

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: B 2301 Strojní inženýrství  
Studijní zaměření: Průmyslové inženýrství a management

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Návrh nového uspořádání výrobní haly

Autor: **Kateřina KALČÍKOVÁ**

Vedoucí práce: **Ing. Pavel VRÁNEK**

Akademický rok 2018/2019

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2018/2019

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Kateřina KALČÍKOVÁ**

Osobní číslo: **S18B0340P**

Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**

Studijní obor: **Průmyslové inženýrství a management**

Název tématu: **Návrh nového uspořádání výrobní haly**

Zadávací katedra: **Katedra průmyslového inženýrství a managementu**

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

1. Manipulace a skladování materiálu
2. Prostorová náročnost výroby
3. Analýza technologie a postupu výroby
4. Návrh prostorového uspořádání
5. Vyhodnocení a doporučení variant
6. Závěrečné zhodnocení

Rozsah grafických prací: 0 výkresů  
Rozsah kvalifikační práce: 30 - 40 stran  
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

1. EMMETT, S. *Řízení zásob: jak minimalizovat náklady a maximalizovat hodnotu*. Brno: Computer Press, 2008. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 978-80-251-1828-3
2. HORVÁTH, G. *Logistika ve výrobním podniku*. Plzeň: Západočeská univerzita, 2007. ISBN 978-80-7043-634-9
3. MILLER, A., BUREŠ, M., ŠRAJER, V., PEŠL, J. *Projektování výrobní základny - teoretická část, e book*. Plzeň: SmartMotion, 2013. ISBN 978-80-87539-30-9
4. PHILLIPS, E. J. *Manufacturing plant layout: fundamentals and fine points of optimum facility design*. Dearborn, Mich.: Society of Manufacturing Engineers, 1997. ISBN 0-87263-484-1

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Pavel Vránek  
Katedra průmyslového inženýrství a managementu  
Konzultant bakalářské práce: Ing. Michal Zoubek  
Katedra průmyslového inženýrství a managementu  
Datum zadání bakalářské práce: 24. září 2018  
Termín odevzdání bakalářské práce: 24. května 2019

Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.  
děkan



Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 24. září 2018

## **Prohlášení o autorství**

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne: .....

.....  
podpis autora

## **Poděkování**

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Pavlu Vránkovi za cenné rady, ochotu, obětavou práci a za čas věnovaný konzultacím, které mi pomohly tuto práci zkompletovat. Dále bych ráda poděkovala své rodině a přátelům za velkou podporu.

# ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	Příjmení Kalčíková	Jméno Kateřina
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	Průmyslové inženýrství a management	
<b>VEDOUcí PRÁCE</b>	Příjmení Ing. Vránek	Jméno Pavel
<b>PRACOVISŤE</b>	ZČU - FST - KPV	
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<b>BAKALÁŘSKÁ</b>
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Návrh nového uspořádání výrobní haly	

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KPV	<b>ROK ODEVZD.</b>	2019
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

## POČET STRAN

<b>CELKEM</b>	88	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	64	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	24
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

<b>STRUČNÝ POPIS</b>	<p>Bakalářská práce se zabývá návrhem nového prostorového uspořádání. V teoretické části jsou představeny teoretické poznatky získané studiem odborné literatury zaměřené na skladování, manipulaci s materiálem a prostorové uspořádání pracoviště. Úvodní část práce je věnována historii a představení firmy. Následuje analýza současného stavu firmy z hlediska její výrobní činnosti, skladového hospodářství a současného dispozičního uspořádání strojů. Nejdůležitější částí jsou samotné návrhy na zefektivnění výroby z hlediska prostorového uspořádání.</p>
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>	Materiálový tok, layout, skladování, manipulace s materiálem

## SUMMARY OF BACHELOR SHEET

<b>AUTHOR</b>	Surname Kalčíková	Name Kateřina
<b>FIELD OF STUDY</b>	Industrial Engineering and Management	
<b>SUPERVISOR</b>	Surname Ing. Vránek	Name Pavel
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST - KPV	
<b>TYPE OF WORK</b>	<del>DIPLOMA</del>	<b>BACHELOR</b>
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Draft of spatial arrangement of the production floor	

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	KPV	<b>SUBMITTED IN</b>	2019
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

### NUMBER OF PAGES

<b>TOTALLY</b>	88	<b>TEXT PART</b>	64	<b>GRAPHICAL PART</b>	24
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

<b>BRIEF DESCRIPTION</b>  <b>TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	<p>This bachelor deals with a proposal of a new spatial arrangement. Theoretical part of the thesis presents a literature review of technical literature focused on the storage, material manipulation and spatial arrangement of workplace. Practical part covers history of the company and its present management. Followed by analysis of current structure of company from the production point of view, and also current position of the machines. The most important part is the proposals for more effective production in terms of spatial organization.</p>
<b>KEY WORDS</b>	Material flow, layout, storage, material manipulation

## Obsah

Seznam obrázků .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
Seznam tabulek .....	12
Úvod .....	13
1 Skladování .....	14
1.1 Logistika .....	14
1.2 Skladování .....	15
1.2.1 Skladové operace.....	15
1.2.2 Funkce skladu.....	17
1.2.3 Druhy skladů .....	17
2 Manipulace .....	22
2.1 Manipulační jednotky .....	22
2.2 Manipulační prostředky .....	23
2.2.1 Palety .....	23
2.2.2 Přepravky a přepravníky .....	25
2.2.3 Ostatní manipulační prostředky.....	26
2.3 Manipulační zařízení .....	26
2.3.1 Dopravní vozíky .....	27
2.3.2 Jeřáby .....	34
2.3.3 Dopravníky .....	37
3 Prostorová náročnost výrobního programu .....	39
3.1 Typ výroby .....	39
3.2 Návrh prostorového uspořádání – Layout .....	40
3.3 Návrh výrobního prostoru .....	41
3.4 Základní způsoby rozmístění strojů a pracovišť .....	42
3.4.1 Volné uspořádání.....	43
3.4.2 Technologické uspořádání.....	43
3.4.3 Předmětné uspořádání .....	44
3.4.4 Modulární uspořádání .....	45
3.4.5 Buňkové uspořádání .....	45
3.4.6 Kombinované uspořádání.....	46
3.5 Rozmísťovací metody.....	46
3.5.1 Metoda Craft .....	46
3.5.2 Trojúhelníková metoda .....	46
3.5.3 Šachovnicová tabulka.....	47
3.5.4 Sankeyův diagram .....	47
3.5.5 Spaghetti diagram.....	48



3.5.6	Metoda souřadnic .....	49
3.5.7	I-D diagram .....	49
4	Představení firmy .....	51
5	Analýza technologie a postupu výroby .....	53
5.1	Vstupní data .....	53
5.2	Současný stav .....	54
5.2.1	Skladování .....	55
5.2.2	Manipulace .....	56
5.2.3	Pracoviště .....	57
5.3	Popis jednotlivých pracovišť .....	59
5.3.1	Výrobní úsek D1 .....	59
5.3.2	Výrobní úsek D3 .....	63
5.4	Postup při tvorbě layoutu .....	67
5.4.1	Analýza vstupních dat .....	67
5.4.2	Současný stav výrobně – montážní haly .....	68
5.4.3	Materiálové toky .....	71
6	Návrh prostorového uspořádání .....	74
6.1	Výrobní úsek D1 .....	74
6.1.1	Varianta 1 na výrobním úseku D1 .....	75
6.1.2	Varianta 2 na výrobním úseku D1 .....	77
6.2	Výrobní úsek D3 .....	79
6.2.1	Návrh zlepšení na výrobním úseku D3 .....	80
7	Vyhodnocení a doporučení variant .....	83
	Závěr .....	85
	Citovaná literatura .....	86

## Seznam obrázků

Obrázek 1-1: Procesy logistiky .....	14
Obrázek 1-2: Skladové operace.....	15
Obrázek 1-3: Naskladnění .....	16
Obrázek 1-4: Vyskladnění.....	17
Obrázek 1-5: Regálový sklad .....	18
Obrázek 1-6: Podlažní skladování.....	18
Obrázek 1-7: Uspořádání skladovacích prostorů podle obrátkovosti .....	19
Obrázek 1-8: Cross docking .....	20
Obrázek 2-1: Základní paleta .....	23
Obrázek 2-2: Speciální atypická paleta .....	24
Obrázek 2-3: Ohradová paleta.....	24
Obrázek 2-4: Přepravka z plastu .....	25
Obrázek 2-5: Přepravníky .....	26
Obrázek 2-6: Plošinové vozíky .....	27
Obrázek 2-7: Paletový vozík .....	28
Obrázek 2-8: Nízkozdvižný vozík.....	29
Obrázek 2-9: Čelní vysokozdvižný vozík .....	29
Obrázek 2-10: Ručně vedený vysokozdvižný vozík .....	30
Obrázek 2-11: Retrak .....	31
Obrázek 2-12: Terénní vysokozdvižný vozík .....	31
Obrázek 2-13: Boční vysokozdvižný vozík .....	32
Obrázek 2-14: Teleskopický manipulátor .....	32
Obrázek 2-15: Milk Run .....	34
Obrázek 2-16: Mostový jeřáb.....	35
Obrázek 2-17: Portálový jeřáb .....	36
Obrázek 2-18: Podvěsný jeřáb .....	37
Obrázek 2-19: Válečkový dopravník .....	37
Obrázek 2-20: Pásový dopravník .....	38
Obrázek 2-21: Řetězový dopravník.....	38
Obrázek 3-1: Zobrazení výrobního systému - 2D .....	40
Obrázek 3-2: Zobrazení výrobního systému - 3D .....	41
Obrázek 3-3: Technologické uspořádání.....	43
Obrázek 3-4: Předmětné uspořádání .....	44
Obrázek 3-5: Trojúhelníková metoda .....	46
Obrázek 3-6: Sankeyův diagram .....	48
Obrázek 3-7: Spaghetti diagram.....	48
Obrázek 3-8: Příklad metody souřadnic .....	49
Obrázek 3-9: I-D diagram .....	50
Obrázek 4-1: Vnitřní prostory výrobního podniku .....	51
Obrázek 4-2: Ukázka stojanu .....	52
Obrázek 5-1: Vykresová dokumentace haly .....	54

Obrázek 5-2: Současný stav výrobně - montážní haly .....	54
Obrázek 5-3: Skladování na výrobním úseku D1 (Skladovací plochy) .....	55
Obrázek 5-4: Skladování na výrobním úseku D1 (Mezisklady) .....	55
Obrázek 5-5: Skladování na výrobním úseku D3 .....	56
Obrázek 5-6: Jeřáby pro těžké komponenty .....	56
Obrázek 5-7: Jeřáby na pracovištích .....	57
Obrázek 5-8: Ukázka pracoviště H03 .....	59
Obrázek 5-9: Nárazníky .....	60
Obrázek 5-10: Příprava podvozku.....	61
Obrázek 5-11: Separátory.....	62
Obrázek 5-12: Pracoviště M01 .....	63
Obrázek 5-13: Montáž trubek a hadic .....	64
Obrázek 5-14: Montáž nárazníků .....	65
Obrázek 5-15: Podvozkové díly .....	66
Obrázek 5-16: Výkres haly .....	67
Obrázek 5-17: Ukázka vybavenosti pracovišť .....	68
Obrázek 5-18: Současný stav D1 a D3.....	69
Obrázek 5-19: Vizualizace haly v 3D .....	69
Obrázek 5-20: Letecký snímek haly v 3D.....	70
Obrázek 5-21: Montážní pracoviště .....	70
Obrázek 5-22: Přípravná pracoviště .....	71
Obrázek 5-23: Přepavní výkon současného stavu .....	72
Obrázek 5-24: Materiálový tok D1 .....	73
Obrázek 5-25: Materiálový tok D3 .....	73
Obrázek 6-1: Označení kritických oblastí D1 .....	75
Obrázek 6-2: Varianta 1 výrobního úseku D1 .....	76
Obrázek 6-3: Varianta 1 výr. úseku D1 - Materiálové toky.....	76
Obrázek 6-4: Přepavní výkon varianta 1 D1.....	76
Obrázek 6-5: Vyznačení problematických ploch D1 .....	77
Obrázek 6-6: Varianta 2 výrobního úseku D1 .....	78
Obrázek 6-7: Varianta 2 výr. úseku D1 - Materiálové toky.....	78
Obrázek 6-8: Přepavní výkon varianta 2 D1.....	79
Obrázek 6-9: Označení kritických míst D3 .....	80
Obrázek 6-10: Návrh zlepšení výrobního úseku D3 .....	81
Obrázek 6-11: Návrh zlepšení výr. úseku D3 - Materiálové toky .....	81
Obrázek 6-12: Přepavní výkon D3 .....	82
Obrázek 7-1: Doporučená varianta výr. úseku D1 .....	83
Obrázek 7-2: Doporučená varianta výr. úsek D3 .....	84

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Šachovnicová tabulka.....	47
Tabulka 2: Maticová tabulka.....	47
Tabulka 3: Roční objem produkce D1 .....	53
Tabulka 4: Roční objem produkce D3 .....	53

## Úvod

Každý podnik v současné době usiluje o co nejvyšší produktivitu, efektivitu a konkurenceschopnost. Zvýšení produktivity a efektivitu lze dosáhnout správným navržením prostorového uspořádání výrobního systému. Snahou prostorového rozmístění je najít nejvhodnější možné řešení, které zajistí nejkratší cestu materiálového toku s minimalizací nákladů.

Bakalářská práce se zabývá komplexním návrhem výrobního prostoru. První teoretická část je věnována obecnému vysvětlení pojmu skladování a veškerých operací s ním spojené. Se skladováním je úzce spjata manipulace s materiálem. V oblasti manipulace jsou přiblíženy základní pojmy, do kterých lze začlenit manipulační jednotky, manipulační prostředky či manipulační zařízení. Ve druhé části se práce zaměřuje na hlavní bod bakalářské práce, tj. prostorovou náročnost výrobního programu, kde je nadefinováno, jakým způsobem vytvořit výrobní program s přihlédnutím na dostupné metody rozmístění a možnosti uspořádání.

Praktická část bakalářské práce je věnována návrhu nového uspořádání ve výrobním podniku. V první části je popsána výrobní činnost podniku, jeho zaměření s následným popisem jednotlivých výrobních úseků a detailním popisem jednotlivých pracovišť na výrobních úsecích. Ve druhé části je provedena analýza současného stavu výrobního systému s následným popisem jednotlivých kroků vedoucích k vytvoření nového prostorového uspořádání. Výsledkem praktické části jsou nové varianty prostorového uspořádání výrobně – montážní haly ve 2D a 3D zobrazení za pomoci nadefinovaných materiálových toků v programu VisTable. V závěru jsou jednotlivé varianty prostorového uspořádání zhodnoceny na základě materiálového toku. Nové varianty by měly značně přispět k zefektivnění výrobního procesu a zvýšení produktivity.

# 1 Skladování

V první kapitole bakalářské práce bude specifikován pojem skladování, které je nedílnou součástí logistiky každého podniku. Skladování je úzce spjato a propojeno s výrobním systémem a má vliv na návrh výrobního prostoru.

Před samotným přiblížením tohoto pojmu je však nutné přejít k vysvětlení pojmu logistika, jaké má úkoly a co vše zahrnuje.

## 1.1 Logistika

Logistika řeší veškeré služby spojené mezi výrobcem a konečným spotřebitelem. Úkolem logistiky je, aby veškeré služby nebo zboží byly v potřebném čase na určeném místě, v dostatečné kvalitě, s co nejmenším vynaložením finančních prostředků. [1]

**Logistika dle zdroje [2] zahrnuje:**

- nákup
- skladování
- plánování výroby
- řízení výroby
- řízení zakázek
- dopravu
- plánování hmotných toků

Základem logistiky je logistický řetězec. Logistický řetězec lze považovat za soubor hmotných i nehmotných toků, které jsou úzce spjaty s požadavkem zákazníka. Hmotná stránka má za úkol přemístování věcí. Do nehmotné stránky zahrnujeme vše, co souvisí s přemístováním informací, aby mohlo dojít k přemístování věcí. [1]

Na obrázku 1-1 lze vidět, že logistika zahrnuje vše od nákupu až po konečný výrobek, který putuje k zákazníkovi. Šipky ukazují směr jednotlivých toků. Materiálový tok je tedy tok, který začíná u nákupu surovin, putuje přes sklad, výrobu až k zákazníkovi. Finanční a informační tok začíná vždy u zákazníka a končí u získávání surovin.

