

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE FAKULTA STROJNÍ

Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie



NÁVRH SYSTÉMU INTERNÍ LOGISTIKY

INTERNAL LOGISTICS SYSTEM DESIGN

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Autor: Bc. Ivan Baďura

Studijní program: N 2301 STROJNÍ INŽENÝRSTVÍ

Studijní obor: 3911T035 Výrobní a materiálové inženýrství

Vedoucí práce: Ing. Jiří Kyncl

Praha

2017

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Baďura** Jméno: **Ivan** Osobní číslo: **411091**
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**
Zadávající katedra/ústav: **Ústav technologie obrábění, projektování a metrologie**
Studijní program: **Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Výrobní a materiálové inženýrství**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Návrh systému interní logistiky

Název diplomové práce anglicky:

Internal logistics system design

Pokyny pro vypracování:

1. Analýza výrobního programu
2. Analýza současného stavu logistiky
3. Návrh systému logistiky
4. Technicko-ekonomické zhodnocení

Seznam doporučené literatury:

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

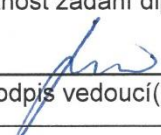
Ing. Jiří Kyncl, 12134


Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:


Datum zadání diplomové práce: **20.04.2017**

Termín odevzdání diplomové práce: **15.07.2017**

Platnost zadání diplomové práce: _____


Podpis vedoucí(ho) práce


Podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry


Podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

3.5.2017
Datum převzetí zadání

Baďura
Podpis studenta

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem: „Návrh systému interní logistiky“ vypracoval samostatně pod vedením Ing. Jiřího Kyncla, s použitím literatury, uvedené na konci mé diplomové práce v seznamu použité literatury.

V Praze dne 15.07.2017

Bc. Ivan Baďura

Poděkování

Tímto děkuji vedoucímu své diplomové práce Ing. Jiřímu Kynclovi za odborné vedení, cenné rady, a především za jeho vstřícnost a čas. Dále děkuji firmě Schäfer-Menk s. r. o. a jejím zaměstnancům za poskytnutí potřebných dat a za čas věnovaný konzultacím při řešení daných problémů.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá návrhem systému interní logistiky ve výrobním podniku. V teoretické části práce je popsána průmyslová logistika a projektování výrobních systémů. Praktická část obsahuje představení společnosti Schäfer-Menk s.r.o., jejího výrobního portfolia a popis systému výroby pomocí zvoleného výrobního představitele. Na základě analýzy průběhu výroby jsou navržena opatření, která mají za cíl zkrácení průběžné doby výroby, minimalizaci zásob a optimalizaci systému plánování a řízení výroby. V poslední části práce je provedeno technicko-ekonomické zhodnocení této optimalizace.

Klíčová slova

Průmyslová logistika, výrobní systém, pracovní postup, analýza, optimalizace, manipulační technika, pokročilé plánování a rozvrhování.

Abstract

The diploma thesis deals with system design of internal logistics in a manufacturing company. The theoretical part describes industrial logistics and production systems. The practical part consists of a presentation of Schäfer-Menk s.r.o., its product portfolio and a description of the production system through a chosen production representative. Based on an analysis of the production process, measures are proposed to reduce production time, minimize inventories and optimize the production planning and control system. The last part of the thesis evaluates technical-economic impact of this optimization.

Key words

Industrial logistics, production system, working process, analysis, optimization, handling technology, advanced planning and scheduling.

ÚVOD	9
1 PRŮMYSLOVÁ LOGISTIKA	10
1.1 LOGISTICKÝ ŘETĚZEC	10
1.2 ČLENĚNÍ PRŮMYSLOVÉ LOGISTIKY.....	11
1.3 CÍLE LOGISTIKY	11
1.4 ZÁSOBOVACÍ LOGISTIKA	11
1.4.1 Úkoly zásobování.....	12
1.4.2 Cíle zásobování	12
1.4.3 Strategie řízení zásob.....	12
1.4.4 Volba zásobovací strategie.....	14
1.4.5 Zásobování synchronizované s výrobou.....	15
1.4.6 Zásoby.....	16
1.5 VÝROBNÍ LOGISTIKA	16
1.5.1 Plánování výroby	17
1.5.2 Řízení výroby.....	19
1.5.3 Logistické technologie ve výrobě	21
1.6 DISTRIBUČNÍ LOGISTIKA	25
1.7 SKLADOVÁNÍ	25
1.7.1 Druhy skladů	26
1.7.2 Technologie práce ve skladu.....	28
1.8 MANIPULAČNÍ TECHNIKY.....	29
1.8.1 Ruční manipulace.....	29
1.8.2 Manipulační vozíky s motorovým pohonem	30
1.8.3 Jeřáby.....	30
1.9 LOGISTICKÝ INFORMAČNÍ SYSTÉM	31
1.9.1 Systém vyřízení objednávek	31
1.9.2 Systém předpovědi poptávky.....	32
1.9.3 Systém řízení zásob.....	32
1.9.4 Systém logistického plánování.....	33
1.9.5 Systém operativního řízení.....	33
2 PROJEKTOVÁNÍ VÝROBNÍCH SYSTÉMŮ	34
2.1 ZÁKLADY NAVRHOVÁNÍ VÝROBNÍCH SYSTÉMŮ.....	34
2.1.1 Rozbor součástkové základny	36
2.1.2 Vliv nákladů na technologický projekt.....	37
2.1.3 Vliv prostorové a časové struktury výrobního systému	37
2.2 MANIPULACE S MATERIÁLEM.....	38
2.3 ROZBOR MATERIÁLOVÝCH TOKŮ	38
2.3.1 Rozbor pomocí tabulky výrobního postupu	40
2.3.2 Rozbor pomocí šachovnicové tabulky.....	40
2.3.3 Sankeyův diagram	41
2.3.4 Schéma dopravních cest	42
2.3.5 Metoda párového porovnání.....	42
3 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI	43

4	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	45
4.1	VÝROBNÍ SYSTÉM	45
4.1.1	<i>Vstupní sklad</i>	46
4.1.2	<i>Výroba komponent</i>	47
4.1.3	<i>Mezisklady</i>	47
4.1.4	<i>Montáž</i>	48
4.1.5	<i>Obrábění</i>	48
4.1.6	<i>Kontrola</i>	48
4.1.7	<i>Povrchová úprava</i>	49
4.1.8	<i>Balení a expedice</i>	49
4.1.9	<i>Volba výrobního představitele</i>	49
4.2	ANALÝZA VÝROBNÍHO PŘEDSTAVITELE.....	53
4.3	ANALÝZA MANIPULAČNÍ TECHNIKY	59
4.4	ZHODNOCENÍ PROVEDENÝCH ANALÝZ	60
5	NÁVRH OPTIMALIZACE VÝROBY.....	61
5.1	NÁVRH PRACOVNÍHO POSTUPU PRO RÁM UW 170168	62
5.2	VÝROBA DÍLŮ A SESTAV.....	66
5.3	OPTIMALIZACE PRŮBĚŽNÉ DOBY VÝROBY	68
5.4	NÁVRH ZNAČENÍ DÍLŮ.....	69
5.5	NÁVRH MANIPULAČNÍ TECHNIKY.....	72
5.6	NÁVRH SOFTWARE PRO DĚLENÍ MATERIÁLU.....	75
5.7	NÁVRH SOFTWARE PRO PLÁNOVÁNÍ A ŘÍZENÍ VÝROBY	79
6	TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	82
7	ZÁVĚR	87
8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	89
9	SEZNAM OBRÁZKŮ	91
10	SEZNAM GRAFŮ.....	91
11	SEZNAM TABULEK	92
12	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	93

Úvod

Cílem této diplomové práce je navrhnout systém interní logistiky pro společnost Schärer-Menk s.r.o. Návrh interní logistiky je v této práci spjat s návrhem optimalizace průběžné doby výroby, návrhem opatření pro minimalizaci nadbytečných zásob a návrhem optimalizace systému plánování a řízení výroby.

V úvodní části bude vypracována rešerše na téma průmyslové logistiky a projektování výrobních systémů. Dále bude zanalyzován současný stav a na základě této analýzy bude navrženo optimalizační řešení v oblasti předvýroby a výroby s dopadem na interní logistiku podniku. V této části bude navržena změna pracovního postupu a plánování výroby tak, aby bylo hlavním kritériem řízení výroby plnění termínu expedice. Na takovou zásadní změnu plánování budou potřebné nové softwarové nástroje. Další část práce je tedy věnována návrhu na nákup nového softwaru pro generování pálicích plánů a pokročilého plánování a řízení výroby. Práce má také za cíl navrhnout vhodnou manipulační techniku zajišťující bezpečnost práce na pracovišti a plynulost toků materiálů, která povede k zefektivnění výrobního procesu. Současný stav bude porovnán s vytvořeným návrhem z pohledu technicko-ekonomického zhodnocení, kde bude schematicky posouzeno navrhované opatření. Optimalizační řešení budou následně předloženy společnosti ke zvážení a možnosti realizace.

1 Průmyslová logistika

Pro naplnění cíle diplomové práce je nutné seznámit se s problematikou průmyslové logistiky, kterou lze definovat jako nauku o plánování, řízení a kontrole toku materiálů, informací, energií a personálu ve výrobních i nevýrobních systémech. Jejím prostřednictvím jsou logistické systémy zkoumány, plánovány a realizovány v rámci celkového logistického řetězce. [1]

Konkrétně průmyslovou logistiku lze definovat jako obor zabývající se pohybem materiálu v průmyslu a obchodu od jeho získávání v podobě suroviny, následného zpracování ve výrobě až po dodávku k odběrateli a případné likvidaci produktu po konci jeho životnosti. V tomto systému jsou obsaženy také toky informací a finančních prostředků od marketingu až po prodej na konci cesty vedoucí ke spotřebě. [1]

Logistika firmy zabývající se průmyslovou výrobou není ustálený časově neměnný stav. Jde o pružný přizpůsobující se systém a proces firemní i mimo firemní povahy. Ve všech oblastech logistiky je možné hledat optimalizace sloužící k dosažení požadovaného cíle při minimálních možných vynaložených nákladech ve stanoveném čase. [1]

1.1 Logistický řetězec

Logistický řetězec na obrázku 1.1 je charakterizován přemísťováním materiálu ve všech jeho formách v místě zpracování a následné přemístění hotového produktu k zákazníkovi. Kromě pohybu materiálu zahrnuje také veškeré související činnosti. Do těchto činností spadá organizace materiálových toků, plánování, administrativní činnosti, tok informací apod. Naopak pohyb finančních toků předmětem logistiky není. [2]



Obrázek 1.1 - Logistický řetězec [2]

1.2 Členění průmyslové logistiky

Logistika ve výrobě je tvořena těmito základními oblastmi:

- **Nákupní logistika** – zajištění vstupů materiálů, surovin, polotovarů a nakupovaných dílů
- **Výrobní logistika** – přeměna vstupů na výstupy sestávající z pohybu materiálu mezi jednotlivými pracovišti, pohyb hotových výrobků a jejich uskladnění
- **Distribuční logistiky** – dodání zboží zákazníkovi společně se spojenými službami (např. servis)
- **Logistiky konečného zpracování odpadu** – proces recyklace starých produktů, zpravidla zahrnuto do distribuční logistiky
- **Dopravní logistiky** – dopravní řetězec mezi výrobní firmou, obchodními podniky a koncovými spotřebiteli [1]

1.3 Cíle logistiky

Cílem logistiky je optimalizace logistických činností a nákladů. Činnostmi logistiky se rozumí takové činnosti, které zajistí optimální funkci logistického řetězce. Jsou jimi:

- **Dodací lhůta** – časový interval od doručení objednávky od zákazníka po dodání výrobku, zahrnuje čas na zpracování objednávky, vyskladnění, expedici a přepravu
- **Dodací spolehlivost** – schopnost dodržet dodací lhůty
- **Dodací pružnost** – schopnost pružně reagovat na změny požadavků zákazníka ohledně množství, druhu výrobku nebo času dodání
- **Dodací kvalita** – dodání přesného množství, v požadované kvalitě, bez závad a v daném čase [2]

1.4 Zásobovací logistika

Zásobování patří do úvodní části logistického řetězce. Jeho úkolem je, pokud možno, získávání vstupů do výrobního procesu. Z hlediska hmotných toků představuje zásobovací logistika rozhraní mezi vnějším trhem a logistickým systémem výrobního podniku. Zásobování je tedy spjato s trhem surovin, materiálů a komponentů. Spadá sem nejen opatřování hmotných statků, ale také jednání s odběrateli a uzavírání vzájemných smluv. [1][2]

1.4.1 Úkoly zásobování

Úspěch výrobní činnosti podniku je závislý na správném a účelném zásobování a schopnosti pružně reagovat na požadavky zákazníků. Zásobování tedy ovlivňuje i ekonomické výsledky podniku. Bezproblémové zásobování musí být podepřeno těmito pilíři:

- Pokud možno nejlepší orientací na trhu a z toho vyplývající neustálé sledování aktuálního vývoje trhu a předpoklad budoucích trendů
- Výhodné uzavírání smluv s dodavateli s přihlédnutím na termínové zajištění a kvalitu dodávek
- Účelnou organizaci a výkon správních a fyzických činností spojených s materiálovými toky [2]

1.4.2 Cíle zásobování

Za hlavní cíle zásobování je považováno:

- Snižování nákladů spojených se zásobováním
- Zlepšování výkonů útvaru zásobování
- Diverzifikace rizika výpadku dodávek zásob zajištěním zásobování z více dodavatelů

Tyto cíle nelze naplnit nezávisle na ostatních, převážně strategických cílech podniku.

[2]

1.4.3 Strategie řízení zásob

Pomocí strategie řízení zásob má být stanovena optimální úroveň zásob v logistickém systému. Jsou rozlišovány tyto tři základní strategie:

- **Řízení poptávkou**

Strategie vychází z toho, že velikost a pohyb zásob je řízena požadavky zákazníků. Jedná se o takzvaný princip „pull“. Stav zásob je doplňován v momentě, když zásoby poklesnou pod stanovenou hranici. Podmínkou funkčnosti této strategie je relativně stabilní poptávka. [3]

- **Řízení plánem**

Při uplatnění strategie řízené plánem je velikost a pohyb zásob plánován bez ohledu na aktuální reálnou poptávku zákazníků. Jedná se o takzvaný princip „push“. Je vypracován podrobný plán požadavků na distribuci, který poskytuje detailní přehled o požadavcích na zásoby v jednotlivých plánovacích horizontech. Nejčastěji jsou tyto plány členěny po týdnech. [3]

- **Pružná metoda řízení**

Tato strategie je kombinací dvou předchozích metod dle vhodných podmínek. To znamená, že někdy je využito metody „pull“ a jindy zas metody „push“. K rozhodnutí o volbě vhodného principu pro příslušné období poslouží rozhodovací kritéria:

- Rentabilita a stálost segmentů trhů
- Závislost či nezávislost poptávky
- Rizika z nejistoty v distribučním řetězci
- Kapacita zařízení v distribučním řetězci [3]

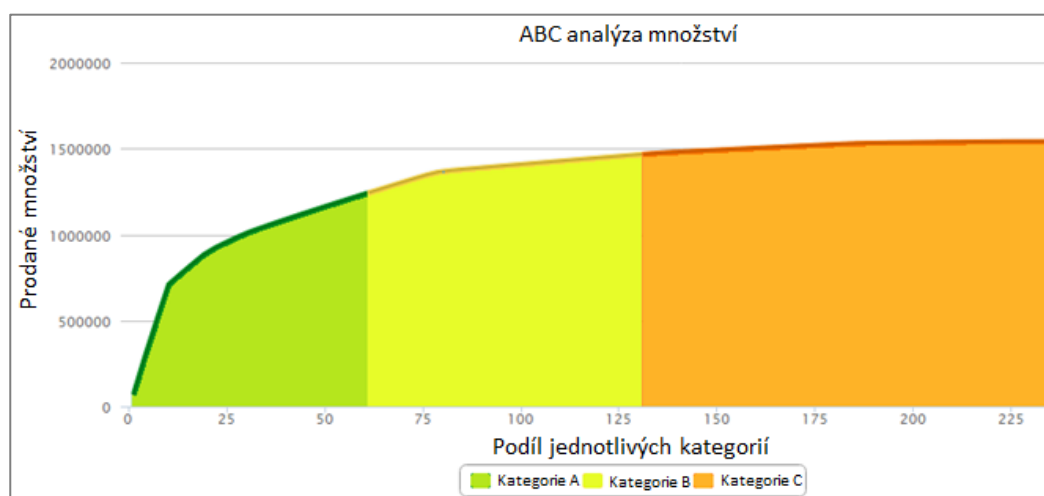
ABC analýza (Paretova analýza)

Pro klasifikaci materiálů je používán princip Paretovy analýzy, která odráží relativní významnost daných kritérií. Na základě tohoto principu je možné rozdělit materiál do tří skupin A, B a C majících rozdílný dopad na výrobu. Skupina A představuje 20 % položek, jejichž podíl na sortimentu je 80 %, skupina B představuje 10 % položek s podílem na sortimentu 15 % a skupina C představuje 70 % položek s podílem na hodnotě sortimentu 5 %. [3]

ABC analýza se uskutečňuje ve 4 fázích:

1. Zjištění hodnoty roční spotřeby pro každou materiálovou položku
2. Výpočet procentního podílu na celkové spotřebě
3. Zjištění procentního podílu na celkovém počtu položek
4. Definování mezitřídních intervalů [3]

Grafickým vyjádřením výsledku ABC analýzy je Lorenцова křivka na obrázku 1.2.



Obrázek 1.2 - Segmentace položek ABC analýzou podle prodaného množství. [4]

Doplňkem ABC analýzy může být metoda označovaná jako XYZ analýza, která umožňuje přiřadit k jednotlivým položkám statistické váhy podle struktury potřeby:

X označuje konstantní spotřebu s příležitostnými výkyvy a velkou predikcí chování.

Y označuje spotřebu s vyššími výkyvy a střední možností predikce.

Z označuje nepravidelnou spotřebu s velmi slabou predikční schopností. [3]

Interpretace výsledků analýzy by měla vést k rozhodnutí aplikovat diferencovanou zásobovací strategii pro zásobování dle jednotlivých skupin druhů materiálů a nakupovaných dílů. [5]

1.4.4 Volba zásobovací strategie

Při volbě zásobovací strategie se podnik může chovat aktivně nebo pasivně. V případě aktivního jednání jsou podnikem tvůrčím způsobem využívány rámcové podmínky, zatímco u pasivního chování jsou tyto rámcové podmínky přijímány na vědomí a podnik se chová v jejich rámci a dle zvyklostí. Při volbě zásobovací strategie je možné volit tři možnosti strategie:

Krátkodobá strategie

Strategie založená na nákupu z více zdrojů, která může pomoci operativní situaci. Krátkodobě může být dosaženo nižší ceny z důvodu konkurenčního boje mezi dodavateli, avšak takový přístup může mít za následek malé objednávkové série a nejistotu dodavatelů. [2]

Dlouhodobé strategie

Vytváří jistotu na obou stranách, ceny mají dlouhodobý příznivý vývoj, jsou objednávány velké objednávkové série z jednoho nebo dvou zdrojů. Dlouhodobá strategie může být realizována pomocí:

- **Individuálního zásobování podle potřeby**

Lze použít v případech malého objednávkového množství, které u dodavatele nemohou způsobit potíže. Výhodou odběratele je možnost nákupu bez zásob.

- **Pořizování zásob**

Výrobce zásoby pořizuje vědomě, aby nebyl závislý na dodavatelích z důvodů, jako jsou geografická poloha, politická situace, výkyvy cen na trhu atd.

- **Synchronizace zásobování s výrobou**

Výhodná pro obě strany. Uskutečňována na základě dlouhodobých smluv. [2]

1.4.5 Zásobování synchronizované s výrobou

Synchronizace zásobování s výrobou souvisí se zaváděním koncepce a strategie Just-in-Time, která má čelit variabilitě požadavků prodejních trhů, rostoucího tlaku konkurence při rostoucím počtu nabízených variant výrobků při zkracování cyklu jejich životnosti a obtížné predikci chování zákazníků v rámci logistických řetězců pomocí racionalizace informačních a hmotných toků s pořizováním materiálu pomocí zásobování synchronizovaného s výrobou. [1]

U sledovaného způsobu jsou dodávky určovány potřebami výrobního podniku a skladování těchto zásob slouží pouze pro jejich přechodné uchování. V této oblasti se vyvinuly tyto tři modely:

Přímé odvolávky

Tento model je založen na třístupňovém procesu, do kterého spadají:

1. Rámcové dohody o předpokládaných dodávkách v následujícím dlouhodobém období (nejčastěji 1 rok), rozvrhují hrubé množství požadavků a kapacity dle skupin sortimentu materiálu na čtvrtletní období včetně požadavků na jakost, aktualizace těchto dat probíhá posuvným plánováním zpravidla jednou za čtvrtletí. [1][3]
2. Rámcové kontrakty k upřesnění množství požadavků jsou uzavírány zpravidla na tři měsíce a jsou aktualizovány každý měsíc. [1][3]
3. U přímé odvolávky probíhá zadávání konkrétních materiálových požadavků v momentě, objeví-li se objednávky od zákazníků a z nich plynoucí výrobní nebo montážní příkazy, v podstatě se jedná o konkrétní objednávku se všemi náležitostmi. [1][3]

Alokace dodavatelů v blízkosti výroby

Účelem modelu je především zkrácení vzdálenosti mezi dodavatelem a odběratelem, dosažení vyšší přesnosti dodávek, snížení dopravních nákladů, snížení potřeby skladů a s tím spojených právních nákladů. Přináší tedy zjednodušení dispozičního systému materiálně-technického zásobování. [1][3]

Model společného řízení zásob

Model je založen na principu společného informačního systému obou účastníků. Dodavatel má možnost sledovat aktuální stav výroby odběratele a může ve správný čas připravit dodávky. Naopak odběratel může sledovat připravenost dodavatele na realizaci

dodávek. Je zaveden systém spedičních skladů s cílem mezipodnikové optimalizace materiálových toků podle nákladových kritérií. Model může mít také třístupňové pojetí. Ovšem dodávky jsou zde realizovány bez výjimek do spedičních skladů na základě odvolávek odběratele odesílaných přímo dodavateli. Na jeho vývoj mají vliv dodavatelé, speditér a odběratel. [1][3]

1.4.6 Zásoby

Zásoby označují suroviny, materiály, polotovary nebo hotové výrobky, které byly výrobním podnikem pořízeny nebo vyrobeny za účelem jejich budoucího zpracování v konečný výrobek. Pokud se jedná o nakoupený materiál nebo polotovar, na kterém dosud nebyla provedena žádná technologická operace, pak lze hovořit o zásobách materiálů a nakupovaných dílů. V případě, že se jedná o díl, na kterém již byla provedena technologická operace, ale zatím se nejedná o hotový výrobek, tak hovoříme o zásobách rozpracované výroby. V případě dílu, na kterém byly provedeny všechny potřebné technologické operace a vznikl nový výrobek, tak hovoříme o zásobách hotových výrobků. [5]

Funkce zásob

Zásoby mají v logistickém řetězci tyto funkce:

- **Geografickou:** vytváří podmínky pro územní specializace
- **Vyrovňovací:** zajišťuje plynulost ve výrobě a eliminuje vliv chyb v zásobování
- **Technologická:** udržování zásob jako nezbytnou část výrobního procesu
- **Spekulativní:** udržování zásob z důvodu získání finančního prospěchu nebo vytvoření tlaku na konkurenci [3]

1.5 Výrobní logistika

Výrobní logistika představuje prostřední část logistického řetězce. Zabývá se pohybem hmotných toků a s tím spojených informačních a hodnotových toků v procesu výroby, které jsou řízeny dle výrobního programu vycházejícího z potřeb zákazníků. Jsou jí řízeny a kontrolovány materiálové toky ze skladu nakoupených surovin a polotovarů přes jednotlivé dílčí fáze výrobního procesu až po sklad hotových výrobků. Opět je při tom sledován cíl dodat zboží ve správném množství, složení a kvalitě v daný časový okamžik na místo potřeby s vynaložením co nejnižších možných nákladů. Výrobní program musí vycházet z potřeb zákazníků. [1][3]

V jednotlivých oblastech výroby lze výrobní logistiku rozdělit do těchto oblastí:

- Předvýrobní skladování materiálů a polotovarů těsně provázané se zásobováním
- Manipulace s materiály a jejich vychystávání v různých fázích výroby
- Technologická mezioperační doprava
- Mezioperační skladování v meziskladech
- Manipulace při kompletaci hotových výrobků
- Manipulace s hotovými výrobky [1]

Základní principy uplatnitelné při organizaci pohybu materiálu ve výrobě jsou principy „push“ a „pull“. U principu „push“ (tlačný) je materiál dodáván na jednotlivá pracoviště v předem stanovené plánu bez ohledu na okamžitou skutečnou potřebu. Materiál je tedy na příslušné pracoviště tlačěn a může tak docházet k hromadění materiálu před tímto pracovištěm. Dochází tak ke zbytečnému vytváření zásob. [3]

V případě principu „pull“ (tažný) je materiál odebírán pracovištěm na základě aktuální potřeby. Výhodou je, že materiál se ihned zpracovává a nevznikají tak zbytečné zásoby na skladech. [3]

1.5.1 Plánování výroby

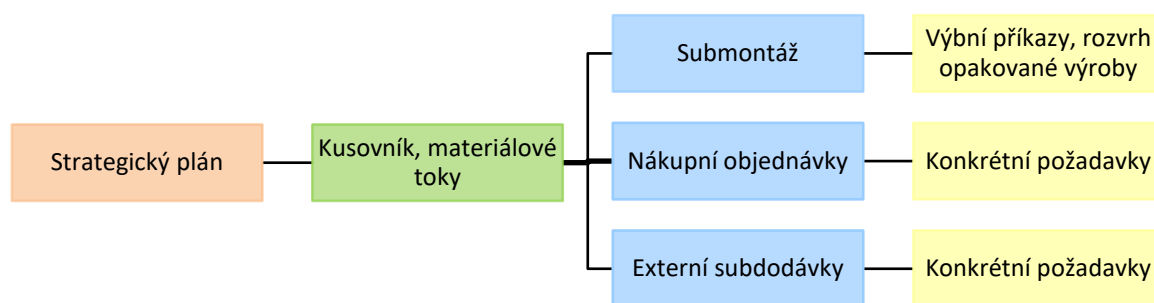
Cílem této diplomové práce je návrh interní logistiky, se kterým je spjat systém plánování výroby. V této části diplomové práce uvádím přehled metod a systémů plánování výroby. Tyto systémy jsou jednotlivě popsány v následujícím textu. Teoretické poznatky zmapované v této kapitole budou následně použity v praktické části pro návrh vhodného systému plánování ve společnosti Schäfer-Menk s.r.o.

