový průmysl. (interní materiály společnosti TVD)

Tato bakalářská práce je zpracovávána v divizi zpracování plechů a konkrétně se jedná o výrobní projekt, který je zaměřen na výrobu 14 typů vybraných rozvodnicových skříní pro konkrétního zákazníka. Ve společnosti TVD se ročně prodá okolo 70 000 skříní, pro jejichž výrobu je spotřebováno cca 9000 tun plechu. V současném portfoliu společnosti je dokumentováno 40 000 aktivních výrobních položek. Do budoucnosti společnost plánuje výstavbu dalších dvou hal, a to výrobní a expediční haly, které by měly rozšířit výrobní kapacitu společnosti a zajistit nové skladové prostory. (interní materiály společnosti TVD)



Obrázek 8 Logo společnosti TVD (interní materiály společnosti TVD)

5.2 Popis výrobku

Jak již bylo zmíněno, společnost TVD je výrobcem především rozvaděčových a rozvodnicových skříní. Rozebíraným výrobkem této bakalářské práce jsou rozvodnicové skříně, které spadají pod výrobní projekt „ABC“ (oficiální označení výrobního projektu nemůže být zveřejněno). Jedná se o jeden z mála výrobních projektů, který je ve společnosti TVD vyráběn sériově. Ve společnosti TVD je využíváno slovo „projekt“ k popsání konkrétního výrobního programu pro určitého zákazníka. Pod tímto vybraným projektem společnost vyrábí celkem 14 druhů rozvodnicových skříní, které se liší podle druhu uložení (zapuštěné nebo nástěnné), jejich velikosti a maximální úložné kapacitě modulů (jističů).

Hlavním charakteristickým rozdělením těchto skříní je vlastnost uložení samotné skříně. Skříně se dělí na 7 typů zapuštěných skříní a 7 typů nástěnných skříní. Kapacita modulů těchto skříní se pohybuje od 72 do 198 modulů. Skříně mají bílou barvu RAL9003 a otevírání dveří je levé i pravé (je možné si otevírání vyměnit). TVD se zaměřuje jen na

výrobu samotné skříně a její zákazník skříně dovybavuje potřebným elektrickým vybavením. Obrázek 9 zobrazuje jeden z druhů zapuštěných skříní, které patří pod tento výrobní projekt.



Obrázek 9 Zapuštěná rozvodnicová skříň výrobního projektu ABC (interní materiály společnosti TVD)

Každý typ zmiňované skříně má své firemní identifikační číslo a katalogové značení. Identifikační číslo výrobku odkazuje na data v informačním systému o typu dané skříně. Pod tímto číslem se v informačním systému společnosti nacházejí data a dokumenty, jako jsou technologický postup, kusovník, stav rozpracovanosti zakázek či stav zásob hotových výrobků. Co se týče katalogového značení, to slouží jako identifikátor pro zákazníka, který si na základě tohoto značení vybírá daný typ skříně, který potřebuje. Katalogové značení je v podstatě složeninou nejpodstatnějších dat o samotné skříně. Identifikační čísla a katalogová čísla v této práci nebudou uváděna, protože se jedná o citlivá data a pro účely této práce je zde využíváno rozřazení typů skříní podle písmen abecedy.

Tento výrobní projekt je ve společnosti TVD realizován již několik let a jedná se o jeden z mála výrobních projektů, které jsou zařazeny do sériové výroby. Přesné množství vyráběných skříní tohoto projektu zde nelze z důvodu citlivosti dat uvést. V tabulce 1 jsou však zaznamenána data o procentuálním podílu jednotlivých typů těchto skříní na celkové produkci skříní v tomto výrobním projektu za rok 2021.

Tabulka 1 Procentuální podíly produkce jednotlivých typů skříní na celkové produkci skříní výrobního projektu ABC za rok 2021 (vlastní zpracování)

Zapuštěné skříně		Nástěnné skříně	
Typ skříně	Procentuální podíl na celkové produkci	Typ skříně	Procentuální podíl na celkové produkci
A	39,2 %	H	10,1 %
B	21,8 %	CH	6,3 %
C	7,5 %	I	3,3 %
D	4,3 %	J	2,5 %
E	1,9 %	K	1,3 %
F	1,0 %	L	0,3 %
G	0,3 %	M	0,2 %
Součet	76,0 %	Součet	24,0 %

Z tabulky 1 je zřetelné, že vyšší podíl produkce skříní tohoto projektu za rok 2021 zahrnují nástěnné skříně a to konkrétně 76 % na celkové produkci. Nejvíce je vyráběna zapuštěná skříň typu A, která v uvedeném souhrnu tvoří nejvyšší procentuální podíl produkce a to 39,2 %. Oproti tomu opačným případem jsou nástěnné skříně typu L i M a zapuštěná skříň G. Tyto skříně jsou zákazníkem vyžadovány v podstatně malém množství a výroba těchto typů skříní není příliš častá.

6 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VÝROBNÍHO PROCESU

V této kapitole je popsán celý proces výroby skříně projektu ABC od zadání objednávky po dodání hotových výrobků zákazníkovi. Pro podrobnou analýzu a následné zlepšení celého výrobního procesu je v této kapitole využita metoda mapování toku hodnot, která je podrobněji vysvětlena ve čtvrté kapitole teoretické části.

Jako výrobková rodina pro analýzu tohoto výrobního procesu je zde zvolena skupina 7 druhů zapuštěných rozvodnicových skříní. Zapuštěné skříně jsou zde zvoleny, protože tvoří většinou část produkce tohoto projektu a to 76 %. Výrobní postup těchto 7 druhů skříní je naprosto totožný a skříně se liší pouze ve velikosti a maximální kapacitě úložných modulů. Z tohoto důvodu není nutné vybírat výrobkovou rodinu na základě matice výrobkové rodiny zmíněné v podkapitole 4.2.

Jako reprezentant celého výrobního procesu je zvolen typ zapuštěné skříně A, protože jak již bylo uvedeno v podkapitole 5.2, tato skříň je v celkové produkci skříní rozebíraného projektu vyráběna v největším množství. Celý výrobní proces je rozebrán a popsán v následujících podkapitolách.

6.1 Forma komunikace se zákazníkem

Celý výrobní proces začíná objednávkou zákazníka. Objednávky mezi společnostmi TVD a zákazníkem ABC jsou řešeny specifickým způsobem, který je ve společnosti TVD zaveden u některých vybraných výrobních projektů. Společnost TVD s tímto zákazníkem komunikuje a získává potřebná data díky webové aplikaci Jonas. Jonas je webová aplikace vytvořená zákazníkem, která funguje na principu VMI (Vendor Management Inventory). VMI je určitá forma outsourcingu, ve které zákazník poskytne dodavateli omezený vstup k datům v informačním systému. Prostřednictvím tohoto pohledu na potřebná data informačního systému dodavatel zákazníkovi v podstatě řídí jeho zásoby.

Dodavatel v této aplikaci vidí potřebná data zákazníka jako například skladové zásoby, prognózu pro následující období, příjem zboží, spotřebu i grafický přehled průběhu zásob a mnoho užitečných statistik jako prodejnost, přesnost dodávek, atd. Zákazník v systému umožňuje dodavateli prostřednictvím aplikace Jonas pohled na stav zásob a zároveň nastaví maximální a minimální množství požadovaných zásob na jeho skladě.

Aplikace má v sobě zakomponovány prvky metody Andon z výrobního prostředí, protože využívá pro rychlé rozpoznání statusu materiálu semafor. Tato forma vizualizace a její význam je zobrazen na obrázku 10 níže.



● stav zásob je nižší než MIN hranice nebo vyšší než MAX hranice



● stav zásob leží těsně nad MIN hranicí nebo těsně pod MAX hranicí



● stav zásob se pohybuje mezi stanovenými MIN a MAX hranicemi

Obrázek 10 Semaforová vizualizace stavu materiálu v aplikaci Jonas (interní materiály společnosti TVD)

Díky tomu, že zákazník zajišťuje dodavateli pohled na vybraná data v informačním systému, je možné nastavit určitou formu trvalé objednávky. Hranice množství zásob jsou smluvně ošetřené, a pokud má dojít k jejich změnám, zákazník je povinen informovat dodavatele. Dodavatel díky těmto datům poskytuje nejvhodnější množství výrobků v dodávkách. Ukázka vizualizace potřebných dat ve webové aplikaci je znázorněna níže na obrázku 11.



Obrázek 11 Ukazatel hranice zásob a dodávací statistiky v aplikaci Jonas (interní materiály společnosti TVD)

Na levé straně obrázku 11 na jsou znázorněna data o množství materiálu u zákazníka. Spodní čísla pod linií značí minimální množství (400 ks) a maximální (1200 ks) množství materiálu, které je schopen zákazník udržovat. Číslo mezi zelenými šipkami značí aktuální množství materiálu (1036 ks) u zákazníka. Na pravé straně obrázku je následně zobrazena statistika balancování vhodného množství materiálu za posledních 100 dnů. Na základě těchto zmiňovaných dat zajišťuje back office obchodníka TVD tohoto výrobního projektu plynulý tok objednávek. Back office vytváří objednávky v informačním systému, podle kterých je nastaveno plánování výroby.

Odvolávky si řídí společnost TVD sama a ručí za to, aby držela optimální množství zásob na skladě zákazníka a nepřekročila minimální nebo maximální hranici množství. V případě problémů má zákazník k dispozici společný firemní mail, který zajistí příjem informací pro obchodníka, a i jeho back office. Zpětnou vazbu zákazník poskytuje formou měsíčního feedbacku o plnění dodávek. V daném dokumentu bývají zaslány grafy a statistiky o plnění potvrzeného termínu, plnění požadovaného termínu a schopnosti realizovat dodávku.

6.2 Informační systém a pokročilé plánování

Pro správu a evidenci podnikových zdrojů je ve společnosti TVD využíván podnikový informační systém ERP KARAT. Ve společnosti TVD je KARAT jako informační systém zvolen z důvodu jeho možnosti upravovat systémovou strukturu. Tato výhoda jej upřednostnila před ostatními informačními systémy, protože u zakázkové výroby je často potřeba upravovat některé záležitosti v uživatelském rozhraní podle potřeb organizace.

Pokročilé plánování v této společnosti je zajišťováno prostřednictvím APS systému LOGIS Production Planner. Mezi ERP KARAT a APS LOGIS Production Planner funguje vzájemná provázanost. Každý den ve 24:00 přebírá APS veškerá data z ERP systému, zpracuje je a následně je zpětně posílá do ERP ve formě rozplánovaných sledů výrobních operací dle termínů, rozpady na polotovary, nedokončenou výrobu, nakupované materiály a další.

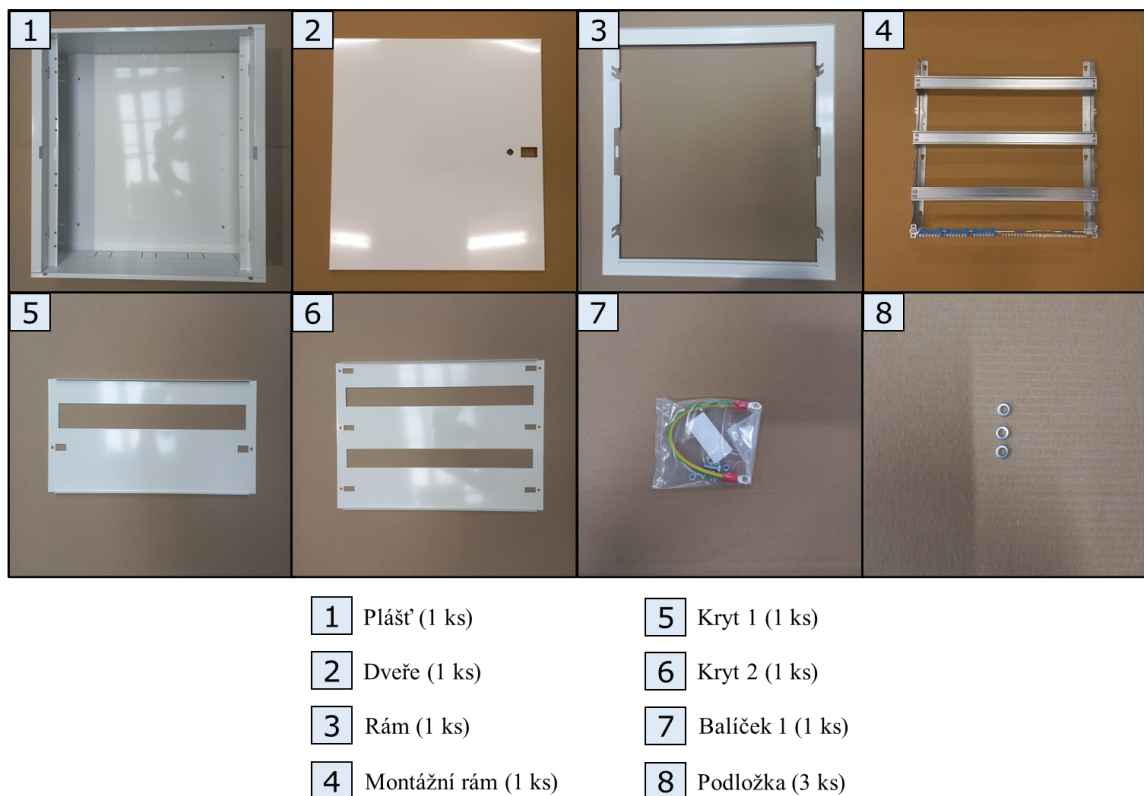
6.3 Forma komunikace s dodavateli materiálu

Pro zajištění potřebného materiálu je ve společnosti TVD vyčleněno oddělení nákupu. Pracovníci na tomto oddělení posílají objednávky na požadovaný materiál a zároveň zprostředkovávají komunikaci s dodavateli. Oddělení nákupu vychází z vygenerovaných požadavků na nákup materiálu. Požadavky na materiál jsou zadávány nákupu prostřednictvím ERP KARAT, do kterého tyto požadavky a rozplánovanou dokumentaci posílá každý den APS systém LOGIS Production Planner.

Komunikace mezi dodavateli materiálu a společností TVD je zprostředkovávána písemně a případné dodatečné informace se někdy řeší i telefonními hovory. Na základě požadavků na potřebný materiál pracovníci v oddělení nákupu založí objednávku v informačním systému a poté ji potvrdí oddělení plánování, které díky tomuto potvrzení ví, zda bude mít potřebný materiál pro naplánované výrobní zakázky.

6.4 Výrobní operace

Konstrukce zapuštěné rozvodnicové skříně typu A se skládá z 8 polotovarů a 24 materiálů. Materiály jsou komponenty, které po nákupu neprošly žádnou úpravou a vstupují do výrobního procesu v operaci montáže. Polotovary jsou však komponenty skříně, které prošly určitou fyzickou úpravou. Kusovník polotovarů, které jsou potřebné ke smontování této skříně, je znázorněn na obrázku 12.



Obrázek 12 Kusovník polotovarů zapuštěné skříně typu A (vlastní zpracování)

Hlavními komponenty skříně jsou plášť, dveře, rám montážní, rám, kryt 1 a kryt 2. Zbývající dva polotovary podložka a balíček 1 procházejí minimálním počtem operací. Počty operací vykonávaných na jednotlivých polotovarech jsou odlišné, ale nejvíce operacemi prochází výroba pláště skříně. Plášť a dveře skříně jsou nejvíce viditelnými polotovary tohoto výrobku a zároveň procházejí podobnými operacemi. Pro ilustraci materiálového toku jsou zvoleny právě dveře a plášť. Operace, kterými procházejí polotovary dveře a plášť, jsou charakterizovány v následujících textech.

Výroba ve společnosti TVD je řízena tlakovým systémem. Každé pracoviště ve společnosti vykonává potřebnou práci na základě určitého plánu práce. Plán práce je ve společnosti TVD forma dokumentace, která slouží k řízení výrobních zakázek. Díky plánu práce jsou

pracovníci informováni o práci, kterou mají na své směně vykonávat, a jedná se o jednu z forem informačního toku pro mapu VSM. Na každém pracovišti jsou rozdílné požadavky na potřebnou informační strukturu plánu práce, což v důsledku vede k faktu, že plán práce není standardizován a pro každé pracoviště je veden a řízen jinou formou.

Výrobní postup daných výrobků je ve společnosti TVD formulován na tzv. průvodních listech výrobku. Průvodní list výrobku je souhrnem dokumentace o určitém typu finálního výrobku či polotovaru. Na průvodním listu je zaznačena každá operace spolu s dalšími potřebnými informacemi, které se pojí k danému výrobku či polotovaru. Obsahuje dokumenty jako výrobní postup, kusovník a technický výkres daného výrobku či polotovaru. Ke každému průvodnímu listu se pojí identifikační číslo výrobku. Identifikační číslo, jak již bylo zmíněno v podkapitole 5.2, odkazuje na data v informačním systému společnosti.

6.4.1 Děrování

Materiálový tok výrobního procesu začíná ve skladu vstupního materiálu a pokračuje na první pracoviště „Dělení materiálu“. Ze skladu vstupního materiálu skladníci dopraví potřebné plechy, které jsou následně obráběny na děrovacích strojích. Na děrovacích strojích se vytvářejí formy plechu pláště skříně. Děrování plechu probíhá na děrovacích strojích od společnosti Trumpf a samotný stroj obsluhuje jeden operátor. Děrovací stroj je uveden na obrázku 13.