Náplní logistiky je zkoumání následujícího procesu:



Obrázek 1-1: Procesy logistiky [1]

Logistika je tedy nedílnou součástí každého výrobního procesu a zahrnuje skladování.

## 1.2 Skladování

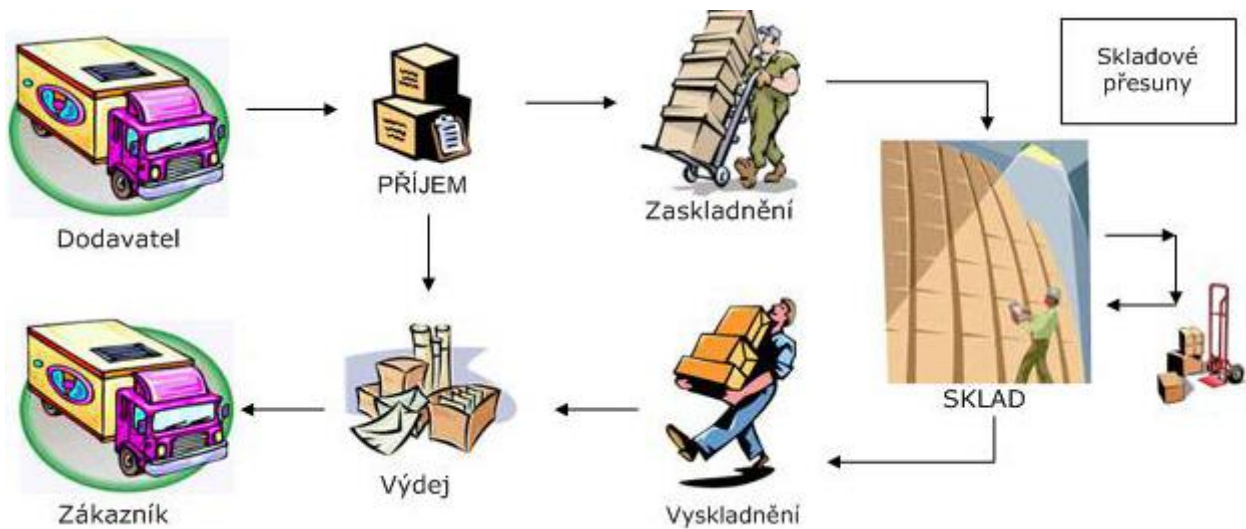
Skladování je jeden z hlavních článků logistického systému. Je nezbytné vždy, když dochází k udržování zásob. Plní důležitou funkci při pohybu materiálu od příjmu, přesunu, vyskladnění až po expedici. Skladování řeší zásadní otázky týkajících se zboží, objednávacích cyklů, množství zásob, prostorového rozmístění a plynulého výdeje. Prostor určený pro skladování se nazývá skladovací zařízení -tj. **sklad**. Za skladovací zařízení lze považovat vše od drobných skladů menších podniků až po velké profesionálně řízené sklady. Menší podniky mají ve většině případů skladovací prostory, u větších podniků se obvykle pronajímají prostory v budově, která je speciálně konstruovaná pro skladování. [3]

Nejprve je důležité si specifikovat **pojem skladování**.

„**Skladování** lze chápat jako část podnikového logistického systému, která zabezpečuje uskladnění produktů (surovin, dílů, zboží ve výrobě, hotových výrobků) v místech jejich vzniku a mezi místem jejich spotřeby, a poskytuje managementu informace o stavu, podmínkách a rozmístění skladovaných produktů.“ [3]

### 1.2.1 Skladové operace

Z definice obecně můžeme říci, že při skladování jde především o přesun a uskladnění produktů. S těmito činnostmi úzce souvisí i přenos informací. Největší důraz je kladen na část přesunů produktů, neboť každý podnik se snaží urychlovat pohyb objednaného zboží od výroby až po konečnou expedici zboží. [3]



Obrázek 1-2: Skladové operace [4]

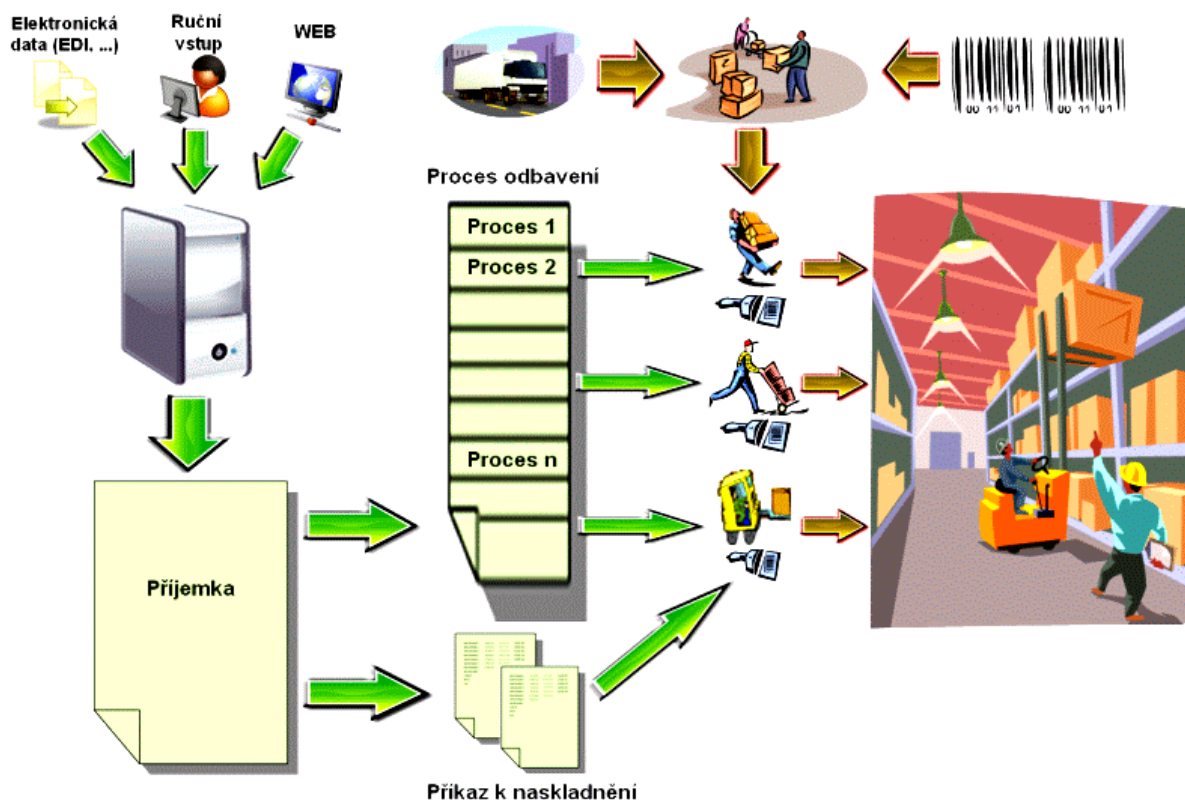
Podle obrázku 1-2 rozdělujeme skladovací operace na tyto činnosti:

- příjem zboží
- zaskladnění
- skladové přesuny
- vyskladnění
- výdej

První fází celého procesu je **příjem** zboží. Při převzetí zboží dochází ke kontrole stavu zboží a množství. Následně zboží zaevidujeme do databáze a vystavíme tzv. příjemku. Příjemka musí obsahovat název skladu, firmy, zboží, dále množství, druh příjmu, specifický kód, celkovou cenu, datum, podpis. Dále se vystaví příkaz k naskladnění a poté probíhá celkový proces zaskladnění. [3]

**Zaskladnění** zahrnuje přesun zboží z dopravního prostředku do skladovacího prostoru pomocí manipulačních zařízení. [3]

Celkově příjem a zaskladnění zboží můžeme nahradit pojmem naskladnění, které můžeme podrobně vidět na obrázku 1-3. [3]

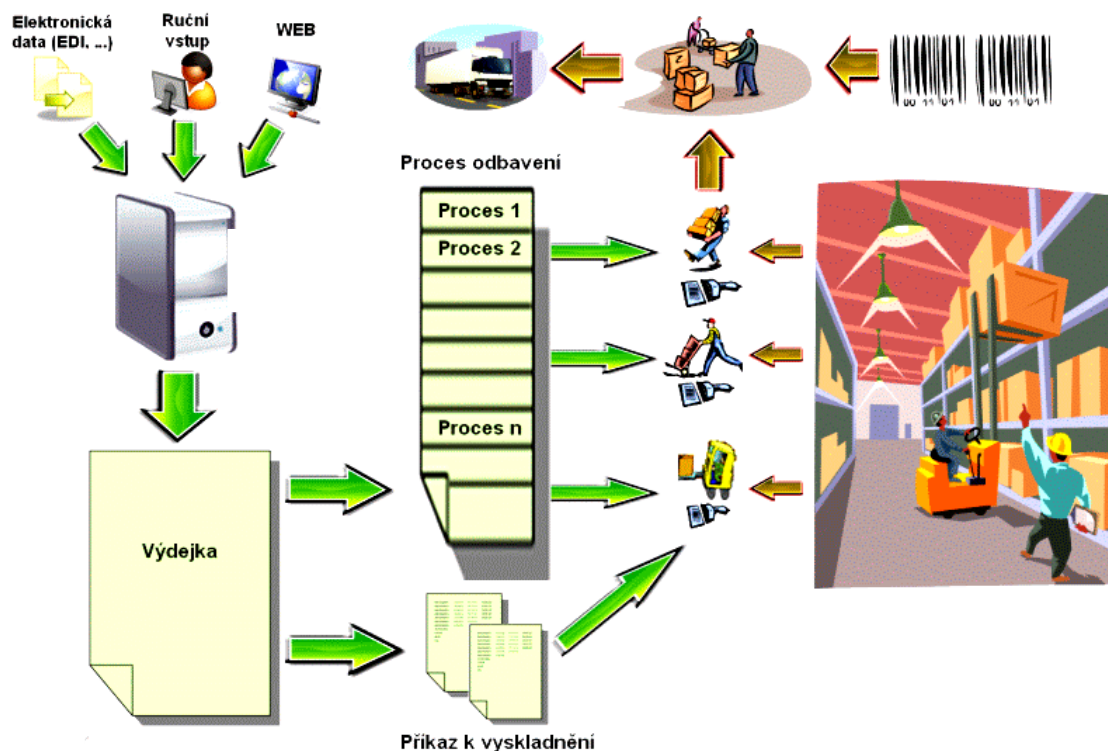


Obrázek 1-3: Naskladnění [5]

V dalším kroku se v některých případech využívá skladových přesunů. Do těchto přesunů můžeme zahrnout kompletaci zboží. Kompletace přeskupí zboží na sortiment a množství dle objednávky zákazníka. Nebo lze využít tzv. cross - docking, u kterého nedochází k uskladnění, ale zboží se v tomto případě přesune z příjmu na výdej. Princip cross - dockingu si popíšeme v následujících kapitolách. [3]

Při objednání zboží zákazníkem nebo odběratelem dochází k vyskladnění zboží, obrázek 1-4. Vyskladnění zboží má podobný průběh jako naskladnění. Veškerá data se zadají do systému a dojde k vyhotovení výdejky. Výdejka obsahuje stejné náležitosti jako příjemka na sklad. Dále se vystaví příkaz k vyskladnění. Při expedici seskupíme objednané zboží, zkontrolujeme stav a množství objednaného zboží. Zboží se zabalí a označí nezbytně nutnými informacemi (jméno příjemce, adresa doručení, jméno odesílatele). [3]





Obrázek 1-4: Vyskladnění [5]

Jak už bylo definováno v úvodu, prostor pro skladování se nazývá sklad, skladové operace jsou již známé, proto je důležité si dále popsat, jakou funkci může plnit sklad.

### 1.2.2 Funkce skladu

Funkce skladu lze dle zdroje [6] začlenit podle účelu využití daného skladu:

- **Vyrovňovací funkce skladu** plní funkci zásobníku. Tato funkce se projevuje především v distribuční části, tedy mezi zákazníkem a výrobou.
- **Technologická funkce** se vyskytuje ve výrobní logistice. Pomocí této funkce dochází k dosažení kvality (sušení dřeva, homogenizace rudy).
- **Spekulativní funkce skladu** slouží k možnému budoucímu zvyšování ceny. Provozovatel si nakoupí zboží dopředu, očekává nárůst ceny a do doby nárůstu skladuje pro větší ziskovost.

Dle využití skladů je nutné vybrat správný druh skladu. Pro zásobovací funkci skladu budou kladeny jiné nároky na uskladnění, než tomu je např. u technologické funkce skladu.

### 1.2.3 Druhy skladů

Existuje nespočet množství rozdělení skladů. Při dělení skladů je kladen důraz na typ a velikost skladovacího sortimentu, od kterého se odvíjí typ konstrukce a uskladnění. Dále je rozdělení závislé na velikosti skladovacího prostoru a množství sortimentu. Při větším množství sortimentu nelze uskladňovat zboží náhodně, ale je nezbytné mluvit o informačním

systému. Důležitou roli hraje i tok materiálu. Materiály, které mají větší materiálový tok, se uskladňují blíže k expedici.

**Podle zdroje [6] lze dělit sklady dle:**

- konstrukce
- druhu zboží
- způsobu skladování
- toku materiálu
- velikosti

**Konstrukce** – z konstrukčního hlediska můžeme skladování rozdělit na regálové či podlažní.

- **Regálové**

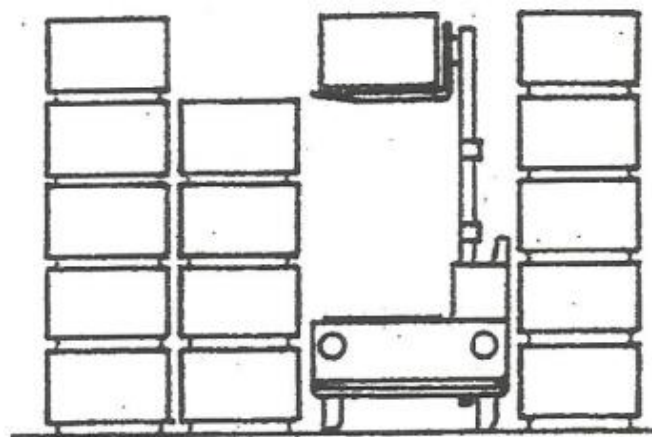
Manipulační jednotky jsou uloženy v regálech (policích), viz obrázek 1-5. Pro skladování palet jsou určeny regály s jednotlivými buňkami. [6]



Obrázek 1-5: Regálový sklad [7]

- **Podlažní**

Podlažní skladování můžeme vidět na obrázku 1-6. Je to skladování manipulačních jednotek v jedné úrovni na úložných plochách, které jsou řazeny v jedné řadě, ve více řadách nebo v blocích. [6]



Obrázek 1-6: Podlažní skladování [6]

**Druh zboží** – výběr skladu je důležitý především na základě druhu skladovacího zboží.

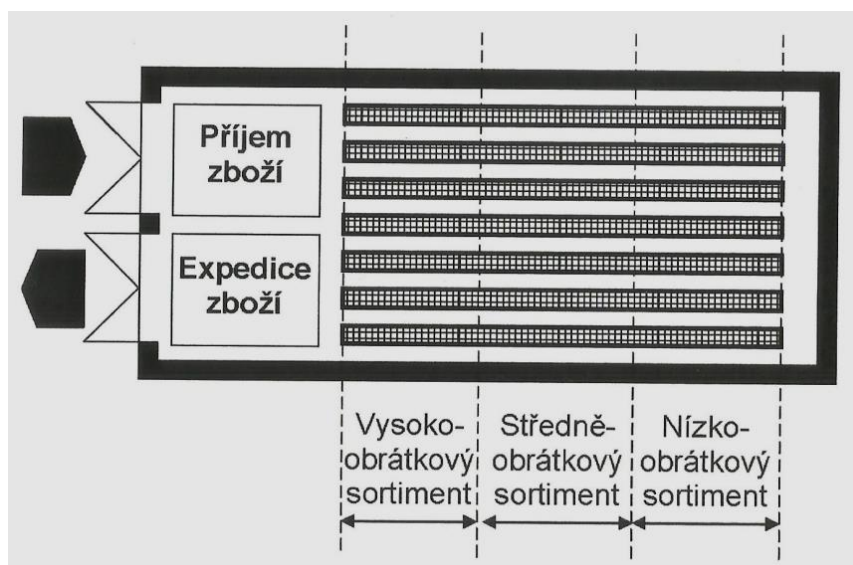
**Zboží můžeme dělit dle zdroje [6] na:**

- **Sypké materiály**  
Sypké materiály skladujeme v zásobnicích, které mohou být nadzemní, podzemní, nebo podlažní.
- **Pevné materiály**  
Pevné materiály lze skladovat regálově nebo podlažním způsobem.
- **Tekuté materiály**  
Kapalné materiály se skladují v nádržích, tancích nebo cisternách, které mohou mít konstantní nebo proměnný objem.