Materials Requirements Planning – MRP I

Je systém plánování materiálových požadavků výroby. Systém propočítává konkrétní požadavky pro jednotlivé zařízení na základě plánu výroby. Určuje potřeby materiálů a komponentů tím, že provádí porovnání potřeby s aktuálními zdroji. Pokud zdroj není pokryt zásobou, signalizuje nutnost nákupu chybějící části. Strukturu MRP I ukazuje obrázek 1.3. Tento systém je využíván zejména tehdy, když je splněna alespoň jedna z následujících podmínek:

- Jedná se o nesouvislou nebo nestabilní potřebu materiálu v průběhu výrobního procesu, zejména u přerušované nebo zakázkové výroby

- Potřeba materiálu je závislá na výrobě jiného komponentu nebo hotového výrobku
- Schopnost zpracování objednávek ze strany nákupu, dodavatele i výroby v týdenních cyklech [3]



Obrázek 1.3 - Systém plánování materiálových požadavků výroby [3]

Manufacturing Requirements Planning – MRP II

Je systém plánování výrobních zdrojů. Jedná se o navázání a zdokonalení systému MRP I. Umožňuje vazbu mezi prognózami výroby a zpracováním objednávek s tvorbou plánu výroby, řízením nákupu a operativním řízením výroby. Je propojen také s účetnictvím, kalkulacemi nákladů a řízením zásob. Nebere však zřetel na kapacitní omezení, proto je nutné jej v případě nesouladu zdrojů s potřebami řešit znovu mimo tento systém. [3]

Advanced Planning and Scheduling – APS

Prostřednictvím tohoto systému je možné plnit požadavky zákazníka na vyrobení zboží včas na přesně stanovenou dobu dodávky, udržet své zásoby na minimální potřebné úrovni, maximálně zkrátit průběžnou dobu výroby, a přesto vyrábět široký sortiment produktů, který uspokojí přání svých zákazníků. [3]

Systémy APS podporují dlouhodobé, střednědobé i krátkodobé plánování. Jsou členěny do několika modulů, které jsou však provázány efektivními informačními toky. Zvládnutí modulů pro řízení dodávkových řetězců vyžaduje dobré znalosti z oblasti modelování, analýzy dat a optimalizačních metod. [3]

Pomocí APS lze dostatečně přesně modelovat výrobu, plánovat s omezenými kapacitami a umožňuje zvyšovat spolehlivost plnění termínů dodávek, synchronizovat výrobu a nákup s poptávkou, snížit průměrnou dobu výroby a úroveň skladových zásob a zlepšit

propustnost výroby. Důležitým úkolem APS je také odhalit úzká místa a vyřešit je tak, aby docházelo k plynulému pohybu materiálu.

Činnost APS probíhá ve třech hlavních krocích:

1. Jsou shromažďovány požadavky vycházející z objednávek, prognóz nebo například předem stanovených úrovní skladových zásob. Rozložení je neuspořádané, protože vychází z požadovaných termínů dodání bez ohledu na kapacitu pracovišť a plynulost výroby.
2. Požadavky jsou vyrovnány tak, aby byly zohledněny kapacity pracovišť a byl zajištěn vyrovnaný tok požadavků výrobou. Z důvodu vyrovnání jsou požadavky nejdříve přesunuty dozadu v čase tak, aby nebyly výrobními procesy překračovány kapacity pracovišť a plánovaný termín dokončení byl před požadovaným termínem dokončení. V druhé fázi je řešeno vyrovnání požadavků z minulosti vpřed s důrazem na to, aby dokončení výrobního procesu bylo co nejméně zpožděno.
3. Zde probíhá podrobná optimalizace plánu zahrnující pravidla omezující ztráty plynoucí z nastavování výrobního zařízení. Vzájemně se porovnávají vazby požadavků (dodávky materiálů, výroba komponent), zohledňuje se dostupnost dalších zdrojů (alternativní pracoviště, zaměstnanci, nářadí atd.) a stanovuje se velikost výrobních dávek. [3]

1.5.2 Řízení výroby

Řízení výroby je systémem pojmů a nástrojů užívaný výrobním managementem. Nejedná se o fyzický výrobní proces, ale o zpracování daných úloh a jejich předložení výrobnímu systému, kde řídicími veličinami jsou například vyráběné množství, termíny zadávání a odvádění dávek či operací atd. V následujícím textu jsou tyto systémy popsány. [6]

Production Planning System – PPS

Systém je počítačovou podporou pro plánování a řízení zásob. Podstatná část systému je zde zaměřena na plánování a umožňuje plnění následujících funkcí v oblasti plánování a řízení výroby:

- A. Oblast plánování výroby:
 - Plánování výrobního programu (druhy a množství výrobků, plnění termínů)
 - Plánování potřeby materiálu, komponent atd.
 - Plánování termínů a kapacit

B. Oblast řízení výroby:

- Dispozice týkající se zakázky
- Dohled nad zakázkou [3]

Computer Integrated Manufacturing - CIM

Jedná se o snahu co nejvyššího uplatnění výpočetní techniky ve výrobním procesu, potažmo celém podniku. Tímto přístupem organizace a řízení výroby lze reagovat na rostoucí konkurenci a turbulenci trhu, na požadavky snižování nákladů, zvyšování jakosti, pružnosti, reakce schopnosti a zkracování času při zpracování zakázky a uvedení výrobku na trh.

CIM řeší danou problematiku ve dvou fázích:

1. Technologické úkoly

Řešení problémů v oblasti vývoje, konstrukce, návrhu technologie, programování obráběcích center, projektování výrobních systémů, systémů manipulace s materiálem a komponenty, skladů a jakosti.

2. Provozně-organizační úkoly

Řešení problémů zpracování zakázek, kalkulace, plánování kapacit, materiálů, termín, řízení výroby, sběru výrobních údajů, kontroly výrobní činnosti a odbytu. [3]

Podsystémy tvořící CIM systém jsou: CAD (Computer Aided Design), CAM (Computer Aided Manufacturing), CAI (Computer Aided Information), CAQ (Computer Aided Quality Control), CAT (Computer Aided Testing), CIL (Computer Integrated Logistic). [3]

Enterprise Resource Planning – ERP

Systémy celopodnikového plánování zdrojů pomáhá integrovat interní procesy podniku a slouží pro základní řízení a správu podniku, jako je například zpracovávání objednávek zákazníků, požadavky nákupu, dodací listy, faktury atd. ERP pokrývá všechny oblasti řízení podniku obsahující řízení ekonomiky, obchodu, výroby, řízení kapacit a zdrojů. [3]

Supply Chain Management – SCM

Systém řízení zásobovacího (dodavatelsko-odběratelského) řetězce zahrnující činnosti spojené s tokem a transformací materiálů, od surovin vstupujících do výrobního procesu přes výrobu a sklady až ke koncovému uživateli. Předmětem SCM je výběr dodavatelů, rozdělení práce mezi podniky, rozmístění výrobních funkcí a vnímání požadavků odběratelů.

Tyto technologie jsou hnací silou dodavatelsko-odběratelského řetězce, protože výrazně odstraňují objem papírování, zlepšují komunikaci, snižují náklady na operace a zkracují průběžnou dobu činností. [3]

Mezi základní součásti řešené SCM lze zařadit:

- Plánování a optimalizace výroby
- Plánování odbytu a optimalizace skladových zásob
- Efektivní nákup
- Řízení dopravy
- Elektronická komunikace mezi zákazníky a partnery [3]

Intelligent Manufacturing System – IMS

Inteligentní výrobní systém je vyšší formou systému řízení výroby postavený na předcházejících systémech. Je založen na moderních informačních technologiích, které jsou použity pro řízení manipulačních a dopravních zařízení, robotů a okamžitý přenos informací. Systém v sobě obsahuje kromě vlastního plánování a řízení výroby i předcházející a následující části logistického řetězce zahrnující spolupráci s dodavateli a odběrateli. [3]

1.5.3 Logistické technologie ve výrobě

Pro úspěšnost podniku je v dnešní době podstatné, aby se řídil logistickými principy ve všech sférách své činnosti. Nejde pouze o změnu chování na trhu a uvnitř podniku, ale především o snížení nákladů. Jednou z cest, jak dosáhnout těchto změn je použití racionalizačních technologií řízení výroby a zásobování. Vybrané technologie jsou dále popsány. [3]

KAIZEN

Systém je založen na snaze o co největší možnou efektivitu výrobního procesu. Přístupem je vyžadováno neustálé kontinuální zlepšování všech činností všemi pracovníky, kteří se na příslušném procesu bezprostředně podílejí. [3]

V systému je každý zjištěný nedostatek či problém detailně popsán, jsou zanalyzovány jeho příčiny a naplánována příslušná opatření potřebná k odstranění. Tato opatření jsou následně zrealizována a vyhodnocena. [3]

K tomu, aby takový systém mohl být funkční je potřeba decentralizovat pravomoci, pracovat v týmech, stanovit transparentní cíle a zajistit potřebnou informovanost. [3]

Lean production (štíhlá výroba)

Systémem funguje na principu přenesení některých činností a problémů mimo výrobní proces a jsou řešeny ve spolupráci s dodavateli, nebo jsou jim celé přesunuty. Zdokonalené verze lean production využívají naopak podnětů a požadavků odběratelů. Snaha o zeštíhlení je všude tam, kde je to možné:

- Redukce komplikovanosti výrobku a výroby (část vývojových a výrobních činností jsou převedeny na dodavatele), zmenšení nebo odstranění mezioperačních skladů
- Zjednodušení výrobních procesů, materiálových a informačních toků [3]

KANBAN

Jedná se o technologii, kterou je možné harmonizovat materiálové toky ve výrobě, zjednodušit informační toky i celý systém řízení. Redukuje zásoby a zlepšuje plnění termínů. Technologie byla založena na principu zásobování moderního supermarketu s dobře fungujícím informačním systémem. Všechny materiálové toky jsou zde podřízeny finální montáži, případně odbytu, který reaguje na požadavky zákazníků. [3]

Systém funguje na principu samoregulačních okruhů zahrnující dva sousední výrobní stupně. Mezi těmito výrobními stupni jsou používány karty, které představují interní objednávku, ve které jsou specifikovány požadavky předmětu objednávky a jejich doba plnění. Z toho plyne, že se jedná o tažný „pull“ systém a princip je nejvíc vhodný pro podniky s velkosériovou výrobou a ustáleným odbytem. Aby systém KANBAN úspěšně fungoval, musí být splněny následující pravidla:

1. Materiál z předcházejícího pracoviště musí být odebrán na navazující pracoviště dle údajů karty
2. Je vyráběno nebo dodáno jen to co požaduje karta
3. Nesmí být vyvíjena žádná činnost, pokud se na pracovišti nevyskytuje žádná karta.
4. Fyzické karty musí být vždy přítomny u materiálu
5. Personál je odpovědný za 100% kvalitu dodávky
6. Počáteční počet karet musí být postupně snižován na optimální počet [3]

Optimized Production Technology – OPT

Jak už sám název napovídá, jedná se o optimální výrobní technologii zaměřenou na úzká místa ve výrobě a z jejich možností jsou odvozovány činnosti celé výroby tak, aby byl docílen plynulý tok materiálu skrze celý výrobní proces. Je navrhována zvlášť pro každý výrobní systém a činnost této technologie probíhá v šesti opakujících se krocích:

1. Shromažďování informací o objednávkách, prognózách, normách, technologických postupech, kusovnících, výrobních operacích a dostupných zdrojích
2. Odhalení úzkých míst bilancí kapacitních nároků
3. Rozdělení pracovišť na pracoviště s úzkými místy a na pracoviště ostatní
4. Vytvoření rozvrhu výroby na úzká místa a stanovení optimální výrobní dávky
5. Posouzení ostatních pracovišť s cílem ověřit, zda nevznikla nová úzká místa
6. Výsledný rozvrh je porovnán s požadovanými dodacími termíny [3]

Vytěžovací systém

Podstatou systému je zadávání jenom takového množství výrobních úkolů, která jsou schopna jednotlivá pracoviště v určitém čase zvládnout. Díky tomu se na pracovištích nehromadí výrobní úkol, minimalizuje se čekací doba a tím pádem i průběžná doba výroby. V případě, že jsou kapacitní nároky na pracoviště vyšší, než je schopno v uvažovaném čase pojmout, tak se nadbytečné úkoly přesouvají do následujících období s přiřazenou prioritou. Kritériem je tzv. vytěžovací hranice, která stanovuje maximální velikost zásoby nedokončené výroby pro dané pracoviště a nesmí být překročena. Sledovanými veličinami jsou:

- Výkon pracoviště V [t.h⁻¹]
- Zásoba nedokončené výroby ZNV [t]
- Průměrný čas průměrné doby zásoby PDV [h]

Mezi veličinami existuje následující vztah:

$$PDV = \frac{ZNV}{V} [h, dny] \quad (1.1)$$

Pro stanovení veličin lze použít následující:

1. Průměrný výkon pracoviště podle vztahu

$$\bar{V} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{\sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{V_i}} \quad (1.2)$$

2. Průměrný čas průběžné doby výroby

$$\overline{PDV} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{V_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{q_i}} \quad (1.3)$$

3. Průměrná maximální velikost nedokončené výroby

$$\overline{ZNV_{max}} = \frac{\overline{V}}{\overline{PDV}} \quad (1.4)$$

Q_i celkový požadovaný počet kusů jednotlivé výroby

q_i velikost výrobní dávky jednotlivého výrobku

V_i výkon pracoviště pro výrobu i-tého výrobku

n požadovaný počet druhů výrobků v uvažovaném období [3]

Just In Time – JIT

Systém JIT se snaží eliminovat zásoby na nejnižší možnou míru, případně je zcela vyloučit. Tím lze vyřešit hmotné problémy a vázanost kapitálu v zásobách. Pomocí JIT lze snižovat velikost zásob ve výrobním procesu i v oblasti zásobování. [3]

Základním pravidlem JIT je vyrábět jen to co je nezbytné, a to vše provádět s co nejnižšími náklady. Stejně tak je tomu i z pohledu objednávek. Z toho plyne, že se jedná o tlačný systém „push“, protože objednávky jsou řízeny předem stanoveným plánem, a ne na základě požadavků zákazníků. V některých případech je výhodná kombinace JIT do bodu rozpojení a KANBAN od bodu rozpojení.

Podmínkami pro úspěšné zvládnutí JIT jsou:

- 100% kvalita výrobků
- Snižování velikosti objednávek určených pro výrobu
- Rovnoměrné využití kapacit
- Bezporuchovost výrobního a přepravního zařízení
- Modulární struktura výrobků a standardizované komponenty
- Skupinové technologie
- Zavedení nového systému managementu kvality
- Nový systém zásobování postavený na spolupráci s dodavateli
- Týmová práce [3]

1.6 Distribuční logistika

Distribuční logistika je část logistického řetězce, která začíná od okamžiku, kdy výrobek opustí výrobní podnik až do jeho použití koncovým zákazníkem. Všechny činnosti s tím související se nazývají distribuce. Úlohou distribuce je uspokojení potřeb zákazníků a předmětem distribuce je optimální stanovení počtu úrovní skladování, skladů a jejich alokace. Při řešení těchto otázek jsou zohledňovány celkové distribuční náklady obsahující náklady na přepravu, fixní náklady systému, variabilní náklady systému a celkové ztráty prodejců z včas nedodaného zboží. [1][3]

Hlavní problematikou distribuční logistiky jsou:

- Rozmístění distribučních skladů
- Distribuční systémy
- Skladové hospodářství
- Obalové hospodářství
- Expedice zboží
- Zajištění způsobu nakládky a doprava [1]

Podle počtu distribučních stupňů je distribuce rozlišována na:

1. Přímou: je využit jeden distribuční stupeň (výrobní podnik → koncový zákazník)
2. Nepřímou: je využito více distribučních stupňů (výrobní podnik → centrální sklad → velkoobchod → maloobchod) [1]

Podle rozsahu distribuce rozeznáváme distribuci:

- Extenzivní: snaha o prodej všude kde je to možné
- Výběrovou: na vybraných prodejních místech
- Exkluzivní: dostupnost zboží pouze na jednom nebo několika málo místech [1]

1.7 Skladování

Skladování je nedílnou součástí průmyslové logistiky. V části nákupu a zásobování podniku fungují vstupní sklady. Ve výrobní logistice fungují mezisklady mezi jednotlivými výrobními operacemi a v části distribuční logistiky jsou umístěny sklady hotových výrobků. [1]

Materiál nebo výrobky při skladování nemění své místo v čase ani prostoru (kromě pohybu ve skladu) a v zásadě nemění ani své vlastnosti. Navíc pokud není skladování

provozováno za účelem dosažení zisku, ale slouží jako mezistupeň pro uskladnění hmotných prostředků, tak je snaha je co nejvíce eliminovat a tím snížit náklady. [3]

Sklady mohou plnit následující funkce:

1. Pojistnou: slouží k udržování pojistné zásoby, která je řešením rozporu mezi náhodným charakterem poptávky a omezenou možností na tyto změny reagovat
2. Vyrovnávací: sklad plní funkci zásobníku vyrovnávajícího nesoulad mezi dvěma sousedními účastníky logistického řetězce. Nejčastěji je tato funkce využívána v distribuci
3. Technologickou: sklad je součástí technologických procesů, bez kterých se výroba neobejde, funkce skladu se nejvíce projevuje ve výrobní logistice
4. Spekulativní: sklad slouží provozovateli za účelem uskladnění zboží, u kterého se předpokládá navýšení jeho hodnoty [3][6]

1.7.1 Druhy skladů

Druhy skladů mohou být posuzovány dle různých hledisek. Dle konstrukce na sklady podlažní a regálové. Podle druhu zboží pro sypké, kusové nebo tekuté materiály. Na vlastní a cizí. Podle způsobu skladování na pevné, volné a náhodné. Podle toku materiálu na běžné, průchozí a cross-docking. A na sklady veřejné nebo soukromé. [3]

Skladování podle způsobu

1. Pevné: způsob skladování, kdy má každý druh zboží pevně dané umístění ve skladu, které je pro něj vyhrazeno i v momentě, kdy se v daném časovém okamžiku ve skladě nenachází
2. Volné: určité skupiny materiálů mají vyhrazeny určité části skladu, v nichž je možné je skladovat, to znamená, že v rámci sekce nemá materiál pevně dané místo, kde musí být uskladněn, je vhodné využít informační systém, který zajistí přehlednost pro obsluhu skladu
3. Náhodné: nejméně náročné skladování na využití prostoru, které ale vyžaduje použití informačního systému, materiál je ukládán na pozice, které jsou v daný okamžik volné [3]

Skladování podle materiálového toku

1. Běžné: vstup materiálu i jeho expedice je orientována na stejné hraně skladu (tok vstupujícího a vystupujícího materiálu má opačný směr)
2. Průchozí: vstup a výstup se děje na protilehlých skladištních hranách a tok materiálů je jednosměrný [3]

Cross – docking

System kdy se co nejvíce materiálu vůbec neskladuje a překládá se přímo z vozidel přijíždějících na vozidla odjíždějící. Materiál, který přibyl na sklad není zakládán do regálů nebo na volnou plochu, ale je vybalen, tříděn a kompletován do zásilky pro konkrétního odběratele a expedován. [3]

Skladování na volné ploše

Podlažní skladování je nejjednodušší a pravděpodobně nejstarší systém skladování. Použitá plocha vyžaduje pevný povrch, ohrazení, případně jednoduché zastřešení. System je používán pro manipulační jednotky nebo sypké materiály, které jsou skladovány v jedné úrovni, případně jsou manipulační jednotky stohovány na sebe. Stohování se však omezeno nosností samotných výrobků. [3]

Regálové skladování

Manipulační jednotky jsou ukládány do polic (regálů).

Nejčastější druhy regálových systémů jsou:

- Paletový regál
- Stromečkový regál
- Spádový regál
- Posuvný regál
- Oběžný regál
- Regál pro různé manipulační jednotky
- Policový regál
- Skříňový regál [3][6]

1.7.2 Technologie práce ve skladu

Technologie práce ve skladech zahrnuje čtyři hlavní činnosti příjmu, přesunu a ukládání, vyskladnění a expedice. [3]

Příjem materiálu

Operace spočívající ve vykládce materiálu z dopravních prostředků a jeho převzetí do evidence porovnáním dokladů s fyzickým stavem. Pokud materiál není uložen na manipulačních prostředcích, tak součástí je také jeho uložení na tyto prostředky. Podle druhu je vyskládán ručně nebo pomocí vhodného manipulačního zařízení. [3]

Přesun a ukládání

Z vykládacího místa se materiál přesouvá na místo určené k uložení a tam se ponechá po potřebnou dobu. Proces se opět uskutečňuje vhodným manipulačním zařízením. [3]

Vyskladnění

Vyhledání potřebného množství materiálu a jeho přesun na místo kde bude expedován. Proces se uskutečňuje pomocí vhodného manipulačního zařízení. [3]

Expedice

Zahrnuje kontrolu správnosti a množství materiálu, vyhotovení přepravních dokumentů, dodacích listů a nakládku na dopravní prostředky. Manipulace s materiálem se uskutečňuje vhodným manipulačním zařízením. [3]

Režim výběru a vyskladnění materiálu

Výběr režimu závisí zpravidla na typu skladu. V zásadě lze použít tyto přístupy:

1. **FIFO:** materiál opouští sklad v takovém pořadí, v jakém byl na sklad přijat, systém je zpravidla uplatňován v průchozích skladech (First In First Out)
2. **LIFO:** materiál přijatý jako poslední odchází ze skladu jako první, systém se zpravidla uplatňuje v běžných skladech (Last In First Out) [3]
3. **HIFO:** není brán v potaz čas vstupu nebo pořízení, snahou je zbavit se co nejrychleji nejdražších zásob, podnik se takto snaží mít v zásobách vázaný malý objem finančních prostředků (Highest In First Out)

4. **LOFO:** jako první se spotřebovávají zásoby s nejnižší cenou, uplatňováno pro rychlý úbytek zásob (Lowest In First Out)
5. **FEFO:** termín vstupu nebo pořízení zde nehraje roli, použití v případě expirace zásob, první jde ze skladu zboží s nejkratší expirační lhůtou (First Expire First Out)
6. **Pick by light:** vychystávání pomocí regálů s displejem a signálním světlem zadávajícím příkaz k vychystání a potvrzovacím tlačítkem, jehož prostřednictvím pracovník skladu oznamuje provedení operace
7. **Pick by vision:** vychystávání pomocí chytrých brýlí, kdy pracovník skladu dostává pomocí brýlí s integrovanou kamerou a displejem potřebné informace do zorného pole a v čase, kdy je potřebuje, výhodou jsou pracovníkovy volné ruce
8. **Pick by voice:** systém sluchátek s mikrofonom vydává hlasové pokyny pracovníkům skladu a akusticky přenáší jejich zpětnou vazbu zpátky, díky tomu má pracovník volné ruce [3][7][8]

1.8 Manipulační techniky

Se statickou částí skladovacích technologií je úzce spjata dynamická část zabezpečující veškerou manipulaci materiálu a zboží ve skladu. Zejména se jedná o horizontální a vertikální přepravu, kompletaci a balení. V závislosti na stupni mechanizace a automatizace skladovacích systémů jsou manipulační operace kombinací lidské práce a činností různých mechanismů. [6]

1.8.1 Ruční manipulace

Manipulace s břemeny využívající lidskou sílu k nošení a přemísťování břemen patří k nejstarším způsobům. I přes rizika spojená s možností poškození zdraví pracovníků je stále velmi významnou aktivitou. Nejde pouze o rizikovost těchto operací, ale manuální manipulace je i dost nákladná. Zanedbatelná není ani časová náročnost manipulace (její podíl např. na průběžné době výroby dosahuje v extrémních případech až 70%). Zamezení rizik je možné na základě ergonomických studií, u kterých lze najít doporučení, jak je realizovat a tím minimalizovat možná rizika poškození zdraví pracovníků. [6]

Pro odstranění rizik ruční manipulace jsou používány následující nástroje a zařízení:

- Pro zdvihání těžkých břemen:
 - Zdvihací plošiny
 - Manipulační schůdky, plošiny a podesty
 - Ruční lanové nebo řetězové kladkostroje s možným elektrickým pohonem
- Pro dopravu na větší vzdálenost:
 - Rudly
 - Ruční vozíky (univerzální, plošinové, konzolové atd.)
 - Ruční paletové vozíky (umožňují i omezenou vertikální manipulaci) [6]

1.8.2 Manipulační vozíky s motorovým pohonem

Nejrozsáhlejší skupinu manipulačních prostředků ve skladech tvoří různé druhy manipulačních vozíků s motorovým pohonem určené pro horizontální i vertikální přepravu měrných jednotek, nejčastěji palet, boxů, kontejnerů, krabic atd. Pohonnou jednotkou jsou spalovací motory (benzínové, naftové, plynové na kapalný nebo stlačený plyn). Pro menší nosnosti je využíváno elektromotorů poháněných akumulátorovými bateriemi nesenými vozíkem. [6]

Vozíky zabezpečují dopravu mezi jednotlivými zónami, např. mezi příjmem materiálu a skladovacím prostorem, mezi skladovacími zónami, kompletačními linkami a expedicí, ukládají materiál do regálů, vytvářejí skladovací bloky na volných plochách. [6]

Manipulační vozíky s motorovým pohonem jsou děleny na:

- Vysokozdvížné vozíky
- Vychystávací (kompletační) vozíky
- Portálové obkročné vozy
- Kontejnerové manipulátory teleskopické
- Plošinové vozíky a tahače
- Regálové zakladače [6]

1.8.3 Jeřáby

Výrobci a distributoři těžkých a rozměrných položek využívají pro manipulaci ve skladech jeřáby, které mají vysokou nosnost a pokrývají velkou plochu určenou maximální délkou pojezdu a rozpětím jeřábu. Z tohoto pohledu jsou vzhledem umístění pod stropem skladu

nejvýhodnější mostové jeřáby, kterými je možné realizovat změny toků materiálu. Analogicky je tomu tak i u portálových jeřábů. [6]

Podle celkového tvaru jsou jeřáby děleny na:

- Mostové
- Portálové a poloportálové
- Sloupové
- Konzolové
- Silniční a kolejové
- Lanové [3]

1.9 Logistický informační systém

Účinné řízení hmotných toků v logistickém systému není možné, aniž by byl použit efektivní informační systém, jehož hlavním cílem je vytvořit informační prostředí, v němž bude možno účinně plánovat a koordinovat logistické aktivity spojené s řízením hmotných toků v logistickém řetězci a využívat dostupné SW pro podporu rozhodování.