Obrázek 13 Děrovací stroj (vlastní zpracování)

Plány práce pro toto pracoviště nastavuje oddělení plánování a plán obsahuje informace o typu dávky, velikosti dávky a předpokládané délce výroby zvolené zakázky. Plechy jsou na stoju děrovány za základě Jetcam programů, které jsou zpracovávány programátory. Programátoři na základě zadané objednávky vytvoří Jetcam program, který je poté nahrán na firemní server, který je dostupný v řídicím systému děrovacího stroje.

K příslušnému Jetcam programu je vytisknut Jetcam dokument a oddělení plánování k nim připraví příslušné průvodní listy. Oddělení plánování vytiskne potřebné dokumenty pro mistra tohoto pracoviště, který tyto dokumenty předává pracovníkům. Operátor má na dílně následně k dispozici plán práce a ke každé zakázce Jetcam dokument i průvodní list výrobku, kterého součástí je technologický postup a výkres výrobku. Podle Jetcam dokumentu si operátor seřídí stroj do požadovaného stavu.

Na základě průvodního listu poté operátor zjistí, kolik kusů má vyrobit, jakou má normu, sazbu na kus a jak dlouhou má výroba dané zakázky časovou náročnost. Po nastavení děrovacího stroje jej operátor spustí a začne vkládat a odebírat obrobené plechy. Hotové formy plechu jsou ukládány na paletu. Pracovník uloží průvodní list na paletu s opracovanými kusy a následně může skladník tuto paletu převést na další pracoviště.

6.4.2 Pálení laserem

První operací, kterou prochází dveře, je vypálení formy dveří na 2D laserovém řezacím stroji TruLaser 5030 fiber. Jedná se o jednu z metod nekonvenčního obrábění, kdy vlivem vysoké teploty paprsku laseru materiál obrobku taje a zároveň se odpařuje. Tuto operaci provádí u stroje jeden operátor a operace je díky konfiguraci stroje z velké části automatizována. Tento stroj je stejně jako děrovací stroje umístěn na pracovišti „Dělení materiálů“, což znamená, že informační tok a potřebná dokumentace je zde stejná jako u operace děrování.

6.4.3 Zahloubení

Jednou z dalších operací je zahloubení. Zahlubování se provádí pouze u dveří skříně a je operací, která je prováděna za účelem následného zapuštění hlavy šroubu do dveří rovně s jejich povrchem, tuto operaci provádí jeden pracovník. Ve dvou otvorech vypálených laserem z předchozí operace pálení, které jsou určeny k upevnění dvou pantů s čepy dveří pomocí šroubů, se provádějí zahloubení. Zmiňovaná operace probíhá na zámečnické dílně a její průběh je řízen mistrem, který zároveň dohlíží i na pracoviště nastřelování.

Plán práce je zasílán mistrovi tohoto pracoviště z oddělení plánování e-mailem. Mistr si jej vytiskne a předává jej pracovníkům na pracoviště. V této části celého výrobního procesu jsou vytištěny mistrem nové průvodní listy, které obsahují informace o procesech nastřelování, nýtování a lakování. Průvodní listy předá mistr pracovníkům tohoto pracoviště. Poté co je tato operace dokončena, pracovník do průvodního listu uvede potřebné údaje a uloží jej na paletu k opracovaným výrobkům.

6.4.4 Ohýbání

Další výrobní operací je ohýbání vyděrovaných a vypálených forem plechu. Ohýbání je operace, která má velmi malý podíl času přidané hodnoty oproti času hodnoty nepřidané. Nejvíce času při této operaci zabírá seřízení stroje a manipulace s materiálem. Operace je z velké části automatizována, protože ohýbání plechových forem provádí automatické ohýbací centrum. Tento stroj je zobrazen na obrázku 14.



Obrázek 14 Automatické ohýbací centrum (vlastní zpracování)

Ohýbací centra jsou narozdíl od ohraňovacích lisů plně automatizována. Disponují modulárními prvky, díky kterým je možné tyto stroje osazovat dodatečnou automatizací jako např. skladové systémy, manipulátory, zařízení pro otáčení zakládání plechu, robotické zakládání apod. (Automatická ohýbací centra Salvagnini, © 2022)

Plech je, na základě zvoleného programu, založen do stroje pomocí automatického manipulátoru, změří se tloušťka plechu i zpětné odpružení a následně je plech upnut a zpracován. Stroje Salvagnini jsou vhodné pro zpracování velkých dávek, ale i pro výrobu malých sérií. (Automatická ohýbací centra Salvagnini, © 2022)

Plán práce je na tomto pracovišti uváděn v digitální formě. U každého stroje je dostupný dotykový monitor, do kterého pracovníci dostávají zasláná data o zakázkách, které mají vykonávat. U tohoto stroje pracuje jeden operátor, který na ohýbacím centru zvolí příslušný program a operace je následně vykonávána automatizovaně. Po dokončení operace operátor do průvodního listu zapíše potřebné údaje a průvodní list uloží na paletu k opracovaným výrobkům.

6.4.5 Nastřelování

Tok materiálu proudí dále na pracoviště nastřelování. Tuto operaci vykonává jeden pracovník a při této operaci dochází k navaření čtyř šroubů do pláště skříně pomocí ručního nastřelovacího stroje. Čtyři nastřelené šrouby v plášti skříně slouží k uchycení montážního rámu do pláště skříně při montážním procesu. Do dveří skříně se navařuje jeden šroub.

Informační tok je zde totožný jako na pracovišti, kde probíhá operace zahloubení. Důvodem podobnosti informačního toku je fakt, že pracoviště zahloubení a nastřelování spadají pod stejného výrobního mistra. Poté co je nastřelování dokončeno, pracovník do průvodního listu uvede potřebné údaje a uloží jej na paletu k opracovaným výrobkům.

6.4.6 Nýtování

Další výrobní operací je nýtování. Při této operaci se do pláště skříně nýtují osm nýtovacích matic, které v montážním procesu slouží pro uchycení šroubů při montáži. Nýtovací matice jsou do pláště skříně nýtovány pomocí pneumatických nýtovacích pistolí a tuto operaci provádí jeden pracovník.

Pracovníci nýtovacího pracoviště mají zajištěn plán práce digitální formou pomocí dotykových monitorů. Na monitoru si přímo v informačním systému pracovníci najdou plán práce na příslušné období, díky kterému ví, které komponenty mají nýtovat. Průvodní list je zde předán z předchozího pracoviště. Po vykonání nýtovací operace pracovník do průvodního listu zapíše potřebné údaje a uloží jej na paletu k opracovaným výrobkům.

6.4.7 Lakování

Lakování je poslední operací před procesem montáže a probíhá na automatické lakovací lince. Navěšování a svěšování komponentů však stále provádějí pracovníci manuálně. Skříně jsou lakovány práškovou bílou barvou RAL9003. V automatické lakovací lince prochází komponenty celkem čtyřmi částmi celého lakovacího procesu. Nejprve jsou komponenty zavěšeny za háky lakovací linky a procházejí první částí linky a to odmaštěním, které komponenty zbaví nečistot pomocí zinečnatého fosfátování. Poté komponenty projíždí sušící pecí. Třetí částí je pak následné lakování práškovou barvou, které je prováděno za pomoci automatické lakovací kabiny a robotického lakovacího ramena, které jsou zobrazeny na obrázku 15. V poslední části komponenty projedou vypalovací pecí, ve které je udržována stálá teplota okolo 220 °C. Nakonec jsou komponenty svěšeny z háků a uloženy na paletu.

Nalakované komponenty jsou poté převezeny do skladu výrobků po laku, ze kterého se později převážejí na montážní a balící pracoviště.



Obrázek 15 Lakovací kabina s automatickým robotickým ramenem (vlastní zpracování)

Data k plánování výrobních zakázek jsou zde mistrovi poskytována prostřednictvím ERP KARAT. Přímou z informačního systému jsou mistrovi zaslána potřebná data, na jejichž základě určí plán práce na dané období. Do plánu práce na lakovacím pracovišti však často vstupuje i mistr montážního a balícího pracoviště, který na základě jeho dat a nutnosti splnění výrobních zakázek v termínu upravuje sled výrobních zakázek na lakovacím pracovišti. Plán práce je na tomto pracovišti uváděn v papírové podobě a obstarává jej mistr. Průvodní list zde putuje z předchozího pracoviště a po dokončení operace lakování do něj pracovníci uvedou informace o provedené operaci a uloží jej k nalakovaným plášťům skříní.

6.4.8 Montáž a balení skříně

Posledními výrobními operacemi před expedicí skříně jsou montáž a balení. Zde už dochází ke kompletování celé skříně. Na montážním a balícím pracovišti pracují dva pracovníci, kteří montují a balí skříně v dávce po 6 kusech. Montáž je zároveň operace, kde se všechny materiálové toky polotovarů spojují, a tím tvoří již jeden ucelený materiálový tok, který poté vede do expediční haly. Celý výrobní proces je na tomto pracovišti rozdělen na čtyři části a to předmontáž komponentů, montáž skříní, balení skříní a balení finální palety.

Mistr tohoto pracoviště řídí zakázky na základě expedičních listů, díky kterým ví, jak uspořádat pořadí výroby jednotlivých zakázek. Mistr si zde taky vytiskne nový průvodní list

přímo z informačního systému. Tento průvodní list výrobku obsahuje data pouze o procesech montáže a balení skříní. Mistr jej poté předá pracovníkům tohoto pracoviště. Podrobnější popis montážního a balicího procesu je uveden v kapitole 7.

6.5 Expedice

Palety s dokončenými skříněmi jsou po montáži a zabalení převezeny do expediční uličky. Ukázka expediční uličky je znázorněna na obrázku 16 níže. Finální výrobky jsou k zákazníkovi dováženy vlastní dopravou konkrétně kamiony, které k zákazníkovi jezdí pravidelně každé pondělí.

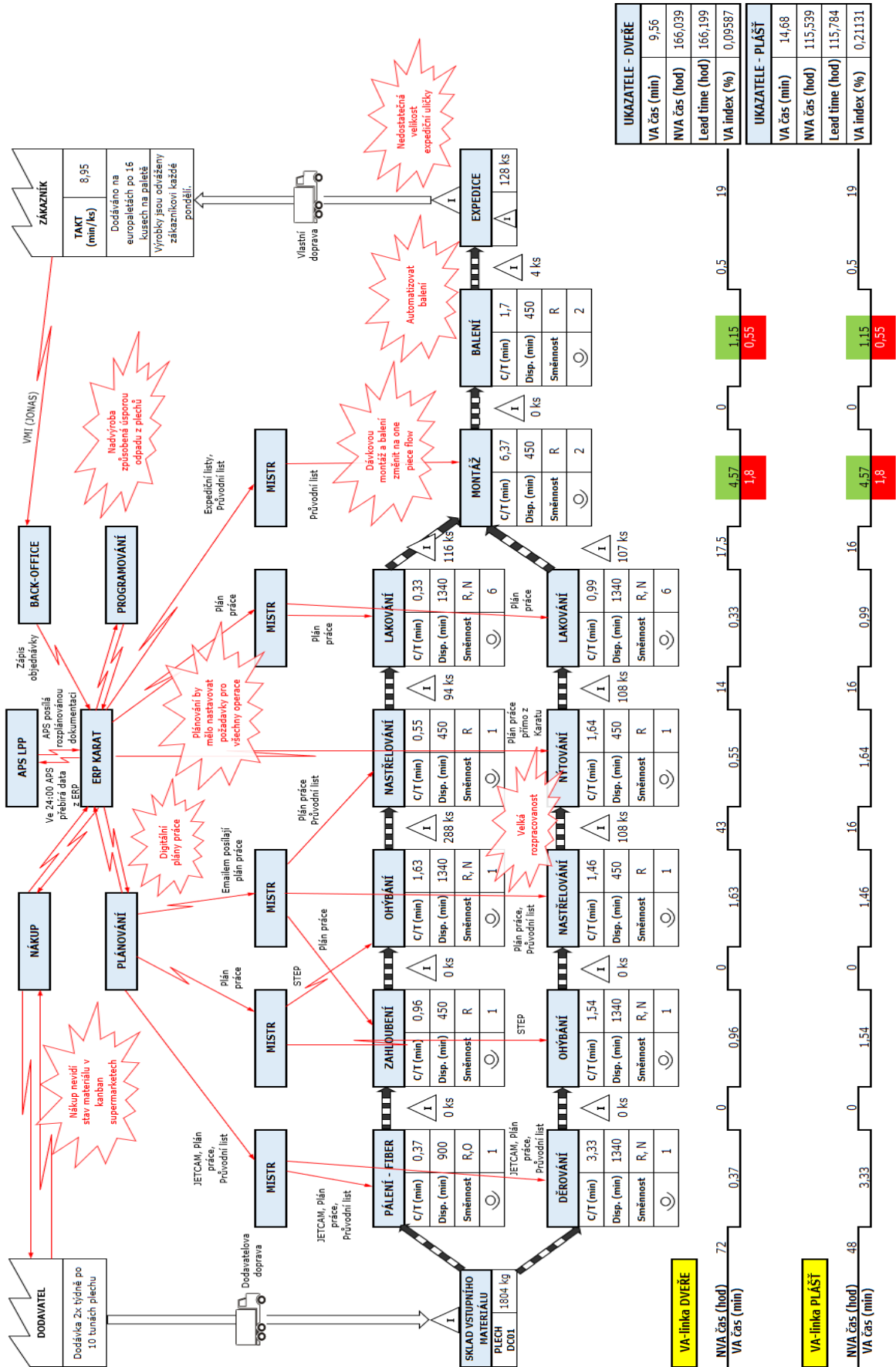


Obrázek 16 Expediční ulička výrobního projektu ABC (vlastní zpracování)

Z obrázku 16 je viditelné, že expediční ulička není příliš prostorná. Z důvodu velké rozpracovanosti výroby v této společnosti často dochází k zaplnění celého prostoru v expediční uličce. Tato rozpracovanost je důsledkem nadprodukce některých druhů výrobků, které následně ve skladech zabírají velkou část úložného prostoru. Na obrázku 16 je tento problém znázorněn, protože je možné vidět, že se v expediční hale míchají hotové výrobky s polotovary od jiných výrobních projektů. Expediční ulička je pro skladování finálních výrobků nevyhovující. V současném stavu však není pro uvedený výrobní projekt vyčleněna žádná expediční hala.

6.6 Mapa současného stavu

Z dostupných poznatků je v této kapitole znázorněna mapa současného stavu skříně typu A, která slouží jako reprezentant pro 7 zapuštěných skříní. Výstupními informacemi o jednotlivých operacích v této mapě jsou C/T (čas cyklu), časová disponibilita u dané operace, směnnost a počet pracovníků. Celá mapa současného stavu procesu vedoucího ke zhotovení skříně je znázorněna na obrázku 17. Data v této mapě se vztahují ke dni 7. 1. 2022.



Obrázek 17 Mapa současného stavu skříně typu A (vlastní zpracování)

Uvedená mapa se na první pohled od většiny map hodnotových toků liší tím, že je komplexně zaměřena na materiálový tok dveří, ale i na materiálový tok pláště, tedy na dva materiálové toky. Horní materiálový tok je tokem dveří a dolní materiálový tok je tokem pláště. Oba materiálové toky se následně spojují v montážní operaci. Kvůli této skutečnosti jsou na spodní části mapy uvedeny dvě VA linky, které jsou rozděleny pro každý komponent zvlášť. Ve spodní části mapy na pravé straně jsou zároveň uvedeny důležité ukazatele této mapy, a to časy VA (přidané hodnoty), časy NVA (nepřidané hodnoty), Lead time (průběžná doba výroby) a i VA indexy. Pro přehled všech prvků mapy současného stavu je zde uvedena tabulka 2, která stručně popisuje jednotlivé prvky této mapy.

Tabulka 2 Charakteristika prvků mapy současného stavu (vlastní zpracování)

Část mapy	Informace
Zákazník	<ul style="list-style-type: none"> - takt zákazníka: 8,95 minut na kus - komunikace se zákazníkem a dodávání výrobků probíhá na principu Vendor Managed Inventory skrze webovou aplikaci Jonas - zákazník nastavuje maximální a minimální hranici zásob - odvolávky si řídí společnost TVD a zároveň zodpovídá za optimální množství zásob u zákazníka - jednou měsíčně posílá zákazník feedback o plnění objednávek
Dodavatel	<ul style="list-style-type: none"> - dodávka materiálu je 2krát týdně po 10 tunách plechu - dopravu materiálu zprostředkovává dodavatel
Back office	<ul style="list-style-type: none"> - zajišťuje prodej a plynulý tok výrobků k zákazníkovi - sleduje množství zásob výrobků u zákazníka skrze webovou aplikaci Jonas - na základě dat z webové aplikace Jonas vytváří objednávky v ERP KARAT
Nákup	<ul style="list-style-type: none"> - mezi dodavateli a nákupem probíhá písemná komunikace - požadavky pro nákup nastavuje oddělení plánování skrze APS systém LOGIS Production Planner
Plánování	<ul style="list-style-type: none"> - nastavuje výrobní plánování na určitý časový výhled - zprostředkovávají plánovací dokumentaci pro operace pálení, děrování, ohýbání, zahloubení a nastřelování
Programování	<ul style="list-style-type: none"> - vytváří Jetcam programy pro stroje na prvních operacích pálení a děrování

ERP KARAT	<ul style="list-style-type: none"> - podnikový ERP systém určený pro evidenci a správu podnikových zdrojů - ve společnosti TVD upřednostňován z důvodu možnosti upravovat systémovou strukturu podle vlastních potřeb
APS LPP (Logis Production Planner)	<ul style="list-style-type: none"> - pokročilý plánovací systém - každý den ve 24:00 přebírá data z ERP KARAT - APS zpracovává data z ERP a následně je posílá do ERP zpátky ve formě rozplánované dokumentace (sled výrobních operací dle termínů s rozpady na polotovary, nakupované materiály, atd...)
Mistři	<ul style="list-style-type: none"> - zajišťují řízení pracovníků na výrobních pracovištích - předávají pracovníkům výrobní a plánovací dokumentaci (plány práce, průvodní listy, Jetcam dokumentaci)
Sklad vstupního materiálu	<ul style="list-style-type: none"> - plechy jsou uloženy v obloukových halách (ve společnosti jsou celkem 3 obloukové haly) - ostatní materiály jako např. šrouby jsou uloženy ve všeobecném skladu
Expedice	<ul style="list-style-type: none"> - každý pátek se v expediční hale hromadí velké množství finálních výrobků - finální výrobky jsou vyváženy každé pondělí - výrobky jsou dodávány na europaletách po 16 kusech na paletě - vlastní doprava
Materiálový tok DVEŘÍ	<ul style="list-style-type: none"> - prochází 7 výrobními operacemi - Lead Time (průběžná doba výroby) je 166,199 hod.
Materiálový tok PLÁŠTĚ	<ul style="list-style-type: none"> - prochází 7 výrobními operacemi - Lead Time (průběžná doba výroby) je 115,784 hod.