**Způsob skladování** – odvíjí se od množství druhů sortimentu a velikosti skladu.

- **Pevné**  
Zboží má dané pevné místo (adresu). V případě nedostatku zboží, je místo volné a nedochází k zaplnění jiným zbožím. Na tento způsob skladování je kladen velký nárok na prostor. [6]
- **Volné**  
Sklad je rozdělen na sekce, ve kterých jsou určité skupiny materiálů. Tím se snižuje nárok na skladovací prostor, ale zvyšuje nárok na obsluhu skladu. V některých případech je zaveden informační systém. [6]
- **Náhodné**  
Materiál je ukládán náhodně do volných adres. Nízké nároky na skladování, ale nutný informační systém. [6]

**Informační systém** je v současné době nezbytnou součástí téměř každého podniku. Sklady s informačním systémem mají rozmístění položek dle obrátu, tím dochází ke snižování nároků na manipulační zařízení. Na obrázku 1-7 je možné vidět, že zboží s rychlým obrátem je umístěno blíže k expedici, s pomalým obrátem ve větší vzdálenosti od expedice. [6]



Obrázek 1-7: Uspořádání skladovacích prostorů podle obrátkovosti [6]

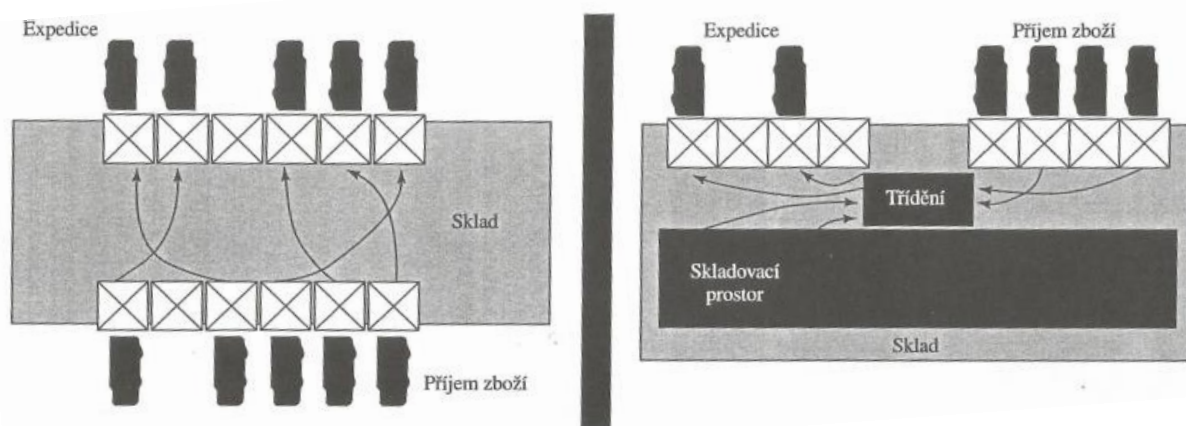
**Tok materiálu** – posledním důležitým faktorem při výběru skladu hraje tok materiálu.

**Skladování dle toku materiálu podle zdroje [6] může být:**

- **Běžné**  
Skladování, při němž je vstup i výstup materiálů na jedné straně skladu. Tok má opačný směr.
- **Průchozí**  
Tento typ je odlišný než předchozí, neboť vstup a expedice je na protilehlé straně skladu. V tomto případě je tok jednosměrný.
- **Cross - docking**  
Příchozí materiál není uskladněn na úložné plochy ani do regálů, ale je rovnou tříděn do zásilek dle objednávek. Tím se snižují nadbytečné zásoby, časové prodlevy a potřeby manipulačních zařízení.

**Cross - docking lze členit dle zdroje [6] do 3 skupin:**

- Přemísťování palet bez třídění z vozidla dodavatele do vozidla odběratele
- Dodávaný materiál je rozdělen na menší celky, poté expandován
- Dochází k rozdělení konkrétních zásilek samotným výrobcem



Obrázek 1-8: Cross - docking [6]

Na levém obrázku dochází k přesunu palet z místa příjmu zboží přes sklad na místo expedice. V druhém případě je po příjmu zboží tříděno a až poté přesunuto do expediční zóny. [6]

### **Velikost**

V současné době se klade největší nárok na požadavky zákazníka, proto se podniky snaží neustále rozšiřovat sortiment. Rozšíření sortimentu úzce souvisí se zvětšujícím se množstvím zboží a to je spjato s velikostí skladového prostoru. Různorodost sortimentu má za následek odlišné tvary a velikost, proto se jednotlivý sortiment ve většině případů rozděluje do celků a tím se zvyšují i nároky na prostor. [3]

Dalším ovlivňujícím faktorem velikosti skladu je prostorové uspořádání, do kterého lze začlenit rozmístění sortimentu, typ konstrukčního skladu (regálový, podlažní) a šíře uličky. Šíři uličky volíme dle typu manipulačního zařízení. A v neposlední radě má velikost skladu vliv na poptávku. Čím větší poptávka, tím se zvyšuje prostor na uskladnění. [3]

Velikost skladu se určuje dvěma parametry. Skladovací plocha může být měřitelná ve čtverečných metrech, nebo v kubických metrech. Plocha v kubických metrech je přesnější, neboť určuje objem skladovacího prostoru, který je k dispozici uvnitř zařízení. [3]

Nedílnou součástí celého logistického řetězce je manipulace. Manipulace se vyskytuje v oblastech, kde se nachází ať už výrobní program, nebo skladování či zásobování. Lze říci, že se manipulace nachází všude, kde dochází k oběhu materiálu, zboží, výrobků.

## 2 Manipulace

Manipulace je úzce spjata především se skladováním a celým výrobním procesem. Ve výrobním procesu je nezbytná v případě přesunu manipulační jednotek na pracoviště, v rámci pracoviště a při přesunech na další pracoviště. V rámci skladování jde především o naskladnění, vyskladnění a přesunutí manipulační jednotky na pracoviště, popřípadě na určené místo.

**Manipulační jednotky** se přesouvají pomocí **manipulačních prostředků** (palety, kontejnery apod.) a ty se dále přemisťují pomocí **manipulačních zařízení** (vysokozdvizné vozík, jeřáby apod.). [8][9][13]

### 2.1 Manipulační jednotky

Manipulační jednotkou se rozumí jakýkoliv materiál, součást nebo celá sestava, která tvoří jednotku schopnou pro manipulaci. Zjednodušeně lze říci, že to je jakákoliv jednotka určená k přepravě. Může být ve formě balené či nebalené. Dále ji můžeme přepravovat volně, ve svazcích, v daném přepravním prostředku. Při větším množství může být daná jednotka přepravovaná samostatně, v jiném případě může tvořit celek, který však musí být uzpůsoben pro manipulaci. Manipulační jednotka musí být přepracována tak, aby během přepravy zachovávala svůj tvar, velikost a především její vlastnost v celé délce manipulačního cyklu. [8]

#### Manipulační jednotky lze rozdělit do tří hlavních skupin:

- **Manipulační jednotka I. řádu**

Lze ji označit jako základní manipulační jednotku, která je určená k ruční manipulaci. Aby se jednalo o manipulační jednotku I. řádu je nutné, aby splňovala podmínku hospodárnosti. Podmínka hospodárnosti hovoří o tom, že manipulační jednotka musí procházet všemi navazujícími články logistického řetězce. Musí jimi procházet a zároveň musí splnit podmínku nedělitelnosti na menší jednotky. [8]

Jelikož se jedná především o ruční manipulaci, maximální hmotnost základní jednotky činí 15 kg. Jako přepravní prostředky se používají bedny nebo přepravky. Ve většině případů se jednotky opatří obalem, kartonem, smršťitelnou fólií apod. Způsob manipulace je tedy ruční, popřípadě pomocí dopravníků nebo plošinových vozíků. [8]

- **Manipulační jednotky II. řádu**

Manipulační jednotka II. řádu je určena především k mechanizované nebo automatizované manipulaci. Jsou to tedy všechny jednotky určené k ukládání ve skladu, k mezioperačním manipulacím a k vnějším manipulacím. Jedná se tedy především o vnitro skladovou manipulaci. [8]

Při jejich tvorbě musí být splněna podmínka maximálního využití kapacit přepravního prostředku. Manipulační jednotky II. řádu jsou složeny především z 10 - 70 jednotek I. řádu. Hmotnost těchto jednotek se pohybuje okolo 200 - 5000 kg v závislosti na hmotnosti jednotek I. řádu. Využívá se přepravních prostředků, které mohou být ve formě palet, přepravníků, kontejneru. Tak jako tomu bylo u základní jednotky i zde není nutností využívat přepravních prostředků. [8]



Jednotky mohou být pouze zabaleny jako celek např. ve formě paketu. Existuje několik druhů přepravy, mezi něž se řadí především nízkozdvížné nebo vysokozdvížné vozíky, jeřáby, dopravníky. Při výběru přepravy je nutné brát v potaz hmotnost jednotky a podle toho tedy vybírat vhodné manipulační zařízení. [8]

- **Manipulační jednotky III. řádu a IV. řádu**

Jsou to jednotky určené především k dálkové vnější přepravě, železniční, silniční, lodní, letecké dopravě. Tyto jednotky se skládají především z jednotek II. řádu, proto hmotnost nelze přesněji specifikovat. U jednotek III. řádu by se však měla pohybovat do 40 000 kg, u jednotek IV. řádu do 2000 t. Přepravních prostředků se využívá především ve formě leteckých kontejnerů. [8]

Způsob manipulace se liší v závislosti na hmotnosti a přepravovaném množství. Jako manipulační zařízení se používají speciální vozíky se zdvižnou plochou, dopravníky, speciální vysokozdvížné vozíky, palubní portálové jeřáby. [8]

V současné době existují manipulační jednotky I. řádu, II. řádu, III. řádu a IV. řádu, které se mohou přemisťovat volně, nebo se přemisťují pomocí manipulačního prostředku.

## 2.2 Manipulační prostředky

Manipulačním prostředkem se rozumí přepravní (technický) prostředek, pomocí kterého lze přepravit manipulační jednotku. Manipulační prostředek a jednotka tvoří tedy celek, který usnadňuje manipulaci a přepravu. Mezi manipulační prostředky lze řadit palety, přepravky, ukládací bedny, pojízdné přepravky, přepravníky či kontejnery. Nyní přejdeme k popisu jednotlivých manipulačních prostředků. [8]

### 2.2.1 Palety

Paleta je nosná plošina, která slouží k manipulaci s manipulační jednotkou a dále na uložení a uskladnění manipulační jednotky. Slouží k manipulaci pomocí vysokozdvížných nebo nízkozdvížných vozíků. Palety mohou být dřevěné, kovové nebo plastové. Pro lepší zajištění přepravované jednotky lze palety opatřit páskou, která může být kovového, textilního nebo plastového charakteru. V některých případech lze využít i smršťovací folie. [9]

#### Podle rozměrů můžeme palety dělit dle zdroje [9] na:

- a) **základní** – je to nejpoužívanější paleta, lze ji vidět na obrázku 2-1. Můžeme ji označovat jako evropskou paletu, která je dána rozměrem 800 x 1200 x 170 mm.



Obrázek 2-1: Základní paleta [10]

- b) **americké** – nese též značení průmyslová paleta, její rozměry jsou 1000 x 1200 x 170 mm. Tento typ palety se využívá především v lodní dopravě.
- c) **speciální** – paleta atypických rozměrů např. dvojpaleta, půlpaleta. Atypickou paletu lze vidět na obrázku 2-2.



Obrázek 2-2: Speciální atypická paleta [11]

**Podle zdroje [9] lze palety dělit dle manipulace na:**

- a) **dvojcestné** – z názvu plyne, že tento typ palet lze pomocí nízkozdvíhových vozíků nabírat pouze ze dvou protilehlých stran.
- b) **čtyřcestné** – provedení palety umožňuje nabírání ze všech čtyř stran.

**Poslední dělení palet se vztahuje na provedení:**

- a) **prostá** – paleta má tvar plošiny, na kterou se ukládá manipulační jednotka. [9]
- b) **ohradová** – paleta je opatřena ohradovou stěnou, jedna stěna je vždy sklápěcí. Tento typ palet je v kovovém provedení a lze ji vidět na obrázku pod textem. [9]



Obrázek 2-3: Ohradová paleta [12]



- c) **skříňová** – skříňová paleta je tak jako ohradová opatřena stěnou, ale ke stěně má ještě víko. [9]
- d) **speciální** – např. zásuvková. [9]

### 2.2.2 Přepravky a přepravníky

**Přepravky** se stejně jako palety řadí mezi manipulační prostředky. Jsou mezičlánkem mezi paletovým prostředkem a balením. Rozměry odpovídají standardnímu evropskému značení. Jsou vyrobeny z plastu, dřeva nebo kovu. Využívají se v závislosti na typu přepravované jednotky. V některých případech jsou nahrazeny kartony. Plastový typ provedení lze vidět na obrázku. [9]



Obrázek 2-4: Přepravka z plastu [9]

Existuje několik druhů přepravek, rovné, skládací či vkládací. Při použití přepravek je největší požadavek kladen na čistitelnost, využití prostoru při přepravě a následná likvidace. Pokud je možné, přepravky kolují v oběhu. [9]

#### Pojízdné přepravky

Pojízdné přepravky slouží primárně pro kusové zásilky, které se týkají převozu z velkoobchodů do maloobchodů. Půdorys velikostně odpovídá půpaletě. Provedení přepravek je mřížkované, drátěné nebo plnostěnné. Některé mohou být opatřeny víkem. [9]

#### Přepravníky

Přepravníky se od ostatních přepravních prostředků liší v přepravované jednotce. Jsou určeny primárně pro manipulaci kapalných, kašovitých a sypkých materiálů. Využití nacházejí především uvnitř areálu pro mezioperační manipulace. Přepravník lze vidět na obrázku 2-5. Pro přepravu kapalných materiálů mají přepravníky tvar nádoby. Každá nádoba má objem 500 – 600 l a je opatřena víkem. Nádoby jsou kovové nebo polyetylenové. [9]



Obrázek 2-5: Převravníky [9]

### 2.2.3 Ostatní manipulační prostředky

Mezi ostatní manipulační prostředky dále patří ukládací bedny a kontejnery.

#### Ukládací bedny

Ukládací bedny se využívají primárně v oblasti výroby. Především pro mezioperační manipulaci ve výrobě a skladovací operace. Jsou určeny pouze pro vnitřní oběh v daném objektu. Mohou být plastové, hliníkové nebo z ocelového plechu. Ve většině případů jsou opatřeny štítkem pro lepší identifikaci a přenos informací. Ukládací bedny mohou mít rovné provedené, zkosené nebo zásuvkové. [9]

#### Kontejnery

Jedná se o přepravní prostředky, které mají tvar skříně a jsou opatřeny dveřmi. Kontejnery mají objem větší než 1 m<sup>3</sup>. Mezi jejich přednosti patří především snížení ztrát při přepravě, snížení manuální práce, zkrácení ložných operací. V případě využití kombinované dopravy dochází ke snížení nákladu na manipulaci a ke snížení nákladů spojeného s balením. V některých případech mohou kontejnery sloužit kratší dobu i jako přechodný sklad. Velikost kontejneru se liší dle velikosti přepravní jednotky. [9]

Pro přesun manipulačních jednotek se kromě manipulačního prostředku využívá i manipulačních zařízení. Manipulační zařízení se liší v závislosti na druhu a množství přepravovaného zboží.