Hlavními subsystemy logistického informačního systému jsou:

- Zpracování objednávek
- Předpověď poptávky
- Řízení zásob
- Logistické plánování
- Řízení výroby
- Zásobování [6]

1.9.1 Systém vyřízení objednávek

Systém je základem logistického informačního systému, jelikož objednávka zasláná zákazníkem bývá impulsem, který uvádí do chodu procesy v logistickém systému. Systém vyřízení objednávek musí mimo vlastního zpracování objednávek zajistit dostatečně rychlou komunikaci mezi podnikem, zákazníky a dodavateli. Rychlost a kvalita toku informací výrazně ovlivňuje efektivitu logistických činností. Tento subsystem pracuje se dvěma druhy objednávek:

- Objednávky od zákazníků
- Objednávky dodavatelům

Hlavními cíli práce systému jsou:

- Zkrácení doby cyklu objednávky
- Zvýšení spolehlivosti dodržení termínu dodávek

Mnohem důležitější, než rychlost objednávky je její vyrovnanost cyklu. Rychlost musí být spojena s vyrovnaností a spolehlivostí. [3]

1.9.2 Systém předpovědi poptávky

Systém by měl sloužit k odhadu budoucího vývoje poptávky. Vývoj poptávky po výrobcích a službách má náhodný charakter. To je dáno tím, že zákazníci mají svobodnou volbu při výběru produktu a tím, že na jejich rozhodování má vliv mnoho různých náhodných vlivů. [3]

K předpovědím jsou využívány heuristické a exaktní metody. Nejčastěji jsou využívány následující statistické metody:

- Analýza časových řad
- Metoda klouzavých průměrů
- Vážené klouzavé průměry
- Regresní a korelační analýza [3]

Výsledkem předpovědi by měly být informace o stanovení absolutní velikosti poptávky, trendy ve vývoji poptávky a cykličnosti. A pokud je to možné tak i rozsah výskytu nepředpověditelných nepravidelností (výkyvů) v poptávce. [3]

1.9.3 Systém řízení zásob

Hlavním cílem je doplnění požadavků na výrobu. Požadavky plynou z vybraných objednávek a předpovědí možných prodejů v dalším plánovacím období. V prvním kroku se od odhadu celkové poptávky odečtou potvrzené objednávky a v druhém kroku se navrhne, jaká část tohoto rozdílu se promítne do požadavků na výrobu. Rozhodnutí je závislé na kvalitě předpovědi, míře rizika, které je podnik ochoten přijmout a strategií, která je zvolena pro prosazování svých cílů. Vedlejším cílem je optimalizace stavu zásob, jejich lokalizace v podniku a distribuční systém. [6]

1.9.4 Systém logistického plánování

Systém logistické plánování tvoří jádro logistického informačního systému. Jeho předmětem je zajištění, aby logistický plán podniku zohledňoval strategické cíle v souladu s možnostmi podniku a změnami v okolí. [3]

Sestavení plánu probíhá obvykle v následujících 4 krocích:

1. Plán distribuce
2. Plán výroby
3. Plán zásobování
4. Plán kapacit [3]

1.9.5 Systém operativního řízení

Systém operativního řízení slouží pro rozhodování při stanovení operativního plánu a řešení operativních problémů ve výrobě. Hlavním úkolem systému je stanovit výrobní, nákupní, servisní a jiné úkoly z hlediska osob, místa a času. Cílem je rozpis těchto úloh na konkrétního pracovníka, jednotlivé pracoviště (stroje, linky atd.) a dny, směny nebo minuty. [3]

V této kapitole jsem se věnoval průmyslové logistice a popisu charakteristik zásobovací logistiky, výrobní logistiky a distribuční logistiky. Z pohledu návrhu optimalizace pro mě byly stěžejní poznatky o plánování výroby. Dále jsem popsal principy skladování a technologie práce ve skladech. Jelikož se má práce zabývá i návrhem manipulační techniky, tak byly popsány prostředky vhodné pro manipulaci s materiálem. V poslední části kapitoly jsou popsány logistické informační systémy. Tyto informace jsou podkladem pro zpracování praktické části.

2 Projektování výrobních systémů

V rámci návrhu interní logistiky jsem se zabýval manipulací s materiálem mezi výrobními procesy podniku a rozbořem materiálových toků. Cílem této kapitoly je představit přehled metod vhodných pro analýzu výrobních podniků.

Technologické projektování je kontinuální tvůrčí činnost, která má technicko-ekonomický charakter. Tato činnost spočívá ve zpracování projektů variant technologií výroby a montáže strojních součástí a variant technicko-organizačního uspořádání strojů a zařízení (výrobních systémů) s ohledem na maximální využití hmotných zdrojů, výrobních prostředků a pracovních sil, které ovlivňují efektivnost výrobního procesu. [9]

2.1 Základy navrhování výrobních systémů

Technologické projektování systémů vyžaduje realizaci řady prací, při kterých je potřeba brát zřetel na komplexnost, vzájemné vztahy, vazby. Je téměř vždy vyžadována kolektivní činnost pracovníků rozličných profesí a specialistů jednotlivých oborů. [9]

Postupné modelování vychází z rozdělení projektu na dílčí úlohy, ovšem musí být pořád na mysli, že je potřeba respektovat vzájemné vztahy jejich jednotlivých prvků a funkcí. Z tohoto hlediska lze technologické projektování rozdělit do třech relativně samostatných modulů:

- **A** modul výrobního procesu včetně kontroly
- **B** modul manipulačního procesu
- **C** modul informačního a řídicího procesu [9]

Pro racionální řešení takto definovaného technologického projektování musí být určeny nejen jednotlivé prvky uvedených modulů, ale také vazby vnitřní i vnější. Dále musí být souběžně řešeny pro všechny tři moduly problémy pracovní síly ve výrobním procesu z hlediska kvalifikace, odbornosti, pracovního prostředí atd. [9]

Technicko-organizační úroveň výrobních systémů, jejich specializační struktura, úroveň mechanizace, kooperace a integrace jsou závislé na vzájemném působení množství prvků a požadavků, z nichž nejpodstatnější jsou:

- **Výrobek** – konstrukčně technologická koncepce, sériovost výroby
- **Materiál a polotovary** – druh polotovaru, stupeň využití materiálu atd.
- **Použitá technologie** – požadavky na jakost a efektivitu výroby
- **Výrobní stroje, dopravní a kontrolní zařízení**
- **Kvalifikace a stupeň odbornosti pracovníků**
- **Organizace výrobního procesu** – časová a prostorová struktura a ergonomické podmínky
- **Energie** – energetická náročnost použitých technologií [9]

Efektivnosti výrobního procesu je docíleno technicko-ekonomickou vyvážeností výše uvedených prvků a provozních podmínek výrobního systému, která závisí na tvůrčí kreativě a aktivitě projektanta. [9]

Vzhledem ke složitosti reálných výrobních systémů je nutné zaměřit se pouze na prvky a jejich vazby rozhodující pro dané řešení úlohy. Pro detailnější poznání prvků a jejich vazeb je potřeba, aby byla udělána dekompozice výrobního systému do jednodušších celků s důrazem na zachování jejich integrity a soudržnosti. [9]

Struktura každého výrobního systému je tvořena vnitřními a vnějšími prvky. Ty jsou nezbytné pro obsahové a prostorové návaznosti materiálových toků, rozmístění a využití výrobních prostředků, činnosti pracovníků, vymezení jejich pravomocí a časové náplně. Vnitřní prvky zajišťují vlastní výrobní proces a vnější zajišťují provoz výrobních systémů jako celku. [9]

V návrhu technologického projektu musí být respektovány specifika zvolených technologií, funkčních vazem prvků atd., vyplývající z:

- Výrobního programu (rozměrové a tvarové rozdílnosti)
- Možnosti výběru strojů a zařízení
- Výběru prostorových struktur
- Náročnosti při řešení materiálových toků
- Náročnosti likvidace odpadu vzniklého výrobou (např. třískové hospodářství)
- Požadavků na zvýšení flexibility [9]

2.1.1 Rozbor součástkové základny

Pro návrh koncepce výrobního systému je účelné zpracovat rozbor vstupních informací v podobě součástkových souborů nebo celků podle následujících kritérií a každá z těchto skupin může být charakterizována třemi rozměry:

1. Konstrukční kritérium

Strojírenské součástí možné rozdělit do konstrukčních skupin:

- Podíly četnosti výskytu jednotlivých druhů součástí
- Rozměrové charakteristiky
- Materiálové charakteristiky a druhy jakosti
- Hmotnostní charakteristiky

2. Technologické kritérium

Rozbor umožňuje seskupit součásti podle technologické podobnosti s ohledem na posloupnost výrobního procesu včetně návrhu specializační struktury budoucího výrobního systému a rozsahu kooperačních vztahů. Vzniká tak podobnostní pole (soubory součástí se shodnými nebo podobnými konstrukčně technologickými charakteristikami).

3. Frekvenční kritérium

Rozbor vychází ze vztahu výrobního množství (ks/rok) nebo výrobních dávek (dv/ rok) k sortimentu výroby.

4. Kapacitní kritérium

Rozbory upřesňují rámcově stanovenou specializační strukturu výrobního programu v rámci navrhovaných výrobních systémů s ohledem na kapacitu. Rozbory kapacity jsou zaměřeny především na:

- Procentuální podíl pracnosti jednotlivých součástí na pracnosti celého výrobního programu
- Výběr součástí podle předem stanoveného limitu pracnosti v procentech
- Výběr součástí podle procentuálního limitu přípustných vnějších kooperačních vztahů
- Vliv celkové pracnosti výroby [9]

Rozbor umožňuje posoudit časové vytížení celého systému a strojů ve výrobním systému jednotlivě. [9]

2.1.2 Vliv nákladů na technologický projekt

Výrobní náklady jsou kritériem, které slouží k nasměrování či usměrnění práce technologa i konstruktéra. Hlavní části jsou:

- Relativní podíl nákladů ovlivňujících efektivitu výroby
- Vliv režijních nákladů (odpisy, náklady na nářadí, údržbu atd.)
- Stanovení limitních cen nebo výrobních nákladů ve vztahu ke konkurenci [9]

2.1.3 Vliv prostorové a časové struktury výrobního systému

Prostorová struktura výrobního systému je vymezena vztahy mezi prvky systému dle následujících hledisek:

- Formy vzájemného uspořádání strojů a zařízení
- Alokaci strojů, dílen, provozů a středisek ve vymezeném prostoru
- Relativního členění výrobních, montážních, obslužných, pomocných a dalších ploch pro racionální výrobní proces [1][3]

Návrh prostorové struktury se zabývá technicko-organizačním řešením výrobního systému ve vymezeném prostoru s přihlédnutím k výrobnímu sortimentu a objemu výroby.

Pro návrh prostorového uspořádání je rozhodující:

- Výrobní program (sériovost, opakovatelnost, tvarová, rozměrová a hmotností charakteristika)
- Výrobní proces (technologická podobnost, počet operací, kooperační vztahy)
- Úroveň specializace a integrace (konstrukčně technologická standardizace)

Prostorová uspořádání jsou dělena na strukturu:

- **Technologickou** – seskupení strojů a zařízení podle shodných technologií (slévárna, svařovna, lisovna, kovárna, obrobna atd.)
- **Předmětnou** – představuje seskupení aktivních prvků výroby dle požadavků výrobního procesu, posloupnosti operací technologických postupů výrobku nebo skupiny výrobků (např. výroba ozubených kol, klikových hřídelí, ojníc atd.)

Předmětné uspořádání může mít následující prostorovou strukturu:

- hnízdovou, realizující dílčí výrobní proces na základě technologické podobnosti
- linkovou, realizovanou formou pružné linky skupinové a více předmětové nebo linky proudové (jedno předmětné) [1]

2.2 Manipulace s materiálem

Pod pojmem materiálový tok spadá pohyb materiálu (surovin, polotovarů, rozpracovaných dílů, kooperací atd.) spojující jednotlivé výrobní etapy nebo operace. Materiálový tok ve strojírenství je nejvíce ovlivňován:

- Technologickou složitostí, rozměry a hmotností výrobků
- Rozsahem sortimentu součástí, jejich sériovost a opakovatelnost

V rámci výrobního závodu se manipulace s materiálem dělí na:

- Mezi objektovou (mezi jednotlivými výrobními halami)
- Objektovou
 - Mezioperační mezi pracovišti v rámci uspořádaného výrobního procesu
 - Operační manipulační činnost jedné operace mezi výstupem a vstupem pracoviště

Důležité je, aby doprava mezi pracovišti, u kterých je nejvyšší intenzita toku materiálu byla uskutečňována, pokud možno na co nejkratší trase s nízkou spotřebou času a náklů na interní přepravu.

2.3 Rozbor materiálových toků

Pro analýzu materiálových toků je možné použít jak klasické analytické metody, tak i moderní nástroje konceptu digitální továrny. V této kapitole se zabývám pouze základními principy a klasickými analytickými metodami, které jsou pro naplnění cíle této diplomové práce dostačující. Materiálový tok vyjadřuje spojení jednotlivých výrobních etap a pracovišť. Z hlediska operací v přepravě je nutné dodržovat tyto základní pravidla pro tvorbu materiálových toků:

- Vytvořit, pokud možno, přímé cesty bez zbytečných křížení a zpětných pohybů
- Vyloučit nadbytečné manipulační činnosti s materiálem
- Navrhnout rytmičnost manipulace s materiálem, nepřetržitost a plynulost, to znamená sladit výkon manipulačních a technologických zařízení
- Zvýšit mechanizaci prací s důrazem na odstranění zdraví škodlivé, nebezpečné a příliš namáhavé práce a s ohledem na zvýšení její produktivity [9]

Materiálové toky vycházejí z rozboru 6 základních požadavků:







- **P** výrobku – s čím se bude manipulovat
- **Q** množství – jaké množství materiálu bude přepraveno
- **R** reprodukční proces – posloupnost výroby, odkud kam bude materiál přepravován
- **T** čas a termíny – kdy a v jakém časovém intervalu se bude materiál přemísťovat.
- **S** služby – jaké manipulační prostředky k tomu budou využity
- **N** náklady – kolik bude manipulace stát [9]

Pro rozbor materiálových toků jsou používány grafické nebo tabulkové formy, ve kterých jsou sledovány následující druhy činností:

- Výrobní činnost
- Manipulační činnost
- Kontrolní činnost
- Organizační činnost [9]

Pro uvedené manipulační činnosti se užívá mezinárodně dohodnutých grafických symbolů, které jsou vyobrazeny v tabulce 2.1.

Tabulka 2.1 - Grafická symbolika manipulačních činností [9]

Grafický symbol	Druh činnosti	Grafický symbol	Druh činnosti
	Výrobní operace		Skladování
	Doprava		Čekání, prodleva
	Kontrola		Balení

2.3.1 Rozbor pomocí tabulky výrobního postupu

V tabulce jsou zachyceny základní činnosti, které se při manipulaci s materiálem vyskytují nejčastěji. Rozbor obsahuje časovou posloupnost jednotlivých činností, délku trvání činností, přepravní vzdálenost, frekvenci materiálových toků a další důležité informace. [9]

U širšího sortimentu součástí tvarově a technologicky podobných je vhodné sledovat v rámci materiálových toků každou položku zvlášť takzvaným schématem výrobního postupu, kde jsou zaznamenány pohyby materiálu mezi jednotlivými zařízeními a pracovišti. [9]

Cílem rozboru je optimalizace uspořádání výrobních a manipulačních míst, maximálně odstranit množství zpětných cest a přepravních výkonů. [9]

2.3.2 Rozbor pomocí šachovnicové tabulky

Šachovnicová tabulka je nástrojem používaným pro analýzu vztahů mezi objekty. Objekty se rozumí vnitropodnikové útvary i útvary mimo podnik. Pro tvorbu šachovnicové tabulky nejsou stanovena žádná pevná pravidla a její podoba je závislá na účelu a funkci. Tabulka je tvořena vepsanými názvy objektů v prvním řádku a prvním sloupci tak, aby se průsečík stejných objektů nacházel na diagonále tabulky. Příklad tabulky je na obrázku 2.1. Pomocí tabulky lze sledovat směr toku materiálu mezi objekty. Jedná se však pouze o hrubá data sloužící k dalším analýzám a optimalizacím. [10]

ŠACHOVNICOVÁ TABULKA													
ZÁVOD.....	SMĚNNOST 2,2		POČET SMĚN ZA ROK 528										
ZPRACOVÁNÍ.....	240 PRAC. DNO / ROK		KOEFCIENT 0,4 x 528 =		211,2 (PRŮM. HMOTNOST PALETY x POČET SMĚN)								
Všecký materiál na paletách			PRŮMĚRNÁ HMOTNOST PALETY q = 400 KG										
ZNACENÍ DRUHU DOPRAV. MATERIÁLU	NA PRACOVISTĚ										ODESLANÉ MNOŽSTVÍ CELKEM [T]	POHYB MATER. VE VÝROBE	
	Rampa	Sklad materiálu	Výroba 1	Výroba 2	Výroba 3	Kompletace 1	Kompletace 2	Sklad hot.výroby	Odpady	Expedice			
Z PRACOVISTĚ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		3,4,5	
1 POLOTOVÁRY												8 800	
2 ROZPRAC. VÝROBA												8 800	8800
3 HOTOVÁ VÝROBA												3 000	
4 ODPAJ												4 800	
												1 000	0
												4 000	
												3 920	0
												7 920	
												880	
												0	
PŘIJATÉ MNOŽSTVÍ CELKEM [T]	880	8 800	3 000	4 800	1 000	4 860	3 060	7 920	880	7 920		43 120	8 800

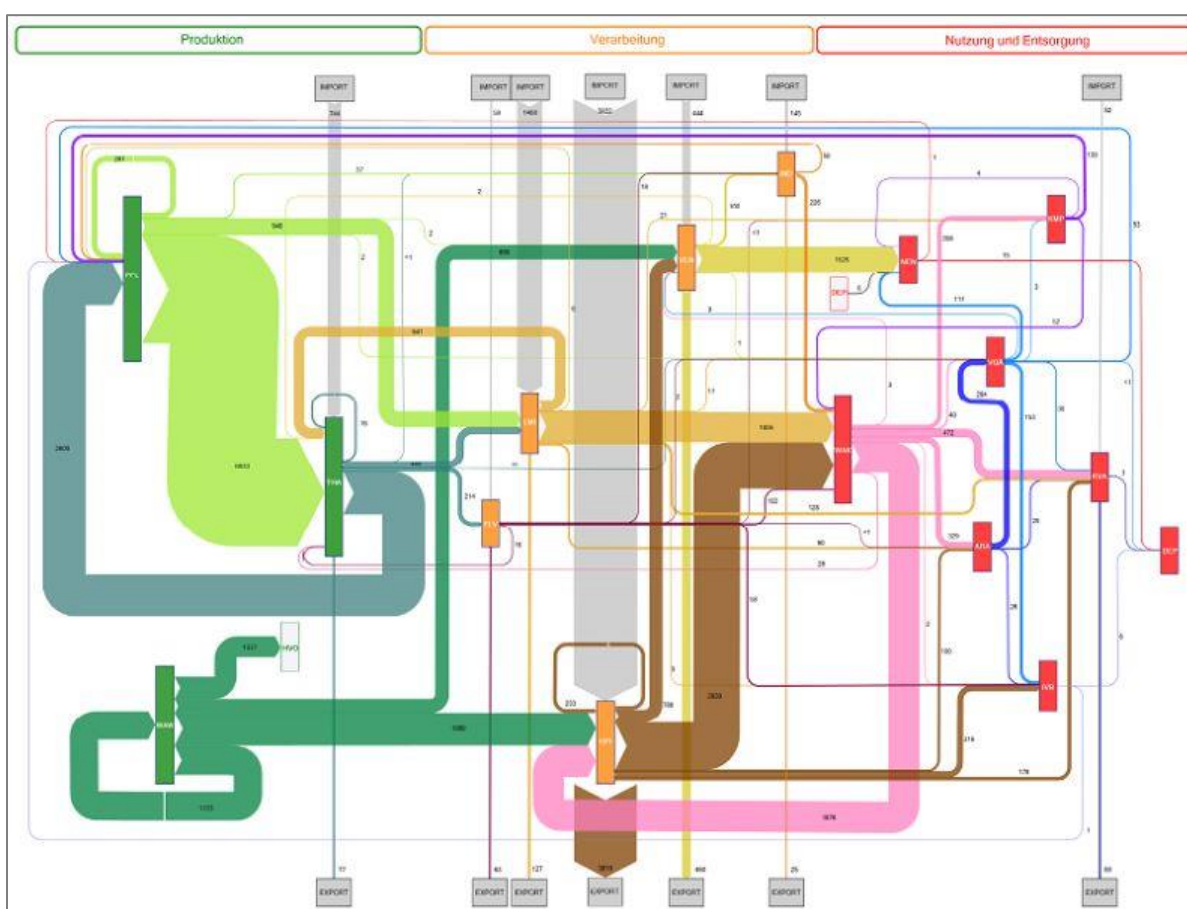
ÚDAJE V POLÍČKY ZNAČÍ : POČET PALET ZA SMĚNU → 42 900 ← DOPRAVOVANÉ MNOŽSTVÍ V TUNÁCH ZA ROK
 DRUH DOPRAVOVANÉHO MATERIÁLU → 2 24 ← DOPRAVNÍ VZDÁLENOST V M

Obrázek 2.1 - Příklad šachovnicové tabulky [11]

2.3.3 Sankeyův diagram

Je metodou umožňující v nákrese půdorysu objektů graficky znázornit materiálový tok mezi pracovišti. Je vhodný k vizuálnímu posouzení stávající situace a nalezení nového řešení u méně složitých systémů nebo jsou podmínky pro nové rozmístění těžko definovatelné pro zpracování výpočetní technikou. Nelze využít v automatizovaných a poloautomatizovaných výrobních procesech, ale uplatnění najde v malých podnicích. [10]

Většinou je aplikován z důvodu zobrazení a názornosti probíhajících výrobních procesů. Je vytvářen pro následnou optimalizaci a zlepšení využitelnosti výrobních strojů, manipulační techniky a k úspoře materiálu. [10]



Obrázek 2.2 - Sankeyův diagram [12]

Pomocí Sankeyova diagramu není řešeno rozmístění pracovišť, ale zobrazuje pouze materiálový tok mezi pracovišti. Tok je znázorněn pomocí šipek. Šipkami je možné i znázornění velikosti toku materiálu pomocí jejich rozdílně tloušťky. Příklad Sankeyova diagramu je na obrázku 2.2. Vstupní data pro tvorbu diagramu jsou získávána z matice mezi dílenskými materiálovými toků. [10]

2.3.4 Schéma dopravních cest

Podobně jako Sankeyův diagram slouží schéma ke znázornění dopravních cest a pohybu materiálu v grafické podobě. Zznačené trasy materiálových toků jsou značeny číselným údajem udávajícím objem toku materiálu. Případně může obsahovat další číselný údaj za lomítkem, který udává délku dopravní cesty. [13]

2.3.5 Metoda párového porovnání

Pro vzájemné vztahy činností, které mají být uskutečněny mezi pracovišti jsou stanoveny stupně priority. Ke stanovení priorit je potřeba stanovit klasifikaci, která je prováděna podle kvalitativních znaků. Porovnání a stanovení priorit je postupně prováděno jen mezi dvojicí činností. Metoda však potřebuje odbornou znalost řešené problematiky, a proto před vyplněním vstupních údajů musí být upřesněno:

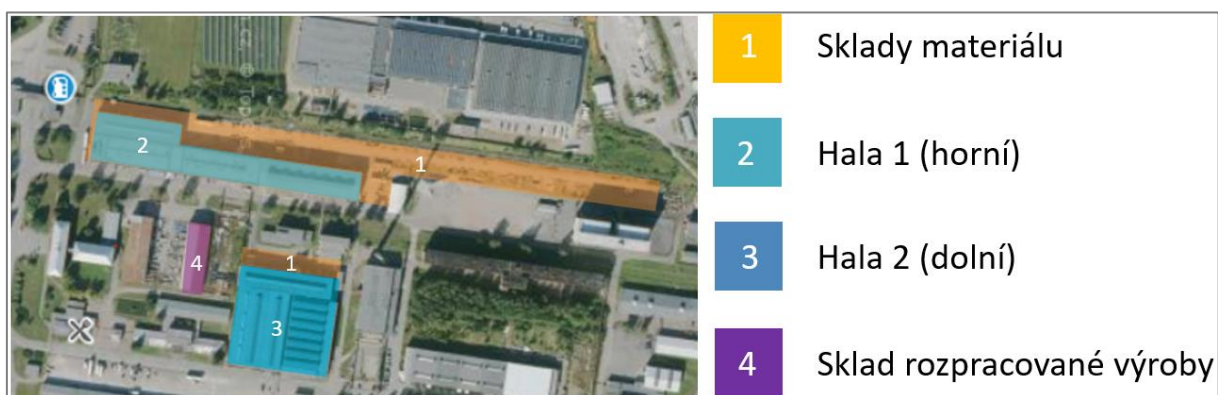
1. Které činnosti musí být nejbližší určitému pracovišti
2. Které činnosti nejsou rozhodující nebo nežádoucí
3. Se kterými činnostmi je úzká spolupráce a využívají stejná zařízení [9]

V této kapitole jsem se zabýval základy navrhování výrobních systémů, manipulací s materiálem a s tím spojenými materiálovými toky. Tato teorie mi posloužila jako podklad pro tvorbu návrhu výrobního systému.

3 Představení společnosti

Tato kapitola se zabývá představením společnosti a jejího výrobního programu. Společnost Schäfer-Menk, s.r.o. se orientuje na výrobu technologicky náročných svařovaných konstrukcí pro důlní techniku, stavební stroje a autojeřáby. Dále se zabývá výrobou transformátorových nádob a satorů pro motory. Skupina Menk-Gruppe, pod kterou Schäfer-Menk s.r.o. spadá, zahrnuje šest výrobních závodů po celém světě. Dva se nachází v Německém Bad Marienbergu. Tam také sídlí mateřská společnost. Dále má jeden výrobní závod v USA ve Sterling Illinois a v Číně ve městě Kunshan. Zbylé dva výrobní závody se nachází v České republice. Společnost vytváří dlouhodobé kontrakty na dodávky komponent pro zákazníky z popsanych odvětví, které jí zajišťují odbyt. Výrobní portfolio a výrobu řídí dle požadavků zákazníků vyrábějících autojeřáby, stavební stroje, transportéry do přístavů, lokomotivy a mobilní nakladače. Vzhledem k relativně širokému spektru výrobního sortimentu a specializaci na daná odvětví v oblasti strojírenství se jedná o diskrétní výrobu.