Tabulka 2 přehledně znázorňuje nejpodstatnější data o každém prvku mapy současného stavu. Na mapě hodnotového toku jsou nejdůležitějším prvkem ukazatele potenciálního zlepšení. V metodě VSM se tyto příležitosti ke zlepšení označují jako „Kaizen Burst“.

Na základě mapy současného stavu bylo identifikováno celkem 8 příležitostí ke zlepšení. První příležitost se nachází v oddělení nákupu. Ve společnosti TVD jsou na mnoha pracovištích využívány kanban supermarketky. V těchto supermarketech jsou většinou ukládány spojovací komponenty, které si pracovníci odebírají a používají k montáži. Problém zde spočívá ve faktu, že pracovníci nákupu nemají přehled o stavu materiálu

v daných supermarketech. Pracovníci v oddělení nákupu vidí skrze informační systém pouze disponibilní stav daného materiálu ve společnosti, ale neví, jaká část množství tohoto materiálu je uložena v supermarketech a jaká ve všeobecném skladu. Z tohoto důvodu často dochází k nedostatku některých komponentů, jelikož jsou rozmístěny v jednotlivých supermarketech, ale ve všeobecném skladu je jich již nedostatek. Proto by bylo vhodné, aby byl v podnikovém ERP zaveden nový ukazatel, který bude ukazovat stav jednotlivých materiálů v supermarketech, což by pracovníkům nákupu dodalo větší přehled o stavu požadovaných množství jednotlivých materiálů.

Další dvě příležitosti ke zlepšení se týkají oddělení plánování a formy uvádění plánů práce. Na základě mapy současného stavu vybraného výrobního projektu lze vidět, že plánování přímo nastavuje plány práce pro operace v první části materiálového toku, ale do druhé části již nezasahuje. Oddělení plánování by se mělo podílet na plánování a řízení všech operací. S tímto problémem souvisí i nestandardizovaná dokumentace plánů práce. Plány práce jsou ve společnosti na každém pracovišti vedeny jinou formou. To je způsobeno především různorodostí jednotlivých výrobních operací, kdy na každém výrobním pracovišti jsou potřebné jiné informace o attributech, šaržích apod. Většinou jsou plány práce na pracoviště dodávány výrobními mistry v papírové formě. Ideálním řešením by bylo nastavení všech plánů práce digitální formou pomocí dotykových monitorů či jiných zařízení, která by zamezila vytváření přebytečné papírové dokumentace.

Ve společnosti TVD se v posledních letech vyskytuje problém s nadvýrobou a velkou rozpracovaností. Právě tyto dva problémy jsou dalšími příležitostmi ke zlepšení. Nadvýroba ve společnosti vzniká již u první operace, která je u dveří pálení laserem a u pláště děrování. U těchto operací dochází k obrábění plechů dle předdefinovaných programů. Programátoři, kteří vytvářejí obráběcí programy na jednotlivé stroje, mají určenou hranici odpadu na každý plechový formát. To znamená, že pokud jim při definování výrobního programu vychází na plechu velký odpad, do programu nastaví výrobu určitých kusů komponentů navíc, aby docílili dané hranice odpadu. Tím je vyvolána nadvýroba.

Další dvě příležitosti ke zlepšení se týkají montážního a balicího procesu. Montáž a balení jsou v současném stavu prováděny formou dávkové výroby, která způsobuje rozpracovanost a velkou průběžnou dobu výroby první finální palety s hotovými výrobky. Pro nastavení plynulejšího materiálového toku je vhodným řešením nastavení toku jednoho kusu namísto výroby v dávkách. Další příležitostí ke zlepšení je možnost určité automatizace operace balení. Operace balení v současném stavu probíhá pouze manuálně a určitá technologická

výpomoc by tuto operaci mohla urychlit i zkvalitnit. Zároveň by došlo ke zlepšení z ergonomického hlediska, jelikož tyto skříně jsou na přenášení těžší a z toho důvodu často dochází k namáhání rukou pracovníků.

Poslední příležitost ke zlepšení se týká expediční uličky, která je pro skladování finálních výrobků tohoto výrobního projektu nevyhovující. Důvodem je malý prostor v uličce a zároveň i velký provoz skladníků.

Jedním z důležitých ukazatelů VSM mapy je VA index. Jedná se o poměr časů přidané hodnoty a průběžné doby výroby. Tento ukazatel je udáván v procentech. Z mapy současného stavu jsou zřetelné časy VA i NVA, ze kterých se následně počítá VA index. Jelikož se mapa skládá ze dvou komponentů, a to dveří a pláště, je nutné zároveň vypočítat dva VA indexy. Tyto VA indexy jsou počítány v minutách, proto je ve jmenovatelích zlomků uveden převod hodin na minuty. Výsledný index je uveden v procentech.

$$VA\ index = \frac{\text{Součet časů přidávající hodnotu (VA)}}{\text{Průběžná doba výroby (LT)}} \times 100 (\%)$$

Výpočet VA indexu dveří skříně:

$$VA\ index = \frac{9,56}{(166,199 \times 60)} \times 100 = \mathbf{0,09587\ \%}$$

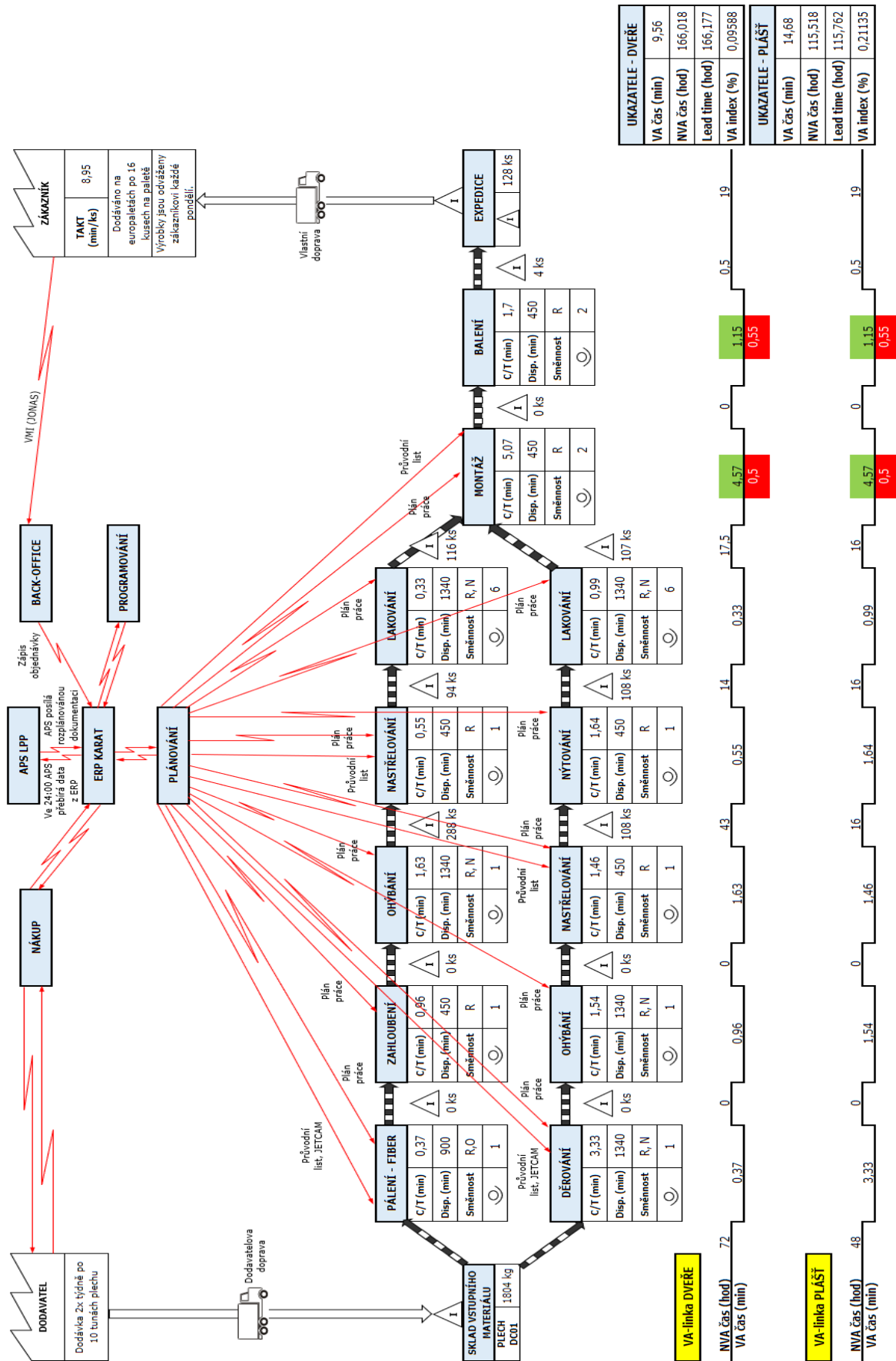
Výpočet VA indexu pláště skříně:

$$VA\ index = \frac{14,68}{(115,784 \times 60)} \times 100 = \mathbf{0,21131\ \%}$$

Na základě uvedených výpočtů lze uvést, že přidaná hodnota v případě výrobního procesu dveří tvoří 0,09587 % z celkové průběžné doby výroby. U pláště skříně tvoří přidaná hodnota z celého výrobního procesu 0,21131 %. Zjištěné ukazatele signalizují velmi malý podíl přidané hodnoty způsobený velkými časy nepřidané hodnoty, které se vážou k činnostem mezi jednotlivými operacemi a velkým mezioperačním zásobám.

6.7 Mapa budoucího stavu

Dle uvedené analýzy je důležité vyhodnotit získaná data o současném stavu výrobního procesu a následně i uvést navrhovaný stav, který již bude představovat určitou vizi, ke které by se měla společnost při výrobě tohoto výrobního projektu nasměřovat. Na obrázku 18 je uvedena mapa navrhovaného stavu tohoto výrobního projektu.



Obrázek 18 Mapa budoucího stavu skříně typu A (vlastní zpracování)

Na mapě navrhovaného stavu jsou uvedeny oproti mapě současného stavu určité změny. První nejvíce zřetelnou změnu zde představují informační toky vedoucí z oddělení plánování. Oddělení plánování v současném stavu nastavuje plánovací dokumentaci pro operace pálení, děrování, ohýbání, zahloubení a nastřelování. Ostatní operace jsou již řízeny skrze data v ERP KARAT samotnými mistry jednotlivých pracovišť. Plánování by však mělo zasahovat do všech operací v celém materiálovém toku, čímž by bylo docíleno efektivnějšího nastavování výrobních zakázek a flexibilnějšího řízení celého materiálového toku. V navrhovaném stavu by měly být všechny plány práce na každé pracoviště zasílány digitálně, což by vedlo k potřebě zavést na všechna zmíněná pracoviště dotykové monitory, ve kterých by byly tyto plány zobrazovány. V papírové podobě by zůstaly pouze průvodní listy a Jetcam dokumenty.

Ve společnosti TVD je neustále trvajícím a řešeným problémem nadvýroba a velká rozpracovanost. Nadvýroba je způsobována již zmíněnou úsporou odpadu plechu u prvních operací a její snížení by se dalo docílit jedině případným nárustem odpadů plechu. Uvedená nadvýroba vede k velké rozpracovanosti. Největší rozpracovanost se v době mapování u dveří nacházela mezi operacemi ohýbání a nastřelování a u pláště skříně mezi operacemi nastřelování, nýtování, lakování a montáží. Oproti tomu žádná rozpracovanost se u dveří nenacházela mezi operacemi děrování, zahloubení a ohýbání. U pláště byla nulová rozpracovanost mezi operacemi děrování, ohýbání a nastřelování. To je způsobeno tím, že mezi těmito operacemi chybí skladové prostory, a proto jsou výrobky tlačeny k dalším operacím, kde jsou již dostupné velké skladové prostory. Navíc po operaci ohýbání se tyto komponenty stávají hůře skladovatelnými, protože po této operaci je nedokončená výroba rozmístěna na více palet z důvodu vytvarování plechových forem na formy dveří či plášťů. Na první pohled by se také mohlo zdát, že rozpracovanost je způsobena nerovnoměrným rozestavením směn provozu, protože u operací děrování a ohýbání probíhá nepřetržitý provoz. To však není pravda, jelikož ve výrobě probíhá mnoho dalších výrobních projektů a kapacity u operací, které probíhají v 8 hodinovém provozu, jsou vyšší.

Rozpracovanost i nadvýroba zasahují i do zmíněné expediční uličky, která je v současném stavu pro uvedený výrobní projekt nevyhovující. Ve společnosti by se pro tento výrobní projekt měl vyčlenit nový samostatný prostor, ve kterém by byly finální výrobky skladovány ve vhodnějších podmínkách. Do budoucna společnost TVD plánuje výstavbu nové velké expediční haly, ve které by měl mít výrobní projekt zákazníka ABC vymezeno své místo.

Jako řešeným problémem další části této bakalářské práce je přeměna současného systému montážního a balicího procesu na tok jednoho kusu. Do mapy navrhovaného stavu byla aplikována i přeměna operací montáže a balení na tok jednoho kusu, jelikož v současném stavu tyto operace probíhají ve formě dávkové výroby. Zavedením toku jednoho kusu dojde ke snížení času NVA činností, což se projeví v průběžné době výroby i ve výpočtu VA indexu. Podrobnější popis a přeměna současného stavu montážního a balicího procesu jsou uvedeny v kapitolách 7 a 8, kde jsou podrobně uvedeny jednotlivé informace o všech získaných datech pro montáž i balení v této mapě.

Na základě uvedených změn v mapě navrhovaného stavu lze zjistit hodnoty nových VA indexů a poté je porovnat s hodnotami VA indexů získanými z výpočtu u mapy současného stavu. Vzorec pro výpočet VA indexu byl již uveden při výpočtu u mapy současného stavu.

Výpočet VA indexu dveří skříně:

$$VA\ index = \frac{9,56}{(166,177 \times 60)} \times 100 = 0,09588 \%$$

Výpočet VA indexu pláště skříně:

$$VA\ index = \frac{14,68}{(115,762 \times 60)} \times 100 = 0,21135 \%$$

Přidaná hodnota v případě výrobního procesu dveří tvoří v navrhovaném stavu 0,09588 % z celkové průběžné doby výroby. U pláště skříně tvoří přidaná hodnota z celého výrobního procesu v navrhovaném stavu 0,21135 %. Z uvedených dat je zřejmé, že na základě aplikace toku jednoho kusu do montážního a balicího procesu se snížil čas NVA o 1,3 minuty, a tím se snížila i celková průběžná doba výroby. Porovnání VA indexů současného a navrhovaného stavu je zobrazeno v tabulce 3.

Tabulka 3 Porovnání VA indexů současného a navrhovaného stavu (vlastní zpracování)

Komponent	VA index současný stav	VA index navrhovaný stav	Zlepšení
Dveře	0,09587 %	0,09588 %	0,00001 %
Plášť	0,21131 %	0,21135 %	0,00004 %

Z tabulky 3 je viditelné, že podíl časů přidané hodnoty na průběžné době výroby u dveří skříně vzrostl o 0,00001% a u pláště skříně o 0,00004 %.

7 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU MONTÁŽNÍHO A BALÍČÍHO PROSECU A PRACOVIŠTĚ

Na základě analýzy hodnotových toků byla jako hlavní příležitost pro zlepšení vybrána přeměna montážního a balícího procesu z dávkové výroby na tok jednoho kusu. Pro montáž a balení rozebíraných výrobků je ve společnosti vymezeno samostatné pracoviště, na kterém probíhá montáž i balení skříní. Na tomto pracovišti pracují dva pracovníci. Pro podrobnou analýzu je zvolena montáž a balení, protože současný stav těchto operací probíhá v dávkové výrobě, která má za následek velkou průběžnou dobu výroby první zabalené finální palety. Společnost v současné době sužuje problém s nedostatkem lidských zdrojů a zefektivnění těchto operací následně povede k vyššímu disponibilnímu pracovnímu času pracovníků tohoto pracoviště.