## 2.3 Manipulační zařízení

V současné době je nespočet manipulačních prostředků, jejichž cílem je zjednodušení manipulace při přemísťování manipulačních jednotek nebo manipulačních prostředků. Mezi nejznámější manipulační zařízení patří např. paletové a vysokozdvížené vozíky, jeřáby, dopravníky atd. [13]

### Manipulační zařízení lze rozdělit do 3 hlavních skupin dle zdroje [13]:

- 1) Zařízení na přetržitou manipulaci s cyklickým provozem
  - dopravní vozíky
  - jeřáby
  - výtahy
- 2) Zařízení na přetržitou manipulaci s periodickým provozem
  - podvěsné dopravníky
  - visuté lanovky
  - podlahové dopravníky
- 3) Zařízení na nepřetržitou manipulaci s kontinuálním provozem
  - dopravníky s tažným nosným prostředkem
  - dopravníky s tažným vlečným prostředkem
  - dopravníky bez tažného prostředku
  - pneumatické dopravní soustavy
  - hydraulické dopravní soustavy

Všechny typy manipulačních zařízení mají své specifické vlastnosti a slouží k odlišným typům manipulace. V následujících odstavcích bude popsáno několik nejpoužívanějších typů manipulační techniky se zaměřením na výrobně – montážní haly.

#### 2.3.1 Dopravní vozíky

##### Plošinové, přepravní a transportní vozíky

Plošinové, přepravní a transportní vozíky patří do skupiny manipulačních zařízení, která jsou určena pro manipulaci jednodušších součástí. Využívají se především v oblastech pracovišť, k přesunutí manipulačních jednotek v rámci jednoho pracoviště nebo skupiny pracovišť. Používají se tam, kde není nutné využívat paletových, vysokozdvíhých a dalších vozíků. [12]



Obrázek 2-6: Plošinové vozíky [12]

Jsou vytvořeny z robustní svařované ocelové konstrukce. Mohou mít ložnou plošinu, nebo pouze konstrukci na přepravku. Přesouvají se pomocí čtyř kol, které mohou být v některých případech otočné. U některých typů vozíku jsou dvě kola otočná a dvě pevná. [12]

Mezi hojně využívanou manipulační techniku lze řadit i paletové vozíky.

### **Paletové vozíky**

Paletové vozíky se řadí mezi nejběžněji využívané manipulační zařízení, které slouží k ulehčení manipulace s paletami. Používají se především pro přemísťování zboží a pro méně náročné skladové operace. Paletové vozíky však neslouží k přemísťování zboží do regálu, tedy ke zdvihu. Co se týče povrchu, paletové vozíky je vhodné používat především na rovném a hladkém povrchu. Při manipulaci je nutné rozprostřít přepravované zboží rovnoměrně, aby byla splněna stabilita a nedošlo k poškození přepravované zásilky. [14]

Každý paletový vozík je opatřen ovládací pákou s hydraulickým systémem, vidlicí, vidlicovými kolečky a koly. Vidlicová kolečka jsou nejčastěji polyuretanová. Provedení vidlicových koleček může být singl, tedy provedení s jedním kolečkem na každé vidli. Nebo tzv. tandem, kde jsou dvě kolečka za sebou na každé vidli. Kola, pomocí kterých se ovládá celý vozík, mohou být ve dvojím provedení a to polyuretan-ocel, nebo guma-hliník. [14]



Obrázek 2-7: Paletový vozík [15]

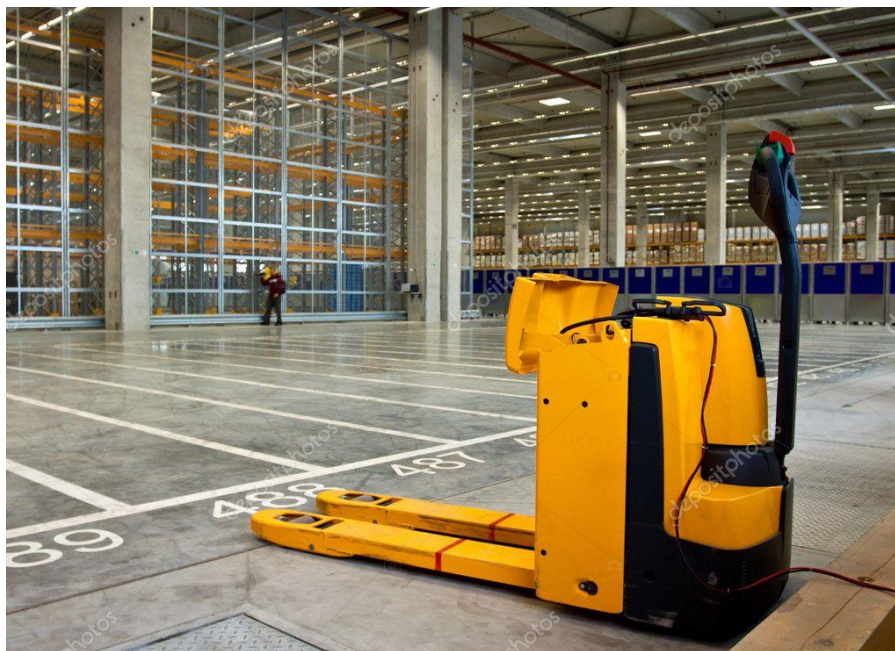
### **Nízkozdvižné vozíky**

Na rozdíl od paletových vozíků jsou níkozdvižné vozíky opatřeny elektrickým motorem, proto není nutné využívat manuální síly. Ani vozíky tohoto typu nejsou určeny ke zdvihání a stohování manipulační jednotky. Využívají se k přemísťování palet. Lze s nimi přizvednout zboží do výšky pár centimetrů. Vzhled níkozdvižného vozíku lze vidět na obrázku 2-8. [14]

**Podle zdroje [14] existují tři typy níkozdvižných vozíků:**

- níkozdvižné vozíky s chodící obsluhou
- níkozdvižné vozíky s obsluhou a bočním sezením
- níkozdvižné vozíky s obsluhou a plošinou





Obrázek 2-8: Nízkozdvižný vozík [16]

### Čelní vysokozdvižné vozíky

V současné době jsou nejznámější a nejpoužívanější vozíky čelní vysokozdvižné. Nejvíce používaným typem jsou z důvodu manipulace jak s menším zbožím, tak i pro manipulaci s náklady o hmotnosti několika tun. [14]

Čelní vysokozdvižné vozíky se skládají z konstrukčního rámu, motoru a příslušenství, ovládacího panelu, zvedacího hydraulického zařízení, desky s vidlicemi, ochranného rámu, spodní části s koly a závaží. Všechny části vozíku lze vidět na obrázku 2-9. [14]



Obrázek 2-9: Čelní vysokozdvižný vozík [17]

Jednotlivé konstrukční typy se liší v závislosti na druhu vozíku a prodejce. U předešlých vozíků existovalo několik druhů provedení např. stojící, sedící, chodící. U čelních vysokozdvíhových vozíků existuje pouze jedno provedení a to řízení sedícím pracovníkem. Tento typ vozíku může být poháněn dieslovým, benzinovým, plynovým nebo elektrickým motorem. Dále můžeme vozíky dělit na tříkolové a čtyřkolové. Vozíky lze dále vybírat dle potřebné výšky zdvihu, nosnosti, ceny. [14]

### **Ručně vedené vysokozdvíhové vozíky**

V porovnání s předešlými vozíky nutno podotknout, že vysokozdvíhové vozíky se využívají ke stohování palet. Používají se v prostorách s rovným a pevným terénem. Výhodou těchto typů vozíků je nízká náročnost na prostor. Vzhled vozíku je možné vidět na obrázku 2-10. [14]



Obrázek 2-10: Ručně vedený vysokozdvíhový vozík [17]

Hlavní výhodou je užší pracovní ulička, snadné ovládání a nízké náklady na pořízení, oproti jiným typům. Jak tomu bylo u předešlého typu, i zde existují tři typy provedení, sedící, chodící a stojící s obsluhou. [14]

Dalším možným manipulačním zařízením jsou retraky.

### **Retraky**

Retraky jsou hojně využívaným typem ručně vedených vysokozdvíhových vozíků v prostorách, kde je nutná manipulace se zbožím ve velkých výškách. Od ostatních vysokozdvíhových vozíků se liší v možnosti výsunu vidlí vpřed. Tento specifický znak umožňuje lepší manipulaci s přepravovaným zbožím. Výhodou retraku je možnost manipulace v užších prostorách a manipulace ve výškách nad 5 metrů. Jedinou nevýhodou je pouze vnitřní použití. Retraky se liší typem vysouvání, které se může týkat pouze vysunutí nosné desky nebo vysunutí celého zvedacího zařízení. [14]



Obrázek 2-11: Retrak [17]

### **Terénní vysokozdvížné vozíky**

Terénní vozíky jsou speciálně navrženy vozíky určené k manipulaci v náročnějších terénech. Pro speciální terén jsou opatřeny upraveným podvozkem, většími pneumatikami, výkonnějším motorem a robustnějším rámem. Pro představu lze vidět terénní vozík na obrázku 2-12. [14]



Obrázek 2-12: Terénní vysokozdvížný vozík [18]

Od klasických vozíků se odlišují i pohonem všech čtyř kol, proto nesou název čtyřkolky. Výhodou terénních vozíků je i možnost využití přídatných zařízení. Jako přídatné zařízení lze použít hydraulické lopaty či sněžné pluhy. [14]



### **Boční vysokozdvížené vozíky**

Boční vysokozdvížené vozíky jsou speciálně upravené stroje určené pro manipulaci s nadměrnými rozměry. Využívají se především pro manipulaci dlouhých tyčí, desek apod. Jejich výhodou je tedy především velká odkládací plocha, venkovní využití a nosnost nad 3 tuny. V současné době je možný výběr ze tří variant pohonů a to elektrický, dieselový a LPG. [14]



Obrázek 2-13: Boční vysokozdvížený vozík [17]

Posledním zástupcem manipulačních zařízení se zřetelem na dopravní vozíky je teleskopický manipulátor.

### **Teleskopický manipulátor**

Teleskopický manipulátor je speciálním typem stroje, který se využívá pro manipulaci s materiály o velkých nosnostech nad 3 tuny. [14]



Obrázek 2-14: Teleskopický manipulátor [19]



Jeho hlavní předností je možnost manipulace s materiálem jak na zemi, tak i ve výšce až 25 metrů. I zde funguje teleskopický manipulátor jako čtyřkolka. Vzhled zařízení lze vidět na obrázku 2-14. Velké oblíbenosti se tento typ stroje těší především v oblasti stavebnictví, zemědělství a v průmyslových odvětvích. I zde lze připojit přídatná zařízení jako např. lopaty, nástavce, koše apod. [14]

V současné době jsou nejrozšířenějším dopravním a manipulačním zařízením paletové a vysokozdvizné vozíky. Vozíky mají za úkol distribuci a odvoz materiálu tehdy, když přijde signál z daného pracoviště. [20]

Od tohoto směru se však upouští, neboť má řadu nevýhod. Mezi nevýhody patří především vytíženost vozíků (max. 60% z doby výroby), což má za následek nedostatek vozíků. Nedostatek vozíků způsobuje zdržení v rámci výroby. Při snaze zvýšit počet vozíků však není využita jejich kapacita a časová náplň. [20]

Další nevýhodou jsou rozměry vysokozdvizných vozíků. Při navrhování prostoru se tedy musí počítat se širšími uličkami. Také rozměry a druh materiálu způsobují komplikace, neboť stále existuje riziko nehody. S využitím vozíků souvisí také vysoké náklady na údržbu. Z těchto důvodů se většina větších podniků začíná přeorientovávat na systém řízení dopravy a zásobování pomocí systému Milk Run. [20]

### **Moderní metoda zásobování - Milk Run**

Pro zefektivnění procesu zásobování se začíná využívat inovativního systému Milk run. Základní myšlenkou systému je soustava dopravních prostředků, která projíždí okolo výrobních strojů nebo montážních linek za účelem dodání nebo odběru materiálu v určitých intervalech bez manuálního ovládání. Dopravní systém má určen přesný rozvrh, trasu, počet odběrných míst a přesný objem materiálu. [20]

Trasa začíná ve skladu na místě určeném pro naložení. Po naložení požadovaného objemu materiálu pak souprava směřuje na předem určená pracoviště. Na pracovišti dojde k vykládce potřebného materiálu popřípadě sběru prázdných přepravních obalů nebo hotových výrobků. Po odbavení všech pracovišť putuje na místo, které je určené pro nakládku. Tento cyklus se opakuje v určitých intervalech podle časového rozvrhu. [20]

Systém je ve většině případů realizován vlakovou soupravou. Ta se skládá z tažného vozidla a několika tažených vozíků. Systém je řízený manuálně obsluhou nebo automaticky pomocí snímačů. Snímače jsou umístěny na tažném zařízení, ty snímají přesnou trasu vyznačenou na podlaze výrobní haly. Reagují na veškeré překážky v cestě. [20]

### **Výhody dle zdroje [20]:**

- možnost dopravy většího objemu materiálu
- přesně dané intervaly a rozvrh
- zvýšení kapacity
- minimalizace prázdných jízd
- bezpečnost
- nižší náklady

Ukázku metody Milk Run je možné vidět na obrázku 2-15.



Obrázek 2-15: Milk Run [20]

V některých místech, kde dochází k manipulaci s těžšími manipulačními jednotkami, se využívá manipulace pomocí jeřábů.

### 2.3.2 Jeřáby

Jeřáby zajišťují optimální tok materiálu ve výrobních halách i skladech. Používají se především tam, kde jsou omezené prostory na dopravní vozíky a při manipulaci s těžšími manipulačními jednotkami či stroji.

**V této kapitole budou popsány nejznámější typy jeřábů a to [21] :**

- mostové
- portálové
- podvěsné

#### **Mostové jeřáby**

Mostových jeřábů se využívá především tam, kde je nutná přeprava těžkých břemen. Výhodou mostových jeřábů je pohyb ve třech osách. [21]

Velikost a nosnost jeřábů závisí na jejich využití. Pro manipulaci s výrobky na pracovišti se využívá jednoduchých jeřábů s nosností okolo 60 kg. Mostové jeřáby lze využít i v dílnách, autoservisech a skladech. V tomto případě se používají jeřáby s nosností až do 250 t. Jeřáby lze využívat jako jeřáby procesní, automatizované, magnetové apod. [21]

### **Konstrukce mostového jeřábu dle zdroje [21]:**

Mostové jeřáby jsou složeny z jednoho mostu nebo ze dvou mostů. Dále se mostový jeřáb skládá z příčníků. V příčniku jsou umístěna pojezdová kola s pojezdy, které jsou hnané pohony. Jako pohon se využívá asynchronní třífázový motor, který je opatřen měničem frekvence. Měníč frekvence zajišťuje plynulý chod a omezuje rozkmitání břemene.

Co se týče konstrukční části, nejdůležitějším prvkem je zdvihací zařízení. Zdvihací zařízení může být kladkostroj nebo dvounosníková kočka. Dalšími prvky mostového jeřábu jsou: napájecí a ovládací obvody, elektroinstalace a ovladač. Konstrukci lze vidět na obrázku 2-16.