V České republice má firma dva výrobní závody. Jeden z nich je umístěn na okraji Prahy v Radotíně a druhý se nachází v Dýšině u Plzně. Tuto práci jsem vytvářel pro výrobní závod v Dýšině u Plzně. Firma zde sídlí v průmyslovém areálu, ve kterém disponuje 2 výrobními objekty, které jsou na obrázku vyznačeny jako Hala 1 (horní) a Hala 2 (dolní), nekrytými skladovacími plochami, kde uskladňuje hutní polotovary na výrobu komponent potřebných pro zhotovení finálních výrobků a krytým skladem v podobě plechové haly pro uskladnění rozpracované výroby. Tato krytá hala slouží spíše jako sklad podsestav, které vzhledem ke svým rozměrům není vhodné skladovat v meziskladech montáže. Rozmístění hal v průmyslovém areálu je vyobrazeno na leteckém snímku na obrázku 3.1.



Obrázek 3.1 - Rozmístění hal a skladovacích ploch v Dýšině u Plzně

Závod v Dýšíně se specializuje na výrobu rozměrných svařenců a komponent pro výrobce autojeřábů. Vzhledem k použití finální výrobků jsou výchozím materiálem pro výrobu vysokopevnostní jemnozrnné oceli s dobrou svařitelností. Pro výrobu jsou v podniku používány počítačem řízená zařízení pro řezání plechů, CNC obráběcí centra a jiné konvenční obráběcí a tvářecí stroje. Ke svařování se v podniku používají metody obloukového svařování tavící se elektrodou v aktivním plynu (135), obloukového svařování tavící se elektrodou v inertním plynu (131), obloukového svařování wolframovou elektrodou v inertním plynu (141), svařování pod tavidlem drátovou elektrodou (121), obloukového svařování plněnou elektrodou s kovovým práškem v aktivním plynu (138) a svařování svorníků elektrickým obloukem s použitím ochranné atmosféry (783). Výrobky jsou v podniku děleny do skupin dle tvarové a technologické podobnosti. Jedná se o svařence rámců značených UW, což je podvozek autojeřábu, rámců OW, což je nadstavba podvozku UW, závaží pro použití u autojeřábů značené GGW, stabilizační patky podvozků potřebné pro zajištění stability jeřábu a Spitze, což je součást výsuvného ramene jeřábu. Detailnější charakteristiky skupin výrobků budou popsány v kapitole volby výrobního představitele.

4 Analýza současného stavu

Cílem diplomové práce je provést optimalizaci výroby a navrhnout nový systém interní logistiky sestávající z návrhu způsobu plánování a řízení výroby spojené s výběrem vhodných softwarových nástrojů implementovatelných na stávající podnikový systém Helios Orange a volby vhodné manipulační techniky. V prvním kroku jsem provedl podrobnou analýzu současného stavu. Nejdříve jsem musel provést analýzu výrobního systému a procesů z nichž je tvořena výroba. Konkrétně se jedná o procesy skladování hutních polotovarů, výroby komponent potřebných pro montáž, skladování rozpracované výroby, svařování, obrábění, následné kontroly, povrchových úprav v podobě tryskání a lakování, balení a expedice k zákazníkovi.

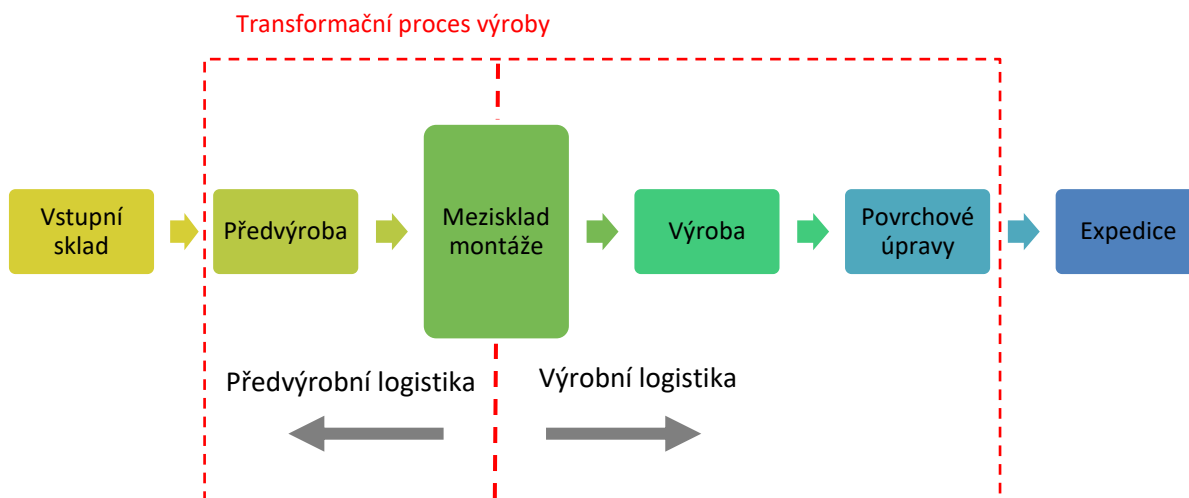
Dále jsem z dat poskytnutých společností zvolil vhodného představitele, s jehož pomocí jsem zanalyzoval průběh a řízení typické zakázky. Analýza výroby výrobního představitele obsahuje celý proces od přijetí zakázky, objednání materiálu, nakupovaných komponent a kooperace, zadání příkazu na výrobu komponent, evidence dílů pomocí průvodek a jejich odvolávání z výroby, systém manipulace a skladování, výrobu na montáži, povrchové úpravy, kontrolu a konečnou expedici k zákazníkovi.

Po sběru a vyhodnocení těchto dat jsem získal prostředky potřebné pro zhodnocení současného stavu. Z těchto výsledků jsem vyhodnotil nedostatky výrobního systému a v další kapitole jsem navrhl racionalizační opatření, která budou sloužit ke zvýšení efektivity výroby a interní logistiky podniku.

4.1 Výrobní systém

Výrobní proces je společně s interní logistikou rozdělen v podniku do dvou částí. Schématické rozdělení těchto částí je na obrázku 4.1. První část obsahuje předvýrobu, kde jsou vyráběny komponenty potřebné pro montáž konstrukce na svařovně. Z pohledu interní logistiky jsou zde podstatné materiálové toky při výrobě dílů, jejich manipulace a skladování rozpracované výroby. V druhé části dochází k montáži dílů, kontrole a konečným povrchovým úpravám výrobku. Logistiku zde tvoří navážení dílu na pracoviště montáže a manipulace s rozměrnými svařenci. Popsané části výrobního systému jsou od sebe odděleny meziskladem montáže, do kterého přichází díly z předvýroby. Díly jsou v meziskladech tříděny na palety dle potřeb svařovny a následně putují na montáž. Výroba je členěna do sektorů na pracoviště uspořádaných dle skupin technologicky podobných výrobků. Podstatná část výroby spočívá

ve svařování konstrukcí. Obě výrobní haly jsou osazeny mostovými jeřáby a sloupovými výložníkovými jeřáby určenými k operační a mezioperační manipulaci s těžkými břemeny.



Obrázek 4.1 - Proces výroby a rozdělení interní logistiky

Manipulace s paletami je v celém systému zajištěna vysokozdvížnými vozíky a paletovými motorovými nízkozdvížnými vozíky s krácející obsluhou.

Výrobní systém v Schäfer-Menk s.r.o., výrobního závodu v Dýšíně u Plzně, se skládá z procesů, které jsem podrobněji popsal v následujících kapitolách.

4.1.1 Vstupní sklad

Sklad hutních polotovarů je umístěn ve venkovních nekrytých prostorách o poměrně velké rozloze a při jejich vstupu do výrobního procesu je mnohdy nutné urazit dlouhé vzdálenosti. Materiál v podobě tabulí plechů je uskladněn na paletách a ty jsou stohovány na sebe. Jedná se o vysokopevnostní konstrukční nízkolegované oceli obchodní značky Weldox s nízkým uhlíkovým ekvivalentem CE, což zaručuje dobrou svařitelnost. Ve skladu hutních polotovarů jsou skladovány tyčové polotovary, trubky a jiné profily. Tyto polotovary jsou vstupním materiálem do výrobního procesu předvýroby. K přepravě a manipulaci s materiálem jsou používány vysokozdvížné vozíky.

4.1.2 Výroba komponent

V této fázi jsou vyráběny komponenty z hutních polotovarů. Předvýroba je složena z několika technologických operací jako je dělení kulatin na pásové pile, dělení dílů z plechů pomocí řezacích strojů (plamenem, plazmou a laserem), tryskání dílů, tváření na ohraňovacím lise, soustružení na konvenčním soustruhu, vrtání na sloupcové vrtačce, tvorbě úkosů, obrábění na obráběcích CNC centrech a svařování podsestav. Rozměrné díly jsou tvářeny pomocí kooperace, která je zajišťována u externí firmy.

Pálicí plány pro dělení plechů jsou vytvořeny tak, že vyráběný počet dílů odpovídá množství pro výrobu 4 finálních výrobků. Tento přístup k výrobě dílů je v podniku dán z historického hlediska z období, kdy bylo možné vytvářet pálicí plány pouze manuálně. Důvodem výroby sad dílů bylo maximální využití materiálu. Tento princip tvorby pálicích plánů ve firmě přetrval do současnosti. Z důvodu této nadprodukce dílů je předvýroba opatřena meziskladem, kde je umístěna rozpracovaná výroba. Mezisklad je tvořen paletovými regály a volnou plochou určenou k ukládání palet, kde jsou na sebe stohovány. Část těchto regálů je určena pro nevytříděné díly a zbylá část slouží k ukládání palet, na kterých jsou díly rozděleny dle materiálových toků v předvýrobě. Palety přiřazené ke konkrétní zakázce jsou skladovány náhodně a nemají pevně stanoveny regálové pozice, ale jsou ukládány do aktuálně volných pozic. Proto, aby nedocházelo k záměně, jsou palety označeny číslem zakázky a skladovány pohromadě v jedné části skladu. Mezioperačně je s paletami manipulováno vysokozdvížnými a paletovými vozíky. Operační manipulace s díly je prováděna ručně nebo pomocí jeřábu zakončeného magnetem.

4.1.3 Mezisklady

Skladovací prostor slouží k naskladnění hotových dílů z předvýroby a k jejich vychystání pracovníky skladu na palety dle potřeb výroby. Opět se jedná o náhodný způsob skladování. Palety nemají v regálech stanoveny pevné pozice. Skladování v meziskladech slouží pouze pro jejich dočasné uchování. Skladníci se zde při vychystávání dílů na danou operaci řídí pracovním postupem a aktuální rozpracovaností výroby. Mezisklady jsou vybaveny paletovými regály a vysokozdvížným vozíkem. Jeden mezisklad je umístěn v hale 1 (horní) a druhý se nachází v hale 2 (spodní). V těchto meziskladech jsou skladovány rozdílné díly a podsestavy určené typem montáže, která na ně navazuje.

4.1.4 Montáž

V tomto procesu jsou na pracoviště naváženy potřebné díly vyskládané na paletách určené pro danou operaci. Palety jsou na pracoviště naváženy vysokozdvizným vozíkem. Díly pro svařování se umísťují do svařovacích přípravků, ve kterých se nejdříve provedou bodové svary, překontroluje se správnost sestavení a konstrukce se následně svaří. Na svaření konstrukce se podílí jeden až dva svářeči. Jejich počet se odvíjí od technologické náročnosti sestavy. Pro svařování podsestav a výrobků menších rozměrů jsou používány stoly s přípravky ve svařovacích boxech. Rozměrné rámy jsou ustavovány do rotačních přípravků určených ke svařování. Pracoviště jsou rozděleny na části, kde jsou svařovány sestavy v rámci předvýroby, svařovací boxy pro OW rámy, patky, Spitze, závaží a svařovna pro montáž UW rámu a jejich podsestav.

4.1.5 Obrábění

Obrábění je uskutečňováno při výrobě dílů v předvýrobě i během montáže rámu. Pro obrábění dílů slouží několik druhů CNC center a konvenční obráběcí stroje. K obrábění rámu je používáno obráběcí centrum určené pro obrábění rozměrných obrobků. Na vyráběných rámech jsou obráběny funkční plochy. Ty jsou obráběny mezi operacemi montáže před tím, než jsou na rám přivařeny díly, které by při obrábění daných ploch překážely. Obráběcí centrum určené pro rozměrné obrobky se nachází v jiné hale. Pro tento účel je zde zajištěna mezi objektová logistika. Pro přepravu rámu je využívána kombinace vysokozdvizného vozíku a podvozku o jedné nápravě. Po procesu obrábění jsou rámy převezeny zpět na pracoviště montáže. K manipulaci a ustavení rámu na podvozek nebo obráběcí centrum slouží mostový jeřáb. V předvýrobě jsou díly do strojů ustavovány ručně nebo pomocí sloupového jeřábu.

4.1.6 Kontrola

Ve svařovně je pracoviště, na kterém je prováděna vizuální kontrola kvality svarů zaškoleným pracovníkem. Další z pracovišť kontroly jsou umístěny v blízkosti boxů pro povrchové úpravy a v části expedice. Kontrola za účelem ověření rozměrové správnosti rozmístění dílů se provádí u konečných svařenců po tryskání. Svařence jsou kontrolovány pomocí laserového 3D skeneru, s jehož pomocí lze hodnotit rozměrovou správnost výrobku porovnáním s 3D modelem vytvořeným v CAD systému. V případě, že kontrola objeví chyby

je rám poslán na opravu. V opačném případě pokračuje dál do lakovny. Při expedici jsou na rám montovány zbývající komponenty. Proto je i zde prováděna kontrola konečných rozměrů.

4.1.7 Povrchová úprava

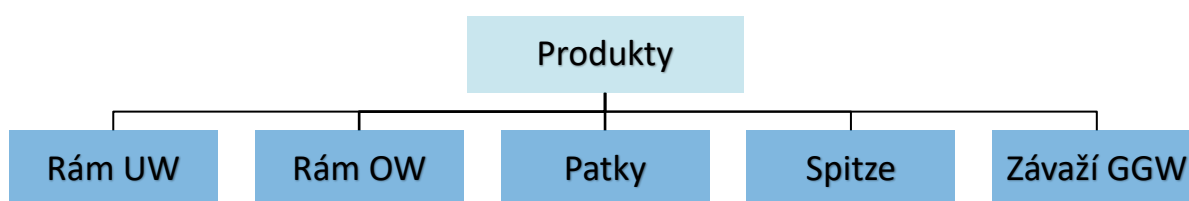
Povrchová úprava se zde skládá ze dvou částí. Nejdříve se provede odstranění nečistot a zdrsnění povrchu pro lepší přilnavost nátěru v tryskacím boxu pomocí ocelového abraziva. Mezi tryskáním a lakováním probíhá již zmíněná kontrola rozměrů. Pokud rám projde kontrolou tak jde do lakovacího boxu, kde je provedeno nanesení nátěru dle přání zákazníka.

4.1.8 Balení a expedice

Poté co rám projde celým procesem výroby a splňuje kvalitativní požadavky, tak je poslán na expedici. Zde jsou k rámu přidány patky, které jsou vyráběny v odděleném procesu výroby. Takto připravený rám je umístěn do skladu hotových výrobků a přichystán na dodávku k zákazníkovi.

4.1.9 Volba výrobního představitele

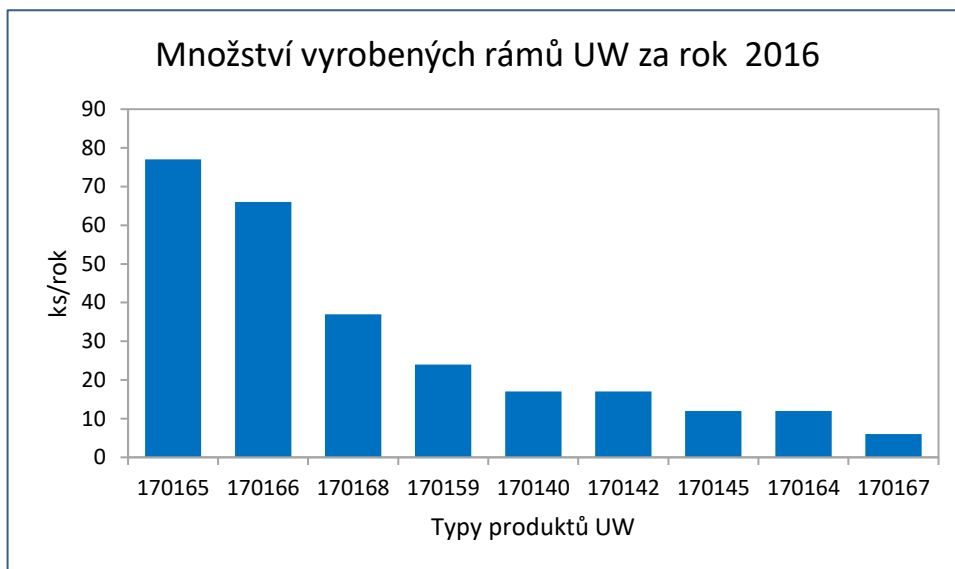
Podnik vyrábí několik skupin produktů, které se od sebe liší tvarem, složitostí výroby, časovou náročností výroby, počtem dílů sestavy a svou hmotností. Výrobky jsou do skupin rozřazeny dle tvarové a rozměrové podobnosti. Pro danou analýzu bylo důležité vybrat představitele, který je vzhledem ke své složitosti nejnáročnější na výrobu. Jen u takového představitele bude možné pokrýt celou výrobu a analyzovat veškeré procesy výroby. Skupiny produktů, ze kterých jsem selektoval představitele jsou na obrázku 4.2.



Obrázek 4.2 - Typy výrobků vyráběné v Dýšíně u Plzně

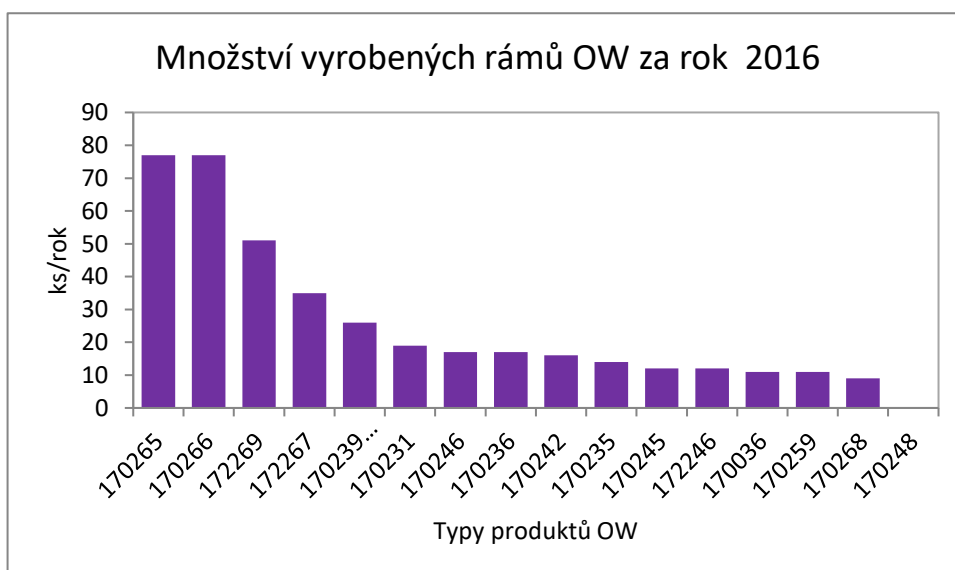
Rám UW (Unterwagen), je skupinou podvozků autojeřábů. Jedná se o nejrozměrnější vyráběné produkty a na jejich výrobu je potřeba největší množství dílů. Z toho lze vyvodit, že jejich technologická a časová náročnost výroby bude v porovnání s ostatními vyráběnými produkty dosahovat nejvyšších hodnot. Za rok 2016 bylo vyrobeno celkem kolem 300 kusů

všech rámců skupiny UW. Graf 4.1 pak dále uvádí vyrobené množství rámců dle jednotlivých typů.



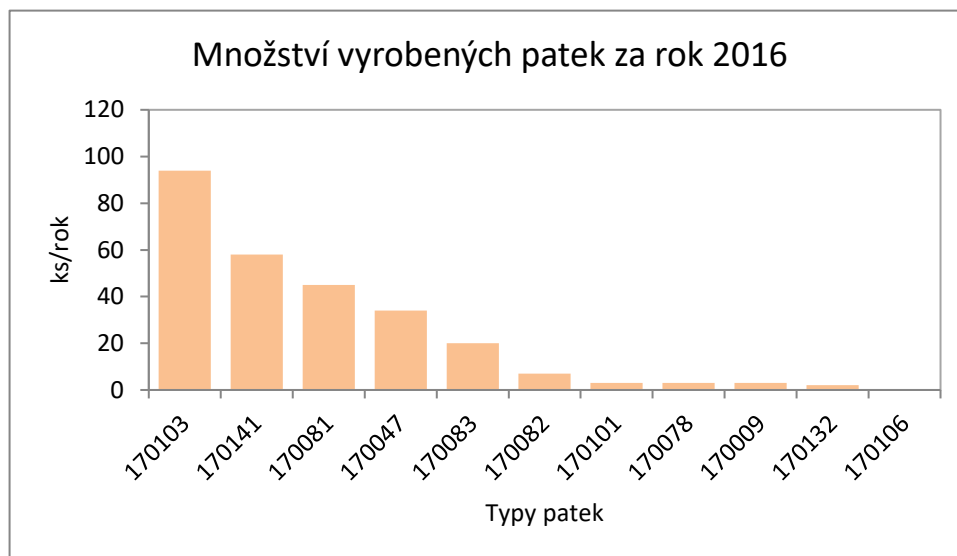
Graf 4.1 - Množství vyrobených kusů jednotlivých typů rámců UW

Rám OW (Oberwagen) je konstrukce, která je rotační částí autojeřábu. Výrobce autojeřábů tento rám kompletuje s podvozkem UW a slouží jako část, na níž bude upevněno výsuvné rameno a kabina jeřábu. Celková produkce rámců této skupiny za rok 2016 byla kolem 400 kusů. V grafu 4.2. je uvedeno množství vyráběných kusů na jednotlivé typy rámců.



Graf 4.2 - Množství vyrobených kusů jednotlivých typů rámců OW

Patky jsou součástí rámu a slouží k zajištění stability autojeřábu při manipulaci s těžkými břemeny. Při expedicích jsou baleny a odesílány společně s rámem UW. V roce 2016 jich bylo vyrobeno kolem 300 kusů. Přehled o vyrobeném množství jednotlivých typů patek je v grafu 4.3.

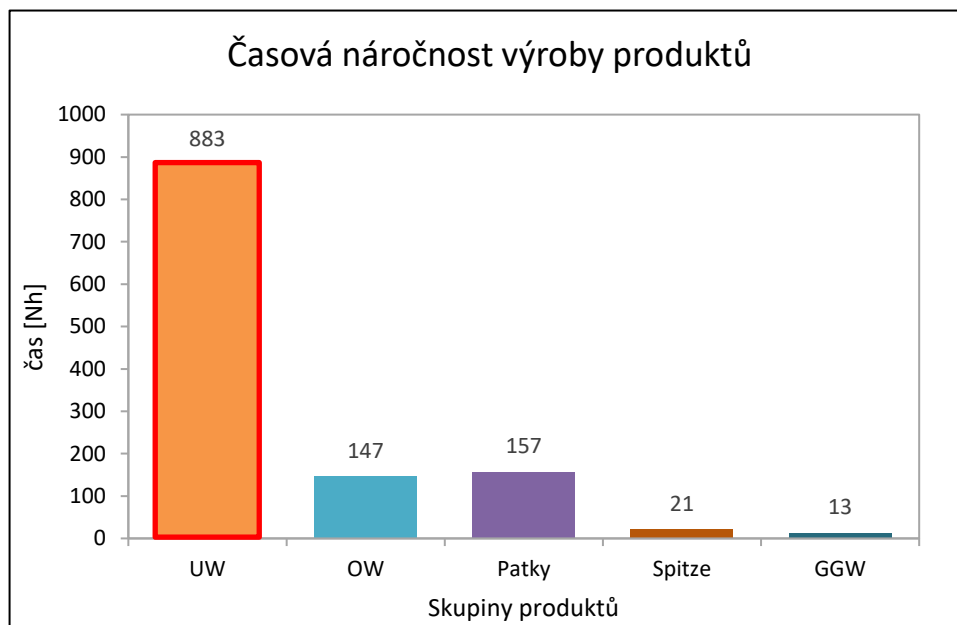


Graf 4.3 - Množství vyrobených kusů jednotlivých typů patek

Spitze jsou výložníky umístěné na konci výsuvného ramene jeřábu umožňující jeho prodloužení. Jedná se o jednoduchý výrobek s malou technologickou náročností, počtem dílů a potřebou malého počtu pracovníků na jeho vyrobení.

Závaží GGW (Gegengewicht) slouží jako protizávaží, které má zajistit, aby nedošlo k převážení autojeřábu při práci s těžkými břemeny. Stejně jako Spitze je závaží méně náročné na výrobu. Skládá se z malého počtu dílů a jeho výrobou se zabývá jen malé množství pracovníků. Tyto dva výrobky, Spitze a GGW, tedy mohli být vyřazeny z výběru bez dalšího podrobnějšího rozboru.

Nejdůležitějším parametrem při výběru představitele byla jejich technologická a časová náročnost, protože od toho se dále odvíjí množství použitých druhů materiálů, počet nutných technologických operací při výrobě dílů, vytížení kapacity pracovišť a velikost materiálových toků. Z grafu 4.4, kde je uvedena přibližná doba výroby, je zřejmé, že časově nejnáročnější na výrobu jsou dle předpokladu rámy ze skupiny UW. Veškeré časy jsou zde uvedeny v normohodinách.



Graf 4.4 - Časová náročnost výroby u skupin produktů

Dále bylo potřebné zvolit vhodný typ rámu UW, který by splňoval stanovené kritérium. Opět jsem tedy provedl rozbor časové náročnosti, ale tentokrát u rámců UW. Hodnoty časů jsou v tabulce 4.1. Jsou zde uvedeny typy rámců UW, které zastupují rámy určité podobnostní skupiny.