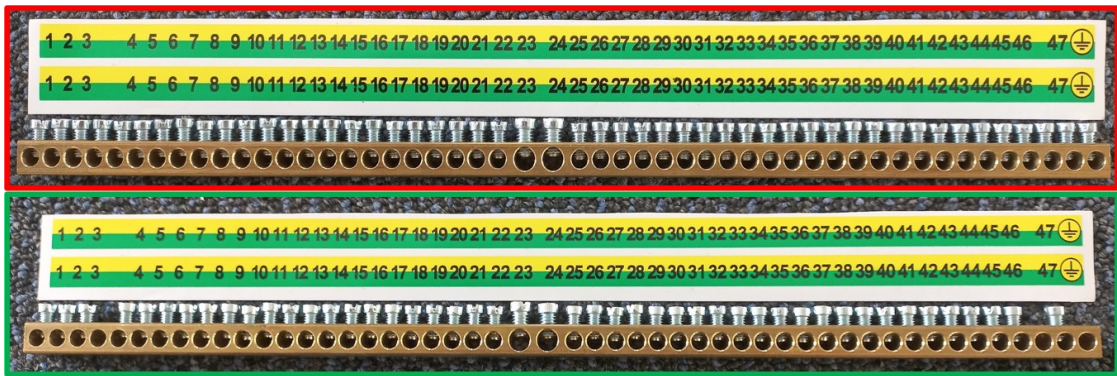
7.1 Montážní a balící proces

Celý montážní a balící proces skříní projektu ABC se v současném stavu skládá celkem ze 4 kroků. Z předmontáže komponentů, montáže skříně, balení skříně a balení finální palety. Pro pracovníky tohoto pracoviště je nastavena úkolová mzda. Norma na tomto pracovišti je počítána dohromady jako suma časů operací montáže a balení. Jelikož v současném stavu fungují operace montáž a balení na principu dávkové výroby s přípravami komponentů, je složitější získat přesný čas cyklu operací na jeden kus skříně. V následujících textech jsou podrobně uvedeny činnosti vedoucí k smontování a zabalení řešené skříně.

7.1.1 Předmontáž

Před finální montáží skříní nejprve pracovníci provádějí předmontáž vybraných polotovarů a to dveří, montážního rámu, krytů 1 a krytů 2. Jednotlivé montážní operace spojené s vybraným typem skříně A jsou popsány v následujících textech.

První přípravnou operací před finální montáží skříně je převrtání šroubů ve svorkovnici. Svorkovnice je komponent, který se montuje do spodní části pláště skříně. Šrouby ve svorkovnici musí být dle požadavku zákazníka v pozici podle čísel na svorkovnicové samolepce. V současné době však dodavatel dodává svorkovnice, které mají šrouby našroubované na každé pozici, což znamená, že pracovníci musí nejprve ze svorkovnice vyjmout tři šrouby, aby pozice šroubů na svorkovnici odpovídala číselnému označení svorkovnicové samolepky. Uvedená problematika je ilustrována na obrázku 19.



Obrázek 19 Porovnání svorkovnice po nákupu a po upravení (vlastní zpracování)

Obrázek 19 zobrazuje porovnání dvou svorkovnic. Fotografie horní části obrázku zobrazuje stav, v jakém je svorkovnice dodána. Svorkovnice na fotografii ve spodní části obrázku značí stav, který je požadován zákazníkem. Ze spodní fotografie obrázku 19 lze vidět, že šrouby ve svorkovnici musí odpovídat číselnému značení na svorkovnicové samolepce. Přípravu těchto svorkovnic provádí oba pracovníci, kdy oba zpracovávají dávku sběrnic po 10 kusech. Tato operace však výrobku nepřidává hodnotu, a proto je nutné, aby byla eliminována.

Další přípravnou operací v předmontáži je skládání kartonových vík. Na každou zapuštěnou skříň tohoto projektu patří dvě kartonová víka, jedno horní a jedno dolní. Kartonová víka se vytváří z forem kartonu, které se sepínají pomocí sešíváček, čímž se vytvoří víka. Samotný proces funguje stylem, kdy jeden pracovník připravuje horní víka a druhý pracovník připravuje víka dolní.

Po přípravě kartonových vík následuje příprava krytů 1 a krytů 2. Do těchto dvou krytů se montují plastové vložky, základny rychlouzávěrů a zemnicí podložky. Tyto kryty jsou zobrazeny na obrázku 20.



Obrázek 20 Kryt 1 a kryt 2 (vlastní zpracování)

Na levé části obrázku 20 je vyfotografován kryt 1 a na pravé části je znázorněn kryt 2. Kryty se liší velikostí a počtem vyděrovaných otvorů. Samotná předmontáž těchto krytů probíhá způsobem, kdy se do malých obdélníkových vyděrovaných otvorů v krytech uloží plastové základny rychlouzávěru, které se upevní zemnicími podložkami. Poté se do základnen uzávěrů vloží vložky uzávěrů.

Montážní postup je u krytu 1 i u krytu 2 totožný. Komponenty se však liší ve velikosti a počtu vyděrovaných otvorů pro vložení plastových vložek, základnen rychlouzávěrů a zemnicích podložek. Do krytů 1 se montují 2 kusy z každého uvedeného komponentu v předchozí větě a do krytu 2 šest kusů z každého uvedeného komponentu. Pro lepší pochopení této montážní operace je zde uvedeno foto montáže krytů 1 na obrázku 21.



Obrázek 21 Montáž krytů 1 (vlastní zpracování)

Kryty jsou většinou montovány v dávce po 10 kusech. K montáži těchto krytů se využívá speciálního nástroje, díky kterému se zemnicí podložky upevňují do základnen rychlouzávěrů. Zmiňovaný nástroj je zobrazen na uvedeném obrázku 21, kdy pomocí tohoto nástroje pracovník umísťuje zemnicí podložky do základnen rychlouzávěru. Po smontování jsou kryty umístěny na nové europalety. Zvolený pracovní postup má za následek vznik větší rozpracovanosti, a tím i menší výrobní prostor.

Posledním komponentem, který prochází předmontáží před finální montáží skříně, jsou dveře. Do dveří se montují dva panty s čepy, díky kterým se následně dveře do pláště skříně uchyť. Nakonec se ještě do dveří umístí záslepka a klapkový uzávěr, díky kterému se skříň dá správně otvírat i zavírat. Dveře montují dávkově dva pracovníci a tato předmontáž je znázorněna na obrázku 22.



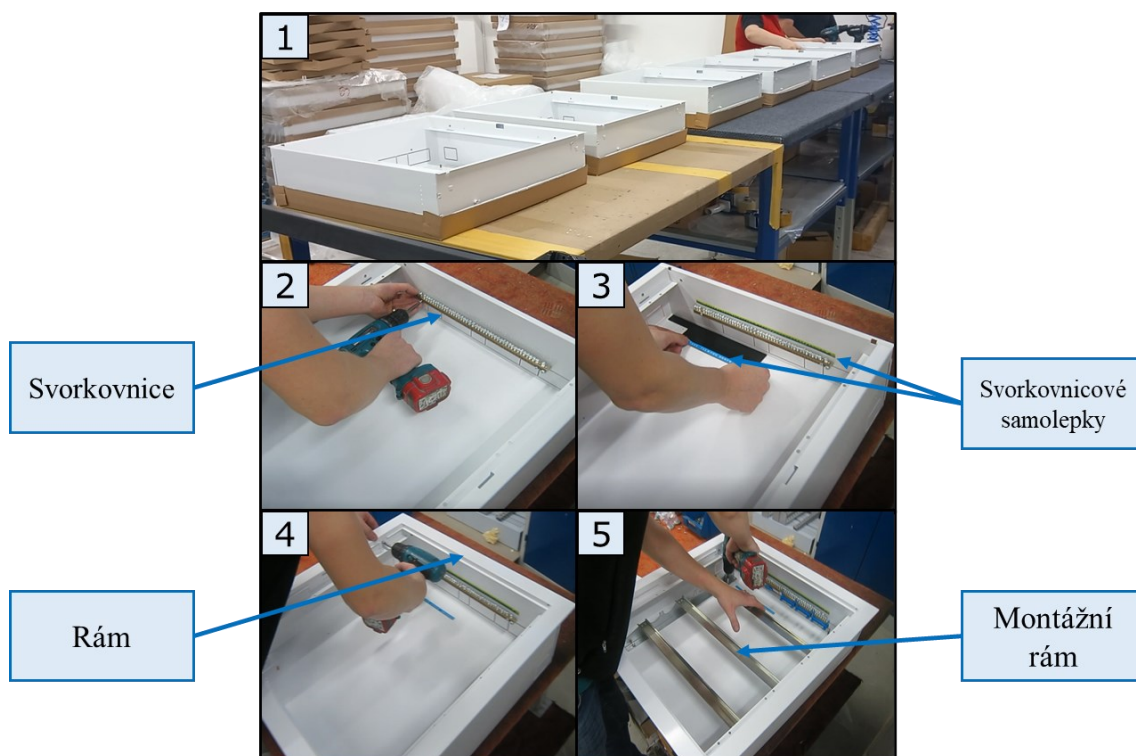
Obrázek 22 Montáž dveří (vlastní zpracování)

Předmontáž dveří je většinou prováděna v dávce po 8 kusech s tím, že dva pracovníci spolu postupně montují celou dávku. Při této předmontáži je důležité, aby nedošlo k poškrábání laku dveří skříně. V této operaci často dochází k poškrábání laku skříně z důvodu využívání klasických kovových kladívek na zasunutí čepu dveří skříně pro následné nasazení do pláště.

Další komponenty, montážní rám a balíček, 1 jsou připravovány na jiném pracovišti a pro montáž těchto komponentů jsou určeny samostatné průvodní listy. Tyto komponenty jsou připravovány na jiném pracovišti a následně jsou převáženy na montážní a balicí pracoviště vybraného výrobního projektu. Z tohoto důvodu se čas přípravy těchto komponentů nezapočítává do celkového času montáže. Příprava těchto komponentů probíhá na jiném pracovišti, zatím co na pracovišti vybraného výrobního projektu již probíhá montáž ostatních komponentů. Je však potřebné, aby tyto polotovary byly včas připraveny na montážním a balicím pracovišti vybraného projektu před finální montáží skříní.

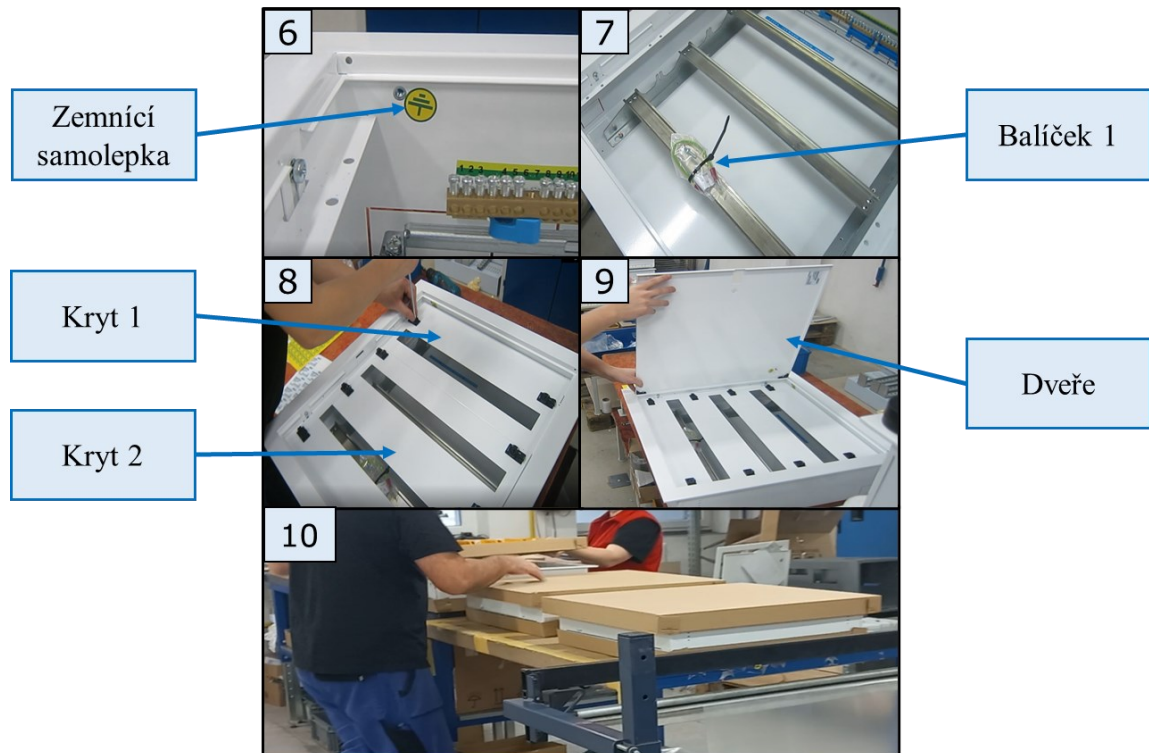
7.1.2 Montáž skříní a balení skříní

Jakmile je dokončena předmontáž všech potřebných komponentů, následuje finální montáž skříně. V tomto kroku se slévají materiálové toky všech komponentů, které patří do tohoto výrobku. Finální montáž provádí dva pracovníci a probíhá dávkovou formou, kdy pracovníci montují na stolech výrobní dávku 6 skříní. Finální montáž skříně se skládá z celkem 10 kroků, které jsou popsány v očíslovaných bodech. Pro lepší představu a uchopení dané problematiky jsou jednotlivé kroky vyobrazeny na obrázcích 23 a 24 spolu s popisem jednotlivých montovaných komponentů. Čísla na jednotlivých fotografiích odpovídají číslům popsaných operací. Finální montáž skříně se skládá z následujících operací:



Obrázek 23 Postup finální montáže zapuštěné skříně - 1. část (vlastní zpracování)

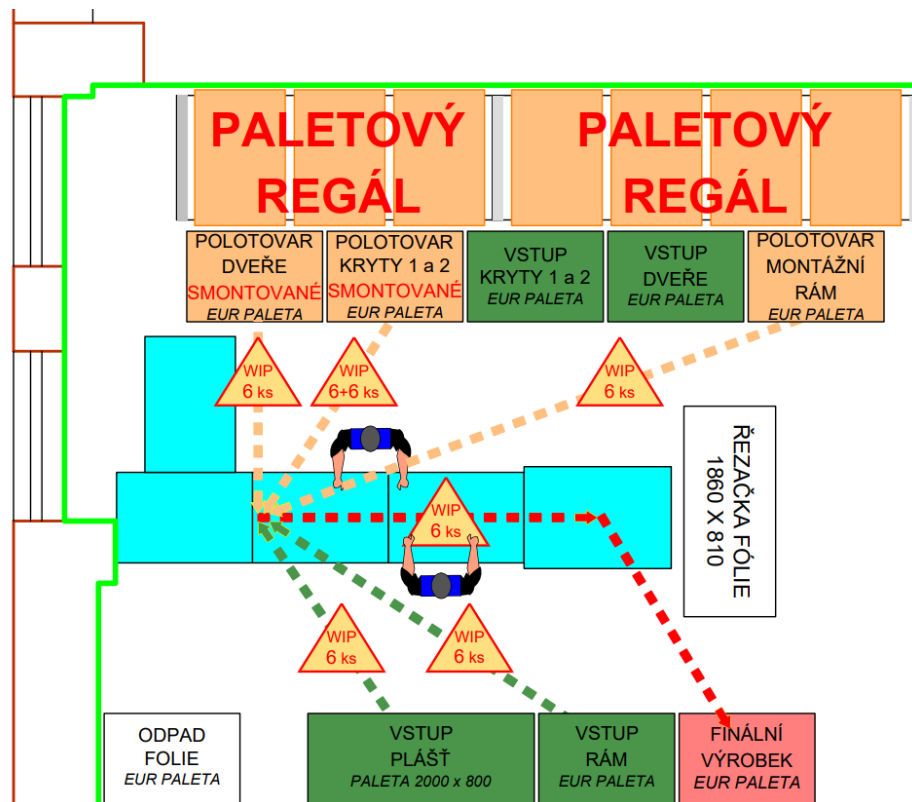
- 1) **Vychystání spodních kartonů a pláštů skříní:** v prvním kroku si pracovníci vychystají na stoly spodní kartonová víka, do kterých si následně vychystají i pláště.
- 2) **Namontování svorkovnice:** ve druhém kroku se do skříně montuje svorkovnice. Svorkovnice se namontuje na spodní část pláště pomocí 3 šroubů spolu s vějířovými podložkami a podložek s gumovou plochou.
- 3) **Nalepení svorkovnicových samolepek:** do pláště skříně se nalepí dvě samolepky s číselným značením pozic šroubů ve svorkovnicích. Zelenožlutá samolepka odpovídá svorkovnici namontované do skříně z předchozího kroku a modrá samolepka zase odpovídá svorkovnici, která je umístěna na montážním rámu. Montážní rám se do pláště skříně montuje v 5. kroku.
- 4) **Namontování rámu:** na plášť skříně se uloží rám, který se z vnitřní strany upevní pomocí 4 šroubů s vějířovými podložkami.
- 5) **Namontování montážního rámu:** v pátém kroku se do pláště skříně vloží montážní rám, který má v držácích vyděrované díry v pozicích tak, že montážní rám se zasune na 4 šrouby, které byly do pláště skříně navařeny při operaci nastřelování. Následně se montážní rám v plášti utáhne pomocí 4 matic spolu s vějířovými podložkami.



Obrázek 24 Postup finální montáže zapuštěné skříně - 2. část (vlastní zpracování)

- 6) **Nalepení zemnicích samolepek:** uhlopříčně proti sobě se do dvou rohů pláště skříně nalepí dvě zemnicí samolepky.
- 7) **Upevnění balíčku 1:** na spodní DIN lištu se pomocí samovázací pásky upevní balíček 1, který obsahuje zemnicí kabel a další potřebné spojovací materiály.
- 8) **Nasazení a uzamčení krytů:** do skříně se uloží kryt 1 i kryt 2 a následně se na krytech pomocí plochého šroubováku uzamknou rychloupínací zámky. Na kryty se ještě uloží papírový návod.
- 9) **Nasazení dveří:** v předposledním kroku se do skříně zasadí smontované dveře a skříň se zavře.
- 10) **Nasazení horních kartonových vík:** v posledním kroku pracovníci na smontované skříně nasadí horní kartonová víka.