Obrázek 2-16: Mostový jeřáb [21]

### **Mostové jeřáby mohou být dle zdroje [21] :**

- jednonosníkové
- dvounosníkové

Jednonosníkové jeřáby se používají od nosnosti 63 kg – 16 000 kg s rozpětím do 30 m. Používají se především v oblasti výroby, dílen a skladů. Výhodou je jednoduchost a nižší náklady na pořízení. Jednonosníkové jeřáby lze použít jak pro venkovní, tak vnitřní provoz. Ovládání je řešeno závěsným nebo radiovým ovladačem. [21]

Od jednonosníkových jeřábů se dvounosníkové liší v rozsahu nosnosti břemen. U dvounosníkových jeřábů se nosnost pohybuje v rozmezí od 10 000kg – 250 t. [21]

Z důvodu větších konstrukčních rozměrů mohou být dvounosníkové jeřáby opatřeny příčnou lávkou, která je určena pro servis kladkostrojů a k údržbě. [21]

Ovládání může být řízeno závěsným ovladačem, dálkovým radiovým ovladačem nebo joystickem. [21]

### **Portálové jeřáby**

Portálové jeřáby se používají tehdy, pokud nelze použít mostové jeřáby. Lze je zajistit jak pro vnitřní, tak i venkovní provoz. Mohou být s jedním nebo dvěma mosty. Portálové jeřáby jezdí po kolejnicích. Kolejnice je v úrovni země. Dále se portálové jeřáby skládají z příčníků s pojezdovými koly, pohony a sloupy portálového jeřábu. [21]

Pohony jeřábu jsou řešené jako u mostových jeřábů. Jeřáb je opatřen měničem frekvence, který lze nastavit režimem rozběhu a zastavení. Nedochozí tedy k viklání břemene a dochází ke zlepšení plynulosti manipulace. [21]



Obrázek 2-17: Portálový jeřáb [21]

### **Podvěsné jeřáby**

Podvěsné jeřáby jsou téměř totožnou variantou mostových jeřábů s rozdílem uložení pojezdových kol. Pojezdová kola jsou uchycena na jeřábové dráze ze spodní strany na spodní pásnici. Konstrukce a ovládání je stejná jako u mostových jeřábů. [21]

Podvěsné jeřáby se používají především při nutnosti uchycení jeřábové dráhy zespodu na vazníky nebo stropní konstrukci. Pro lepší představivost lze vidět podvěsný jeřáb na obrázku 2-18. [21]





Obrázek 2-18: Podvěsný jeřáb [21]

Posledním zástupcem, který se řadí mezi manipulační zařízení, jsou dopravníky. Dopravníky jsou využívány především v oblasti montážních procesů nebo výrobních linek.

### 2.3.3 Dopravníky

Dopravníky slouží především k přepravě manipulační jednotky (polotovaru, výrobku) na pracovišti, v rámci více pracovišť a v místech, kde jsou dlouhé přepravní vzdálenosti. Výhodou těchto zařízení je nepřetržitý provoz bez nutnosti zastavení při vykládání nebo nakládání. [22]

#### **Mezi nejrozšířenější dopravníky dle zdroje [22] patří:**

- **válečkový** – používá se pro horizontální směr přepravy manipulačních jednotek. Existuje několik provedení válečkových dopravníků. Dopravníky mohou sloužit pro přepravu palet (EUR, plastových, kovových), kusových výrobků s čtvercovou nebo kruhovou základnou apod. Válečkové dopravníky jsou opatřeny ocelovým rámem, osazeny ocelovými pozinkovanými nebo nerezovými válečky. Válečky mohou být různých rozměrů a roztečí. Válečkový dopravník je k vidění na obrázku 2-19.



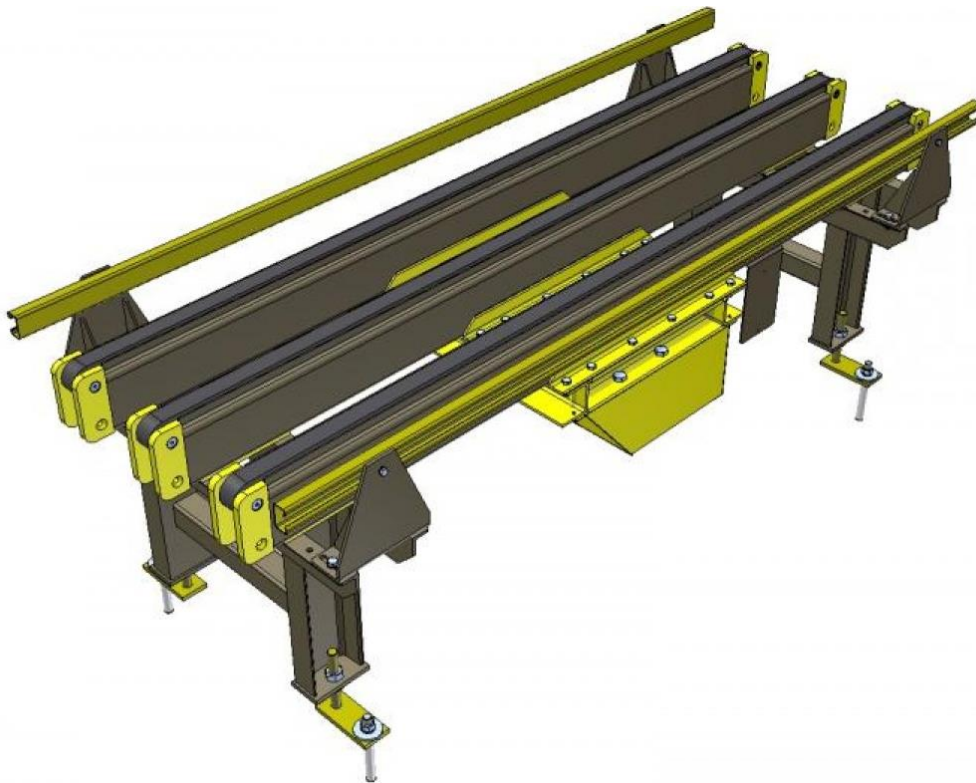
Obrázek 2-19: Válečkový dopravník [22]

- **pásový** – tento typ pásu se používá pro horizontální směr, lze vytvořit i provedení v šikmém směru. Využívají se v kusové výrobě pro přepravu předmětů, které mají deskový tvar. Jsou opatřeny ocelovým rámem a osazeny pásem, které je možné vidět na obrázku 2-20. Pás může být z PVC, pryže, plastu či kovu.



Obrázek 2-20: Pásový dopravník [22]

- **řetězový** – mohou být v mnoha provedení (např. horizontální). Používají se pro přepravu kusových výrobků. Jsou vhodné pro výrobky větších rozměrů a hmotností např. palety. Lze jej kombinovat s jinými typy např. s válečkovým dopravníkem. Pro lepší představu lze vidět řetězový dopravník na obrázku níže.



Obrázek 2-21: Řetězový dopravník [22]

### 3 Prostorová náročnost výrobního programu

V poslední kapitole teoretické části bude podrobněji popsána hlavní část bakalářské práce, prostorové uspořádání výrobního programu. Cílem prostorového rozmístění je najít co nejideálnější možné řešení. Za nejideálnější řešení považujeme řešení, při kterém rozmístíme jednotlivá pracoviště tak, abychom zajistili co nejkratší cestu materiálového výrobku a minimalizovali dopravní náklady.

Při návrhu rozmístění hraje hlavní roli velikost materiálového toku v závislosti na délce trasy. [24]

Dalším důležitým prvkem, který ovlivňuje prostorové rozmístění, je typ výroby. Při kusové výrobě nebude brán velký zřetel na rozmístění, tak jak tomu je např. u hromadné výroby.

#### 3.1 Typ výroby

Výrobu dělíme podle zdroje [23] na:

- kusovou
- sériovou
- hromadnou

##### Kusová výroba

V kusové výrobě vyrábíme kusy různých konstrukcí v malém množství, speciálním nářadím a strojním vybavením. Opakovanost výrobku je malá nebo nulová. Jsou kladeny vysoké nároky na přípravu výroby a kvalifikaci pracovníků. Technologický postup je navržen tak, aby co nejvíce operací bylo provedeno na jednom stroji. Stroje jsou umístěny podle technologických operací. V kusové výrobě převažuje především ruční nebo strojně ruční kvalifikovaná práce. [23]

##### Sériová výroba

Sériová výroba je specifická vyšším počtem výrobků, které jsou vyráběny v dávkách. Technologický postup je navržen tak, aby se na každém pracovišti prováděly určité operace. Uspořádání bývá částečně předmětné (do linek). Klasifikace pracovní síly je na nižší úrovni, než tomu bylo u kusové výroby. Využíváme víceúčelových specializovaných strojů. [23]

##### Hromadná výroba

Posledním typem výroby je hromadná výroba. Hromadná výroba se uplatňuje při výrobě velkého počtu kusů stejného výrobku. Technologický postup je navržen tak, aby každá operace byla provedena na jednom pracovišti. Využíváme jednoúčelových specializovaných strojů. Nároky na kvalifikaci pracovníku jsou nejnižší ze všech typů výroby. Při hromadné výrobě vznikají nižší výrobní náklady. Vysoké je však využití výrobního zařízení a rychlost výroby. Stroje jsou uspořádány v lince, na které je připraveno veškeré vybavení a materiál potřebný pro danou operaci. Při změně technologie výroby dochází i ke změně návrhu výrobních linek. [23]

Při návrhu prostorového uspořádání je nutné brát v potaz typ výroby, neboť každá výroba je specifická jinými prvky. V další kapitole bude popsán postup při vytváření a navrhování prostorové uspořádání.

### 3.2 Návrh prostorového uspořádání – Layout

Návrh prostorového uspořádání jednotlivých pracovišť provádíme pomocí layoutu. Layout představuje grafické řešení, pomocí kterého lze znázornit výrobní systém, halu, nebo závod, dále nadefinovat dopravní cesty a vytvořit materiálové toky. Při návrhu jsou hlavní prioritou minimální materiálové toky a zajištění jejich plynulosti. Další prioritou je bezesporu návrh nejideálnějšího řešení výrobního rozmístění za účelem co nejvyšší produktivity. [24]

**Plochy layoutu dle zdroje [24]:**

- výrobní plocha
- pomocná plocha
- administrativní plocha
- sociální plocha

Do **výrobní plochy** můžeme dále začlenit plochy ruční, strojní a montážní. Ruční plochy představují plochy, kde se provádí veškeré ruční práce spojené s výrobou. Do strojní plochy spadají pracoviště se stroji. A do montážní plochy, montážní pracoviště. [24]

Do **pomocné plochy** můžeme zahrnout pomocné sklady, mezisklady, dopravní cesty a další pomocné plochy. [24]

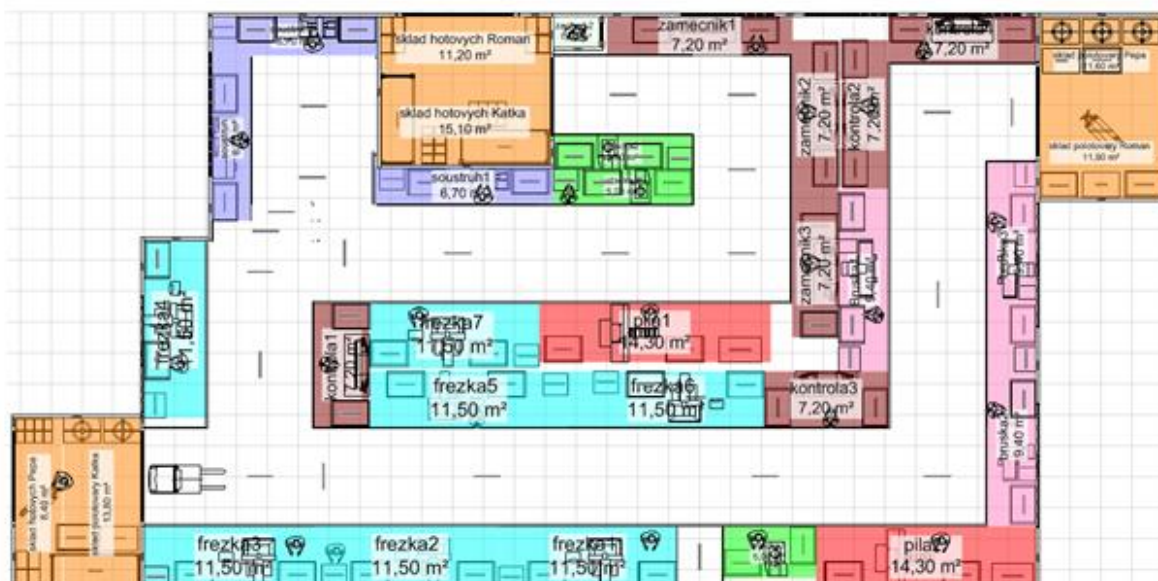
**Administrativní plochy** zaujímají kanceláře administrativních pracovníků a vedoucích pracovníků. [24]

Do **sociálních ploch** můžeme zařadit šatny, sprchy, záchody, jídelny apod. [24]

V našem případě budeme řešit výrobní a montážní plochu a navrhovat rozmístění strojů.

**Zobrazení výrobního systému, haly nebo závodu v layoutu:**

- 2D zobrazení (obrázek 3-1)
- 3D zobrazení (obrázek 3-2)



Obrázek 3-1: Zobrazení výrobního systému - 2D





Obrázek 3-2: Zobrazení výrobního systému - 3D

### 3.3 Návrh výrobního prostoru

V současné době se v hojné míře nesetkáváme s navržením nového výrobního prostoru. Nový výrobní prostor se navrhuje ve většině případů při vytvoření nové výrobní plochy a nového výrobního procesu. Podniky se však snaží současný stav racionalizovat, neboť nesprávné prostorové uspořádání má za následek nadbytečné materiálové toky, zbytečné přesuny pracovníků, nepřehledné pracovní prostředí a vysoké logistické a výrobní náklady.

#### Požadavky pro zvýšení efektivity výrobního systému [24][27]:

- snížení nákladů na manipulaci s materiálem
- zefektivnění využití veškerých prostorů, ať už se jedná o prostory pracovní, či nepracovní
- zlepšení komunikace mezi jednotlivými pracovišti
- zredukování šíře uličky
- snižování časů výrobního cyklu a doby obsluhy
- zkracování chůze a snižování pohybu pracovníka

#### Návrh výrobního prostoru [24]

V prvotním kroku je nutné si nadefinovat rozsah řešení. Rozsah řešení může být odlišný od jednoduchých návrhů a racionalizace jednoho pracoviště, až po složité návrhy nebo racionalizace výrobního celku.

V následujícím kroku dojde k seznámení se s objektem a začne proces vyhledávání a zjišťování informací. Informace lze získat pomocí vlastního pozorování přímo ve výrobním procesu, nebo z podkladů, které má výrobní systém k dispozici.

Na základě těchto informací může dojít k tvorbě návrhu výrobního prostoru nebo jeho optimalizací. Při větším rozsahu řešení je nutné vytvořit tým odborníků, který řeší danou problematiku.

Při návrhu samotného výrobního prostoru se vychází ze vzorového zadání, z odborné literatury, popřípadě z předchozích zkušeností. První etapou při samotném návrhu je tvorba prostorového uspořádání. Při tvorbě prostorového uspořádání výrobního procesu dojde v layoutu k načrtnutí půdorysné plochy.

Poté začne samotná tvorba modelu pracoviště, která se skládá z výrobní části, montážní části, ruční části a dopravních cest. Model je vytvořen na základě poznatků pro návrh rozmístění (trojúhelníková metoda apod.). Stroje se umísťují podle způsobů uspořádání (předmětné, buňkové, technologické apod.), které bude blíže popsáno v následující kapitole.

Pro vytvoření strojového rozmístění se využívá rozboru technologického postupu. Technologický postup se dále aplikuje na jednotlivé způsoby rozmístění. V posledním kroku dojde k nadefinování materiálových toků, které se následně podrobí vyhodnocení (např. pomocí I-D diagramu nebo přepravního výkonu). Jednotlivé vyhodnocovací metody budou též popsány v pozdější kapitole. Při neuspokojivém výsledku je snahou navrhnout výhodnější uspořádání a proces se opakuje. Totéž platí i u optimalizace pracoviště.

Při rozvržení výrobního prostoru je nutné brát zřetel na návaznost skladovacích prostorů, neboť ty jsou nezbytné pro výrobní systém. Skladovací prostory lze brát jako celek, tedy prostor, kde je jak vstupní materiál, tak i výstupní hotové výrobky. Nebo je možné skladovací prostor rozdělit na vstupní, meziskladový a výstupní. Umístit jej pak lze na stejnou stranu, odlišnou stranu, popřípadě dle návaznosti na výrobní technologii.

Jak už bylo řečeno v předešlé kapitole, návrh výrobního prostoru vychází ze základních způsobů rozmístění, které budou v následující kapitole podrobněji popsány.

### **3.4 Základní způsoby rozmístění strojů a pracovišť**

Rozmístění pracovišť by mělo být co nejvhodnější vzhledem k hlavním požadavkům. Mezi hlavní požadavky patří především hospodárnost výroby, přehlednost uspořádání, minimalizace manipulace, minimální zabraný prostor a nevratnost toku. [25][29]

Existuje nespočet návrhů a příruček, jak efektivně rozmístit pracoviště. Nyní bude popsáno pár základních způsobů uspořádání.