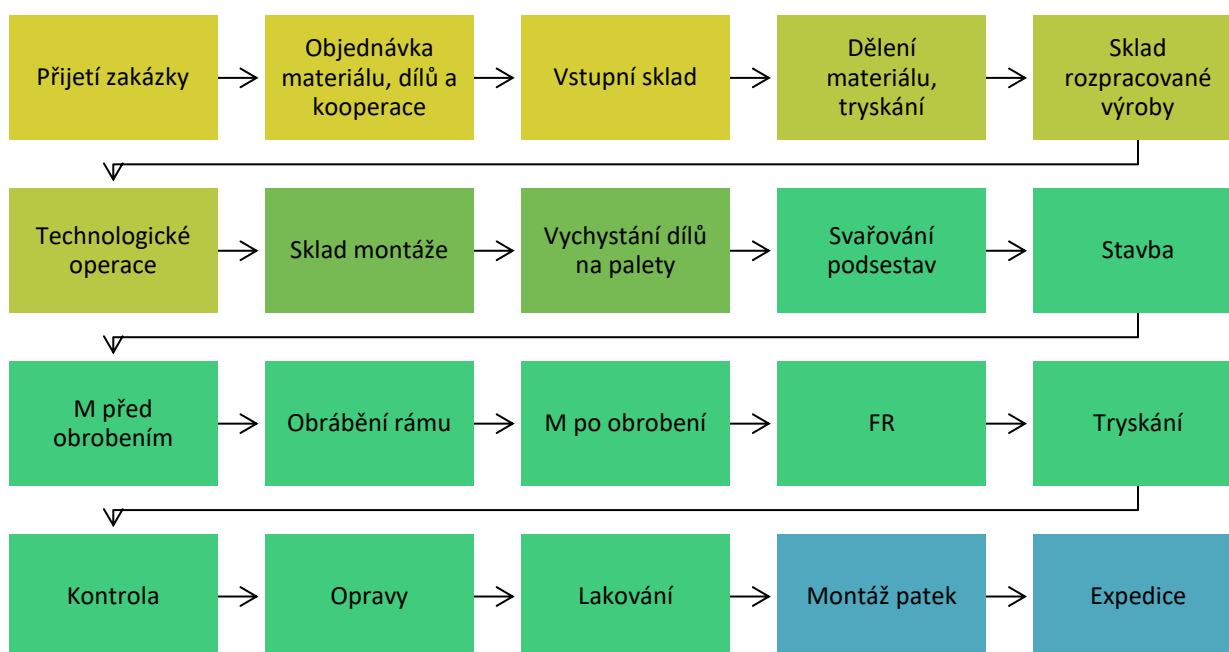
Tabulka 4.1 - Časová náročnost výroby produktů skupiny UW

Rámy UW	170140	170145	170165	170166	170168	170159
Časová náročnost výroby [Nh]	546	687	536	690	883	875

Z úvodní části analýzy výrobního portfolia vyplývá, že největší produkce za rok 2016 byla u výrobků skupiny OW. Z důvodu pokrytí celého výrobního systému je však pro volbu představitele podstatná jeho technologická náročnost. Technologická náročnost má vliv na průběžnou dobu výroby produktu. Proto byl výsledný představitel stanoven pomocí normohodin poskytnutých společnostmi. Z této analýzy se ukázalo, že rámy UW svou náročností výroby výrazně převyšují zbytek produktů. V dalším kroku rozboru byl stejným způsobem stanoven výsledný typ rámu ze skupiny UW. Časově nejnáročnějšími jsou na výrobu rámy UW 170168 a UW 170159. Celkově však nejdéle trvá vyrobit rám UW 170168. Toto zjištění, jsem konzultoval v podniku, a po domluvě jsme za technologicky nejnáročnějšího představitele zvolili rám UW 170168.

4.2 Analýza výrobního představitele

V této kapitole se zabývám analýzou průběhu zakázky zvoleného představitele, rámu UW 170168. Plánování a řízení výroby zde začíná přijetím objednávky. Z evidence zásob se zjistí aktuální stav polotovarů, nakupovaných dílů a musí být objednána kooperace. Po naskladnění potřebných materiálů zadává oddělení plánování výroby příkaz do předvýroby v podobě vystavených průvodek vyráběných dílů. Průvodky poskytují základní informace o specifikaci materiálu, rozměrech polotovaru, ze kterých budou díly vyráběny, počtu kusů v dávce, výkresy vyráběných dílů, jednotlivé druhy technologických operací, na kterých budou zpracovány a jejich výrobní časy. Aktuálně je v jedné dávce vyráběn počet dílů potřebný na výrobu 4 finálních ráků. Na obrázku 4.3 je schéma průběhu zakázky, jejíž popis pokračuje dále v této kapitole.



Obrázek 4.3 - Průběh zakázky rámu UW170168

Na základě obdržených průvodek dá předvýroba skladu hutních polotovarů požadavek na potřebné druhy materiálu. Pracovník obsluhující zařízení na dělení plechů nejprve porovná průvodky s pálicím plánem, ve kterém je rozkresleno rozmístění dílů na tabuli plechu a jsou zde definovány pálicí programy potřebné pro výrobu těchto dílů. Pálicí plány jsou v současné době vytvářeny manuálně a jejich příprava je časově náročná. Tímto způsobem tvorby pálicích plánů navíc není zaručeno maximální využití vstupního materiálu. Po skončení pálicího programu načte pracovník čárový kód z pálicího plánu, kterým do podnikového systému

zaznamená celkový čas proběhlé operace. U tyčových polotovarů je postup podobný s tím rozdílem, že u pásové pily se nastavuje pouze doraz určující délku odřezávané části, případně sklon řezu. Tyto díly jsou následně obsluhou stroje, případně jiným pomocným pracovníkem, ukládány na plety. Manipulace při ukládání na palety se provádí ručně nebo pomocí mostového jeřábu s magnetem. Díly zde nejsou tříděny do skupin dle následujících technologických operací, ale jsou z pracoviště převezeny do meziskladu, kterým předvýroba disponuje. Mezisklad je v předvýrobě především z důvodu nadprodukce dílů.

K třídění dílů dochází v meziskladě předvýroby a na ploše určené k vytrídění dílů. Díly je možné identifikovat pomocí čísel vyráběného dílce vypálených na jejich povrchu. Číslo vyráběného dílu je uvedeno na průvodce, která je magnety připevněna k dílům. Díly jsou také mnohdy popsány pomocí lihového popisovače číslem zakázky a pozicí dílu. Na průvodce je vypsán sled technologických operací udávající materiálové toky dílů. Jednotlivé operace jsou zde barevně označeny přidělenou barvou.

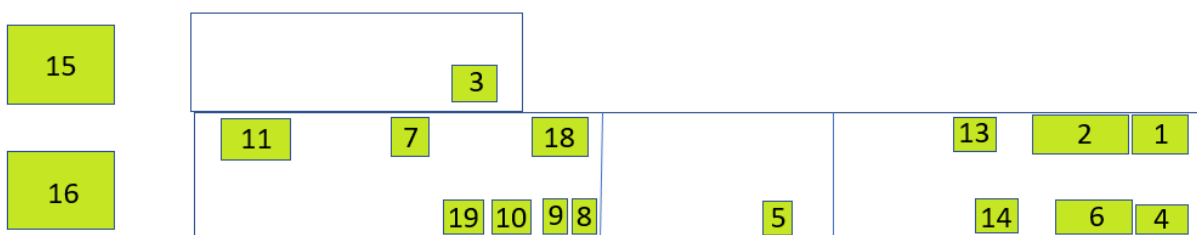
Z palet s roztříděnými díly je odebrán počet kusů potřebných na jednu zakázku a ty dále putují na potřebné technologické operace. K výrobě rámu UW 170168 je použito celkem 1146 dílů. Po dělení materiálu jsou všechny díly tryskány. K výrobě dílů pro rám UW 170168 je využito 13 pracovišť, kooperace s výrobním závodem v Radotíně a kooperace s externí firmou. V tabulce 4.2 je uvedeno množství dílů vstupujících na jednotlivé operace a barevné značení pracovišť.

Tabulka 4.2 - Množství dílů v předvýrobě u rámu UW 170168

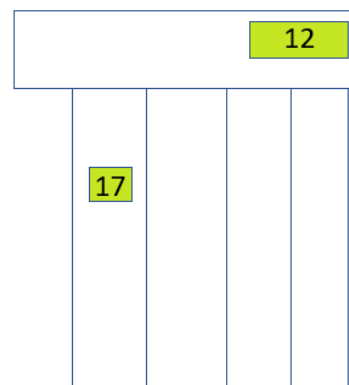
	UW 170168														
	Plamen	Plazma	Laser	Pilka	Tryskání	Úkos ruční	Úkos – ERL	Ohyb	Ohyb Praha	Soustruh	Vrtačka	Okuma	TOS	Svařovna	Kooperace
Počet dílů / na 1 rám	25	490	603	28	1146	198	26	140	6	6	51	105	1	137	27
% z objemu / na 1 rám	2,2	42,8	52,6	2,4	100	17,3	2,3	12,2	0,5	0,5	4,5	9,2	0,1	12	2,4

V předvýrobě je odhlašování dílů prováděno mistrem výroby jednou měsíčně. Evidence zaznamenávající pohyb dílů a spotřeby výkonů na pracovišti v takto dlouhých intervalech může způsobit nesrovnalosti ve výrobě v podobě chybějících dílů a v takových případech pak dochází k čekání na jejich případnou dodatečnou výrobu, čímž se prodlužuje celková průběžná doba výroby. Současný stav je takový, že informace o stavu rozpracované výroby jsou až do jejího odhlášení doslova uchovávány v paměti mistra plánování a pracovníků skladu.

Pracoviště pro výrobu dílů jsou rozmístěna po celé výrobní hale obrázek 4.4. To bylo v minulosti způsobeno nutností postupného zřizování pracovišť vlivem rostoucího množství vyráběných typů výrobků. Zařízení byla umísťována na plochy, které byly v daný moment k dispozici a nebylo uvažováno nad dispozičním řešením pracovišť předvýroby. Rozmístění pracovišť tak způsobuje nadměrnou mezioperační přepravu. Tento nedostatek by mohl být řešen návrhem nového dispozičního řešení, které však není předmětem této práce.



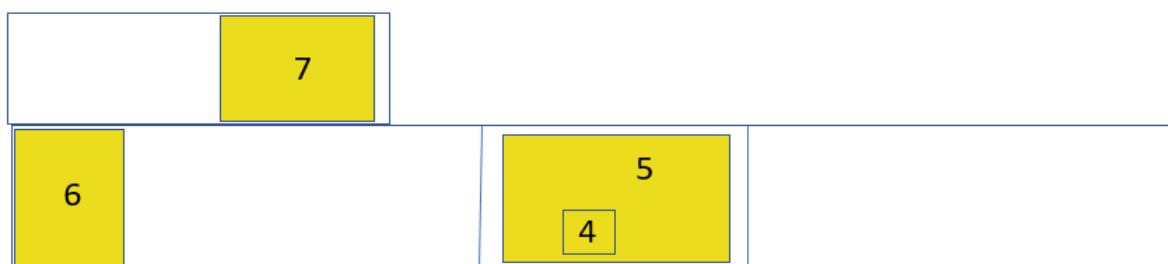
- | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Kyslíko-acetylenový řezací stroj | 11. Tryskací box |
| 2. Plazmový řezací stroj | 12. Průběžný tryskač |
| 3. Laserový řezací stroj | 13. Plocha k třídění dílů |
| 4. Pila | 14. Sklad předvýroby |
| 5. Úkos ručně | 15. Ohyb Praha |
| 6. Úkos plazma ERL | 16. Ohyb kooperace |
| 7. CNC TOS | 17. Svařovna podsestav |
| 8. Soustruh | 18. CNC Reiden BF 5 |
| 9. Vrtačka | 19. Horizontální vyvrtávačka W 100 |
| 10. Okuma | |



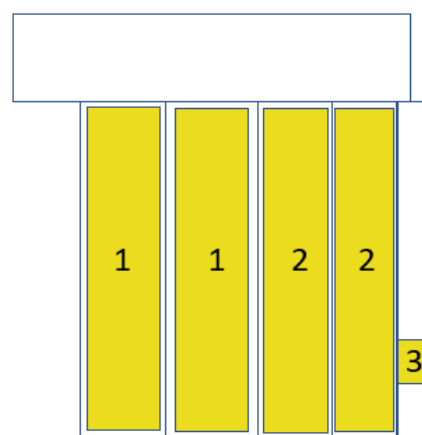
Obrázek 4.4 - Rozmístění pracovišť předvýroby

Po dokončení všech technologických operací jsou díly navezeny do meziskladu montáže, který rozděluje část předvýroby a výroby a slouží pro přechodné uchování zásob vyrobených dílů. Zde jsou díly roztrženy na palety dle operací interně značených Stavba, M před obrobením, M po obrobení a FR, dané pracovním postupem výrobku. Díly na paletách nejsou vychystány v pořadí, ve kterém vstupují do operace.

Takto vychystané díly jsou vysokozdvizným vozíkem naváženy na pracoviště montáže, které se nachází v hale 2 (dolní). Ve svařovně je nejdříve svařena pomocí přípravku základní konstrukce rámu značená Stavba. Poté je rám pomocí jeřábu ustaven do rotačního přípravku na pracovišti operace M před obrobením. Po této operaci je rám poměrně komplikovaně převezen do haly 1 (horní) na obrobení a následně se vrací zpět na montáž, kde postupuje na operace M po obrobení a FR. Ve svařovacích boxech pracovišť jsou vyráběny jednotlivé podsestavy, které se posléze stávají součástí rámu. Na obrázku 4.5 jsou zobrazeny sekce pracovišť výroby rozdělené dle skupin technologicky podobných produktů.



1. Rámy UW
2. Patky
3. Spitze
4. Závaží GGW
5. Rámy OW
6. Lakovna
7. Montáž a expedice

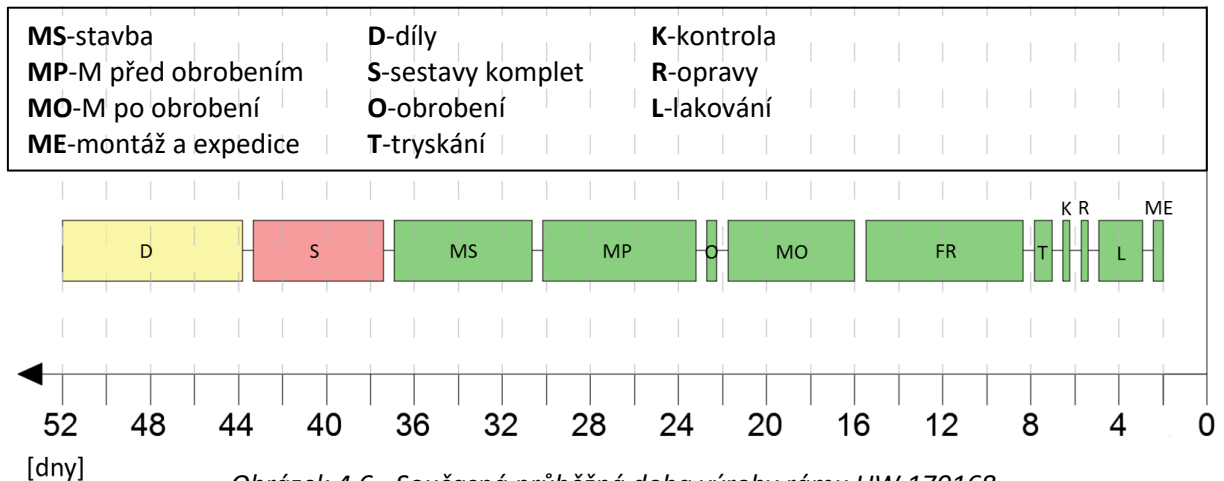


Obrázek 4.5 - Rozmístění pracovišť technologicky podobných produktů

Při montáži jsou na konstrukcích nejdříve vytvořeny bodové svary pracovníkem v jedné směně a svaření dílů je provedeno dalším pracovníkem ve směně následující. Rámy se svařují na rotačních přípravcích. Pracovník si tedy může rám při svařování natočit do optimální polohy. Při navařování drobných dílů jsou na konstrukci nejdříve naměřeny a zakresleny jejich pozice sloužící k přesnému umístění dílu na svařenci.

V meziskladu montáže opět nefunguje pravidelný systém odhlašování. Na pracoviště jsou naváženy najednou všechny potřebné díly na paletách. Ty zabírají prostor pracoviště a svářeč si tyto díly musí mnohdy i sám třídít, tak aby vyhovovali pořadí, ve kterém vstupují do operace. V některých případech jsou díly naváženy na základě požadavku jednotlivých pracovníků svařovny tak, že svářeč dává pokyny skladníkovi, které díly mu mají být nachystány. U přehledu stavu zásob a pohybu dílů je do doby odvolávky prováděné jednou měsíčně spoléháno opět pouze na přehled daných pracovníků.

Po dokončení všech operací montáže je rám ve svařovně přemístěn na pracoviště kontroly, kde se provádí vizuální kontrola svarů, provedou se jejich případné opravy a celý svařenec je převezen na pracoviště povrchové úpravy, kde je tryskán v tryskacím boxu pro rozměrné součásti. Pak jde rám na kontrolu, která je provedena pomocí laserového 3D skenu. V případě, že se vyskytnou nějaké chyby, je rám poslán zpátky na opravu. Pokud je vše v pořádku, tak jde rám do lakovny umístěné vedle tryskacího boxu, což vzhledem k šíření nečistot z tryskače není ideální umístění. Po nalakování a zaschnutí barvy jde rám na expedici kde je zabalen společně s patkami a čeká na dodání k odběrateli. V současné době je celkový čas potřebný na výrobu jednoho rámu typu UW170168 celkem 883 normohodin. Tento čas však v sobě nezahrnuje kontroly, balení, expedici, intervaly mezi jednotlivými operacemi atd. Komplexně je průběžná doba výroby s rozděleními operacemi a jejich časovou náročností popsána na obrázku 4.6.



Tuto analýzu časové náročnosti výroby zvoleného představitele jsem provedl z podkladů poskytnutých společností. Ty však nejsou z důvodu ochrany podnikových dat součástí této práce. Výstupem analýzy je průběžná doba výroby představitele popisující časovou náročnost všech zahrnutých procesů. Tyto procesy jsou v čase řazeny za sebou. Nejdříve jsou v předvýrobě vyrobeny všechny potřebné díly. Pro tvorbu podsestav rámu je nutné vyčkat, dokud nebudou vyrobeny všechny díly. To je zapříčiněno skladbou dílů v pálicích plánech. Po dokončení podsestav jsou vyrobené komponenty třízeny v meziskladě a vstupují na svařovnu do procesu montáže, ve kterém je zahrnuto obrábění rámu. Po montáži rámu následuje tryskání, kontrola, opravy, lakování a balení s expedicí. Hned v počátku procesu je výroba rámu výrazně bržděna předvýrobou, jelikož se musí vyčkat, než budou zhotoveny všechny potřebné díly a až poté mohou být svařeny podsestavy. V tomto místě procesu bude možné provést opatření, která by výrazně zkrátila průběžnou dobu výroby rámu. Tato optimalizace bude spočívat ve změně k přístupu plánování a řízení výroby dílu a podsestav z časového hlediska tak, aby byly zhotoveny a naskladněny v meziskladě dva dny před tím, než vstupují na montáž. Tato optimalizace bude vyžadovat vytvoření nového návrhu pracovního postupu.

4.3 Analýza manipulační techniky

Pro manipulaci s těžkými a rozměrnými předměty jsou ve výrobě k dispozici mostové jeřáby různých nosností. Jejich výhodou je, že s předměty je umožněno manipulovat ve všech možných směrech, omezených pouze rozmezím pojezdu a díky tomu jimi lze operativně měnit dráhu toku materiálu.

Pro manipulaci s předměty mezi pracovišti jsou k dispozici sloupové výložníkové jeřáby. Slouží převážně k manipulaci s těžkými sestavami mezi svařovacími boxy a strojním zařízením.

Pro interní i mezi závodovou přepravu materiálů a dílů uložených na euro paletách jsou používány vysokozdvížné vozíky. K interní přepravě na kratší vzdálenosti jsou používány ruční nízkozdvížné paletové vozíky na motorový pohon.

Manipulace dílů v mezioperační přepravě pomocí vysokozdvížných vozíků není příliš vhodná, jelikož hutní polotovary a rozměrné díly jsou při přepravě umístěny napříč ve směru jízdy a zabírají při přepravě značný prostor. Materiál převážený na paletě má mnohdy značný přesah, který může být příčinou kolize s objektem, výrobním zařízením nebo v nejhorším případě s pracovníkem pohybujícím se v blízkosti pohybu vysokozdvížného vozíku. Z toho plyne, že aktuální řešení přepravy pouze pomocí vysokozdvížných vozíků není z hlediska bezpečnosti na pracovišti příliš vhodné. Úkolem proto bude navrhnout typ manipulačního zařízení tak, aby se zvýšila jeho kapacita a způsob přepravy vyhovoval kritériím pro bezpečnou a plynulou přepravu.

Nevhodná je i manipulace v případě převážní rámu UW mezi objekty. Příprava na převoz spočívá v tom, že pomocí jeřábu dojde k ustavení rámu na vysokozdvížný vozík z jedné strany a ze strany druhé je usazen na podvozek s jednou nápravou. Po ustavení je rám připraven k převozu, při kterém je tlačěn vysokozdvížným vozíkem. Tento způsob přepravy je velmi neefektivní a obsluha vysokozdvížného vozíku musí být velmi opatrná, aby při cestě nedošlo k havárii, což je značně nebezpečné jak pro obsluhu vozíku, tak i pro pracovníky pohybující se v blízkosti přepravovaného rámu.

4.4 Zhodnocení provedených analýz

V analýze současného stavu jsem popsal výrobní program společnosti Schäfer-Menk s.r.o. výrobního závodu Dýšina u Plzně. Byl popsán výrobní systém a jeho procesy sestávající ze skladování hutních polotovarů, výroby komponent, skladování ve výrobě, svařování, obrábění, kontroly, povrchové úpravy, balení a expedice. Pomocí analýzy výrobního programu jsem zvolil představitele vhodného pro popis průběhu zakázky od jejího přijetí, objednávky materiálů, výroby dílů, skladování, svaření rámu, povrchové úpravy, kontroly až po balení a konečnou expedici rámu s patkami k zákazníkovi.

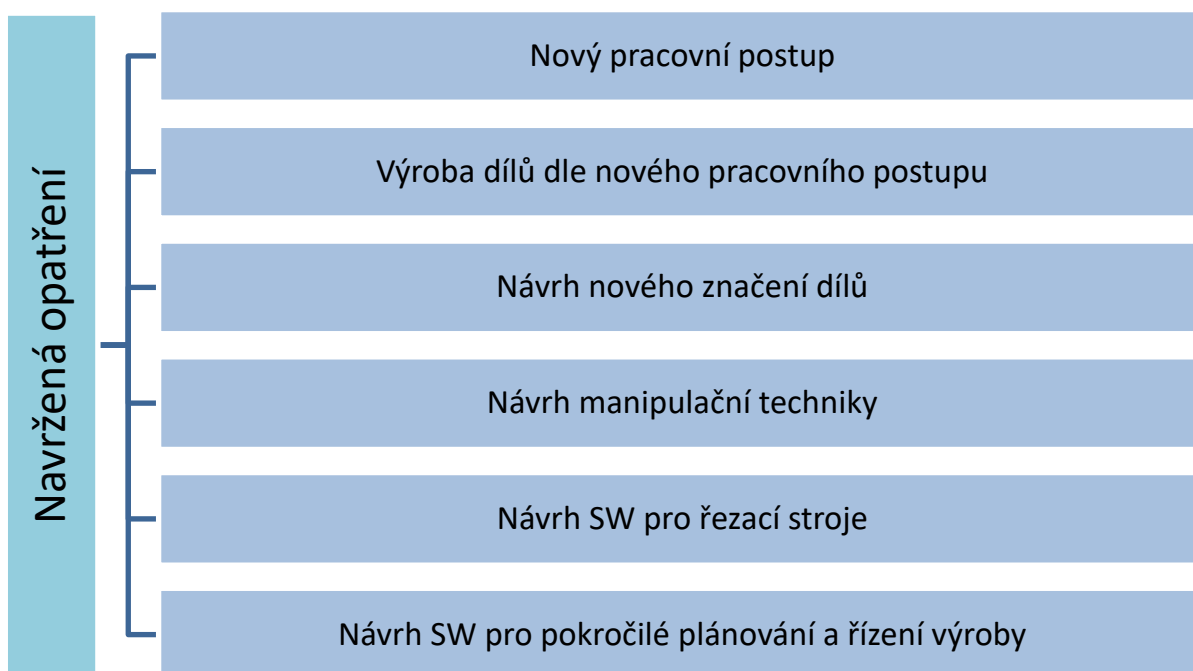
Analýza současného stavu mi pomohla odhalit slabá místa interní logistiky a procesu plánování a řízení výroby. V předvýrobě se jedná o nadbytečné množství vyráběných dílů. Tímto způsobem výroby je zbytečně blokována kapacita skladů. Dalším odhaleným nedostatkem je málo přehledné značení dílů a jejich odvolávka v dlouhých časových intervalech. Analýza časové náročnosti výroby rámu ukázala neefektivní plánování a řízení výroby dílů a podsestav. V podniku nepoužívají žádné nástroje pro pokročilé plánování a řízení výroby, které by usnadňovali práci z hlediska technické přípravy výroby, evidence zásob, plánování kapacitních zdrojů, front práce atd. V části výroby jsou na pracoviště svařovny najednou naváženy všechny palety s díly dle aktuálně prováděné operace. Palety tak na pracovišti zabírají zbytečně velký prostor a díly na nich navíc nejsou vyskládány dle pořadí v jakém vstupují do operace. Tyto díly si musí rovnat svářeč sám, čímž se zvyšují náklady na výrobek. Zvýšení nákladů je způsobeno tím, že náklady na certifikovaného svářeče jsou větší než u méně kvalifikovaného pracovníka, který by tuto práci mohl odvádět stejně kvalitně s vynaložením nižších mzdových nákladů, než je tomu u času spotřebovaného svářečem.

Podnik při výrobě uplatňuje tlačný systém výroby, kdy jsou výrobky vyráběny na sklad, ve kterém jsou uloženy, dokud zákazník nezadá požadavek na expedici. Proto se nezřídká stává, že expediční sklad je přeplněn nadbytečným množstvím hotových výrobků.

5 Návrh optimalizace výroby

V současné době je na podnik vlivem vysoce konkurenčního prostředí vytvářen tlak na snižování výrobních nákladů, zvyšování kvality výrobků a kvalitu plnění závazků smluvně sjednaných mezi dodavatelem a odběratelem. Proto je nutné, aby podnik vytvářel opatření, která mu zajistí konkurenční výhodu na trhu. V této kapitole se tedy zabývám návrhem opatření sloužících ke zefektivnění současných procesů výroby a interní logistiky, které budou mít vliv na snížení nákladů spjatých s výrobou.