Obrázky 23 a 24 ilustrují jednotlivé kroky finální montáže skříně. Při finální montáži dochází k velkému plýtvání hlavně z hlediska zbytečných pohybů, které jsou způsobeny nutným pohybem pro potřebné komponenty. Pro lepší představu operace je na obrázku 25 zobrazen layout současného stavu montážního a balícího pracoviště spolu s materiálovými toky jednotlivých komponentů spolu a tokem hotových výrobků. Layout je vytvořen v programu DraftSight, ve kterém se ve společnosti TVD vytváří půdorysy jednotlivých výrobních hal.



Obrázek 25 Layout montážního a balícího pracoviště s materiálovými toky – současný stav (vlastní zpracování)

Obrázek 25 ilustruje výstřižek z celkového layoutu montážního a balícího pracoviště výrobního projektu ABC. Na horním a dolním okraji obrázku jsou znázorněny palety s nejdůležitějšími komponenty. Jako polotovary jsou na montážním a balícím pracovišti uváděny komponenty, které již prošly určitým montážním procesem. Modré obdélníky značí pracovní stoly, u kterých jsou znázorněni dva pracovníci. Šipky, které směřují od komponentů na pracovní stoly, značí materiálové toky jednotlivých komponentů spolu s množstvím komponentů, které je uvedeno v trojúhelnících se zkratkou WIP. Červená šipka značí tok finálního výrobku. Z layoutu je viditelné, že montáž je prováděna v dávce po 6 kusech. Uvedený montážní postup však zahrnuje plýtvání ve formě zbytečných pohybů, kdy se pracovníci musí pohybovat podél stolů a provádět montážní operace na 6 skříních. Po smontování je dávka 6 skříní po jednom kuse balena na stole vedle řezačky fólie a po zabalení skříně jsou jednotlivě uloženy na paletu s finálními výrobky.

Balení skříní musí vykonávat dva pracovníci. Nejprve si pracovníci uvolní stůl, který je nejbližší řezačce fólie. Z řezačky fólii pracovník natáhne a uřízne kus fólie, na kterou se vloží etiketa. Na fólii s etiketou se uloží skříň, která se do fólie zabalí a ta se zalepí lepicí páskou. Zabalenou skříň následně pracovníci přenesou na finální paletu. Balení dokončené skříně je zobrazeno na obrázku 26.



Obrázek 26 Balení dokončené skříně (vlastní zpracování)

Váha zabalené skříně odpovídá 12,6 kilogramům. Pokud zde pracuje muž, tak obvykle skříně na paletu odnáší sám, nicméně pokud na tomto pracovišti pracují dvě ženy, odnášejí skříně na paletu ve dvou lidech. Dle ergonomie jsou však limity nastaveny u mužů u častého přenášení břemen na 30 kg a u žen na 15 kg. Proto by popřípadě pracovnice měla skříně na paletu odnášet sama.

7.1.3 Balení dokončené palety

Poslední částí procesu na zmiňovaném pracovišti je balení palety s finálními výrobky. Europalety jsou zabaleny až v momentě, kdy je na nich naskládáno 16 kusů. V procesu balení dokončené palety těchto skříní jsou tři důležité operace, a to nalepení etiket na zabalené skříně, zabalení skříně bílou stretch folií a utáhnutí palety páskou pomocí akumulátorového páskovače. Na obrázku 27 je zobrazena finální zabalená paleta.



Obrázek 27 Zabalená finální paleta (vlastní zpracování)

Proces balení probíhá způsobem, kdy oba pracovníci nejdříve zabalené skříně polepí etiketami, poté paletu se skříněmi ručně zabalí strečovou folií a nakonec zabalenou paletu utáhnou páskami pomocí ručního akumulátorového páskovače.

7.2 Uložení komponentů a výrobní prostor

Pro montážní a balicí proces je důležitá i struktura uložení jednotlivých polotovarů a materiálů na pracovišti a s nimi spojené logistické procesy. Špatné uložení a doprava komponentů může vést ke vzniku zmetků či zbytečným pohybům.

7.2.1 Uložení polotovarů a materiálů

Většina polotovarů pro konstrukci skříní výrobního projektu ABC je ukládána a přepravována na europaletách, které jsou vybaveny dřevěnou ohrádkou či jiným pomocným příslušenstvím. Polotovary jsou na montážní a balicí pracoviště dováženy skladníky. Příkladem může být uložení a převážení krytů na europaletě, které je znázorněno na obrázku 28.



Obrázek 28 Uložení krytů na europaletě s dřevěnými ohrádkami (vlastní zpracování)

Obrázek 28 představuje uložení na paletu s dřevěnou paletovou ohrádkou, která brání proti pádu polotovarů z palety a díky ní je možné na paletu umístit více kusů polotovarů. V tomto případě se jedná o ideální řešení přepravy polotovarů. Nevyhovující je však způsob uložení plášťů skříně, které jsou ukládány na dvoumetrovou paletu.



Obrázek 29 Uložení plášťů skříně (vlastní zpracování)

Z obrázku 29 je patrné, že uložení pláště skříně na dvoumetrovou paletu není optimálním řešením. Část pláště skříně přesahuje paletu, což při následné manipulaci může vést k poškození tohoto polotovaru, což vede k vytvoření zmetků, které jsou z hlediska průmyslového inženýrství definovány jako jeden z druhů plýtvání.

Po identifikaci uložení polotovarů je nutné analyzovat i uložení a logistické procesy materiálů. Materiály, tedy určité komponenty, které ve společnosti TVD od nákupu neprocházejí žádnou technologickou úpravou, jsou značeny identifikačním číslem (nomenklaturou). Nomenklatura odkazuje na příslušný materiál v informačním systému a plní podobnou funkci jako identifikační číslo výrobku. Většina potřebného materiálu je uložena přímo u pracoviště v přepravkách, jak možné vidět na obrázku 30.



Obrázek 30 Uložení materiálu na montážním a balícím pracovišti (vlastní zpracování)

Tyto přepravky jsou ideálními prostředky pro skladování a přepravu většiny druhů spojovacích materiálů. Výjimkou jsou však například kartonová víka, která jsou na pracovišti uložena na europaletách. Distribuce materiálu na toto pracoviště není ve vyhovujícím stavu. Některé materiály jsou dostupné v supermarketech, další se vychystávají ve všeobecném skladě a pro další si pracovníci musí chodit sami.

Samotná skříň A se skládá z 8 polotovarů a z 24 materiálů. Tyto materiály lze v současném stavu rozdělit na 3 skupiny:

- **materiály zavedené v kanban supermarketu (7 druhů)**
- **materiály vychystávané ve všeobecném skladě (11 druhů)**
- **ostatní materiály (6 druhů)**

Materiály zavedené v kanban supermarketu jsou optimálním řešením v této problematice. Pro konstrukci skříně typu A se o jedná 7 druhů materiálu a jedná se většinou o spojovací materiál. Materiál je uložen v kanban přepravkách v supermarketu a pracovníci

se při výběru vhodného materiálu orientují pomocí již zmiňované nomenklatury. Aktuální nevýhodou v současném stavu tohoto pracoviště je však skutečnost, že tento supermarket se nachází na vedlejším pracovišti. To způsobuje plýtvání zbytečnými pohyby chůzí, protože pracovníci si musí potřebný materiál obstarávat ze supermarketu z vedlejší montáže. Od montážních stolů se jedná o vzdálenost 46 metrů tam i zpátky a obvykle je toto doplňování materiálu prováděno 2 krát za směnu.

Materiály vychystávané ve všeobecném skladě jsou vychystávány přesně na počet kusů ve vybrané zakázce. Jedná se o 11 druhů materiálu, které pracovníci všeobecného skladu vychystávají na základě průvodního listu. Jednotlivé materiály jsou napočítávány a naváženy podle počtu kusů v zakázce a jsou vychystávány v přepravkách na europaletě. Po vychystání palety ji skladník převezde na montážní a balicí pracoviště, kde již s těmito komponenty pracují pracovníci zmiňovaného pracoviště. Vychystávání těchto materiálů je časově náročné a jedná se o činnost, která výrobku nepřidává žádnou hodnotu. Čas vychystávání potřebných komponentů ve všeobecném skladu je přímo úměrný množství kusů v zakázce. Ze zjištěných informací je patrné, že optimálním řešením je tyto materiály zavést do supermarketu, a tím i eliminovat vychystávání materiálů.

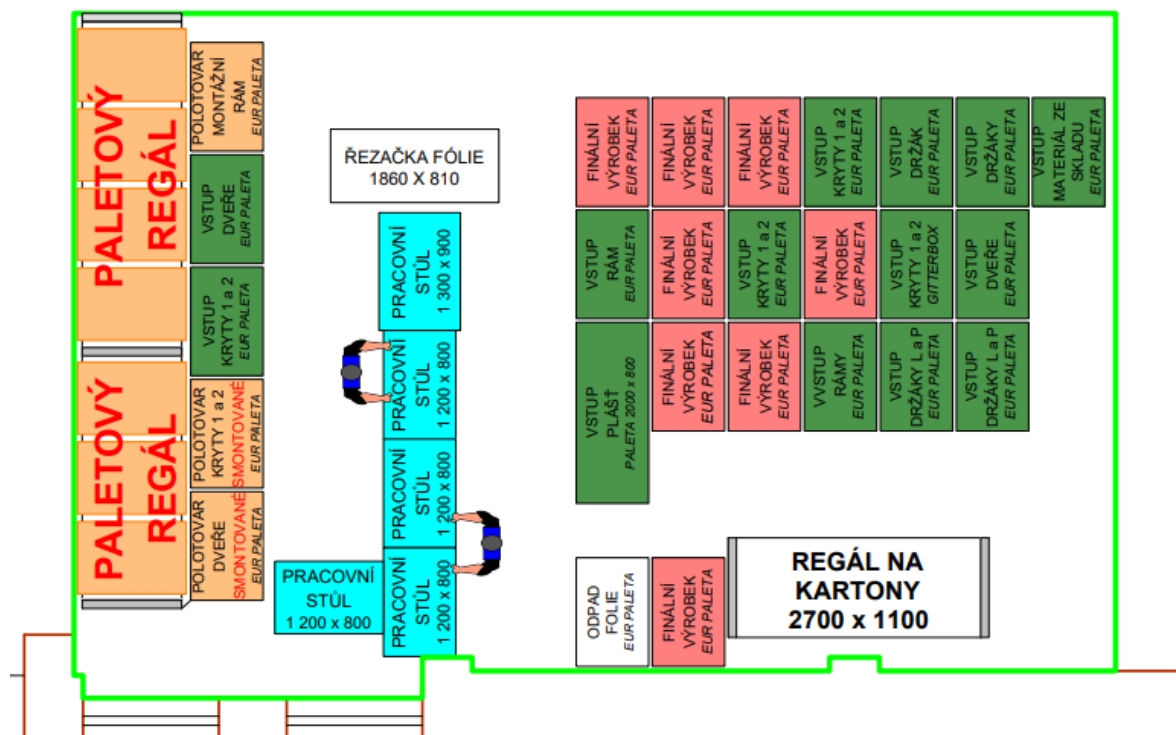
Ostatní materiály jsou komponenty, které se nevychystávají ve všeobecném skladu a zároveň nejsou umístěny v supermarketu. Jedná se o 6 druhů materiálu. Tři z těchto komponentů není možné skladovat v kanban přepravkách, protože se jedná o větší druhy materiálu, a to smrštitelnou folii a horní i dolní kartonové víko. Ostatní tři materiály jsou komponenty, které slouží k montáži krytů skříně, jedná se o zemnicí podložku, základnu uzávěru a vložku uzávěru. Tyto zmíněné komponenty jsou uloženy v kanban přepravkách na montážním stole. Tyto materiály však nejsou vychystávány ve všeobecném skladu, ale jsou ukládány do regálu před všeobecný sklad a pracovníci montáže pro potřebný materiál v případě nutnosti chodí sami. Od montážní stolů se jedná o vzdálenost 96 metrů tam i zpátky a obvykle je toto doplňování materiálu prováděno jednou za 3 směny. Stav skladování těchto komponentů je naprosto nevyhovující a nejvhodnější možností je jejich zavedení do kanban supermarketu.

Na základě této analýzy je vhodným řešením pro uvedené pracoviště zavést nový samostatný kanban supermarket, který bude zaveden právě pro komponenty tohoto projektu. Kanban supermarket by ušetřil velkou část času pracovníkům ve všeobecném skladu a následně by byl navržen a zachován určitý logistický systém, který tato kanban metoda přináší. Důležité na uložení všech potřebných komponentů je i jejich samotné rozmístění vzhledem

k montážnímu a balicímu procesu. Je důležité, aby ve správný čas měli pracovníci montáže potřebné komponenty v co nejoptimálnější poloze, která bude ergonomicky vhodná a z hlediska produktivity procesu efektivní.

7.2.2 Výrobní prostor montážního a balicího pracoviště

Na výrobní hale má toto pracoviště vymezenou plochu o obsahu 85 m². Pohled na půdorys celého montážního a balicího pracoviště tohoto výrobního projektu je graficky znázorněn na obrázku 31 a jedná se o zmapovaný stav ze dne 25. 3. 2022.



Obrázek 31 Celkový layout montážního a balicího pracoviště výrobního projektu ABC – současný stav (vlastní zpracování)

Z uvedeného layoutu je zřejmé, že velkou část této výrobní plochy zabírají komponenty a finální výrobky, které jsou volně zaskladněny na podlaze. Tyto zásoby komponentů a finálních výrobků jsou na tomto pracovišti způsobeny z více důvodů. Zásoby finálních výrobků se zde často hromadí z důvodu skladníkovy absence či časového presu, kvůli kterému není schopen v potřebném tempu odvézt finální výrobky do expediční haly. Dalším důvodem je taky časté přeplnění expediční haly, do které často navážejí skladníci i rozpracovanou výrobu z důvodu nedostatku místa v regálových polích. K montážnímu a balicímu pracovišti zároveň patří i dva paletové regály, které jsou využívány ke skladování komponentů potřebných ke smontování skříní či komponentů, které byly vyrobeny navíc.

Třetí regál ve spodní části obrázku je určen pro zásoby kartonových krytů, které se umísťují na skříňě a následně jsou s nimi baleny.

Komponenty k montáži jsou zde kumulovány především z důvodů již zmiňované výroby v dávkách a úspory spotřeby materiálu na prvních výrobních operacích děrování a pálení laserem. Programátoři na první operaci musí naprogramovat děrovací stroje tak, aby při děrování plechů docházelo k co nejmenším ztrátám materiálu v podobě zbytkového plechu. V momentě, kdy je na plechových tabulích nevyužitý prostor, který by mohl být velkým odpadem, je do něj vložena výroba komponentů, které jsou již však nad rámec požadovaného stavu. Tato skutečnost často vede k nadprodukcí určitých komponentů, které jsou vytvářeny na úkor nižší spotřeby materiálu. Komponenty vyrobené se pak hromadí ve skladech a následně i na montážním a balícím pracovišti.

Na tomto pracovišti zároveň chybí prostor pro komponenty, které se vychystávají na další zakázku. Absence tohoto vymezeného prostoru poté vede k většímu času přetypování jednotlivých zakázek, jelikož potřebné komponenty jsou umístěny na hůře přístupných místech. To vede ke zdržování spojeným s vícenásobnou manipulací s paletami, aby bylo možné se k požadovanému materiálu dostat. Tento prostor by bylo vhodné vymežit vedle montážních stolů tak, aby byly komponenty pro další zakázku co nejbližší, což povede k co nejnižšímu času přetypování jednotlivých zakázek.

Velkým problémem je v současném stavu právě velká rozpracovanost a častý nedostatek výrobního prostoru. Určitá optimalizace, která by ve společnosti rozklíčovala a utlumila problém s velkou rozpracovaností výrobků a komponentů, by vedla ke snížení potřebných skladovacích míst a zároveň rychlejšímu hledání a manipulaci s potřebným materiálem.