#### **Způsoby uspořádání dle zdroje [25]:**

- volné
- technologické
- předmětné
- modulární
- buňkové
- kombinované

### 3.4.1 Volné uspořádání

Seskupení strojů a pracovišť je náhodné. Vyskytuje se v prototypových dílnách s kusovým charakterem, kde nebylo možné před ustavením určit materiálový tok. Při tomto uspořádání bylo nutné brát zřetel na typ stroje (např. nemožné postavení bucharu vedle brusky). Další zakoupený stroj se postavil tam, kde bylo místo. Tento způsob uspořádání je z dnešního pohledu nevyhovující, proto se nevyužívá. [25]

### 3.4.2 Technologické uspořádání

Při technologickém uspořádání se pracoviště seskupují podle technologické příbuznosti operací a zařízení, viz obrázek 3-3, tzn., že všechny operace spojené s kovááním se uskutečňují v kovárně, svařování ve svařovně a obráběcí operace v obrobně. V obrobně jsou dále umístěny soustruhy, frézky, brusky, obrážky, vrtačky apod. Tento typ uspořádání se využívá v kusové a malosériové výrobě. [26]

#### Výhody technologického uspořádání podle zdroje [26]:

- zvýšení využití stroje
- lepší přizpůsobení pracovišť při změně výrobního programu
- klasifikace pracovníků dle profesí
- snadnější údržba
- větší odolnost proti poruchám strojů

#### Dle zdroje [26] patří mezi nevýhody technologického uspořádání:

- větší nároky na výrobní plochu (zvětšení prostoru uliček)
- delší materiálové toky (zvýšení nároků na manipulaci s materiálem)
- prodloužení výrobních cyklů
- vyšší zásoby rozpracované výroby (vyšší nároky na mezisklad)
- nutnost univerzálnějších výrobních zařízení



Obrázek 3-3: Technologické uspořádání

**Tok materiálu v technologickém uspořádání může být dvojího typu [26]:**

- Bez centrálního meziskladu
- S centrálním meziskladem

Dalším typem uspořádání, je uspořádání předmětné.

### 3.4.3 Předmětné uspořádání

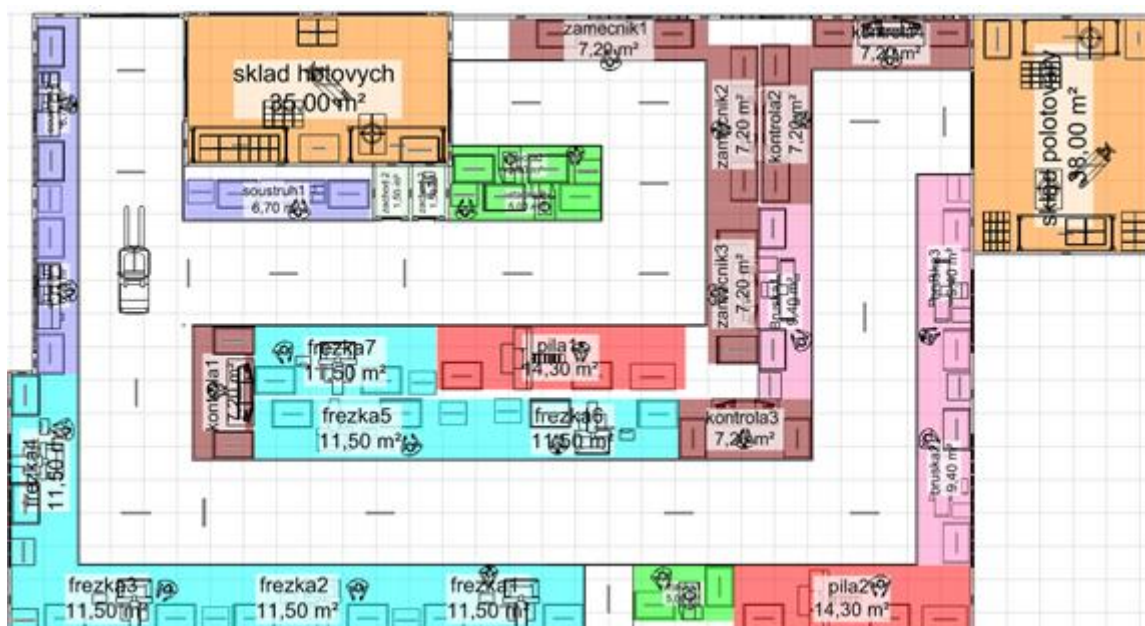
Předmětné uspořádání využíváme při vyšší sériovosti výroby nebo při opakovatelnosti malých sérií. Pracoviště jsou řazena podle technologického postupu výrobku, takže dochází k seskupování různorodých strojů, viz obrázek 3-4. Pohyb součástí má stejný směr. V praxi si to lze představit tak, že vznikají specializované dílny, např. dílna ozubených kol, vaček, pístů apod.. [23]

Při použití předmětného uspořádání sestavujeme technologický plán výroby pro jednu určitou součást nebo skupinu součástí, které mají podobný tvar.

Po vytvoření technologického plánu výroby součásti uspořádáme do linek.

**Členění linek v závislosti na zdroji [25]:**

- **výrobní** - je výhodnějším stupněm předmětného uspořádání.
- **automaticky synchronizovaná** - využívá se pro dosažení co největšího stupně předmětného uspořádání. Je složena ze speciálních jednoúčelových strojů ovládaných řízenou technikou.
- **více předmětná** - používá se při výskytu většího sortimentu součástí, které mají odlišný sled operací. Poté se volí uspořádání strojů podle nejpočetnější skupiny součástek.



Obrázek 3-4: Předmětné uspořádání

**Výhody předmětné uspořádání podle zdroje [23]:**

- zpracování výrobků v jedné dílně
- zkrácení výrobního procesu
- snížení nákladů na přepravu uvnitř podniku
- vysoká produktivita práce

**Podle zdroje [23] jsou nevýhody předmětného uspořádání:**

- vznik prostojů při poruše stroje
- vysoká cena strojů

K volnému, technologickému a předmětnému uspořádání nepochybně patří modulární uspořádání.

### **3.4.4 Modulární uspořádání**

Nový způsob uspořádání, které se rozšířilo se vznikem moderní techniky – NC strojů. Využívá se v kusové a malosériové výrobě, středně těžkém i těžkém strojírenství především ve vícesměnných provozech. Při tomto uspořádání dochází k seskupování stejných technologických bloků, z nichž každý blok plní více technologických funkcí. [25]

**Výhody modulárního uspořádání na základě zdroje [25] jsou:**

- zkrácení operačních časů
- zvýšení produktivity práce
- snížení průběžné doby výroby
- zvýšení organizace práce

**Mezi nevýhody dle zdroje [25] patří:**

- vysoké nároky na technickou přípravu výroby
- vysoká cena zařízení

Dalším možným typem rozmístění jednotlivých pracovišť je buňkové uspořádání.

### **3.4.5 Buňkové uspořádání**

Buňka je tvořena vysoce produktivními stroji, které mají mechanizované nebo automatizované okolí (roboty, zásobníky). Přípravné operace se uskutečňují na pomocném pracovišti při chodu hlavního pracoviště. Výměna nástrojů a nastavení je prováděno při hlavních technologických operacích.

**Mezi výhody buňkového uspořádání ze zdroje [25] patří:**

- zvýšení produktivity práce
- automatizovaná a robotizovaná manipulace s materiálem
- zvýšení kvality a snížení zmetkovitosti
- zkrácení průběžné doby výroby

**Podle zdroje [25] se k nevýhodám řadí:**

- podobné jako u předešlého (modulárního) uspořádání

Při nevyužití předmětného, technologického či buňkového uspořádání lze použít poslední typ uspořádání a tím je kombinované uspořádání.

### 3.4.6 Kombinované uspořádání

Při vytváření větších celků nelze použít jen jeden způsob uspořádání, ale využívá se kombinace více druhů. Nejčastějším případem je kombinace předmětného a technologického uspořádání. Např. teplé provozy zhotovují odlitek nebo výkovek proudovou výrobou, zbývající část sortimentů je uspořádána technologicky. [25]

Pro vytvoření nového prostorového uspořádání se využívá znalosti rozmisťovacích metod, které vedou k zefektivnění procesu výroby.

## 3.5 Rozmíšťovací metody

Rozmíšťovací metody se zaměřují na rozmístění objektů v předem určeném prostoru. Cílem metod je zajištění co nejkratších vzdáleností drah toku materiálu mezi objekty. Zkracování vzdáleností souvisí se snížením nákladů na přemísťování a snižováním časů dopravy mezi objekty. Mezi nejznámější metody patří metoda Craft, trojúhelníková metoda, Sankeyův diagram či rozmístění pomocí šachovnicové tabulky. [28]

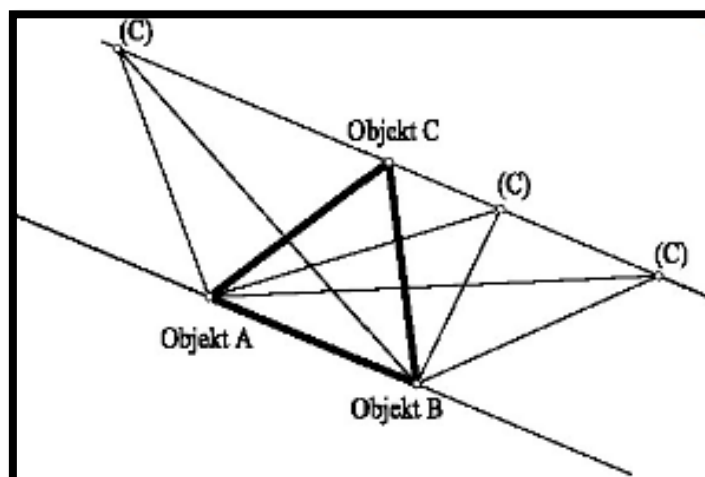
### 3.5.1 Metoda Craft

Zvolíme si libovolné rozmístění pracovišť. Pracoviště se dále snažíme přesouvat tak, abychom dosáhli co nejnižších nákladů na manipulaci s materiálem. Bereme přitom v potaz pevnou polohu hlavních pracovišť a potřebu, aby některá pracoviště byla u sebe. Metodu používáme u výrobků, které mají technologický postup a přesouvají se na jednotlivá místa v určitém pořadí. Cílem metody je zkrácení časů u výroby a snížení nákladů. Metodou lze zjistit současný stav procesu a dále zhodnotit výhodnost přemísťování pracovišť. [26]

### 3.5.2 Trojúhelníková metoda

Na jedné straně trojúhelníku zvolíme dvě pracoviště, které mají nejvyšší počet kontaktů a největší množství přepravovaného materiálu (objekt A, B). Do třetího bodu trojúhelníku (objekt C) zvolíme pracoviště, které je v největším kontaktu nebo má největší tok materiálu s objekty A, B. Spojením bodů vznikne rovnoramenný trojúhelník, který můžeme vidět na obrázku 3-5, kde si vybereme stranu, která bude základnou pro další trojúhelník. [26]

V novém trojúhelníku opět zvolíme za vrchol pracoviště, které je s oběma body základy v největším kontaktu, nebo má největší tok materiálu. Takto tvoříme trojúhelníky až do doby rozmístění pracovišť. Tím dojde ke vzniku trojúhelníkové sítě. [26]



Obrázek 3-5: Trojúhelníková metoda[26]



Cílem metody je zajištění, co nejvýhodnějšího materiálového toku a umístění pracovišť, co nejbližší k sobě. Tím minimalizujeme vzdálenosti mezi jednotlivými pracovišti a snížíme časy ve výrobě a dopravě. [26]

### 3.5.3 Šachovnicová tabulka

Šachovnicová tabulka popisuje závislosti mezi jednotlivými pracovišti. Vytvořením tabulky lze popsat tok materiálu, hmotnost přepraveného materiálu a četnost přepravy za jednotku času. Tabulku lze však rozšířit o další data např. velikost balení materiálu, časy nutné pro náklad apod. Data ze šachovnicové tabulky slouží jako podklad pro další analýzy a optimalizace. [26]

Tabulka 1: Šachovnicová tabulka [26]

Ze/Do	Sklad	Dělrna	Lisovna	Obrobna čel	Obrobna hříděli TPD	Obrobna hříděli DPD	Montáž TPD	Montáž DPD	Expedice	Odpad	Celkem [t/rok]
Sklad		2012,95	353,69	-	-	-	-	-	-	-	2366,64
Dělrna	-		-	-	346,67	551,03	446,21	597,76	-	71,28	2012,95
Lisovna	-	-		118,08	-	-	120,55	89,05	-	26,01	353,69
Obrobna	-	-	-		-	-	-	113,85	-	4,23	118,08
Obrobna hříděli TPD	-	-	-	-		-	276,99	-	-	69,68	346,67
Obrobna hříděli DPD	-	-	-	-	-		-	493,2	-	57,83	551,03
Montáž TPD	-	-	-	-	-	-		-	843,75	-	843,75
Montáž DPD	-	-	-	-	-	-	-		1293,86	-	1293,86
Expedice	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-
Odpad	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
Celkem	-	2012,95	353,69	118,08	346,67	551,03	843,75	1293,86	2137,61	229,03	7886,67

V tabulce se do řádků a sloupců napíše názvy objektů tak, aby se průsečík stejných názvů objektů nacházel na diagonále. [26]

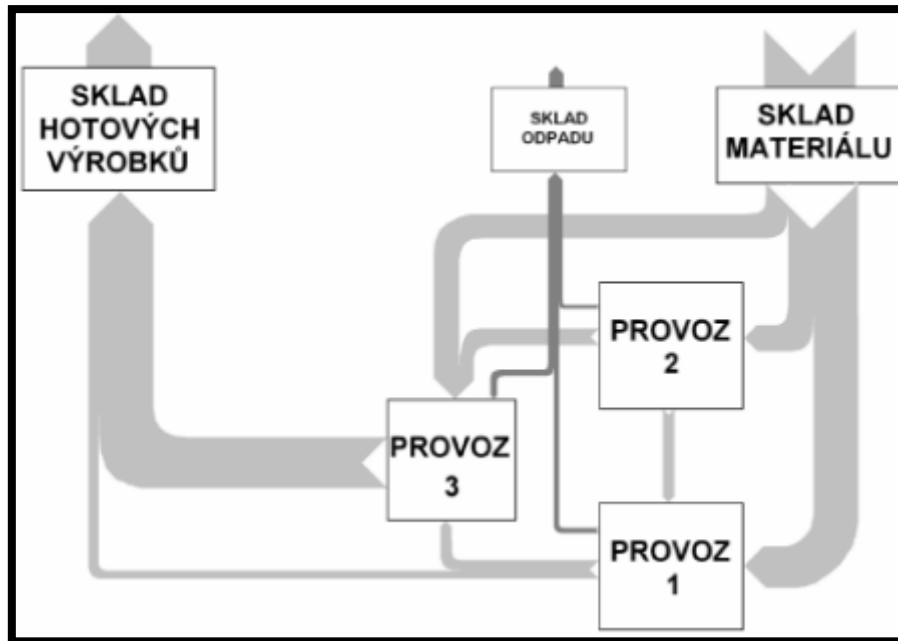
### 3.5.4 Sankeyův diagram

Metoda, pomocí které můžeme znázornit graficky tok materiálu mezi pracovišti na základě půdorysného plánu a šachovnicové tabulky. U grafického znázornění využíváme maticovou tabulku 2 (vstup-výstup). Z tabulky získáme množství přepravovaného materiálu mezi pracovišti. [26]

Tabulka 2: Maticová tabulka [26]

Výstup	Sklad surovin	Výrobní proces	Montáž	Sklad hotových výrobků	Odpad	Prodej	Šrot	Součet
Vstup								
Příjem	100							100
Sklad surovin		72	20	10				102
Výroba			52	16	8			76
Montáž				65	3			68
Sklad HV						91		91
Odpad	2						9	11
Součet	102	72	72	91	11	91	9	448

Tok materiálu znázorňujeme pomocí šipek, které můžeme vidět na obrázku 3-6. Šířka šipky určuje velikost toku, délka vzdálenost jednotlivých pracovišť a směr materiálového toku. [26]



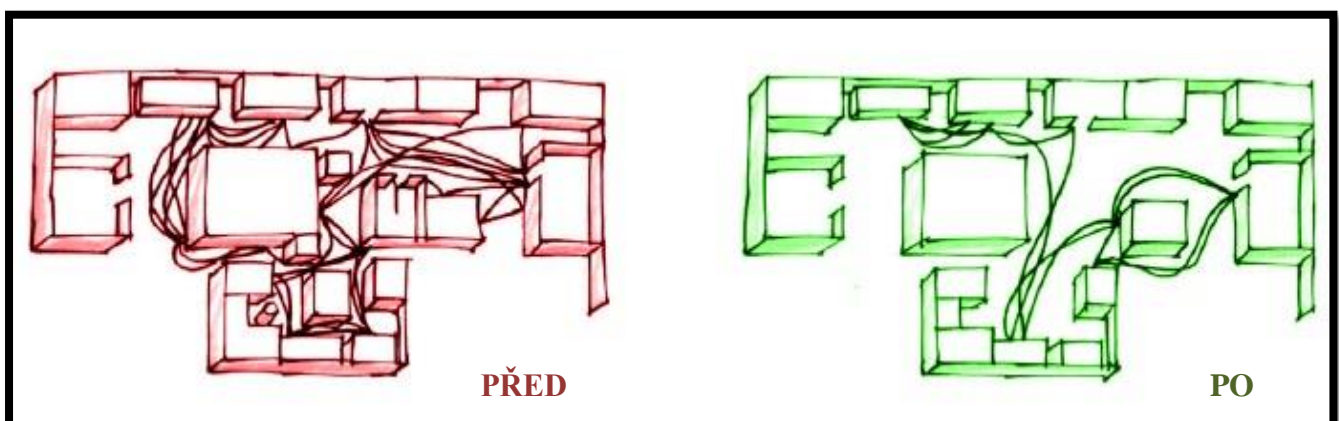
Obrázek 3-6: Sankeyův diagram [22]

Další hojně využívanou metodou je spaghetti diagram.