Při tvorbě optimalizačního návrhu stávajícího výrobního systému jsem se musel řídit výsledky analýzy provedené v předchozí kapitole a požadavky společnosti. Stěžejním bodem optimalizace bude přechod od výroby sad dílů pro 4 finální výrobky, k výrobě dílů na jednu zakázku, která bude řízena termínem expedice. Úkolem je tedy vytvořit tažný systém výroby. Vytvořil jsem tedy návrh řešení, kterým zajistím splnění těchto podmínek. Návrh řešení se skládá z návrhu pracovního postupu výroby rámu UW 170168, návrh výroby dílů dle navrženého pracovního postupu, návrh značení dílů a zkrácení celkového času výroby rámu UW 170168, návrhu manipulační techniky pro mezisklady, navážení dílů do výroby a přepravu rámu mezi výrobními objekty, návrhu nového softwaru pro automatické generování pálicích plánů a návrhu efektivního nástroje pro pokročilé plánování a rozvrhování výroby. Navržená řešení jsou na obrázku 5.1.

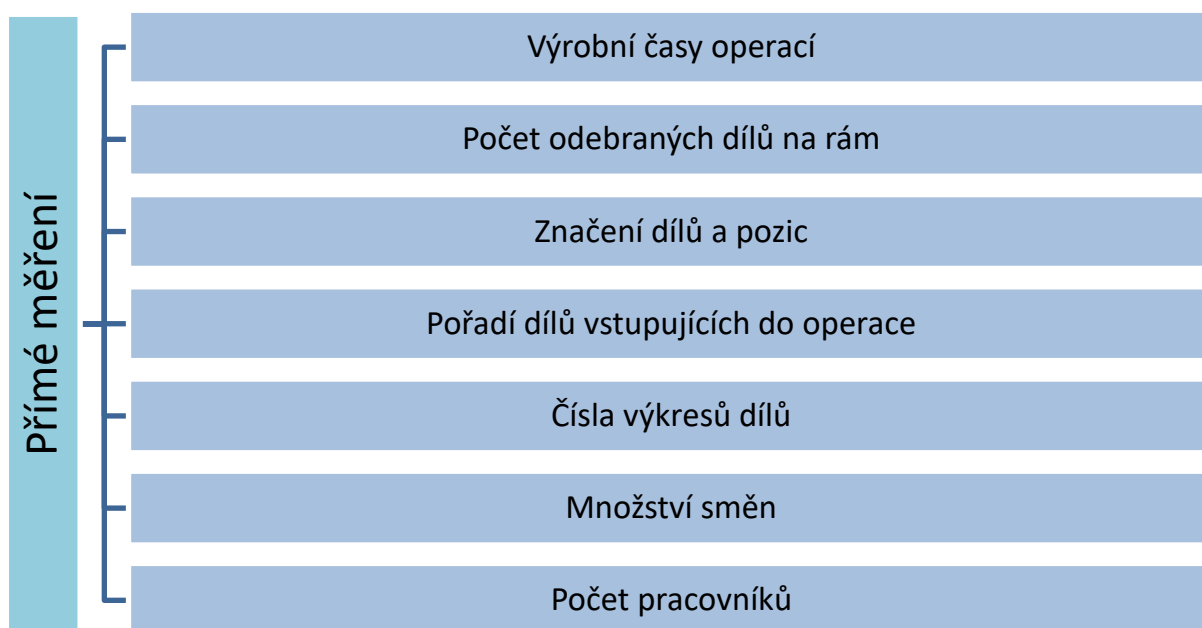


Obrázek 5.1 - Návrh opatření potřebných pro optimalizaci současného stavu

Změny v rámci optimalizačních úprav budou mít vliv na celý proces výroby. Snížením nadprodukce se však největších změn docílí v oblasti předvýroby a montáže. V meziskladech a na montáži dojde vlivem nového pracovního postupu ke změně systému řešení interní logistiky z pohledu manipulační techniky a přístupu k navázení dílů na pracoviště montáže. V této práci vytvářím optimalizační návrh pouze pro zvoleného výrobního představitele. Navrhnuté řešení by posléze mělo sloužit jako návod pro optimalizaci všech stávajících výrobků vyráběných ve výrobním závodě v Dýšíně u Plzně. Jen tak bude možné docílit komplexní optimalizace, která bude mít za následek zvýšení kvality služeb zákazníkům, snížení objemu kapitálu vázaného v nadprodukcí a snížení nákladů vynaložených na manipulaci, skladování a mzdy.

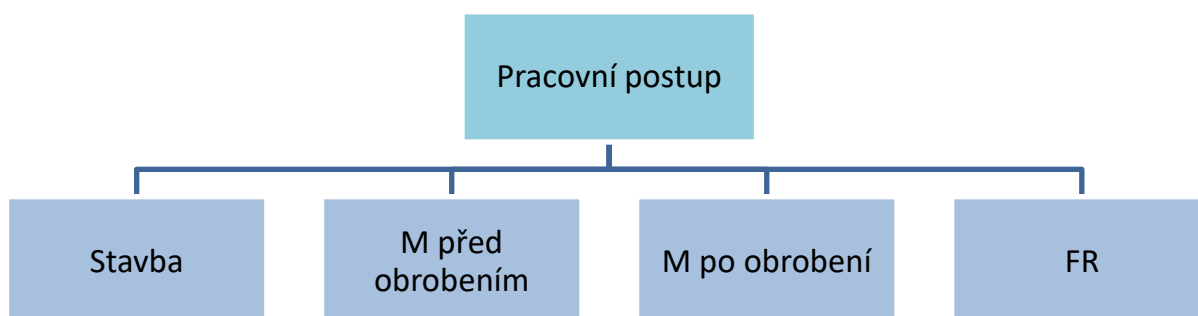
5.1 Návrh pracovního postupu pro rám UW 170168

Stěžejním pro tvorbu návrhu systému interní logistiky bylo vytvoření návrhu nového pracovního postupu. Z toho důvodu byly v rámci práce provedena ve výrobě přímá měření, která spočívala v měření časů pomocí stopek a záznamu údajů o použitém množství, typech a pořadí dílů vstupujících do operace, časech spotřebovaných na jednotlivé operace a počtu směn potřebných k výrobě rámu. Tato měření byla ve firmě provedena u vybraného výrobního představitele, rámu UW 170168. Z těchto měření celého výrobního procesu montáže rámu na svařovně jsem získal údaje popsané na obrázku 5.2.



Obrázek 5.2 - Údaje získané přímým měřením

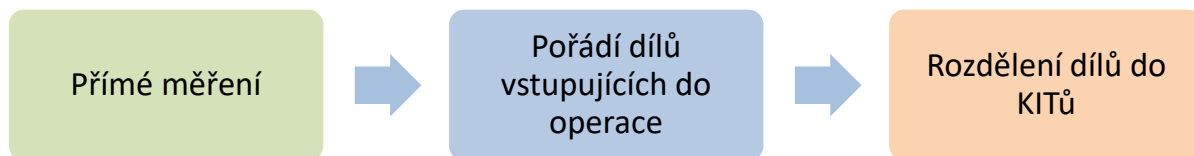
Naměřená data mi posloužila jako podklad k vypracování nového pracovního postupu. Rozdělení pracovního postupu je na obrázku 5.3.



Obrázek 5.3 - Rozdělení pracovního postupu na operace montáže

Pro tyto operace bude následně vytvořen návrh rozpadu dílů do KITů, kterým budou přiřazeny odpovídající díly. Pod pojmem KIT se rozumí počet dílů, u nichž časová náročnost montáže odpovídá jedné směně pro jednoho pracovníka. Podle množství dílů mohou KITy obsahovat více palet (případně tažných vozíků). Díly jsou v KITech vyskládány v takovém pořadí, aby svářeč nemusel díly třídit a rovnou je mohl odebírat v pořadí v jakém jdou na rám. Hlavním přínosem řešení je, že na pracoviště svařovny budou v předem určený okamžik naváženy pouze palety s díly, které jsou potřebné pro danou směnu. Svářeč tedy nebude zahlcen nadbytečnými díly, tak jak je tomu v současné době. V porovnání se současným stavem se tak u svářeče výrazně zvýší plynulost práce a zkrátí se tak čas výroby. Rozdělení do KITů má také zajistit, aby byly na směnu připraveny všechny potřebné díly. Při prováděném měření totiž nebylo výjimečnou situací, když pracovník svařovny postrádal potřebné díly. To zapříčiňovalo situace, kdy si svářeč musel díly zajistit sám a plýtvat tak výrazně časem, který měl využít pro montáž. Díly na KIT tedy budou dle návrhu vychystávány v meziskladě výroby zaškoleným pracovníkem, což zajistí jejich přesné složení a uspořádání v KITu.

Při vytváření pracovního postupu jsem postupoval tak, že z naměřených časů a pořadí dílů vstupujících do operace jsem provedl rozpad dílů do KITů, a tím jsem také určil množství KITů pro jednotlivé operace. Schéma postupu je na obrázku 5.4.



Obrázek 5.4 - Schéma tvorby postupu rozpadu dílů do KITů

V dodaném 3D modelu rámu jsem v Inventoru pomocí čísel výkresů, případně čísel pozic, dohledal umístění dílů na rámu. Tímto jsem zkontroloval vhodnost pořadí, ve kterém díly vstupují do operace. V některých případech jsem pořadí dílů musel konzultovat a po domluvě volit pořadí pozic dílů tak, aby na sebe vhodně navazovaly a svářeč nebyl nucen častého přemísťování, což by vedlo ke zbytečným časovým ztrátám a nadměrné manipulaci.

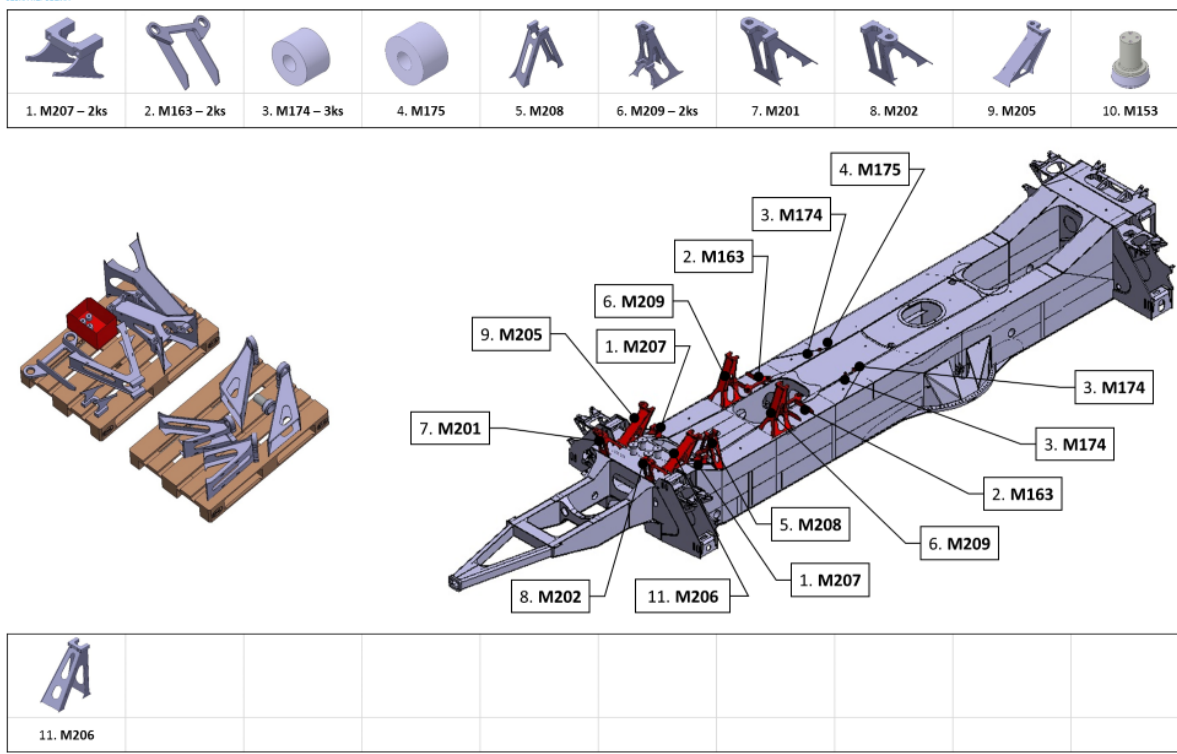
Souběžně s tvorbou KITů jsem v 3D modelu rámu UW 170168 vytvářel takzvané reprezentace operací a KITů, které představují rozpracovanost v jednotlivých úrovních výroby. U jednotlivých reprezentací jsem v sestavě modelu zvýraznil díly daného KITu tak, aby bylo snadné dohledat jejich pozice. Vytvořené reprezentace mi následně posloužili pro tvorbu grafické podoby pracovního postupu, jehož příklad je na obrázku 5.5.



Pracovní postup
Platné od:

UW 170168; Po obrobení – KIT8

Vypracoval:
List: 1/3



Obrázek 5.5 - Příklad listu pracovního postupu pro UW 170168

List pracovního postupu je v horní části označen typem výrobku, operací a číslem KITu. Pracovní postupu v sobě obsahuje obrázky 3D modelů dílů a podsestav v pořadí, ve kterém vstupují do operace. Díly i pod sestavy jsou označeny čísly pozic. Rám je zde vyobrazen v dané fázi rozpracovanosti výroby. Komponenty obsažené v KITu jsou na rámu zvýrazněny červenou barvou a odkazuje na ně číslo pozice. V levé střední části listu výrobního postupu je vyobrazena paleta, případně tažný vozík s návrhem vhodného rozložení dílů. Vzhledem k počtu dílů může KIT obsahovat i více listů. Počet listů pro jeden KIT je vyznačen v pravém horním rohu pracovního postupu.

Takto vypracované listy výrobního postupu budou sloužit převážně pracovníkům v meziskladě a na pracovištích svařovny. Skladníkům usnadní orientaci při skládání dílů do KITu, jelikož z listů pracovního postupu bude velmi snadné rozeznat díly pomocí vložených modelů s přiřazenými čísly pozic. Svářečům pak budou poskytovat informace v jakém pořadí mají díly odebírat a kde je jejich pozice na rámu.

Množství vytvořených KITů však neodpovídá celkovému času výroby. Díly KITu jsou totiž nejprve spojeny bodovými svary a svařeny jsou k sobě následně v některé z následujících směn. Množství použitých KITů, palet a směn operací Stavba, M před obrobením, M po obrobení a FR vzniklé vytvořením nového pracovního postupu jsou uvedeny v tabulce 5.1.

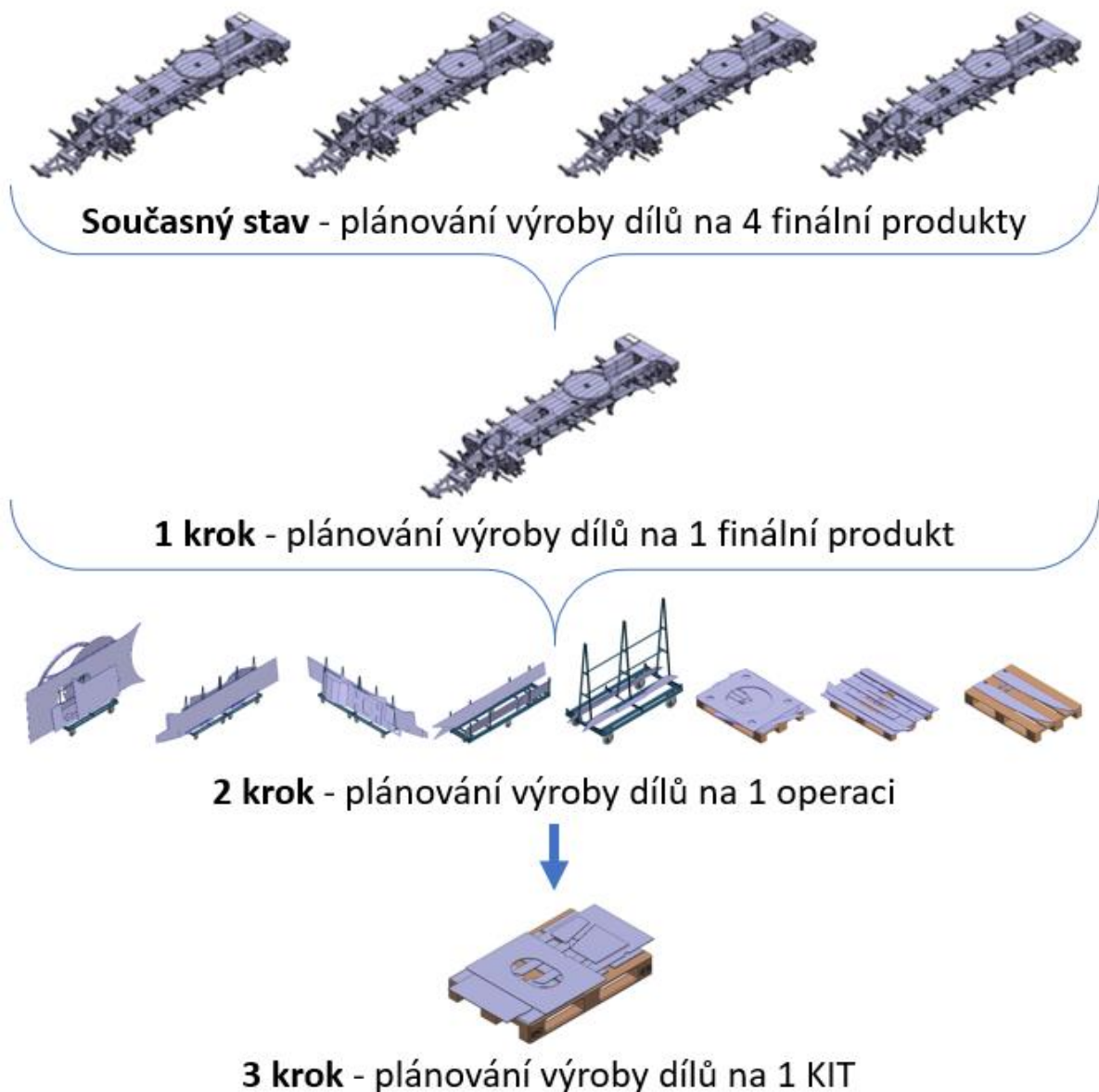
Tabulka 5.1 - Počet KITů, palet a směn pro dané operace

Operace	Počet KITů [ks]	Počet palet [ks]	Počet směn
Stavba	9	9	13
M před	7	7	14
M po	13	13	18
FR	9	13	13
Celkem	38	42	58

V současné době jsou na pracoviště naváženy všechny díly potřebné pro danou operaci na paletách bez jejich logického uspořádání. Rozvržením dílů do KITů se sice navýší počet palet potřebných pro navážení dílů na pracoviště svařovny, ale i přes to dojde k zefektivnění výrobního procesu, jelikož vlivem navrženého uspořádání dílů v KITech bude možné docílit plynulejší výroby rámu.

5.2 Výroba dílů a sestav

Aby bylo možné k výrobě přistupovat tímto způsobem, musely být navrženy změny i v oblasti předvýroby dílů a podsestav. Pro snížení stavu zásob a celkové doby výroby rámu budou díly vyráběny podle KITů stanovených v předešlé kapitole a jejich výroba bude naplánována tak, aby byly zhotoveny až v momentě jejich potřeby. Tento způsob bude výraznou změnou v oblasti řízení předvýroby a pro tvorbu pálicích plánů bude potřebné navrhnout nový software pro jejich automatické generování. Pro efektivní plánování je potřebné mít přehled o aktuálním stavu zásob a rozpracovanosti výroby. Proto po každé směně bude pracovníkovou povinností odhlašování vyrobených dílů. To provede načtením čárového kódu na průvodce. Princip přechodu výroby na jeden finální produkt a následně výrobu dílů na jeden KIT je znázorněn na obrázku 5.6.

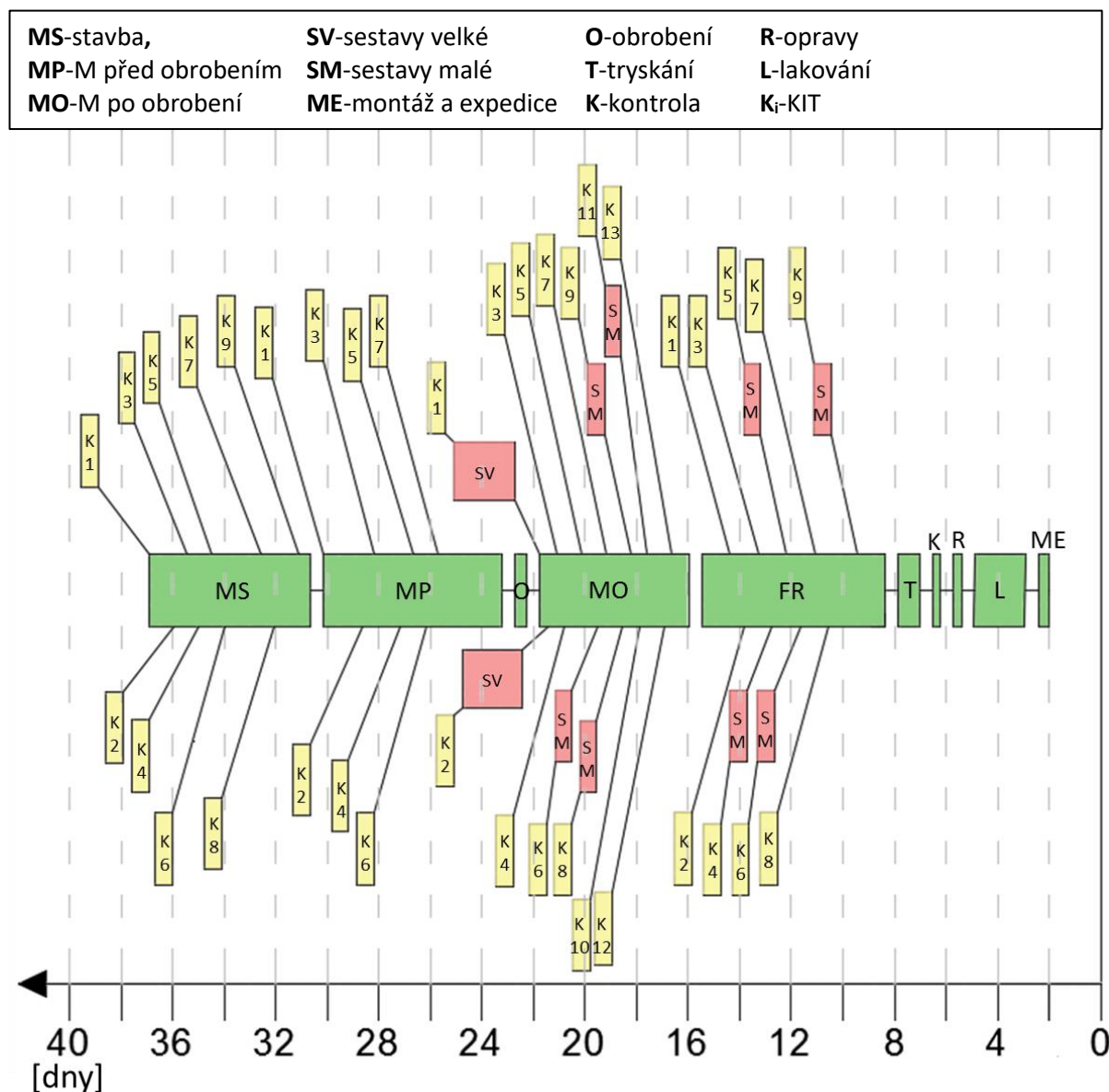


Obrázek 5.6 - Návrh cílového stavu

U výrobku UW 170168 se předpokládá, že procentuální pokrytí používaných technologií v předvýrobě je obdobné jako při výrobě dílů pro ostatní vyráběné produkty. I proto bylo vhodné pro rozbor předvýroby zvolit představitele z této skupiny. Pro rám se v předvýrobě vyrábí celkem 1146 dílů. Byla dána podmínka, že na paletu může jít maximálně 30 dílů. Z rozboru materiálových toků jsem zjistil, že v takovém případě se v rámci výroby dílů pro UW 170168 pohybuje v předvýrobě 119 palet, čemuž odpovídá průměrně 9,7 dílů na paletu. Celkový denní obrat výroby všech dílů je v současné době v předvýrobě přibližně 2600 kusů. To je o 2,27krát víc dílů než u UW 170168. Z toho lze vyvodit závěr, že hrubým odhadem bude v předvýrobě potřebných 270 kusů palet za den. Při třisměnném provozu se bude jednat o 90 palet potřebných na jednu směnu.

5.3 Optimalizace průběžné doby výroby

Výroba dílů konkrétního KITu bude řízena tak, aby byly k dispozici v momentě, kdy budou vstupovat do výroby s reakční dobou skladu dvou dnů, během nichž budou uskladněny v meziskladě výroby. Toto opatření má snížit časový průběh výroby rámu UW 170168. Časová náročnost výroby rámu je vyobrazena na obrázku 5.7.



Obrázek 5.7 - Průběžná doby výroby rámu UW 170168 po navržené optimalizaci

Z časové osy vytvořené pro optimalizovanou výrobu je zjevné, že použitím navržených opatření dojde k výraznému zkrácení výroby rámu docíleného odstraněním čekání na výrobu dílů a podsestav. Časy všech ostatní procesů výroby rámu zůstávají nezměněny. Časové náročnosti výroby KITů a sestav jsou v časové ose vyznačeny pouze schematicky, neboť tyto

údaje nejsou k dispozici a jejich měření nebylo předmětem práce. Schematicky znázorněné KITy a sestavy však poskytují informaci o čase, ve kterém musí být naskladněny v meziskladu.

5.4 Návrh značení dílů

Tímto způsobem výroby se bude nepřetržitě měnit skladba výrobků a jejich materiálové toky. Jak budou díly tříděny na následující operace je otázkou značení. Pro takto definovanou výrobu je potřebné, aby pracovníci předvýroby uměli po dělení materiálu díly jednoznačně identifikovat, a byly tak schopni je roztřídit na palety, které po tryskání postupují na další operace nebo palety proudící do meziskladu.

Pro tento účel jsem v rámci práce navrhl metodiku značení dílů s jejíž pomocí bude zaručeno bezchybné třídění na palety dle následujících operací. Značení dílů bude nastaveno v pálicích programech a vytvářeno na řezacích NC strojích v průběhu dělení plechů. Pro tento účel jsem nejdříve zaznamenal skladbu pracovišť předvýroby:

- Kyslíko-acetylenový řezací stroj
- Plazmový řezací stroj
- Laserový řezací stroj
- Pásová pila
- Úkosy – ERL plazma
- Úkosy – ručně
- CNC TOS
- Universální soustruh
- Sloupová vrtačka
- CNC Okuma
- Horizontální vyvrtávačka W 100
- CNC Reiden BF 5 R
- Tryskací box (rozměrné díly)
- Průběžný tryskač
- Svařovna podsestav
- Ohraňovací lis
- Ohyb Praha
- Ohyb kooperace

Po dělení materiálu jsou všechny vyrobené díly tryskány a poté postupují v jednotlivých skupinách na rozdílná pracoviště a opět tedy musí být rozděleny. Tyto skupiny se po dokončení následujících operací opět rozpadají. Z toho důvodu bylo potřeba vytvořit vhodné značení dílů pro jejich snadnou identifikaci při tomto rozpadu.