7.3 Zhodnocení současného stavu

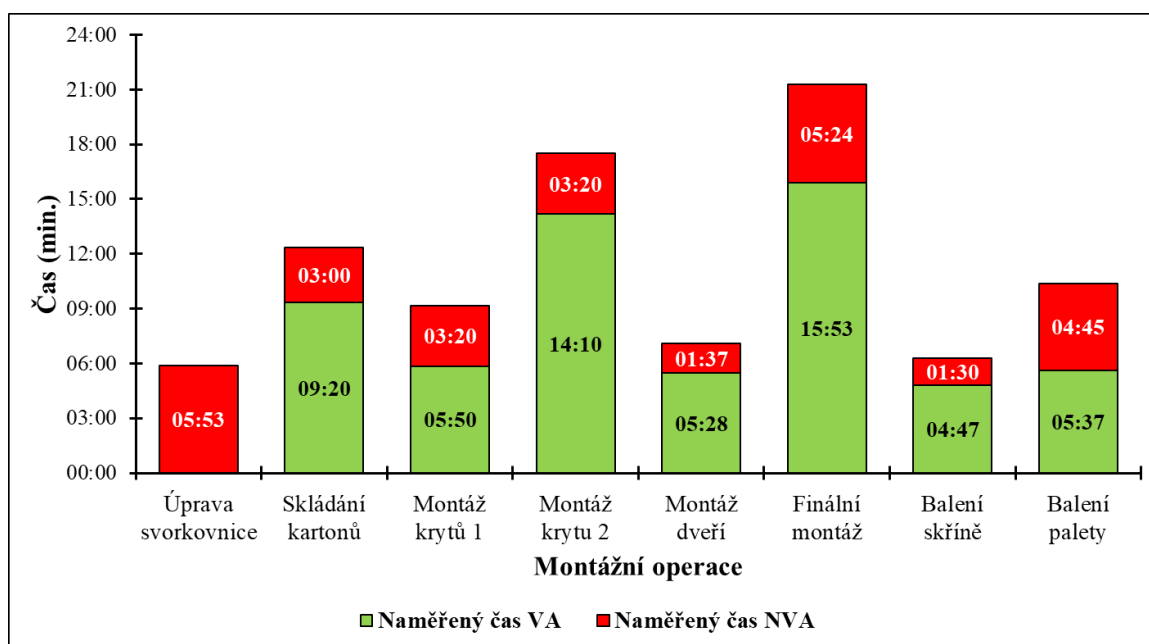
Současný stav montážního a balícího procesu je veden formou dávkové výroby, která má za následek velkou průběžnou dobu výroby prvního kusu a současně i větší rozpracovanost komponentů na pracovišti. Téměř všechny hlavní činnosti jsou vykonávány ve dvou pracovních a na základě toho je i nastavena časová norma.

Co se týče časového hlediska montážních a balících operací, ty jsou zobrazeny v tabulce 4. Jednotlivé časy dávek jsou určeny jako průměrné časy, které byly vypočítány z patnácti časových náměrů jednotlivých operací.

Tabulka 4 Časová studie současného stavu montážního a balicího procesu vybrané skříně typu A (vlastní zpracování)

Operace		Úprava svorkovnice	Skládání kartonů	Montáž krytů 1	Montáž krytu 2	Montáž dveří	Finální montáž	Balení skříně	Balení palety
Naměřený čas VA	min.		09:20	05:50	14:10	05:28	15:53	04:47	05:37
Naměřený čas NVA	min.	05:53	03:00	03:20	03:20	01:37	05:24	01:30	04:45
Čas CELKEM	min.	05:53	12:20	09:10	17:30	07:05	21:17	06:17	10:22
Velikost dávky	ks	10	20	10	10	8	6	6	16
Počet pracovníků		1	1	1	1	2	2	2	2
Čas VA na 1 kus	min.	00:00	00:28	00:35	01:25	01:22	05:18	01:36	00:42
	sek.	0	28	35	85	82	318	96	42
Čas NVA na 1 kus	min.	00:35	00:09	00:20	00:20	00:24	01:48	00:30	00:36
	sek.	35	9	20	20	24	108	30	36
Čas na 1 kus	min.	00:35	00:37	00:55	01:45	01:46	07:06	02:06	01:18
	sek.	35	37	55	105	106	426	126	78

Uvedená tabulka 4 ilustruje průměrné časy jednotlivých montážních a balicích operací spolu s uvedením velikosti dávky, počtu pracovníků na operaci a přepočty časů na jeden kus. Celkové naměřené časy jsou rozlišeny na časy VA (časy činností přidávající hodnotu) a NVA (časy činností nepřidávající hodnotu). Pro lepší ilustraci tohoto časového rozdělení je na obrázku 32 uveden sloupcový graf, který ilustruje naměřené časy jednotlivých montážních a balicích operací, které byly prováděny v dávce.



Obrázek 32 Vizualizace časového poměru jednotlivých montážních a balicích operací (vlastní zpracování)

Na základě obrázku 32 lze určit, že největší časy nepřidané hodnoty obsahují operace úprava svorkovnice, finální montáž a balení palety. Upravování svorkovnice je činnost, která musí být z montážního procesu eliminována. Mezi činnostmi nepřidávající hodnotu u těchto montážních operací patří ve většině případů zbytečné pohyby tvořené manipulací s materiálem a chůzí pro materiál či nástroje. Dávková výroba způsobuje mnoho nadbytečných pohybů a transportů jako například vracení smontovaných komponentů skříně zpátky na palety a jejich následné zaskladnění do regálů. Tyto činnosti by se měly v rámci optimalizace výroby co nejvíce redukovat a odstraňovat. Díky získaným datům lze následně získat výpočet celkového času montáže jedné skříně a časy přidané a nepřidané hodnoty.

Výpočet celkového času montáže jedné skříně:

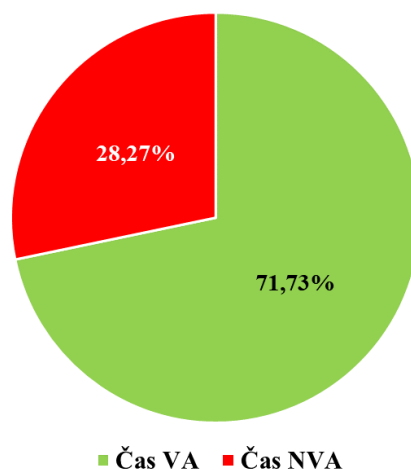
$$\text{Celkový čas montáže} = 35 + 37 + 55 + 105 + 106 + 426 = 764 = \mathbf{12,73 \text{ min.}}$$

Celkový čas montáže jedné skříně, kterou by prováděl jeden pracovník, trvá 764 sekund (12,73 min.). Jelikož na této montáži pracují dva pracovníci, čas na jednoho pracovníka se vydělí dvěma a vyjde následně čas na 2 pracovníky, který vychází na **6,37 minut**. Důležité jsou i časy přidané a nepřidané hodnoty tohoto montážního procesu.

$$\text{Čas přidané hodnoty} = 28 + 35 + 85 + 82 + 318 = 548 = \mathbf{9,13 \text{ min.}}$$

$$\text{Čas nepřidané hodnoty} = 35 + 9 + 20 + 20 + 24 + 108 = 216 = \mathbf{3,6 \text{ min.}}$$

Čas činností přidávajících hodnotu vychází na 548 sekund (9,13 min.), což je 71,73 % z celkového času montážní operace. Čas činností nepřidávajících hodnotu následně vychází na 216 sekund (3,6 min.) a procentuálně tvoří z celkového času montáže 28,27 %. Poměr těchto časů je procentuálně vyjádřen ve výsečovém grafu na obrázku 33.



Obrázek 33 Poměr časů VA a NVA procesu montáže (vlastní zpracování)

Po vypočtení časů montážních operací se z uvedených dat v tabulce 3 následně spočítá i celkový čas operace balení jedné skříně.

Výpočet celkového času operace balení na jeden kus:

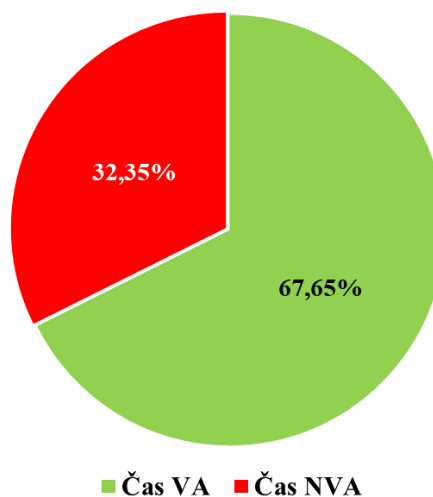
$$\text{Celkový čas balení} = 126 + 78 = 204 = \mathbf{3,4 \text{ min.}}$$

Na základě získaných dat z uvedeného výpočtu vychází, že celkový čas operace balení jednoho kusu, které by prováděl jeden pracovník, trvá 204 sekund (3,4 min.). Balení však provádí dva pracovníci, a proto by čas balení ve výrobním procesu vycházel na **1,7 minuty**. Dále jsou vypočítány i časy přidané a nepřidané hodnoty.

$$\text{Čas přidané hodnoty} = 96 + 42 = 138 = \mathbf{2,3 \text{ min.}}$$

$$\text{Čas nepřidané hodnoty} = 30 + 36 = 66 = \mathbf{1,1 \text{ min.}}$$

Při procesu balení je čas přidané hodnoty 138 sekund (2,3 min.), což tvoří 67,65 % času z celkového času procesu balení. Čas činností nepřidávajících hodnotu je následně 66 sekund (1,1 min.) a tvoří 32,35 % času z celkového procesu balení. Poměr časů přidávajících a nepřidávajících hodnotu je procentuálně vyjádřen ve výsečovém grafu na obrázku 34.



Obrázek 34 Poměr časů VA a NVA procesu balení (vlastní zpracování)

Aby došlo k eliminaci časů nepřidávajících hodnotu a vytvoření plynulejšího materiálového toku je vhodným řešením zavedení toku jednoho kusu. Tok jednoho kusu povede k částečné eliminaci plýtvání zbytečnými pohyby, k rychlejšímu času montáže a taky k úspoře výrobního prostoru.

Čas zákaznického taktu tohoto vybraného výrobního projektu je v současném stavu nižší než čas cyklu celkové montáže, což by na základě pravidel o balancování linek vedlo

k nadprodukcii. Nicméně mnoho firem v dnešní době bojuje s nedostatkem lidských zdrojů, a tím i celkovou pracovní disponibilitou. Pokud se podaří snížit celkový čas cyklu montáže, pracovníci, kteří na tomto projektu pracují, budou mít více disponibilního pracovního času, ve kterém následně budou moci plnit zakázky do dalších výrobních projektů.

Na základě zjištěných časů jednotlivých operací lze určit ukazatel procentuálního plnění norem pracovníků daného pracoviště. V tomto výrobním projektu jsou normy určeny pro operace montáž, balení skříní a balení finální palety. Norma pro tento výrobní projekt je rozpočítána jako součet operace montáž a balení, jelikož obě operace se provádí na stejném pracovišti. Normy jsou rozpočítány jak pro jednoho, tak i pro dva pracovníky, jelikož na montáži a balení tohoto výrobního projektu většinou pracují dva pracovníci. V uvedeném výpočtu níže je počítáno s normou na dva pracovníky, která je dle průvodního listu výrobku 9,40 minut.

Výpočet plnění normy na jeden kus (současný stav):

$$\text{Plnění normy montáže a balení} = \frac{\text{Časová norma montáže a balení}}{\text{Celkový čas montáže a balení}} \times 100 (\%)$$

$$\text{Plnění normy montáže a balení} = \frac{9,40}{6,37 + 1,7} \times 100 = \mathbf{116,48 \%}$$

Časová norma celkového montážního a balícího procesu je plněna na 116,48 %, což znamená, že pracovníci plní tyto dvě operace o 16,48 % rychleji, než je stanoveno normou. Tyto procentuální výsledky naznačují, že norma je nadhodnocena z důvodu různých podpůrných činností montáže, na které byl vymezen časový prostor jako např. převoz materiálu a další.

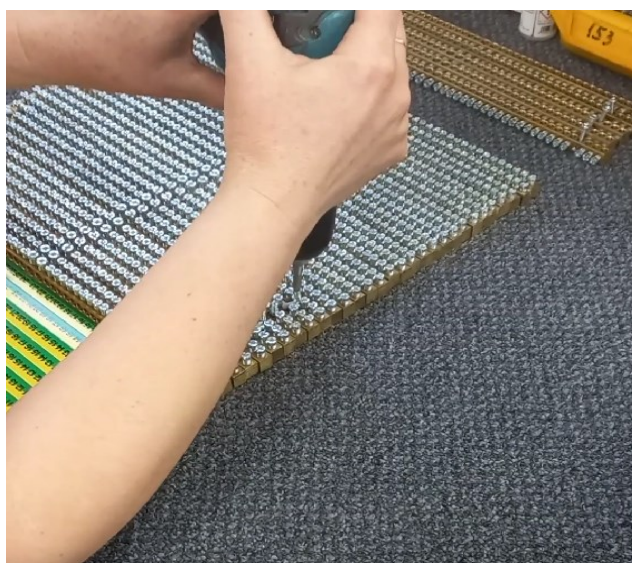
Z hlediska uložení komponentů, materiálů a celkově výrobního prostoru tohoto výrobního projektu je v současném stavu několik příležitostí ke zlepšení, které je potřeba eliminovat. Na pracovišti se kumuluje velká rozpracovanost polotovarů, která vede ke snižování výrobního prostoru. Distribuce materiálů na pracoviště není jednotná, některé materiály jsou dostupné v kanban supermarketu na vedlejším pracovišti a některé jsou vychystávány ve všeobecném skladu, a pro některé si dokonce pracovníci montáže chodí sami. Na základě uvedených poznatků je nutné navrhnout určitá opatření, která povedou k optimalizaci této části výrobního procesu.

8 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ MONTÁŽNÍHO A BALÍČÍHO PROCESU A PRACOVNÍŠTĚ

Po analýze a zhodnocení montážního a balícího procesu a pracoviště je vhodné uvést nové podněty ke zlepšení stávajícího stavu uvedeného procesu i samotného pracoviště, které je vymezeno na montáž a balení uvedeného výrobního projektu. Návrhy na zlepšení jsou uvedeny v následujících dvou podkapitolách.

8.1 Návrhy na zlepšení procesu

Prvním návrhem na zlepšení montážního procesu je eliminace operace úpravy svorkovnice. Na začátku podpodkapitoly 7.1.1 byla vysvětlena problematika s úpravou svornice, která se montuje do spodní části pláště skříně. Tato činnost výrobku nepřidává žádnou hodnotu a plnění této činnosti vede ke snižování produktivity. Provádění této činnosti je zobrazeno na obrázku 35 níže.



Obrázek 35 Upravování svorkovnice (vlastní zpracování)

Nejlepším řešením v této oblasti by bylo navrhnutí požadavku dodavateli na dodávání svorkovnic se šrouby na požadovaných pozicích. To by znamenalo eliminaci této činnosti, a tím i zkrácení celkového času montáže skříně.

Pro zajištění plynulého toku výrobků na montážním a balícím pracovišti je vhodné změnit současný stav dávkové výroby na tok jednoho kusu. Pro tuto změnu je potřebné získat časy jednotlivých operací, které jsou součástí montáže, a následně tyto operace nastavit tak, aby pracoviště spolu s pracovníky tvořilo výrobní linku. Pro vybalancování tohoto montážního

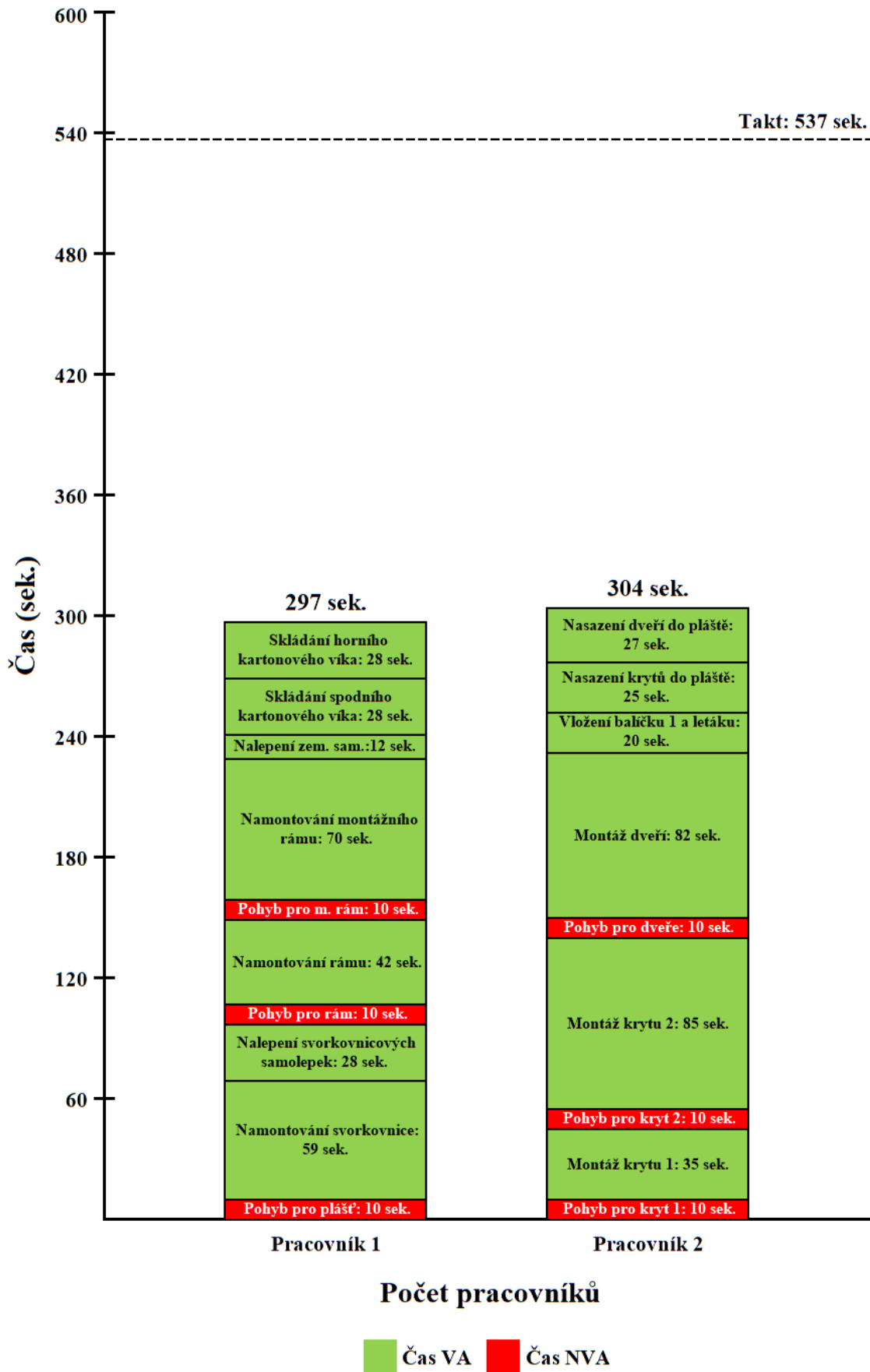
procesu je zde využit balanční graf zmiňovaný v podkapitole 4.4 o balancování linek v teoretické části.