### 3.5.5 Spaghetti diagram

Pomocí spaghetti diagramu zachycujeme pohyb pracovníka nebo sledujeme tok materiálu ve výrobě. Při sledování pohybu pracovníka zachycujeme veškeré pohyby do layoutu. [26]

Cílem této metody je zlepšení pracovních procesů, zvýšení produktivity pomocí normo časů, identifikace neefektivnosti rozložení pracoviště, která nutí pracovníka dělat pohyby nebo přesuny navíc. Dále snížení nadbytečné manipulace pracovníka s materiálem, náradím nebo strojem a zjednodušení a zpřehlednění materiálového toku. [26]



Obrázek 3-7: Spaghetti diagram [26]

Posledními metodami využívanými k rozmístění pracovišť je metoda souřadnic a rozmístění na základě I-D diagramu.



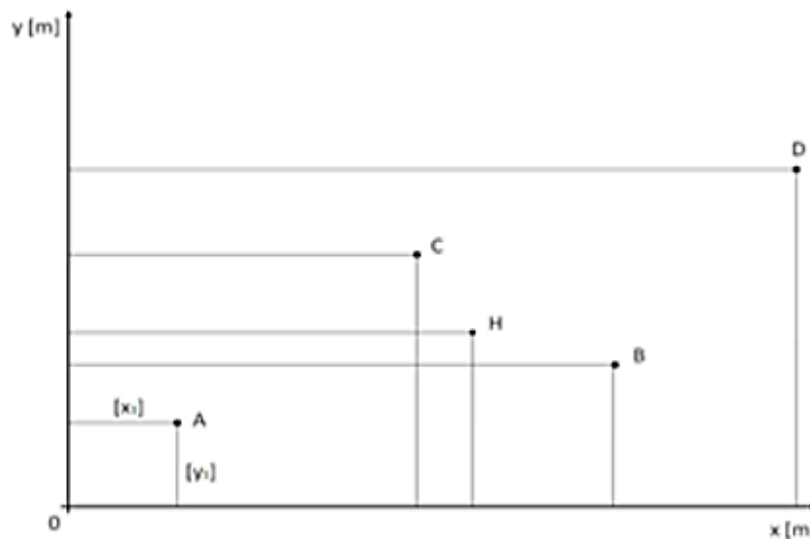
### 3.5.6 Metoda souřadnic

Metoda souřadnic rozmístí objekty v podniku v závislosti na síle vztahů mezi jednotlivými objekty. Využívá se při hledání nejvhodnějšího umístění hlavního objektu, na který mají ostatní objekty vazbu. [26]

#### Postup při použití metody dle zdroje [26]:

- Zavedeme si souřadnicový systém a jednotlivé objekty do něj vyznačíme
- K počátku souřadnicového systému si vypočteme vzdálenosti  $x_i$  a  $y_i$
- Z Šachovnicové tabulky vybereme vztahy mezi jednotlivými objekty. Objektům přiřadíme váhu  $q_i$ . Vahou mezi objekty může být např. hmotnostní materiálový tok
- Dopočteme pomocí vztahu:

$$X = \frac{(\sum x_i \cdot q_i)}{(\sum q_i)} \quad Y = \frac{(\sum y_i \cdot q_i)}{(\sum q_i)}$$

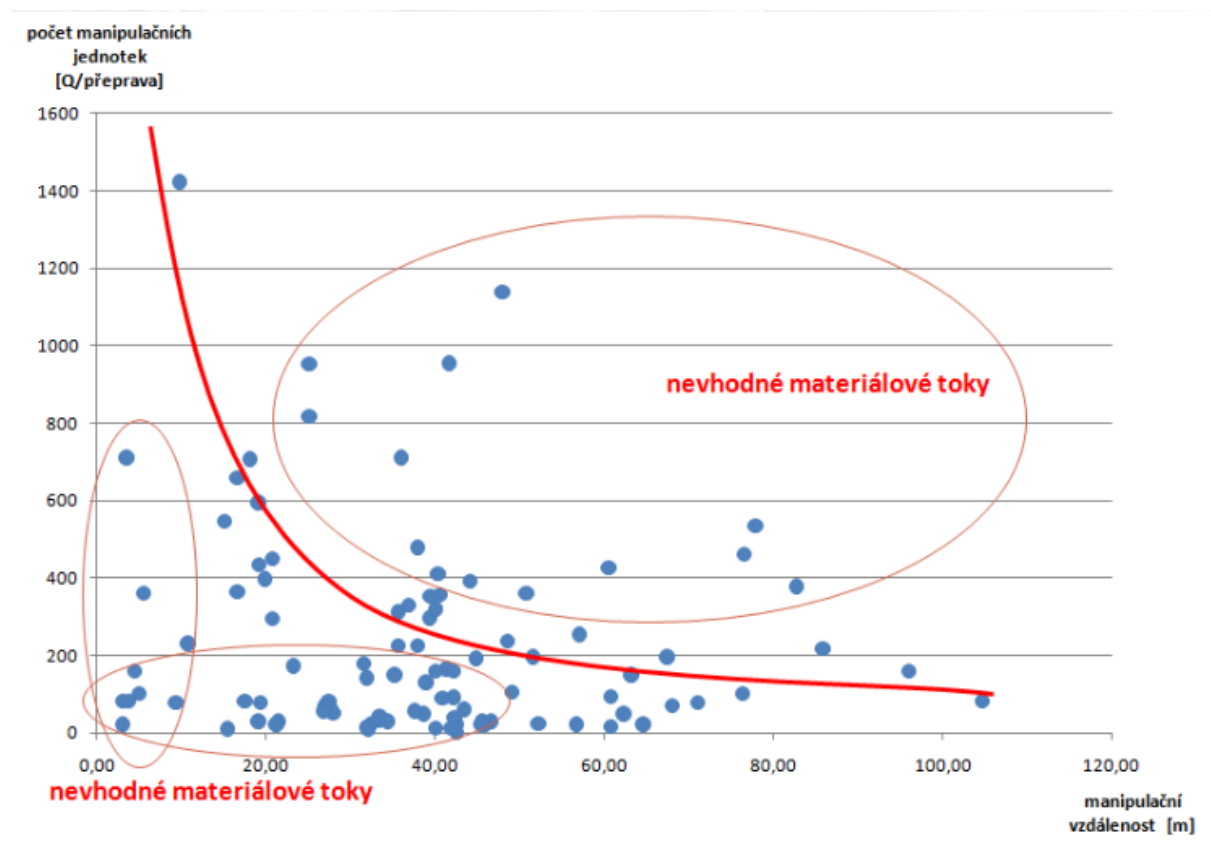


Obrázek 3-8: Příklad metody souřadnic[26]

### 3.5.7 I-D diagram

I-D diagram vyhodnocuje vztahy v materiálových tocích, pomocí kterých můžeme efektivně rozmístit jednotlivá pracoviště. Graf I-D diagramu udává závislost intenzity přepravy na vzdálenosti pracoviště od zdroje dodávky. Vycházíme z předpokladu, že zásoby s vysokou intenzitou jsou umístěny blíže k zásobovacímu místu než zásoby s nižší intenzitou. Snažíme se o co nejkratší vzdálenost pro zásobování. [26]

Na obrázku 3-9 můžeme vidět diagram I-D. Na vodorovné ose vynášíme manipulační vzdálenost a na svislé ose intenzitu toku. Každý přepravovaný materiál je v diagramu znázorněn bodem, neboť má svoji vzdálenost a intenzitu. Při znázornění všech bodů dojde k vykreslení křivky. Body v blízké oblasti křivky můžeme považovat za body s vhodným materiálovým tokem. Body mimo oblast křivky označujeme za body s nevhodným materiálovým tokem. V tomto případě se snažíme přemístit pracoviště tak, aby většina bodů spadala do vyhovující oblasti materiálového toku. [27]



Obrázek 3-9: I-D diagram [26]

## 4 Představení firmy

Praktická část bakalářské práce je zpracovaná ve firmě, kde je konkrétně řešené nové prostorové uspořádání výrobně – montážní haly. Společnost sídlí v areálu Škoda Plzeň a byla založena v roce 2001 uzavřením smlouvy s nadnárodní firmou, která se zabývá výrobou a prodejem svatebních strojů. Výrobní podnik se nachází v moderní budově, pracuje s nejmodernějšími stroji a disponuje výzkumem a vývojem.



Obrázek 4-1: Vnitřní prostory výrobního podniku

Výrobní program společnosti se zaměřuje na kompresory, mobilní generátory a osvětlovací věže, které se používají například při nočních opravách silnic nebo na stavbách, kde ještě není zaveden elektrický proud. Podnik v současné době vyrábí 48 různých typů výrobků mnoha provedení a neustále dochází k obměně nebo rozšíření sortimentu.

V praktické části se však budeme zaměřovat jen na určitý sortiment výrobků a na dva výrobní úseky. První výrobní úsek se zaměřuje na výrobu a montáž 10 různých typů malých přívěsných vozíků za automobil. Druhý výrobní úsek vyrábí 15 různých typů velkých přívěsných vozíků. Větší přívěsné vozíky jsou určeny pro nákladní automobily.

Výroba a montáž probíhá pomocí návodky, která se skládá ze dvou částí. Jedna část se zaměřuje na grafické zobrazení, na kterém se zobrazuje zkompletovaný celek dané operace s čísly. A na druhé části se nachází textový seznam použitých dílů pro danou operaci s následným stručným popisem práce. Díky grafické a textové části pracovníci lépe pochopí montáž a nedochází k zmetkovosti.

Při montážích jsou využívány speciální a moderní přípravky např. vakuový přísavkový manipulátor (montáž plochých dílů) a pneumatické a elektrické nářadí (utahování šroubových spojů). V oblasti manipulačních přípravků se jedná např. o stojan, pomocí kterého lze otáčet rám stroje apod.

Stojan na otáčení rámu stroje můžeme vidět na obrázku 4-2.



Obrázek 4-2: Ukázka stojanu

Po montáži jdou veškeré komponenty do oblasti kontroly a dochází k testování, pomocí kterého lze zajistit vysokou kvalitu.

## 5 Analýza technologie a postupu výroby

V následujících podkapitolách bude popsán postup při tvorbě layoutu (grafického zkruslení prostorového uspořádání) současného stavu. Před vytvořením layoutu je důležitým bodem sběr vstupních dat s následnou analýzou. V dalším kroku budou nadefinovány úkony na jednotlivých pracovištích. Po sběru všech těchto informací lze přejít k samotnému zkruslení současného stavu, na které v další kapitole naváže návrh nového prostorového uspořádání.

### 5.1 Vstupní data

Pro zpracování praktické části bakalářské práce poskytla společnost následující vstupní data:

- Souhrn všech typů výrobků s ročními objemy výroby za poslední rok, které lze vidět ve dvou následujících tabulkách. Pro zpracování praktické části budou vybrány pro každý úsek 3 zástupci s největším ročním objemem výroby.

D1	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec	Celkem 2018
720 AST	29	31	41	22	6	37	20	0	0	0	0	0	186
726 OBT3A	4	3	2	6	14	20	4	5	4	4	3	3	72
731 OBT3A	30	29	30	22	25	16	30	20	25	25	18	12	282
741 GET3A	33	53	70	64	67	51	56	30	32	27	20	7	510
753 LGD3A	7	5	9	16	19	22	10	8	12	15	10	8	141
773 PT3BB	8	6	4	3	8	7	6	3	5	5	5	3	63
G20 G2X3A	3	6	4	12	6	1	5	1	1	0	1	1	41
G30 G3X3A	1	0	0	4	3	5	0	0	1	1	1	0	16
G40 G4X3A	0	3	7	0	11	2	4	1	2	8	2	1	41
G60 G5X3A	6	2	6	11	5	6	2	1	6	5	3	3	56
Tower LSV9A	1	0	2	8	1	0	4	1	2	2	2	0	23

Tabulka 4: Roční objem produkce D1

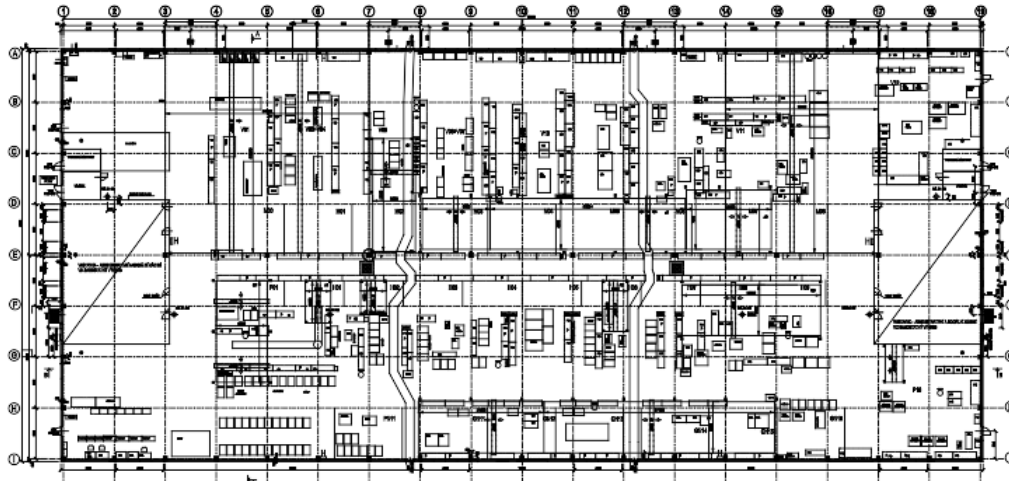
D3	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec	Celkem 2018
771 PU2BA	1	1	1	2	0	4	3	2	0	3	3	3	23
ZENITH ZN4FA	0	2	3	6	9	10	6	3	4	4	3	2	52
M4SCA M4SCA	1	0	0	4	2	2	1	2	5	4	5	3	29
ORION ORI	10	7	10	9	15	19	12	12	18	22	21	15	170
EML EML	1	0	1	1	2	1	2	2	1	3	2	0	16
EMH EMH	2	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	9
E4SCE/H E4SCE	1	3	1	3	1	0	2	0	3	2	1	0	17
E4SCE/L E4SCE	0	1	2	1	1	0	1	2	1	1	1	0	11
T4FAA T4F/L	4	1	2	2	4	6	7	5	8	3	3	0	45
T4FAA T4F/H	1	0	1	3	5	2	0	0	0	1	1	0	14
G1CS3 G1SC3	2	6	6	3	4	2	5	0	2	6	2	1	39
G2CS3 G2SC3	4	13	8	5	0	2	5	2	3	4	3	1	50
G3CS3 G250	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4
G4CS3 G400/S3A	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	6
G5CS3 G500/S3A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabulka 3: Roční objem produkce D3

- Pracovní postupy
- Výkres výrobně – montážní haly ve formátu dwg\*

Výkresovou dokumentaci haly můžeme vidět na obrázku 5-1.