Identifikační znaky, které budou přiřazeny k dílům a budou tvořit systém značení jsem navrhl v tomto pořadí:

- Značení toku materiálu (tryskání, soustružení, vrtání atd.)
- Značení zakázky (číslo zakázky)
- Značení skupiny produktů (OW, UW, GGW, Spitze, Patka)
- Značení typu produktu (170165, 170166, 70168 atd.)
- Značení operace (Stavba, M před obrobením, M po obrobení, FR)
- Značení KITu (KIT1, KIT 2, KIT 3, atd.)
- Značení pozice (M 13, M 14, M 15, atd.)

Pro označení toku materiálu jsem volil následující písmena obsažená v tabulce 5.2.

Tabulka 5.2 - Značení toku materiálu

Pracoviště	Značení	Pracoviště	Značení
Tryskací box	B	Kooperace	K
CNC TOS	C	Ohraňovací lis	O
ERL plazma – úkosy	E	Ohyb Praha	P
Úkosy ručně	F	CNC Reiden	R
Horizontální vyvrtávačka	H	Svařování	S
Sloupová vrtačka	I	Průběžný tryskač	T
CNC Okuma	J	Universální soustruh	U

Zakázka bude vyznačena svým celým číslem. Skupinu produktů a typ produktu jsem sloučil do jednoho. Skupina produktů bude značena svým počátečním písmenem a typ produktu posledními třemi čísly. Znaky přiřazené k produktům jsou v tabulce 5.3.

Tabulka 5.3 - Označení produktů

Skupina produktů	Značení
UW rámy	U
OW rámy	O
GGW závaží	G
Patky	P
Spitze	S

Operace a značení KITu budou také sloučeny. Operace bude charakterizována přiřazeným písmenem, KIT bude značen prvním písmenem K s jeho číslem a pozice bude označena také svým číslem. Značení operací je v tabulce 5.4.

Tabulka 5.4 - Značení operací

Operace	Značení
Stavba	S
M před obrobením	P
M po obrobení	O
FR	F

Znaky od sebe budou děleny pomlčkou a jejich tvar bude v tomto formátu:

I – 98 – U168 – SK2 – 16

(Vrtačka – č. zakázky – UW 170168 – Stavba KIT 2 – Pozice M 16)

V případě většího množství navazujících technologických operací bude značení obsahovat jejich znaky v pořadí, ve kterém na sebe navazují.

FOS – 98 – U168 – OK8 – 209/2

(Úkos ruční, Ohraňovací lis, Svařovna – č. zakázky – UW170168 – M po obrobení
KIT 8-M 209/2)

V předvýrobě bude značení uvádět jaké jsou materiálové toky dílu. Jeho použitím by se mělo zajistit, že díly budou bez chyb rozřazeny na palety s konkrétním materiálovým tokem, jelikož pracovník bude ihned schopen identifikovat jaké jsou všechny následující technologické operace dílu. Na pracovišti budou připraveny palety a po vyjmutí ze zařízení jej obsluha stroje přiřadí na paletu, která obsahuje skupinu dílů se stejnou navazující operací. V momentě kdy značení dílu nebude uvádět žádnou další operaci je díl přiřazen na paletu, která bude navezena do meziskladu. Na všech pracovištích předvýroby bude umístěna tabule, případně obrazovka, která bude pracovníkům poskytovat přehled značení toku materiálu.

Pracovníkům v meziskladě poslouží značení dílu k jeho zařazení do správného KITu daného zakázkou, typem výrobku a operací. Svářeči na montáži poslouží značení dílu pro stanovení správné pozice.

5.5 Návrh manipulační techniky

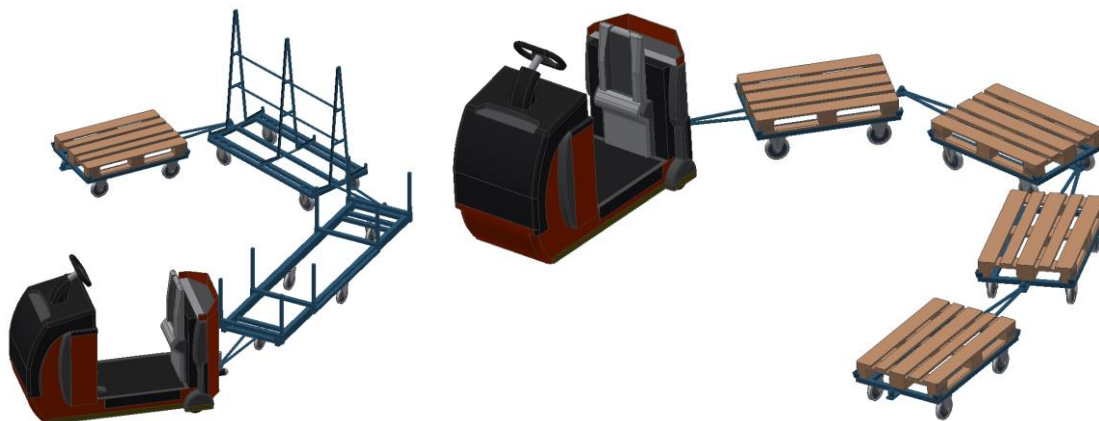
Z optimalizačních návrhů vyplynula potřeba volby vhodné manipulační techniky pro oblast mezikladů, výroby a mezi závodové přepravy. V rámci práce jsem nejpodstatnější změnu navrhl v oblasti výroby pro přepravu dílů mezi mezikladem a montáží.

V současnosti jsou palety s vychystanými díly naváženy do výroby jednotlivě pomocí vysokozdvizných vozíků. Tím pádem jsou trasy pro manipulační techniku poměrně vytížené. Při volbě způsobu zavážení pracovišť paletami jsem proto volil takové zařízení, které bude schopno přepravit více palet na jednu jízdu. Zvýšená kapacita přepravního prostředku zajistí zkrácení doby navážení KITů, usnadní jejich umístění na pracovišti a zlepší tak plynulost výroby. Optimálním řešením je v takovém případě volba tahače, který bude tahat palety na tažných vozících. Vzhledem k rozdílným rozměrům a hmotnostem dílů v KITu bylo potřeba navrhnout typy tažných vozíků pro malé díly uložené na europaletách, střední díly a velké díly. Jedná se o vozíky od firmy Fetra. Návrhy typů vozíků jsou vyobrazeny a popsány v tabulce 5.5.

Tabulka 5.5 - Vozíky pro manipulaci na montáži [14]

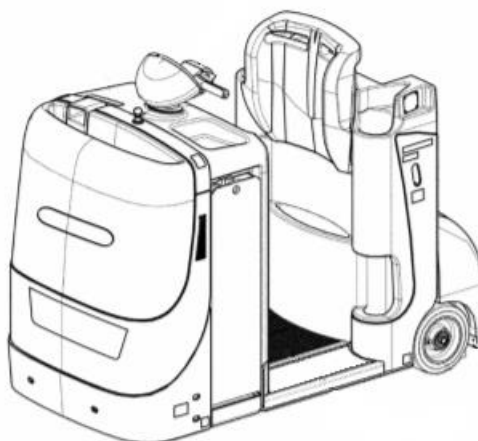
Malé díly na europaletách	Díly střední velikosti	Velké a dlouhé díly (Stavba)
		
Nosnost: 1000 kg Rozměry: 1210 x 810 mm Výška na nakládku: 282 mm Kolečka: 200 x 50 mm	Nosnost: 1200 kg Rozměry: 1676 x 800 mm Výška vodítek: 1783 mm Kolečka: 200 x 50 mm	Nosnost: 1500 kg Rozměry: 2000 x 600 x 850 mm Výška ohrádky: 500 mm Kolečka: 200 x 50 mm

Vozíky budou taženy elektrickým tahačem se stojící obsluhou. Vizualizace principu manipulace s vozíky je na obrázku 5.8. Tahač se stojící obsluhou byl zvolen vzhledem k malým vzdálenostem mezi pracovišti. Obsluha tahače tedy bude vystupovat a nastupovat v krátkých intervalech proto, aby mohla vozíky s díly odpojit a zanechat na daném pracovišti.



Obrázek 5.8 - Tažné zařízení s tažnými vozíky pro přepravu dílů na montáž

Pro tažení vozíků představujících konkrétní KITy jsem jako vhodný návrh vybral elektrický tahač značky Still, typ CX-T na obrázku 5.9.



Obrázek 5.9 - Elektrický tahač se stojící obsluhou Still CX-T [15]

Specifikace tahače je následující:

- tažné zatížení do 4000 kg
- rychlost jízdy bez břemene 7,5 km/h
- rychlost jízdy s břemenem 13 km/h [15]

Pro přepravu rámu mezi objekty jsem navrhl obdobné řešení na principu tahače. K tomu nejlépe poslouží tažné zařízení, které je schopné utáhnout břemeno o hmotnosti do 8 tun. Volil jsem tedy elektrický tahač se sedící obsluhou pro použití ve venkovním prostředí, který je schopen tuto hmotnost utáhnout. Jelikož se jedná o přepravu i ve venkovním prostředí bude tahač vybaven kabinou řidiče pro případ nepříznivého počasí. Jako možnou variantu jsem zvolil tahač značky Still LTX 70. Volba návrhu tahače je na obrázku 5.7. Rám převážený mezi objekty má délku 10 metrů. Pro takový případ se jako nejvhodnější řešení převozu rámu jeví oplenový podvozek, který se po nadzvednutí mostovým jeřábem umístí na oba konce rámu. Oplenový podvozek se pak připojí do tažného zařízení elektrického tahače.



Obrázek 5.10 - Elektrický tahač s kabinou Still LTX 70 [16]

Specifikace tahače jsou následující:

- tažné zatížení do 8000 kg
- rychlost jízdy bez břemene 11 km/h
- rychlost jízdy s břemenem 19 km/h [16]

V meziskladě bude dostačující využití stávajících vysokozdvíhových vozíků. Skladové prostory nemají žádné prostorové omezení a maximální výška paletových regálů nepřesahuje zdvih vysokozdvíhového vozíku.

Ve předvýrobě bude manipulováno pouze s paletami, zde budou také plně dostačující stávající manipulační prostředky v podobě vysokozdvíhových vozíků pro vertikální i horizontální

přepravu na delší vzdálenosti a paletové vozíky s pohonem a krátkější obsluhou pro přepravu na krátké vzdálenosti.

5.6 Návrh softwaru pro dělení materiálu

Při zefektivnění výroby návrhem nového systému plánování a řízení bude nezbytné přejít na nový software pro automatické generování pálicích plánů. Se stávajícím softwarem již nebude možné nadále pracovat, protože s jeho pomocí lze pálicí plány vytvářet pouze manuálně. Při zanechání stávajícího softwaru by byla tvorba nových pálicích programů značně časově náročná a neefektivní, protože nové pálicí plány bude potřebné generovat ve velmi krátkých intervalech dle aktuálních zakázek. Dalším důvodem k přechodu na nový software je zvýšení efektivity spotřeby materiálu.

Tvorba pálicích plánů bude vypadat následovně:

1. Import 2D modelů dílů do CAD/CAM systému
2. Vytvoření databáze dílů vyráběných v daných KITEch
3. Označení dílů navrhovaným značením
4. Automatické rozmístění dílů dle materiálu a tloušťky plechu (nesting)
5. Generování NC programu
6. Spuštění programu a výroba dílů

Těchto CAM softwarů je na trhu nespočet, od bezplatných verzí po nákladné specializované softwary. Proto jsem určil potřebná specifika a provedl rešerši vhodných CAD/CAM systémů. Tím nejdůležitějším při výběru nového softwaru bylo, aby obsahoval funkci takzvaného nesting, což je nástroj umožňující automatické rozmístění importovaných dílů z CADu na tabuli plechu tak, aby byla co nejlépe využita plocha plechu. Další důležitou podmínkou je, aby byl systém schopný komunikovat s podnikovým systémem Helios Orange.

Z nabídky na trhu jsem pro daný účel vybral následující CAD/CAM softwary:

Jet CAM

Jet CAM je systém pro automatizaci tvorby programů řezacích strojů. Obsahuje CAD pro kreslení a import dílů z jiných CAD systémů, rozklad dílů na definovaný rozměr plechu, tvorbu technologického postupu, simulaci a optimalizaci práci nástroje a automatické generování NC kódů včetně informací pro systém řízení. Systém podporuje velké množství strojů. [17]

V systému lze vytvářet, nebo do něj importovat výkresy ve formátu DXF, DWG, IGES z jiných CAD softwarů. Systém také umožňuje případnou opravu vložených výkresů jejich automatickým čištěním a úpravou. [17]

V rámci řezacích strojů má Jet CAM celou řadu funkcí usnadňující práci. Jedná se o automatické rozlišení kontur určující pozici propalů, tvar a velikost nájezdů, výjezdů, kontrolu lokálního tepelného ovlivnění materiálu atd. [17]

Jet CAM má k dispozici řadu rozkladových postupů od jednoduchého a skupinového rozkladu podobných dílů až po rozklad tvarově složitých dílů. Dále obsahuje funkci, která zaručuje definovaný odstup od ostatních dílů a okraje plechu a několik typů automatického rozvržení dílů na tabuli (High Performance Nesting). Automatické rozkladové moduly se správou plechů (Material Resource Planning) mohou být využity se systémy řízení výroby. Tato možnost slouží ke zpřehlednění a kontrolu výrobního procesu. Automaticky generované postupy je však možné upravovat i manuálně. Jde volit různé typy společných řezů a postupů, tak aby byl lépe využit materiál i strojní čas. [17]

Možnost simulace poskytuje ověření vygenerovaného procesu a jeho případnou opravu. Formát reportů umožňuje získat informace o strojních časech a využít je u dalších případech návrhu pálicího plánu. [17]

Lantek expert cut

Jedná se o CAD/CAM nesting software navržený přímo pro automatizaci programování řezacích strojů (pro řezání kyslíkem, plazmou, laserem a vodním paprskem). Lantek Expert cut nabízí možnost připojení k jiným externím ERP softwarům. [18]

Systém může být používán samostatně nebo je možnost jej instalovat jako součást podnikové sítě a pomocí licence k němu může mít přístup více uživatelů. Software řídí veškerou technologii stroje a je schopný spočítat čas a náklady na vyráběné kusy i celé plechy.

Obsahuje knihovnu parametrických součástí a má otevřenou databázi umožňující snadné vyhledávání dílů, výrobních objednávek, plechů pomocí kritérií jako je druh materiálu, tloušťka plechu, zákazník, datum expedice atd. Lantek Expert Cut také obsahuje CAD modul pro návrh 2D dílů a umožňuje import/export nejpoužívanějších CAD formátů jako je DWG, DXF, DNG, IGES atd. a může také používat grafické soubory typu JPEG, BMP, TIF, GIF, PCX. [18]

System poskytuje kombinaci automatického, poloautomatického a ručního vkládání dílů, což uživateli zajišťuje flexibilitu při vytváření pálicích programů. Tato kombinace je optimální pro úpravu rozvržení dílů pomocí kopírování, přesouvání a otáčení. Čistě automatické vkládání optimalizuje uspořádání tak, aby bylo maximálně využito plechů a také jejich zbytků. Tyto zbytky mohou být uloženy a systém je dokáže automaticky v databázi detekovat a doporučit jejich přednostní použití před použitím nové tabule plechu a automaticky na nich provede rozvržení dílů. [18]

Lantek Expert Cut umožňuje vyráběné díly rozložit na daný plech podle druhu materiálu, s potřebnou vzdáleností mezi jednotlivými díly, počátkem a koncem řezu pro různé typy obrysů, a to v závislosti na materiálu, tloušťce a kvalitě řezu. Je možné řezat souhrnně nebo řez omezit na dvojice částí se společnými spoji a předběžnými řezy. System je schopný detekovat chyby v návrhu a upozornit na ně uživatele. V rámci programu je možné zjistit stav ve skladu, provést řezné frekvence, generovat CNC programy a spočítat čas a náklady výroby.

WRykJys

Jedná se o CAD/CAM software pro technologickou přípravu výrobu přímo pro řezací stroje. Slouží pro usnadnění a zjednodušení tvorby pálicích plánů. Jeho součástí je funkce pro automatické skládání dílů (nesting) s možností nastavení libovolného materiálu tloušťky plechu. Vygenerované návrhy rozvržení dílů na plech jsou tříděny do sestav, které je možné použít pro výpočet času a nákladů. Obsahuje interní databanku výkresů a sestav. Lze importovat data v DWG a DXF formátu a vytváří evidenci zbytků plechů, na který je schopný provádět nesting. [19][20]

SAPSprow

SAPSprow je softwarem pro programování řezacích strojů. Je možné jej provozovat samostatně nebo jako skupinu SAPSprow systémů v síti Windows. V této síti může každý člen týmu pracovat na libovolném SAPSprow systému. [21]

Slouží pro konstruování dílů nebo pro práci s výkresy dílů importovaných z externích CAD systémů ve formátech DXF, DWG. Software je optimalizován pro tvorbu součástí na NC řezacích strojích. [21]

Umožňuje interaktivní a automatickou tvorbu NC programu. Jeho pomocí lze automaticky vytvářet pálicí plány. Importované součásti jsou samostatnými objekty, proto se při změně tvaru dílu automaticky změní všechny existující plány obsahující tento díl. Je možné pracovat s více plány zároveň a přenášet díl z jednoho pálicího plánu do druhého. Zbytkové tabule jsou automaticky evidovány v databance. Lze zkrátit čas pálení vytvořením skupin součástí s vícenásobnými společnými řezy, kde se sousedící čáry pálí jenom jednou. Zkrácení času řezání je také možné pálením dílu z okraje plechu. [21]

Při generování automaticky tvořeného plánu lze současně určit propal materiálu, vyjetí nástroje, pořadí pálení dílů, společný řez dvojic a zbytkové tabule. [21]

Zásobník programu slouží ke katalogizaci výkresů součástí, NC programů. SAPSWproW automaticky vytváří ke každému pálicímu plánu a NC programu dokument s údaji o materiálu plechu, druzích součástí, časovém využití NC stroje, hmotnostech a nákladech na řezání. Tímto vznikne podrobná a přesná výrobní dokumentace. Stejně tak je možné vytvářet dokumentaci i na jednotlivé dílce. [21]

V následující tabulce 5.6 jsem pomocí stanovených kritérií provedl porovnání systémů.

Tabulka 5.6 - Srovnání CAD/CAM softwarů

Kritéria	Jet CAM	Plantek	WRyKRys	SAPSprow
Automatické rozvrhování dílů (nesting)	✓	✓	✓	✓
Import/export v DWG a DXF formátu	✓	✓	✓	✓
Databáze zbytkových plechů	✓	✓	✓	✓
Komunikace s Helios Orange	✓	✓	✗	✗

Porovnáním pomocí kritérií se ukázalo, že softwary WRyKRys a SAPSprow nejsou schopny komunikace s podnikovým systémem Helios Orange. Tímto mohou být z výběru oba vyřazeny, jelikož se jedná o nutnou podmínku. Zbylé systémy splňují všechna stanovená kritéria. Bude tedy na zvážení společnosti, který software zvolí. Výběr tedy bude v následujících krocích výrazně ovlivněn cenou produktu, zákaznickým servisem a dalšími atributy.

5.7 Návrh softwaru pro plánování a řízení výroby

Předmětem optimalizace v Schäfer-Menk s. r. o. je zkrácení průběžné doby výroby, snížení stavu zásob na minimální potřebnou úroveň a řízení zakázky termínem expedice při výrobě širokého sortimentu výrobků. Takové plánování je bez použití vhodného nástroje velice náročné a zaměstnávalo by významnou měrou pracovníky v oddělení plánování při jakékoliv změně. Každé takové přepracování plánu by bylo velmi pracné.

Systém výroby, který jsem v rámci optimalizace navrhl je vzhledem ke své proměnlivosti obtížné řídit bez nástrojů pro plánování a řízení výroby. Podnik prozatím žádným takovým systémem nedisponuje. Mým úkolem tedy bylo navrhnout vhodný systém kompatibilní se stávajícím podnikovým systémem Helios Orange.

Nejvhodnějším je pro tento konkrétní případ systém APS (Advanced Planing and Scheduling), který byl popsán v teoretické části této diplomové práce. S jeho pomocí je možné zajistit nároky stanovené optimalizací a nespornou výhodou je, že bude výrazně šetřit čas oddělení plánování výroby při tvorbě nových plánů. Jako řešení jsem navrhl 4 softwary, které jsou popsány níže:

Asprova

Asprova je pokročilým nástrojem pro tvorbu výrobních plánů. Pro všechna pracoviště ve výrobě je schopný vytvářet frontu práce s ohledem na dostupnost kapacit a omezení ve výrobě. Slouží především k automatizaci rutinních činností. Synchronizuje výrobu a tím podporuje zlepšení její návaznosti. Díky tomu se minimalizují zásoby a zvyšuje se kvalita dodávek zákazníkovi. Dokáže vytvářet What if analýzy a lze s ním simulovat změny výrobního plánu. Systém disponuje těmito funkcemi:

- Automatické vytváření plánu, zahrnujícího omezení ve výrobě (materiál, stroje, pracovníci, zařízení)
- Plánování všech typů výroby
- Generování front práce pracovišť výroby podle priorit s ohledem na návaznost operací, omezení a dostupné kapacity
- Srovnání aktuálního stavu s vytvořeným plánem
- Možnost rychlé reakce na nepředvídané změny ve výrobě pomocí snadné úpravy plánu
- Odhalení chyb v základních datech
- Tabulkami podobnými běžnému tabulkovému editoru MS Excel [22]

- Podpora štíhlých principů výroby TPS (Toyota Production System – Štíhlá výroba) a TOC (Theory Of Constraints – Teorie omezení)
- Možnost integrace s jinými podnikovými softwary

APS Fabrio

Jde o APS systém od společnosti Merica s.r.o. Je nástrojem pro optimální plánování a rozvrhování výroby založený na modelu výrobních procesů zohledňující technologické postupy. S jeho pomocí je možné automaticky rozvrhovat a plánovat výrobu s návazností na dostupnost materiálu. Nástroj plní tyto funkce:

- Automatické vytváření plánu výroby s možností operativních změn
- Přehled o stavu výroby a vyhodnocování výpadků ve výrobě
- Zajišťuje optimální využití kapacit výroby
- Podporuje What if analýzu
- Vytváří fronty práce
- Pomáhá zajistit plnění stanovených termínů zakázek
- Možnost rychle řešit neplánované události
- Umožňuje přehled o stavu materiálu k zavezení a zobrazení kusovníků
- Zobrazuje přehled strojů k seřízení a seznam plánovaných údržeb
- Ze získaných dat vytváří statistiky [23]

Jda

Systém vhodný pro strojírenskou diskrétní výrobu, s jehož pomocí je možné kapacitní plánování, řízení materiálových zásob a rozvrhování výroby. Slouží ke zvýšení provozní efektivity a zákaznického servisu. Zajišťuje kvalitu plnění dodávek, průtočnost materiálu a zkrácení reakční doby. Nástroj Jda má tyto funkce:

- Automatické vytváření plánu výroby
- Identifikace měnících se úzkých míst
- Sestavení kapacitně proveditelných front práce
- Termínování materiálových potřeb
- Stanovení optimálního pořadí zakázek v závislosti na omezujících faktorech
- Stanovení optimalizované pořadí operací [24]

Preactor

Preactor je systém pokročilého plánování s omezenou kapacitou. Umožňuje porovnávat kapacitu procesu s požadavky tak, aby byly vzájemně vyvážené. Zprostředkovává informace o tom, co se aktuálně děje a jaké budou mít rozhodnutí o plánování dopady v budoucnosti. Pomáhá předvídat vytíženost, ukázat dopady neočekávaných událostí na kapacity a plánované dodávky. Slouží také pro otestování různých variant plánů před jejich přijetím. S jeho pomocí je možné zajistit včasné a přesné odhlašování prací či operací, příjem materiálu na sklad, evidence kooperací, termíny dodání materiálu, poruchy strojů a další. Lze jej integrovat s podnikovými systémy. Preactor disponuje těmito funkcemi:

- Automatické generování výrobních plánů uvádějící sled úloh
- Manuální úprava plánů při neočekávaných změnách (kapacit, poptávek atd.)
- Vizuálně zobrazuje aktuální vytížení
- Zobrazuje dopady neočekávaných událostí
- Podporuje What if analýzu
- Vytváří a srovnává alternativy
- Plánuje na základě specifických podnikových procesů [25]

Stejně jako u softwarů pro tvorbu pálicích plánů jsem i zde provedl porovnání pomocí stanovených kritérií. Výsledné zhodnocení je v tabulce 5.7.