Pro správné aplikování balančního grafu je potřebné rozlišit jednotlivé činnosti montáže a následně získat data o časech jednotlivých činností, ze kterých se skládá celý montážní proces. Činnosti a průměrné časy jednotlivých operací jsou zaznamenány v tabulce 5. Uvedené časy jsou počítány jako činnosti, které pracovník vykonává samostatně, a tyto časy jsou vypočítány jako průměry z jednotlivých náměrů sledovaných činností.

Tabulka 5 Časy jednotlivých činností montážního procesu (vlastní zpracování)

Činnosti	Čas (sek.)
Skládání spodního kartonového víka	28
Skládání horního kartonového víka	28
Pohyb pro plášť	10
Namontování svorkovnice	59
Pohyb pro kryt 1	10
Montáž krytu 1	35
Pohyb pro kryt 2	10
Montáž krytu 2	85
Nalepení svorkovnicových samolepek	28
Nalepení zemnicích samolepek	12
Vložení balíčku 1 a letáku	20
Pohyb pro dveře	10
Montáž dveří	82
Pohyb pro rám	10
Namontování rámu	42
Pohyb pro montážní rám	10
Namontování montážního rámu	70
Nasazení krytů do pláště	25
Nasazení dveří do pláště	27

Na základě tabulky 5 je zde sestaven graf balancování linky, podle kterého jsou jednotlivé činnosti rovnoměrně rozděleny mezi 2 pracovníky, kteří montují vybrané skříně. Zmíněný balanční graf je uveden na obrázku 36.

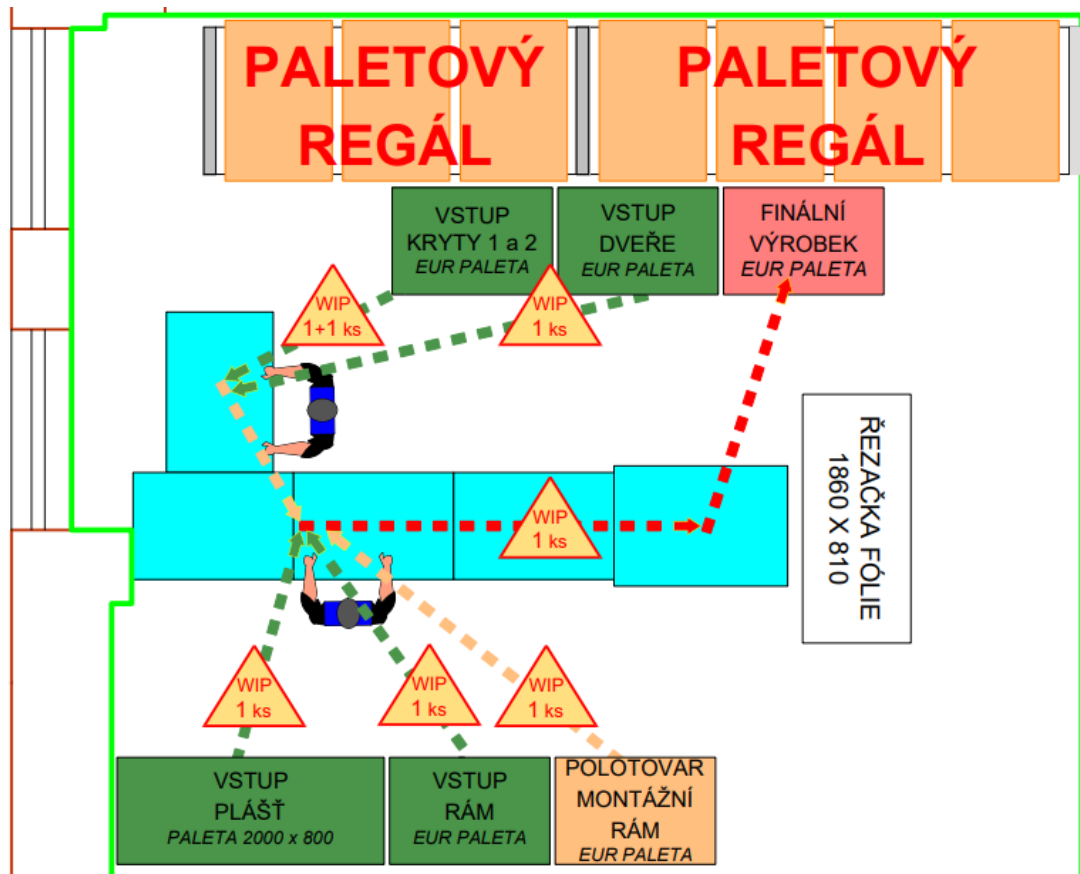


Obrázek 36 Balanční graf montážního procesu zapuštěné skříně typu A (vlastní zpracování)

Na základě uvedeného balančního grafu lze určit, že v navrhovaném stavu montážního procesu bude montážní proces zbaven předmontáže a vše bude probíhat v jednom cyklu na montážní lince. Zároveň je v tomto návrhu eliminována činnost upravování svorkovnic, které by měly být objednávány již v požadovaném stavu. Pracovník 1 má v navrhovaném řešení montážní činnosti, které budou trvat 297 sekund. Oproti tomu pracovník 2 má sumu časů pracovních činností delší, protože dohromady by měly trvat 304 sekund, což při převedení na minuty vychází na 5,07 minut. Právě tento čas je klíčový pro uvedení navrhovaného stavu.

Z uvedeného grafu vychází, že časy cyklu jednotlivých pracovníků jsou nižší než uvedený čas taktu, ke kterému by se měly jednotlivé časy cyklu pracovníků blížit, aby nedocházelo k nadprodukcí, nebo naopak k neplnění všech potřebných objednávek včas. Navrhovaný stav na obrázku značí, že prostřednictvím tohoto uspořádání činností by mělo docházet k nadprodukcí, jelikož časy cyklu jsou podstatně nižší než čas taktu. U tohoto výrobního projektu je však potřebné počítat s velkou variabilitou v počtu objednávek na základě komunikace prostřednictvím konceptu Vendor managed inventory. Zároveň společnost TVD v současné době sužuje trvajícím problémem s nedostatkem lidských zdrojů a urychlení této montážní operace může vést k navýšení disponibilního pracovního času pracovníků tohoto pracoviště, kteří poté mohou vykonávat výrobní zakázky i u dalších výrobních projektů.

Při rozdělování jednotlivých činností mezi dva pracovníky je nutné znát přesný postup jednotlivých operací, aby bylo docíleno stavu, kdy na montážním a balícím pracovišti probíhá plynulý tok jednoho kusu, při kterém si oba pracovníci nijak vzájemně nepřekáží a nezdržují se. K docílení tohoto stavu je nutné, aby jeden pracovník prováděl činnosti spojené s montáží komponentů krytů i dveří na vlastním pracovním stole a druhý pracovník se věnoval činnostem spojeným s montáží komponentů do pláště skříně na dalším pracovním stole. Tím bude docíleno stavu, kdy oba pracovníci nestále provádí jednotlivé činnosti, vzájemně si nepřekáží a nemusí na sebe čekat. Pro lepší představu o pohybu komponentů a pracovníků na navrhovaném stavu montážní linky je na obrázku 37 uveden layout navrhovaného stavu montážní linky spolu s ukazateli materiálového toku komponentů a finálních výrobků.



Obrázek 37 Layout montážní a balící linky s materiálovými toky – navrhovaný stav (vlastní zpracování)

Obrázek 37 ilustruje layout montážní linky navrhovaného stavu, kdy jsou dávkové operace montáž a balení přeměněny na tok jednoho kusu. Zelené a hnědé šipky značí materiálové toky komponentů a červené šipky značí tok finálních výrobků. Pracovník na horní straně linky by měl provádět jednotlivé montáže krytu 1, krytu 2 a dveří. Pracovník na spodní straně montážní linky by měl ve stejném čase provádět operace spojené s pláštěm skříně, jako jsou namontování svorkovnice, nalepení svorkovnicových nálepek, namontování rámu a namontování montážního rámu. Dále pracovník na horní straně linky upevní balíček na DIN lištu skříně, zatímco druhý pracovník do pláště nalepí zemnicí samolepky. Poté pracovník na horní straně nasadí kryty a dveře a pracovník na dolní straně připraví horní i dolní kartonové víko. Jakmile je skříň smontována, umístí se na ni kartonová víka a skříň se přesune k balení. Po zabalení pracovník na horní straně layoutu odnáší skříně na paletu.

Důležité je, aby v tomto navrhovaném stavu bylo i určité časové zlepšení, které urychlí výrobu skříní a zkrátí čas nebo úplně eliminuje plýtvání. Čas montáže ve dvou pracovnících v navrhovaném stavu vychází na 304 sekund (5,07 min.) a čas balení za stejných podmínek je 1,7 minuty. Dále je uveden výpočet plnění normy v navrhovaném stavu.

Výpočet plnění normy na jeden kus (navrhovaný stav):

$$\text{Plnění normy montáže a balení} = \frac{9,40}{5,07 + 1,7} \times 100 = \mathbf{138,85 \%}$$

Plnění normy v navrhovaném stavu vychází na 138,85 %. Na základě všech uvedených ukazatelů lze následně porovnat časovou stránku současného a navrhovaného stavu na základě vybraných KPI ukazatelů (klíčové ukazatele výkonnosti) a to času cyklu montáže a plnění nastavené normy. Porovnání vybraných ukazatelů je zobrazeno v tabulce 6.

Tabulka 6 Porovnání KPI ukazatelů současného a navrhovaného stavu montážního procesu (vlastní zpracování)

KPI ukazatel		Současný stav	Navrhovaný stav	Zlepšení
C/T montáže	min.	6,37	5,07	1,30
Plnění normy	%	116,48	138,85	22,37

Aplikací navrhovaného stavu výrobního procesu by došlo ke snížení celkového času montážního procesu o 1,3 minuty, a tím by se následně zlepšil i ukazatel plnění normy, který by vzrostl o 22,37 %. Implementováním tohoto návrhu výrobního procesu by došlo i k úspoře výrobního prostoru. Tato přeměna by eliminovala potřebu dvou europalet na smontované kryty a dveře. Jelikož je obsah europalety 0,96 m², tak úspora prostoru je v této koncepci montážního procesu 1,92 m², protože je zde eliminována předmontáž, která tvořila rozpracovanost krytů a dveří.

U procesu balení by mohly pomoci určité prvky automatizace. Vhodnějším řešením by bylo zajistit jiný styl balení, který by mohl být prováděn za pomoci určitých strojních prvků. Celý proces balení, ať už balení skříní či balení finální palety, je prováděn manuálně pracovníky a váže na sebe velkou část plýtvání tvořenou především zbytečnými pohyby.

Dalším podstatným faktem je, že v aktuálním stavu neexistuje jeden přesný pracovní postup pro montáž a balení těchto skříní. Jakmile se pracovníci na tomto pracovišti vystřídají, proces montáže a balení je následně prováděn vždy trochu jiným způsobem. Jelikož jsou skříně tohoto projektu vyráběny sériově a s určitým opakováním, je vhodné pro montáž a balení těchto skříní vytvořit standardizovaný pracovní postup. Pracovní postup by mohl být vytvořen podobným způsobem, jakým jsou uvedeny jednotlivé pracovní úkony finální montáže na obrázcích 23 a 24. Tato forma dokumentace by byla umístěna na příslušném pracovišti a sloužila by jako návod pro . Vytvořením tohoto standardizovaného pracovního

postupu dojde k ustálení jednoho pevného pracovního postupu, který bude jasný všem pracovníkům, kteří budou na tomto vybraném pracovišti provádět montážní i balící operace.

8.2 Návrhy na zlepšení pracoviště

V současném stavu montážního a balícího pracoviště jsou zřetelné nedostatky v uspořádanosti a úklidu jednotlivých nástrojů či pomůcek potřebných k montáži vybraných skříní. Tyto nedostatky často vedou k plýtvání hledáním potřebných pomůcek, které se zařazuje mezi plýtvání zbytečnými pohyby. Na obrázku 38 je uveden příklad jednoho ze stolů tohoto pracoviště, na kterém není udržována potřebná čistota a určitá přehlednost.

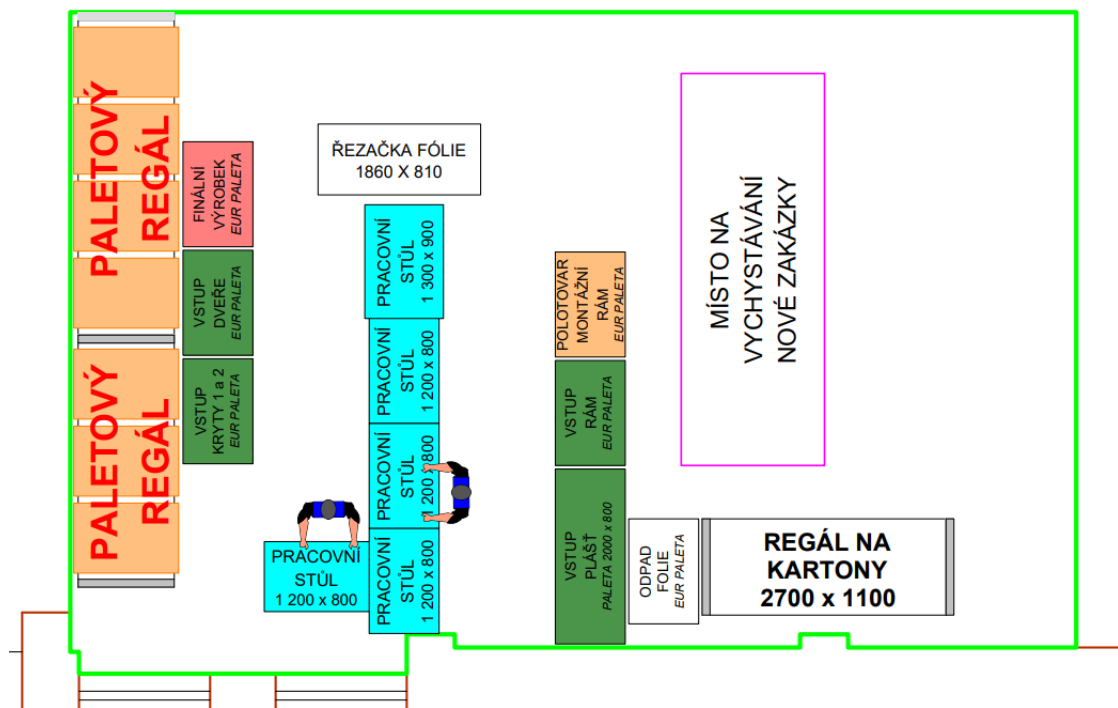


Obrázek 38 Pracovní stůl s materiálem a nářadím (vlastní zpracování)

Z obrázku 38 jsou zřetelné nedostatky v úklidu a uspořádání pomůcek tohoto pracoviště. Pro udržení čistého a organizovaného pracoviště je vhodnou metodou 5S. Díky použití 5 kroků této metody by na tomto pracovišti mohlo být docíleno větší čistoty a organizace pracovních pomůcek. Dalším benefitem v implementování této metody je určitá prevence proti plýtvání z hlediska zbytečných pohybů. Díky tomu, že budou nástroje a všechny potřebné pomůcky umístěny přehledně na vhodném místě, dojde k eliminaci plýtvání z hlediska hledání potřebných věcí. Při aplikaci této metody by se mělo zaměřit i na standardizaci pracovních pomůcek, jelikož některé pracovní vybavení není pro montáž skříní vhodné, jako např. zmiňované kovové kladívko při předmontáži dveří skříně. Pro aplikaci této metody je potřebné, aby všichni pracovníci tuto metodu přesně znali a chápali její podstatu, protože již samotný pátý krok metody 5S je o udržování sebedisciplíny a přijetí filozofie neustálého zlepšování, která je klíčem k vybudování konkurenceschopné společnosti.

Jelikož se jedná o výrobní projekt, který je prováděn sériově a je pro něj vymezeno speciální pracoviště, je vhodné na tomto pracovišti zavést určité prvky poka-yoke, které slouží k zabraňování chyb. Pracovišti by poskytnuly větší odolnost vůči chybám. Na pracovišti by mohla být umístěna určitá dokumentace, ve které by bylo přesně uvedeno, jak a kde se mají jednotlivé komponenty umísťovat, aby nedocházelo ke zbytečným chybám z důvodu zaškolení nových pracovníků. Tato dokumentace by mohla být umístěna ve formě informační tabule a sloužila by jako vodítko pro zaměstnance ve chvílích, kdy by si nebyli jistí s montáží nebo balením určitých komponentů.

Velkým problémem současného stavu pracoviště je jednoznačně velká rozpracovanost, která zabírá velkou část prostoru. Důvody této velké rozpracovanosti byly již zmíněny, ale je potřebné uvést určitá opatření, která povedou ke snížení rozpracovanosti na této výrobní hale. Layout aktuálního stavu je uveden na obrázku 31 a je z něj viditelné velké množství komponentů a finálních výrobků, které jsou hromaděny na pravé straně vedle montážní linky. Zároveň na uvedeném pracovišti chybí prostor pro komponenty, které se vychystávají na další zakázku. Absence tohoto vymezeného prostoru vyvolává plýtvání zbytečnými pohyby a transportu. Pro eliminaci těchto problémů je potřeba palety s rozpracovaností umísťovat do regálů a vymezit místo pro vychystávání nové zakázky. Tyto myšlenky jsou aplikovány v layoutu na obrázku 39.