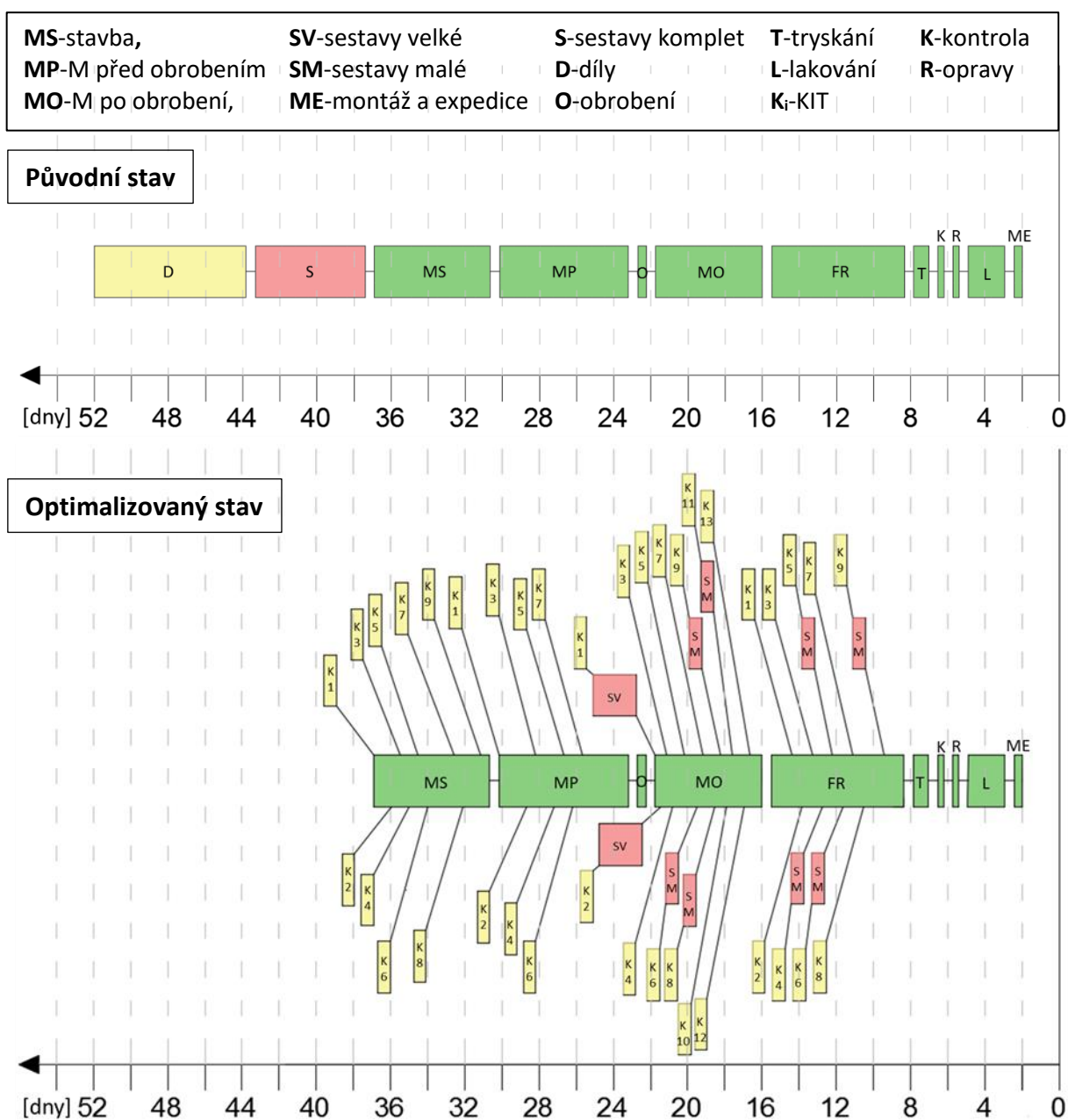
Tabulka 5.7 - Srovnání APS systémů

Kritéria	Merica	Asprova	Jda	Preactor
Komunikace s Helios Orange	✓	✓	✓	✓
Tvorba front práce	✓	✓	✓	✓
Identifikace úzkých míst	✓	✓	✓	✓

Navržené systémy plánování a rozvrhování výroby splňují všechna stanovená kritéria. Bude tedy na zvážení společnosti, který software zvolí. Bude potřebné posoudit, který systém je na tento konkrétní typ výroby nejvhodnější. Na výběr pak bude mít vliv opět také cena za licenci, implementaci, případná školení a poskytované zákaznické služby.

6 Technicko-ekonomické zhodnocení

V této kapitole se věnuji možným ekonomicko-technickým dopadům navržené optimalizace procesů. Optimalizační opatření sestávající z návrhu nového pracovního postupu, přístupu k plánování výroby komponent, softwaru pro tvorbu pálicích plánů, APS systému pro pokročilé plánování a rozvrhování výroby, návrhu vhodné manipulační techniky a přechodu na výrobu řízenou termínem expedice mají vliv na výrazné zkrácení průběžné doby výroby. Srovnání současné časové náročnosti výroby rámu UW1 70168 se stavem po zavedení navrhovaného řešení je na obrázku 6.1.



Obrázek 6.1 - Srovnání časové náročnosti výroby rámu UW 170168 před a po optimalizaci

Veškerá opatření sloužící ke zvýšení efektivity daných procesů s sebou nesou v počáteční fázi určitou kapitálovou náročnost, která představuje investici do hmotného i nehmotného majetku společnosti. Navržené změny by však měly do budoucna zajistit návratnost těchto investic a přinést úspory kapitálu vázaného v zásobách a snížit celkový čas výroby všech produktů. Nezanedbatelným, i když těžko kvantifikovatelným přínosem navržených opatření je zvýšení flexibility společnosti při vyřizování objednávek. To by mělo ve velmi krátké době zlepšit postavení společnosti na trhu, z čehož vzniká možnost navýšení obrátu společnosti a zvýšení její profitability.

Zavedení navržené optimalizace bude mít několik nesporných přínosů. Tím, že bude upuštěno od výroby sad dílů pro 4 finální výrobky se odstraní nadprodukce a sníží množství zásob rozpracované výroby o 75 %. Tím pádem bude možné vyrábět větší množství produktů při stejné kapacitě řezacího stroje, protože pálicí plány nebudou obsahovat nadbytečné díly, které v současné době zabírají kapacitu skladu. Výrobou většího množství produktů se zvýší intenzita materiálových toků a vytíženost strojů předvýroby. Podmínkou pro zvládnutí této změny bude vytváření optimálních plánů výroby pomocí APS systému, kterým bude možné vytvářet fronty práce takovým způsobem, aby bylo možné dostát plnění závazků vůči odběratelům. Zavedením pokročilých systémů pro plánování a rozvrhování výroby se podstatně zjednoduší a zefektivní práce úseku plánování výroby. Tyto nástroje zvýší kvalitu řízení zakázek, především spolehlivost plnění termínů dodávek a tím i spokojenost zákazníků.

APS systém tedy přinese zásadní změnu. Jeho hlavní úlohou bude zajistit bezproblémové fungování takto nastaveného systému výroby. Na základě podnikových dat bude automaticky generovat neoptimálnější možné plány. Tyto data budou obsahovat informace o kapacitě a vytížení strojního zařízení, aktuálního stavu zásob hutních polotovarů a dílů v předvýrobě i montáži, o úzkých místech ve výrobě a na základě termínu expedice bude přiřazovat priority ve frontě práce. Při neočekávaných událostech znesnadňujících plnění původního plánu, bude ve velmi krátkém čase možné vytvořit plán nový, který zajistí plnění závazků.

Systém pro tvorbu pálicích plánů umožní efektivně vyrábět jen ty díly, které jsou podloženy zakázkami a zefektivní využití materiálu tabulí plechů. To je dáno možností generování pálicích programů pomocí automatického rozvržení dílů v závislosti na druhu materiálu a tloušťce plechu. Zavedením nového systému výroby bude také možné snížit množství hutních polotovarů na skladě. Navržené změny také sníží množství kapitálu vázaného

v zásobách, nákladech na manipulace a skladování a spotřebě strojního času. Uvolněné finanční prostředky pak mohou být následně investovány do dalších inovací.

Vlivem návrhu pracovního postupu montáže však bude nutné optimalizovat paletového hospodářství tak, aby vyhovovalo stanovenému počtu KITů. Návrhem manipulační techniky se výrazně zvýší bezpečnost na pracovištích a plynulost materiálových toků v oblasti montáže. Tažným zařízením bude možné navážet KITy na více pracovišť montáže na jednu jízdu a tažné vozíky bude možné zanechat na pracovišti jejich odpojením z tažné soustavy. Vozíky v tažné soustavě tedy musí být řazeny tak, aby jejich pořadí odpovídalo sledu pracovišť, na které jsou postupně naváženy.

Zavedení a realizaci jednotlivých návrhů optimalizačních řešení jsem rozdělil do následujících fází:

1. Fáze

K tomu, aby takto navržený systém mohl bezporuchově fungovat bude však nutné v první fázi přejít k výrobě dílů na jeden finální výrobek. Pálicí plány budou vytvořeny ručně. Dojde tak k uvolnění kapitálu, který byl dříve vázán v materiálech a rozpracované výrobě. Částečně se zkrátí i celkový průběžný čas výroby produktu.

2. Fáze

Uvolněné finanční prostředky z první fáze optimalizace mohou být použity na investici do nového softwaru pro automatické generování pálicích plánů. Do programu na generování pálicích plánů budou importována data o používaných materiálech, výkresech dílů s navrženým značením a řeznými parametry, a poté se může začít automaticky generovat nové pálicí plány. Takto bude možné vyrábět díly na jednu operaci, čímž se opět zkrátí celkový výrobní čas.

3. Fáze

Tato fáze bude nejnáročnější. V momentě přechodu výroby dílů na jeden KIT bude potřebné, aby byly vypracovány nové pracovní postupy pro všechny stávající výrobky. Aby bylo možné pánovat a řídit výrobu této náročnosti, bude nutné, aby byl již implementován APS systém pro pokročilé plánování a řízení výroby a propojen se stávajícím podnikovým systémem. Až po propojení APS systému se stávajícím podnikovým systémem Helios Orange bude možné přejít na navržený systém výroby.

Veškerá opatření sloužící ke zvýšení efektivity daných procesů s sebou nesou v počáteční fázi určitou kapitálovou náročnost, která představuje investici do hmotného i nehmotného majetku společnosti. Vzhledem k tomu, že tato diplomová práce se nezabývá volbou výsledných dodavatelů strojů, zařízení a softwarového vybavení není cílem technicko-ekonomického zhodnocení přesně vyčíslit velikost investic. Nákladové položky a jejich přibližné ceny jsou sepsány v tabulce v tabulce 6.1 a 6.2. Ceny jsou vždy uvedeny pro jeden kus. Z provedené analýzy výrobního systému je však možné určit potřebné množství tahačů. Robustní tahač pro mezi objektovou přepravu postačí pouze jeden. Tahače pro navážení dílů do výroby budou potřebné dva. Jeden do haly 1 (horní) a druhý do haly 2 (spodní). Množství tažných vozíků nejde v současné době určit. To bude možné až po vypracování nových pracovních postupů u všech výrobků.

Investice do strojů a zařízení představuje nákup následující techniky:

Tabulka 6.1 - Nákladové položky na pořízení hmotného majetku

Název	Investiční náklad [Kč]
Elektrický tahač s tažnou silou do 4 tun	230 000
Elektrický tahač s tažnou silou do 8 tun	150 000
Tažný vozík pro europalety	11 000
Tažný vozík pro střední díly	18 000
Tažný vozík pro velké díly	28 000

Investice do softwarového vybavení představují:

Tabulka 6.2 - Nákladové položky na pořízení nehmotného majetku

Název	Investiční náklad [Kč]
Licence APS softwaru	2 000 000
Implementace systému	1 500 000

Optimalizační řešení jsou navržena tak, aby v průběhu jejich zavádění nedocházelo k navýšení provozních nákladů společnosti.

Vzniklé úspory a snížení nákladů jsem rozdělil do 3 následujících skupin:

1. Snížení objemu rozpracované výroby

Vlivem snížení množství vyráběných kusů se uvolní finanční prostředky, které byly dříve vázány v zásobách. Snížením zásob se také ušetří náklady na manipulaci a skladování polotovarů i dílů v předvýrobě a s tím spojené snížení mzdových nákladů.

2. Časové úspory výroby

Zavedením navrženého řešení se sníží celková průběžná doba výroby produktu. Tím se sníží náklady na provoz zařízení, jelikož budou vyráběny pouze díly, jejichž výroba je podložena zakázkou a bude tedy v relativně krátké době pro firmu i výnosem. V porovnání s aktuálním stavem se tedy sníží náklady na jeden kus.

3. Časové úspory při manipulaci

Odstraněním nadprodukce dílů, a tím pádem také snížení zásob hutních polotovarů se výrazně zkrátí doba potřebná na jejich manipulaci. Sníží se tak náklady na provoz a údržbu manipulační techniky a také mzdové náklady u pracovníků, kteří tyto manipulační prostředky obsluhují.

7 Závěr

Předmětem této práce bylo optimalizovat výrobní systém podniku a na jeho základě navrhnout systém interní logistiky ve společnosti Schäfer-Menk s.r.o.

V první, teoretické části práce bylo nutné nastudovat danou problematiku průmyslové logistiky a projektování výrobních procesů, proto jsem první dvě kapitoly věnoval rešerši na tato témata. První kapitola zabývá průmyslovou logistikou. V úvodní části první kapitoly jsem objasnil pojem průmyslové logistiky, její členění a cíle. Následně jsem se věnoval popisu charakteristik zásobovací logistiky, pro mě stěžejní výrobní logistiky, a distribuční logistiky. Další část jsem věnoval popisu skladování z pohledu možností skladování a technologií práce ve skladech. Jelikož se má práce zabývá i návrhem manipulační techniky, tak byly popsány prostředky vhodné pro manipulaci s materiálem. V poslední části první kapitoly jsou popsány logistické informační systémy. Druhá kapitola teoretické části se věnuje problematice projektování výrobních systémů. Zde jsem popsal základy navrhování výrobních systémů pro průmyslovou výrobu a vlivy, kterými je ovlivňována. V další části jsem popsal manipulaci s materiálem z pohledu výrobního systému, pod kterou spadá především analýza materiálových toků. Nastudováním dané teorie jsem mohl postoupit k praktické části a řešení daného problému zadaného společností Schäfer-Menk s.r.o.

V úvodu praktické části jsem představil společnost a její výrobní program. Dále jsem provedl podrobnou analýzu současného stavu, kde jsem nejprve popsal procesy výrobního systému. Zde jsem také provedl volbu vhodného představitele potřebného pro analýzu průběhu typické zakázky v podniku. Představitele jsem vybíral podle jeho technologické náročnosti výroby, která zajistila pokrytí všech používaných technologií v předvýrobě. Pomocí zvoleného představitele jsem tedy podrobně popsal průběh typické zakázky z pohledu řízení objednávky ve výrobě komponent a následné montáže až po konečnou expedici. Největším problémem v oblasti předvýroby byla nadprodukce dílů v předvýrobě, které jsou vyráběny v sadách pro čtyři finální produkty. Tento způsob výroby dílů stojí podnik zbytečné náklady na manipulaci, skladování a také zbytečně zabírají kapacitu řezacích strojů. S těmito podklady jsem dále mohl pracovat na návrhu optimalizačního řešení výroby a s tím úzce spjaté interní logistiky. Nejprve jsem provedl přímá měření výroby rámu UW 170168. Z nasbíraných dat jsem vytvořil pořadí dílů vstupujících do operace a následně jsem vytvořil potřebné KITy dle časové náročnosti montáže dílů tak, aby jeden KIT odpovídal práci jednoho pracovníka za jednu

směnu o 450 minutách. K tomu jsem vytvořil pracovní postup obsahující pracovní listy pro KITy všech operací ve výrobě. Na podkladě vytvořených KITů jsem navrhl princip výroby dílů v předvýrobě. Hlavní změnou byl přechod výroby ze současného stavu výroby dílů v sadách na výrobu dílů pouze pro jeden finální produkt. Zde budou pálicí plány vytvářeny ručně pomocí stávajícího softwaru. Z uspořené nákladů, které byly dříve vázány v nadbytečném množství hutních polotovarů, rozpracované výrobě a v nákladech spojených se skladováním, manipulací, strojních časech a mzdách budou využity pro investici do nového softwaru pro automatické generování pálicích plánů. Nové pálicí plány bude možné vytvářet dle aktuálních zakázek pouze na jeden KIT. Tímto způsobem se významně zkrátí celkový průběžný čas výroby produktu a dojde tak opět ke snížení nákladů na výrobu a tím pádem k posílení pozice na trhu, případně zvýšení profitability podniku. Pro zajištění bezproblémových materiálových toků v předvýrobě bylo nutné navrhnout nový systém značení dílů. Navržené značení poslouží pro snadnou identifikaci dílů a jejich správné zařazení do konkrétního materiálového toku. Společně s pracovním postupem poslouží pracovníkům skladů k jejich správnému rozřazení do KITů a svářečům na montáži usnadní identifikaci dílů pomocí čísel pozic. Pro bezproblémové plánování výroby této náročnosti jsem navrhl pořízení a implementaci systému APS pro pokročilé plánování a rozvrhování výroby, který podstatnou měrou usnadní, a především urychlí práci úseku plánování výroby. Vzhledem ke změně přístupu k montáži byla také navržena vhodná manipulační technika pro navážení dílů z meziskladu na montáž a při převážení rozpracovaného rámu mezi objekty. Pro obě varianty byla zvolena tažná zařízení s elektrickým pohonem zajišťující vyšší bezpečnost na pracovišti, zvýšení plynulosti navážení dílů a také zvýšení množství KITů převezených na jednu jízdu tahače.

Tato optimalizační opatření výroby a jejich přínosy byla dále zhodnocena z technicko-ekonomické stránky. Porovnáním současného stavu s navrhovanou optimalizací se ukázalo, že v případě přijetí navržených optimalizací ve výrobě má podnik možnost do budoucna výrazně snížit náklady spojené s výrobou a tím navýšit svou profitabilitu. Tyto výsledky budou předloženy ve společnosti Schäfer-Menk s.r.o. ke zvážení a případné realizaci. V případě přijetí návrhu by bylo nutné zpracovat ještě investiční projekt, a stanovit návratnost investovaného kapitálu, který však není předmětem této práce.

8 Seznam použité literatury

- [1] PRECLÍK, Vratislav. Průmyslová logistika. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006. ISBN 80-010-3449-6.
- [2] DANĚK, Jan a Miroslav PLEVNÝ. Výrobní a logistické systémy. Plzeň: Západočeská univerzita, 2005. ISBN 80-704-3416-3.
- [3] DANĚK, Jan. Logistické systémy. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2006. ISBN 80-248-1017-4.
- [4] Graf segmentace položek ABC analýzou podle tržeb. In: *ABC analyse sales quantity* [online]. [vid. 2017-06-22]. Dostupné z: http://inventoro.com/blog/wp-content/uploads/2013/12/abc_analyse_sales_quantity.png
- [5] HORVÁTH, Gejza. Logistika ve výrobním podniku. V Plzni: Západočeská univerzita, 2007. ISBN 978-80-7043-634-9.
- [6] GROS, Ivan. Velká kniha logistiky. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 978-80-7080-952-5.
- [7] Jak zvýšit kvalitu a efektivnost vychystávacího procesu [online]. ČERNÝ, Josef. 2011 [vid. 2017-07-15]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/it-pro-logistiku/jak-zvysit-kvalitu-a-efektivnost-vychystavaciho-procesu.htm>
- [8] Vision Picking Technology [online]. 2017 [vid. 2017-07-15]. Dostupné z: <http://www.mhi.org/solutions-community/solutions-guide/vision>
- [9] ZELENKA, Antonín. Projektování výrobních procesů a systémů. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007. ISBN 978-80-01-03912-0.
- [10] CIE-Group | průmyslové inženýrství | vzdělávání | lidské zdroje. *Lexikon metod průmyslového inženýrství* [online]. [vid. 2017-06-22]. Dostupné z: <http://www.cie-group.cz/lexikon-metod-pi/metody/sachovnicova-tabulka/>
- [11] TePoS - logistika, technické poradenství, konzultace. In: *Šachovnicová tabulka* [online]. [vid. 2017-06-22]. Dostupné z: http://www.ovatepos.cz/image_analyza1.htm
- [12] SLÍVA, Aleš. Základy projektování logistických systémů [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2011 [vid. 2017-06-23]. ISBN 978-80-248-2731-5. Dostupné z: <http://docplayer.cz/4399501-Zaklady-projektovani-logisticky-ch-systemu.html>

- [13] ZELENKA, Antonín, Vratislav PRECLÍK a Milan HANINGER. *Projektování výrobních systémů: návody pro cvičení*. Praha: České vysoké učení technické, 1993. ISBN 80-010-1026-0.
- [14] Fetra Transportgeräte [online]. 2017 [vid. 2017-07-15]. Dostupné z: <https://www.fetra.de/>
- [15] CX-T Elektrický tažný vozík [online]. [vid. 2017-07-10]. Dostupné z: <http://www.still.cz/tahac-cx-t-cz.0.0.html>
- [16] LTX 70 / LTX-T 08 [online]. [vid. 2017-07-10]. Dostupné z: <http://www.still.cz/ltx-70-cz.0.0.html>
- [17] Protech SpT - profesionální technologie zpracování plechu [online]. 2010 [vid. 2017-07-02]. Dostupné z: <http://www.protech-spt.cz/product/1-jetcam-expert-cadcam-software.html#text>
- [18] CAD/CAM nesting software for cutting machines - Lantek Expert Cut [online]. [vid. 2017-07-02]. Dostupné z: <https://www.lanteksms.com/us/lantek-expert-cut-oxycut-plasma-laser-water-jet#software-specifications>
- [19] Technologický program WRyKRys [online]. 2017 [vid. 2017-07-02]. Dostupné z: <http://www.honkys.cz/technologicky-program>
- [20] WRyKRYS - CAD/CAM software [online]. [vid. 2017-07-02]. Dostupné z: http://wrykrys.cz/files/WRyKRYS_productinfo_CZ.pdf
- [21] SAPSproW - programování NC strojů [online]. 2007 [vid. 2017-07-02]. Dostupné z: <http://www.antalsoftware.sk/saps-cz/saps-cz.html?ncprog.htm>
- [22] Asprova - APS systém pro pokročilé plánování výroby [online]. 2016 [vid. 2017-07-13]. Dostupné z: <http://www.aimtec.cz/reseni/vyrobni-spolecnost/aps/asprova/>
- [23] APS Fabrio - Softwarový nástroj pro optimalizaci výroby. Základní funkce - APS Fabrio - Optimalizace výroby - Produkty - Merica s.r.o [online]. c2004-2017 [vid. 2017-07-13]. Dostupné z: <http://merica.cz/cs/products/fabrio/basicfunctions/>
- [24] Pokročilé plánování pro diskrétní výrobu [online]. 2017 [vid. 2017-07-13]. Dostupné z: <http://www.logis.cz/cs/pokrocile-planovani-vyroby/diskretni-vyroba>
- [25] Výkonný plánovací systém Preactor [online]. 2011 [cit. 2017-07-13]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/aps-scm/vykonnny-planovaci-system-preactor-aps-z.htm>

9 Seznam obrázků

Obrázek 1.1 - Logistický řetězec [2]	10
Obrázek 1.2 - Segmentace položek ABC analýzou podle prodaného množství. [4].....	13
Obrázek 1.3 - Systém plánování materiálových požadavků výroby [3]	18
Obrázek 2.1 - Příklad šachovnicové tabulky [11]	40
Obrázek 2.2 - Sankeyův diagram [12]	41
Obrázek 3.1 - Rozmístění hal a skladovacích ploch v Dýšíně u Plzně.....	43
Obrázek 4.1 - Proces výroby a rozdělení interní logistiky	46
Obrázek 4.2 - Typy výrobků vyráběné v Dýšíně u Plzně.....	49
Obrázek 4.3 - Průběh zakázky rámu UW170168.....	53
Obrázek 4.4 - Rozmístění pracovišť předvýroby	55
Obrázek 4.5 - Rozmístění pracovišť technologických podobných produktů.....	56
Obrázek 4.6 - Současná průběžná doba výroby rámu UW 170168	58
Obrázek 5.1 - Návrh opatření potřebných pro optimalizaci současného stavu.....	61
Obrázek 5.2 - Údaje získané přímým měřením	62
Obrázek 5.3 - Rozdělení pracovního postupu na operace montáže	63
Obrázek 5.4 - Schéma tvorby postupu rozpadu dílů do KITů.....	64
Obrázek 5.5 - Příklad listu pracovního postupu pro UW 170168.....	65
Obrázek 5.6 - Návrh cílového stavu	67
Obrázek 5.7 - Průběžná doby výroby rámu UW 170168 po navržené optimalizaci.....	68
Obrázek 5.8 - Tažné zařízení s tažnými vozíky pro přepravu dílů na montáž	73
Obrázek 5.9 - Elektrický tahač se stojící obsluhou Still CX-T [15].....	73
Obrázek 5.10 - Elektrický tahač s kabinou Still LTX 70 [16].....	74
Obrázek 6.1 - Srovnání časové náročnosti výroby rámu UW 170168 před a po optimalizaci	82

10 Seznam grafů

Graf 4.1 - Množství vyrobených kusů jednotlivých typů rámu UW	50
Graf 4.2 - Množství vyrobených kusů jednotlivých typů rámu OW	50
Graf 4.3 - Množství vyrobených kusů jednotlivých typů patek.....	51
Graf 4.4 - Časová náročnost výroby u skupin produktů.....	52

11 Seznam tabulek

Tabulka 2.1 - Grafická symbolika manipulačních činností [9]	39
Tabulka 4.1 - Časová náročnost výroby produktů skupiny UW	52
Tabulka 4.2 - Množství dílů v předvýrobě u rámu UW 170168.....	54
Tabulka 5.1 - Počet KITů, palet a směn pro dané operace.....	66
Tabulka 5.2 - Značení toku materiálu.....	70
Tabulka 5.3 - Označení produktů	70
Tabulka 5.4 - Značení operací.....	71
Tabulka 5.5 - Vozíky pro manipulaci na montáži [14]	72
Tabulka 5.6 - Srovnání CAD/CAM softwarů	78
Tabulka 5.7 - Srovnání APS systémů	81
Tabulka 6.1 - Nákladové položky na pořízení hmotného majetku.....	85
Tabulka 6.2 - Nákladové položky na pořízení nehmotného majetku.....	85

12 Seznam použitých zkratk

MRP I	Materials Requirements Planning
MRP II	Manufacturing Requirements Planning
APS	Advanced Planning and Scheduling
PPS	Production Planning System
CIM	Computer Integrated Manufacturing
MES	Manufacturing Execution Systems
ERP	Enterprise Resource Planning
SCM	Supply Chain Management
IMS	Intelligent Manufacturing System
OPT	Optimized Production Technology
JIT	Just In Time
TPS	Toyota Production System
TOC	Theory Of Constraints
FIFO	First In First Out
LIFO	Last In First Out
CNC	Computer Numerical Control
CAD	Computer Aided Design
CAM	Computer Aided Manufacturing
CAI	Computer Aided Information
CAQ	Computer Aided Quality Control
CAT	Computer Aided Testing
CIL	Computer Integrated Logistic
SW	Software
DWG	Drawing
DXF	Data Exchange Format
DNG	Design
IGES	Initial Graphics Exchange Specification
JPEG	Joint Photographic Expert Group
BMP	Bitmap
TIF	Tag Image File Format

GIF	Graphic Interchange Format
PCX	Picture Exchange
UW	Untertwagen
OW	Obertwagen
GGW	Gegengewicht
P	Product
Q	Quantity
R	Reproduction
T	Time and Term
S	Service
N	Numbers
CE	Uhlíkový ekvivalent
kg	kilogram
ks	kus
min	minuta
mm	milimetr
km/h	kilometry za hodinu
V	Výkon pracoviště
ZNV	Zásoba Nedokončené Výroby
PDV	Průměrný čas průběžné doby zásoby
Q_i	Celkový požadovaný počet kusů jednotlivé výroby
q_i	Velikost výrobní dávky jednotlivé výroby
V_i	Výkon pracoviště pro výrobu i-tého výrobku
N	Požadovaný počet druhů výrobků v uvažovaném období
N_h	normohodiny