Obrázek 39 Celkový layout montážního a balícího pracoviště výrobního projektu ABC – navrhovaný stav (vlastní zpracování)

V navrhovaném stavu by se měla všechna rozpracovanost umísťovat do regálové techniky, a to do regálů umístěných vedle linky a i do dalších na této výrobní hale. Finální výrobky by měly být převáženy do expedice, aby zbytečně nezabíraly prostor na pracovišti. Prostor označený fialovým obdélníkem značí prostor pro vychystávání komponentů na novou zakázku, který je nyní vymezen přímo vedle montážní linky, aby byl čas přetypování jednotlivých zakázek co nejnižší.

Na základě rozboru a následného vyhodnocení analýzy o uložení materiálů a jejich distribuci na montážní a balící pracoviště, by bylo vhodným řešením na pracoviště výrobního projektu ABC zavést nový kanban supermarket. Kanban supermarket je prostor určený pro skladování kanban přepravek s materiálem, který bude okamžitě dostupný pracovníkům ke spotřebě. Příklad tohoto supermarketu ve firmě TVD je zobrazen na obrázku 40.



Obrázek 40 Kanban supermarket (vlastní zpracování)

Obrázek 40 ilustruje kanban supermarket, který je vytvořen z policových regálů. V jednotlivých pozicích jsou umístěny přepravky, ve kterých je uložen potřebný materiál. Na každé kanban přepravce je nalepen štítek, který obsahuje název materiálu, nomenklaturu a čárový kód, který odkazuje na příslušný materiál. Další štítky se stejnou nomenklaturou jsou nalepeny i na policích supermarketu a slouží jako vodítko pro správné umístění dané přepravky. Horní police supermarketu slouží k odložení prázdných přepravek, které pracovníci ze všeobecného skladu v určitém intervalu doplňují.

Princip tohoto supermarketu spočívá v tom, že pracovníci si v supermarketu vybírají materiál, který potřebují podle nomenklatur, které jsou označeny na štítcích na policích. Pracovník ze skladu kontroluje stav materiálu v supermarketech a v případě potřeby jej doplňuje. Pokud je materiál v přepravce vyčerpán, pracovníci přepravku dají na horní polici.

Tím v podstatě vznikne signál pro pracovníka dodávajícího materiál, který na základě přepravek na horní polici ví, že má materiál příslušný materiál doplnit.

Oproti supermarketu je však možné uvést ještě další řešení s řízením materiálu. Pokud by se v tomto výrobním projektu navýšila poptávka a zvedla se požadovaná produkce, bylo by zde možné uvažovat do budoucna i nad určitými modernějšími prvky průmyslu 4.0. Jedním z trendů v oblasti montážních procesů je „Pick To Light Systems“. Zmiňovaný systém kombinuje prvky vizualizace a prvky poka-yoke a slouží jako světelné vodítko pro odběr správných komponentů ze zásobníku. Princip tohoto systému funguje následovně. Do systému se uvede zakázka, která se má provádět, a v zásobníkovém poli se postupně světelně označují materiály, které je potřeba v daném kroku odebírat. Tyto světelné signály u jednotlivých materiálů navádějí pracovníky pro výběr správného materiálu a zároveň slouží i jako prvek poka-yoke proti odebrání nesprávného materiálu. Tento koncept by pro řešený montážní proces mohl být vhodný do budoucna, jelikož montážní a balící proces a pracoviště zatím pro tuto technologickou záležitost nejsou vhodně uzpůsobeny.

Posledním poznatkem z analýzy tohoto montážního a balícího pracoviště byly chyby ve výkresové dokumentaci vyráběných výrobků. U některých komponentů ve výkresové dokumentaci byly chybně zadány jejich názvy. To způsobuje, že pracovníci se často vyjadřují špatně v potřebách určitého materiálu, a tím jsou jim někdy předány špatné druhy materiálu. Výkresová dokumentace tohoto projektu by se měla zkontrolovat a chyby, které se v ní nachází, by se měly opravit.

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo analyzovat současný stav výrobního procesu vybraných výrobků ve vybrané společnosti a následně uvést určité návrhy na zlepšení, které by vedly k eliminaci plýtvání a zefektivnění tohoto výrobního procesu. K dosažení co nejkvalitnějších informací z analýzy byly využity poznatky a metody, které jsou uvedeny v teoretické části této práce.

Teoretická část byla zpracována formou literární rešerše do čtyř hlavních kapitol. V první kapitole byla stručně charakterizována výroba, struktura výrobního procesu a osm druhů plýtvání, která se ve výrobním procesu mohou vyskytovat. Dále byla teoretická část zaměřena na problematiku oboru průmyslového inženýrství a na metody této disciplíny, na které poté navázala kapitola o podstatě štíhlého podniku a jeho částech. Poslední kapitola teoretické části byla zaměřena na popis a vysvětlení metody mapování toku hodnot, která byla následně využita jako metoda pro analýzu výrobního procesu zapuštěných skříní vybraného výrobního projektu.

Obsahem praktické části byla analýza výrobního procesu vybraných výrobků. Pro tuto analýzu byla zvolena metoda mapování toku hodnot a jako produktová rodina byla určena skupina sedmi zapuštěných rozvodnicových skříní. Tato analýza byla zaměřena na výrobu komponentů dveří a pláště, protože tyto komponenty procházejí nejvíce společnými operacemi a zároveň se jedná o nejvíce viditelné části skříní. Po provedení a vyhodnocení analýzy současného stavu bylo určeno celkem osm příležitostí ke zlepšení, na základě kterých byla následně zkonstruována mapa budoucího stavu. Jako hlavní příležitost ke zlepšení byla určena přeměna současného stavu operací montáže a balení z dávkové výroby na výrobu s tokem jednoho kusu. Pro přesné navrhnutí tohoto řešení byla provedena další analýza, která již byla zaměřena na montážní a balící proces a pracoviště. Na základě této analýzy byl díky sestavení balančního grafu navržen tok jednoho kusu v montážním a balícím procesu spolu s dalšími návrhy na zlepšení těchto procesů a také pracoviště. Ze získaných informací bylo zjištěno, že tok jednoho kusu v montážním a balícím procesu by vedl ke snížení času plýtvání a zároveň s tím by vzrostl poměr přidané hodnoty v celkovém výrobním procesu.

Závěrem je nutné dodat, že v tomto zkoumaném výrobním procesu se nachází ještě další potenciální příležitosti ke zlepšení. Jejich odhalení a případná realizace vhodného opatření pak závisí na kvalitě provedené analýzy, správném vyhodnocení výsledků a zvolení

vhodného postupu pro aplikaci zlepšení. Tyto činnosti jsou však již prací průmyslových inženýrů, kteří by se měli neustále snažit nacházet příležitosti ke zlepšení a následně pracovat na jejich realizaci. A v této myšlence je právě jádro filozofie Kaizen, která podněcuje všechny pracovníky k neustálému zlepšování, což následně vede k lepším výsledkům výrobních společností.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Automatická ohýbací centra Salvagnini, © 2022. *Sp-Tech* [online]. [cit. 2022-02-09]. Dostupné z: <https://www.sp-tech.cz/automaticka-ohybaci-centra-salvagnini/>

BAUER, Miroslav, 2012. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks. ISBN 978-802-6500-292.

BEJČKOVÁ, Jana, 2017. Zmapujte hodnotový tok pomocí metody VSM. *API - Akademie produktivity a inovací* [online]. [cit. 2022-02-02]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25849n-zmapujte-hodnotovy-tok-pomoci-metody-vsm>

DLABAČ, Jaroslav, 2017. Ergonomie a pohybová ekonomie. *API - Akademie produktivity a inovací* [online]. [cit. 2022-01-21]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25855n-ergonomie-a-pohybova-ekonomie>

DLABAČ, Jaroslav, 2017. Přidejme hodnotu svým procesům. *API - Akademie produktivity a inovací* [online]. [cit. 2022-01-26]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25878n-pridejme-hodnotu-svym-procesum>

DUGGAN, Kevin J., 2013. *Creating Mixed Model Value Streams: Practical Lean Techniques for Building to Demand*. North Kingstown: Taylor & Francis Group. ISBN 978-1-4398-6843-0.

EMILIANI, Bob, 2016. Lean Thinking vs. Kaizen Thinking. *Bob Emiliani* [online]. [cit. 2022-01-23]. Dostupné z: <https://bobemiliani.com/lean-thinking-vs-kaizen-thinking/>

FOGG, Eric, 2021. Line Balancing: How to Unlock Your Hidden Unused Capacity. *MachineMetrics* [online]. [cit. 2022-02-03]. Dostupné z: <https://www.machinmetrics.com/blog/line-balancing>

GAY, Christina, 2019. 8 Wastes of Lean Manufacturing | MachineMetrics. *MachineMetrics* [online]. [cit. 2022-01-12]. Dostupné z: <https://www.machinmetrics.com/blog/8-wastes-of-lean-manufacturing>

CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA, 2011. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: Georg. ISBN 978-80-89401-26-0.

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

JUROVÁ, Marie, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing. Expert (Grada). ISBN 978-802-4757-179.

JUROVÁ, Marie, 2013. *Výrobní procesy řízené logistikou*. Brno: BizBooks. ISBN 978-80-265-0059-9.

Kanban – Jak výroba tahem optimalizuje stav zásob a přispívá k efektivitě ve výrobě?, © 2011-2020. *ESP holding a.s.* [online]. [cit. 2022-01-27]. Dostupné z: <https://esp.cz/cs/blog/kanban-vyroba-tahem-optimalizuje-stav-zasob-prispiva-efektivite-vyrobe>

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA, 2012. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-319-9.

KOŠTURIÁK, Ján, 2014. Štíhlý podnik - iluze a realita. *MM Průmyslové spektrum* [online]. [cit. 2022-01-16]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/stihly-podnik-iluze-a-realita>

KUCHARČÍKOVÁ, Alžbeta, 2011. *Efektivní výroba: využijte výrobní faktory a připravte se na změny na trzích*. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-2524-3.

LANDAU, Peter, 2021. What Is Lean Manufacturing?. *ProjectManager* [online]. [cit. 2022-01-25]. Dostupné z: <https://www.projectmanager.com/blog/what-is-lean-manufacturing>

MUKHERJEE, Juni, © 2022. What is value stream mapping?. *Atlassian CI/CD* [online]. [cit. 2022-02-17]. Dostupné z: <https://www.atlassian.com/continuous-delivery/principles/value-stream-mapping>

ROSER, Christoph, 2015. Basics of Value Stream Maps. *AllAboutLean.com* [online]. [cit. 2022-02-02]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/how-to-vsm/>

ROSER, Christoph, 2015. How 5S Works. *AllAboutLean.com* [online]. [cit. 2022-01-19]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/5s-method/>

SKHMOT, Nawras, 2017. The 8 Wastes of Lean. *The Lean Way* [online]. [cit. 2022-01-13]. Dostupné z: <https://theleanway.net/The-8-Wastes-of-Lean>

TOMAN, Pavel, 2020. Štíhlá logistika šetří práci i náklady. *Logistika* [online]. *Economia* [cit. 2022-01-24]. Dostupné z: <https://logistika.ekonom.cz/c1-66807380-stihla-logistika-setri-praci-i-naklady>

TREBUŇA, Peter, 2017. *Aplikácia vybraných metód modelovania a simulácie v priemyselnom inžinierstve*. Košice: Technická univerzita v Košiciach. ISBN 978-80-553-2835-5.

TVD – Technická výroba a.s.: Interní materiály společnosti.

What is ergonomics?, ©2022. *Chartered Institute of Ergonomics and Human Factors* [online]. [cit. 2022-02-21]. Dostupné z: <http://archived.ciehf.org/what-is-ergonomics/>

YOO, Min-Jung a Rémy GLARDON, 2018. *Manufacturing operations management*. New Jersey: World Scientific. ISBN 978-1786345332.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

- APS Advanced Planning and Scheduling (pokročilé plánování)
- C/T Cycle Time (čas cyklu)
- ERP Enterprise Resource Planning (plánování podnikových zdrojů)
- KPI Key Performance Indicators (klíčové ukazatele výkonnosti)
- LT Lead Time (průběžná doba výroby)
- TVD TVD - Technická výroba a.s.
- NVA Non Value Added (nepřidaná hodnota)
- VA Value Added (přidaná hodnota)
- VMI Vendor Managed Inventory
- VSM Value Stream Mapping (mapování toku hodnot)
- WIP Work in progress (rozpracovaná výroba)
- WMS Warehouse management system (systém řízení skladu)

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Koloběh výrobních faktorů, zboží a služeb ve firmě (vlastní zpracování dle Keřkovského a Valsy, 2012).....	12
Obrázek 2 Struktura nákladů v závislosti na objemu kusové, sériové a hromadné výroby (Keřkovský a Valsa, 2012).....	15
Obrázek 3 Kaizen filozofie (Bauer, 2012).....	22
Obrázek 4 Kroky metody 5S (Bauer, 2012)	23
Obrázek 5 Koncept štíhlého podniku (Chromjaková, 2013)	27
Obrázek 6 Koncept štíhlé logistiky (Chromjaková, 2013)	29
Obrázek 7 Příklad balančního grafu (vlastní zpracování dle Duggan, 2013).....	36
Obrázek 8 Logo společnosti TVD (interní materiály společnosti TVD).....	41
Obrázek 9 Zapuštěná rozvodnicová skříň výrobního projektu ABC (interní materiály společnosti TVD).....	42
Obrázek 10 Semaforová vizualizace stavu materiálu v aplikaci Jonas (interní materiály společnosti TVD).....	45
Obrázek 11 Ukazatel hranice zásob a dodávací statistiky v aplikaci Jonas (interní materiály společnosti TVD).....	45
Obrázek 12 Kusovník polotovarů zapuštěné skříně typu A (vlastní zpracování).....	47
Obrázek 13 Děrovací stroj (vlastní zpracování)	48
Obrázek 14 Automatické ohýbací centrum (vlastní zpracování).....	50
Obrázek 15 Lakovací kabina s automatickým robotickým ramenem (vlastní zpracování).....	52
Obrázek 16 Expediční ulička výrobního projektu ABC (vlastní zpracování).....	53
Obrázek 17 Mapa současného stavu skříně typu A (vlastní zpracování)	54
Obrázek 18 Mapa budoucího stavu skříně typu A (vlastní zpracování).....	59
Obrázek 19 Porovnání svorkovnice po nákupu a po upravení (vlastní zpracování)	63
Obrázek 20 Kryt 1 a kryt 2 (vlastní zpracování)	63
Obrázek 21 Montáž krytů 1 (vlastní zpracování)	64
Obrázek 22 Montáž dveří (vlastní zpracování).....	65
Obrázek 23 Postup finální montáže zapuštěné skříně - 1. část (vlastní zpracování).....	66
Obrázek 24 Postup finální montáže zapuštěné skříně - 2. část (vlastní zpracování).....	67
Obrázek 25 Layout montážního a balícího pracoviště s materiálovými toky – současný stav (vlastní zpracování).....	68
Obrázek 26 Balení dokončené skříně (vlastní zpracování)	69
Obrázek 27 Zabalená finální paleta (vlastní zpracování)	69
Obrázek 28 Uložení krytů na europaletě s dřevěnými ohrádkami (vlastní zpracování).....	70
Obrázek 29 Uložení plášťů skříně (vlastní zpracování)	70

Obrázek 30 Uložení materiálu na montážním a balícím pracovišti (vlastní zpracování)	71
Obrázek 31 Celkový layout montážního a balícího pracoviště výrobního projektu ABC – současný stav (vlastní zpracování)	73
Obrázek 32 Vizualizace časového poměru jednotlivých montážních a balících operací (vlastní zpracování).....	75
Obrázek 33 Poměr časů VA a NVA procesu montáže (vlastní zpracování)	76
Obrázek 34 Poměr časů VA a NVA procesu balení (vlastní zpracování)	77
Obrázek 35 Upravování svorkovnice (vlastní zpracování).....	79
Obrázek 36 Balanční graf montážního procesu zapuštěné skříně typu A (vlastní zpracování)	81
Obrázek 37 Layout montážní a balící linky s materiálovými toky – navrhovaný stav (vlastní zpracování).....	83
Obrázek 38 Pracovní stůl s materiálem a nářadím (vlastní zpracování).....	85
Obrázek 39 Celkový layout montážního a balícího pracoviště výrobního projektu ABC – navrhovaný stav (vlastní zpracování)	86
Obrázek 40 Kanban supermarket (vlastní zpracování).....	87

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Procentuální podíly produkce jednotlivých typů skříní na celkové produkci skříní výrobního projektu ABC za rok 2021 (vlastní zpracování).....	43
Tabulka 2 Charakteristika prvků mapy současného stavu (vlastní zpracování).....	55
Tabulka 3 Porovnání VA indexů současného a navrhovaného stavu (vlastní zpracování) .	61
Tabulka 4 Časová studie současného stavu montážního a balícího procesu vybrané skříně typu A (vlastní zpracování).....	75
Tabulka 5 Časy jednotlivých činností montážního procesu (vlastní zpracování)	80
Tabulka 6 Porovnání KPI ukazatelů současného a navrhovaného stavu montážního procesu (vlastní zpracování).....	84