Obrázek 5-1: Výkresová dokumentace haly

## 5.2 Současný stav

Společnost disponuje jednou halou. Hala se skládá jak z části administrativní, která se nachází na obou kratších stranách budovy, tak i z části výrobně – montážní. V prvotním kroku musí být ujasněn rozsah zpracování praktické části. Celá praktická část bude zaměřena na prostorové uspořádání výrobně – montážní části haly.

Hala se skládá ze dvou výrobních úseků. První úsek obsahuje výrobní linku D1, na druhém výrobním úseku je výrobní linka D3. Oba výrobní úseky jsou složeny z hlavních pracovišť a dále z přípravných (pomocných) pracovišť. Pohled na současný stav výrobních úseků je možné na obrázku 5-2.



Obrázek 5-2: Současný stav výrobně - montážní haly

V následujících podkapitolách bude popsán způsob skladování a manipulaci ve výrobně-montážní hale. Dále bude vytvořen seznam jednotlivých pracovišť a popsány úkony prováděné na pracovištích.

### 5.2.1 Skladování

Jak už bylo zmíněno v první kapitole teoretické části, skladování je jednou z hlavních částí celého logistického systému. Je nezbytné ve všech místech, kde dochází k pohybu materiálu a k udržování zásob. Z konstrukčního hlediska se ve výrobně – montážní hale využívá kombinovaného skladování.

Ve výrobním úseku D1 se nachází tři mezisklady a tři skladovací plochy. Mezisklady a skladovací plochy slouží ke skladování polotovarů mezi jednotlivými pracovišti a ke skladování hotových výrobků. Skladovací plochy jsou formou podlažního skladování, které je možné vidět na obrázku pod textem.



Obrázek 5-3: Skladování na výrobním úseku D1 (Skladovací plochy)

Mezisklady jsou kombinací podlažního a regálového skladování. Skladování výrobního úseku D1 je možné vidět na obrázku 5-4.



Obrázek 5-4: Skladování na výrobním úseku D1 (Mezisklady)



Na výrobním úseku D3 se nachází pouze skladovací plochy v rámci jednotlivých pracovišť. Zde je skladovací systém řešen regálovým způsobem, viz obrázek 5-5.



Obrázek 5-5: Skladování na výrobním úseku D3

## 5.2.2 Manipulace

Manipulace je úzce spjata se skladováním a je nedílnou součástí logistického systému. Ve výrobním procesu je nezbytná vždy, když dochází k přesunu manipulačních jednotek. Manipulační jednotkou je v našem případě materiál, součást nebo celá sestava. Manipulační jednotky jsou přesunuty pomocí manipulačního prostředku. Ve výrobně – montážní části haly jsou manipulační prostředky: palety, přepravky, ukládací bedny a přepravníky.

Manipulační prostředky se dále přesouvají pomocí manipulačního zařízení. Ve společnosti dochází k manipulaci s těžkými komponenty a k přesunu rozměrných materiálů či celých sestav. Z toho důvodu disponuje hala několika jeřáby. Jedná se o jeřáby, které mají portálovou dráhu přes celou výrobně – montážní halu viz obrázek 5-6.



Obrázek 5-6: Jeřáby pro těžké komponenty

Pro přesun menších součástí jsou využívány jeřáby s menší nosností, které jsou k dispozici na pracovištích, kde dochází k manipulaci s těžšími komponenty. Menší jeřáby můžete vidět na obrázku níže.



Obrázek 5-7: Jeřáby na pracovištích

Pro přesun manipulačních jednotek výrobně - montážní hala dále využívá dopravní vozíky, především plošinové a transportní. Vozíky jsou vhodné jak pro menší komponenty, tak pro sestavy a potřebný materiál. Největší zastoupení mají však paletové vozíky, které se využívají pro přesun palet v rámci skladovacích ploch, meziskladových ploch a pracovišť.

### 5.2.3 Pracoviště

Hala se skládá ze dvou přípravných a pomocných pracovišť a ze dvou hlavních pracovišť. Přípravná a pomocná pracoviště nesou označení P a V. Na těchto pracovištích dochází k přípravě podsestav pro stroj. Podsestavy se dále přesouvají na hlavní pracoviště. Hlavní pracoviště jsou značena písmeny H a M. Na těchto pracovištích se pracuje s podsestavami z přípravných a pomocných pracovišť, které se dále montují přímo na stroj.

**Seznam značení pracovišť lze vidět níže:**

Na výrobní lince D1 jsou hlavní pracoviště H (značení H01-H09) a pomocná pracoviště P (značení P01-P16).

#### **Linka D1 – hlavní pracoviště:**

- 1) H01 – Montáž motoru na stroj
- 2) H02 – Montáž rozvaděče
- 3) H03 – Montáž filtrů, krytů, propojovacích hadic
- 4) H04 – Uspořádání kabelových svazků, zapojení kontaktů
- 5) H05 – Montáž výfuků
- 6) H06 – Montáž van, baterií

- 7) H07 – Montáž řídicích jednotek
- 8) H08 – Montáž nárazníků a vnějšího krytování
- 9) H09 – Lepení nálepek

**Linka D1 – pomocná pracoviště:**

- 1) P01 – Příprava rámu, podvozku a vany
- 2) P04 – Příprava motorů
- 3) P05 – Příprava šroubového bloku
- 4) P06 – Příprava výfuků
- 5) P07 – Příprava separátorů
- 6) P08 – Příprava chladiče
- 7) P10 – Příprava blatníků
- 8) P11 – Příprava generátorů
- 9) P12 – Příprava filtrů
- 10) P13 – Příprava nádrží
- 11) P14 – Příprava nárazníků
- 12) P16 – Lepení molitanů do vnějšího krytování

Na výrobní lince D3 jsou značena hlavní pracoviště M (M01-M08) a pomocná pracoviště V (V01-V012).

**Linka D3 – hlavní pracoviště:**

- 1) M01 – Montáž motoru
- 2) M02 – Montáž rozvaděče
- 3) M03 – Zapojení kontaktů
- 4) M04 – Montáž trubek a hadic
- 5) M05 – Montáž filtrů
- 6) M06 – Montáž nárazníků
- 7) M07 – Montáž vnějších bočních plechů
- 8) M08 – Lepení nálepek

**Linka D3 – pomocná pracoviště**

- 1) V01 – Příprava podvozku
- 2) V03 – Příprava šroubového bloku
- 3) V04 – Příprava motoru
- 4) V05 – Příprava chladičů
- 5) V06 – Příprava nárazníků
- 6) V07 – Příprava nádrží
- 7) V10 – Příprava filtrů
- 8) V11 – Příprava kontrolních panelů
- 9) V12 – Lepení molitanů do vnějšího krytování



## 5.3 Popis jednotlivých pracovišť

Aby mohl být vytvořen samotný návrh nového prostorového uspořádání, musí být proveden podrobný popis jednotlivých pracovišť. Především úkony na jednotlivých pracovištích a dále návaznost na další pracoviště. Neboť propojenost jednotlivých pracovišť je jedním z hlavních kritérií při návrhu nového prostorového uspořádání.

### 5.3.1 Výrobní úsek D1

Výrobní úsek D1 se skládá z hlavních pracovišť, které se značí písmenem H. A dále z přípravných pracovišť nesoucí značení P.

#### 5.3.1.1 Hlavní pracoviště

Na výrobním úseku se nachází 9 hlavních pracovišť (H01-H09). Popis činností, počet pracovníků a jednotlivé přesuny v rámci pracovišť jsou popsány níže.

##### 1) H01 – Montáž motoru na stroj

Na pracovišti dochází k montáži motoru a šroubového bloku na rám stroje. Tyto dvě součástky jsou dopravovány z přípravného pracoviště pomocí dopravníku a dále jsou přesunuty pomocí jeřábu na samotnou montáž. Montáž je prováděna jedním pracovníkem přímo na rámu pomocí spojovacích prvků. V dalším kroku dochází k zapojení kontaktů.

##### 2) H02 – Montáž rozvaděče

Rozvaděč se přemísťuje na pracovišti pomocí jeřábu. Při zvednutí na jeřáb dochází ke kontrole podle návodky. Je nutné podotknout, že se rozvaděč dále neupravuje jednotně, ale dle typu stroje. Následně je rozvaděč montován na rám stroje. Tyto úkony provádí jeden pracovník. Na tomto pracovišti dále dochází k montování chladičové stěny, která je z druhé strany nežli rozvaděč. S tímto úkonem vypomáhá pracovník z vedlejšího pracoviště

##### 3) H03 – Montáž filtrů, krytů, propojovacích trubek

Montáž provádí jeden pracovník, který si z přípravného pracoviště donese filtr a následně ho namontuje na stroj. Dále zde dochází k montáži trubek a propojovacích hadic, které jsou spojeny pomocí spon. A v neposlední řadě zde dochází k montáži vnitřních krytů stroje za účelem ochrany poškoditelných částí. Ukázkou pracoviště lze vidět na obrázku 5-8.



Obrázek 5-8: Ukázka pracoviště H03

#### 4) H04 – Uspořádání kabelových svazků

Na tomto pracovišti je prováděna montáž všech kabelových svazků. Kabelové svazky se na stroj umísťují a montují pomocí návody. Nejedná se pouze o kabely, které jsou přiřazeny tomuto pracovišti, ale dochází i k propojení kabelů na kontakt z předchozích pracovišť. Aby kabely nepřekážely na dalších montážích, je nutné je dále uspořádat. Svazky kabelů se upravují pomocí stahovacích pásek.

#### 5) H05 – Montáž výfuků

Pro daný typ stroje je z přípravného pracoviště dopraven výfuk, který je montován do stroje společně s výfukovými trubkami. Výfukové trubky jsou dále spojeny pomocí tzv. spon, zakryty chránicími prvky a tepluvzdornými omotávkami. Úkolem pracovníka je dále dotáhnout spojovací šrouby rámu a podvozku na moment.

#### 6) H06 – Montáž van, baterií

Montáž provádí pouze jeden pracovník, který pomocí speciálního zvedacího přípravku montuje na spodek stroje vanu. Vana je pro daný typ stroje odlišná, jedná se např. o plastové vany nebo o vany nepropustné. Po montáži se stroj spustí na zem a dále následuje montáž baterie.

#### 7) H07 – Montáž řídicích jednotek

V prvním kroku montáže je nutné vybrat řídicí jednotku dle typu stroje. Výběr se uskutečňuje na pracovním stole. V dalším kroku je řídicí jednotka namontovaná na stroj a následně jsou na ni dány kryty. Na konci montáže v některých případech probíhá montáž kohoutů a zásuvek do stroje.

#### 8) H08 – Montáž nárazníků a vnějšího krytování

Z přípravného pracoviště se dopraví nárazník, který můžete vidět na obrázku 5-9 a dále se montuje pomocí šroubů na stroj. Nárazník disponuje světly a odrazkami. Dále je nutné propojit nárazník se strojem pomocí kontaktů. V posledním kroku se z přípravného pracoviště lepení molitanů dopraví vnější boční krytování a namontuje se na stroj.



Obrázek 5-9: Nárazníky

#### 9) H09 – Lepení nálepek

Na předchozích pracovištích docházelo k montážím jednotlivých komponentů. Jelikož je toto pracoviště posledním hlavním pracovištěm, provádí se zde dokončovací práce. Montují se zde pouze horní kryty, na které se dále lepí samolepky dle typu stroje a potřeb.

Nálepky jsou různých velikostí. Samolepky s popisem stroje a názvem firmy mohou být dlouhé i přes 1 m. Střední velikosti samolepek označují ve většině případů číslo stroje a logo firmy. A na nejmenších samolepkách jsou různé bezpečnostní prvky a informace.

### 5.3.1.2 Pomocná pracoviště

Pomocná pracoviště jsou důležitým článkem pro hlavní pracoviště. Přípravná pracoviště, také možné označovat jako pomocná pracoviště, jsou značena písmenem P. Ve výrobním úseku D1 se nachází 12 přípravných pracovišť.

#### 1) P01 – Příprava rámu, podvozek a vany

Jak už z názvu plyne, pracovník zde provádí montáž rámu a podvozku, které můžete vidět na obrázku 5-10. Podvozek a rám je upravován dle návodky a v dalším kroku pomocí jeřábu dochází ke spojení těchto dvou komponentů. V poslední fázi se na stroj namontují pneumatiky. Následně je úkolem pracovníka zapsat číslo stroje. Toto pracoviště je zahrnuto do pomocných pracovišť, ale z pohledu montáže je bráno jako hlavní pracoviště. Navazuje na něj dále pracoviště H01-Montáž motoru na stroj.



Obrázek 5-10: Příprava podvozku

#### 2) P02 – Příprava motorů

Jak už název napovídá, na tomto pracovišti pracovník pracuje s motorem. Motor je dovážen na pracoviště a následně je s ním manipulováno pomocí jeřábu. Samotná montáž poté probíhá na válečkovém dopravníku, kde v první fázi nejprve pracovník odmontuje držáky a následně provede montáž kabelů a potřebných komponentů. Odmontované drážky opět připevní a motor pošle po dopravníku na pracoviště P05- Příprava šroubového bloku.

#### 3) P05 – Příprava šroubového bloku

Jak už jsme zmínili v popisu předchozího pracoviště, motor z pracoviště P02 dále pokračuje na toho pracoviště. Pracovník si dle návodky připraví díly na montáž šroubového bloku a poté provede veškeré nezbytné úkony dle návodky. Po úpravě šroubového bloku ho spojí s motorem. Z přípravného pracoviště je dále motor posílán pomocí dopravníku na následující hlavní pracoviště.

#### 4) P06 – Příprava výfuků

Příprava výfuků je velmi specifické pracoviště, neboť na něm pracovník provádí více úkonů. V první fázi si pracovník vybere správný typ trubky výfuku, donese jej na pracoviště a následně provede montáž a úpravu. V dalším kroku dochází k montáži a nasazení odolné omotávky hadice na trubku. V poslední fázi je hadice k trubce připevněna pomocí drátu. Poté dochází k přesunu připravených komponentů na další pracoviště.

#### 5) P07 – Příprava separátorů

Na tomto pracovišti pracuje jeden pracovník, jehož úkolem je vytvořit vystrojenou sestavu separátoru, kterou můžeme vidět na obrázku 5-11. Sestava je pro každý stroj specifická, takže je nutná zvýšená obezřetnost pracovníka. Dále na tomto pracovišti probíhá montáž dalších komponentů. Množství a druhy komponentů se liší v závislosti na typu stroje.



Obrázek 5-11: Separátory

#### 6) P08 – Příprava chladiče

Úpravu chladičové stěny a zapojení kontaktů provádí pracovník dle návodky. Chladičová stěna je vybrána dle typu stroje. Kontrolu správného zapojení provádí elektrikář. Po odsouhlasení putuje chladičová stěna na hlavní pracoviště.

#### 7) P10 – Příprava blatníků

Montáž provádí jeden pracovník. Montáž blatníků se odvíjí dle typu stroje. Pro každý stroj jsou odlišné požadavky, na některé blatníky se dále přidělávají odrazky a další prvky.

#### 8) P11 – Příprava generátorů

Pracoviště je určeno pouze pro přípravu generátorů, u kompresorů je pracoviště vynecháno. Montáž provádí jeden pracovník a dále jej kontroluje elektrikář. Příprava je určena pouze pro užší výběr strojů G20, G30, G40 a G60.

#### 9) P12 - Příprava filtrů

Přípravu provádí jeden pracovník. Pro každý stroj je odlišný postup. Postup je prováděn pomocí návodky. Filtry se od sebe odlišují svojí velikostí a uspořádáním hadic.



### 10) P13 – Příprava nádrží

Díky své jednoduchosti provádí přípravu nádrží pracovník z hlavního pracoviště. Opět je nutné brát v potaz, pro jaký stroj bude příprava probíhat, neboť se nádrže od sebe odlišují svojí velikostí. Celková příprava je však pro téměř všechny typy strojů stejná.

### 11) P14 - Příprava nárazníků

Jelikož se jedná především o zapojení všech kontaktů, přípravu provádí elektrikář. V některých případech dochází k montáži světel na přípravném pracovišti, při větších rozměrech nárazníků se světla montují na hlavním pracovišti. Po montáži a zapojení následuje kontrola. Pokud je vše v pořádku, nárazník putuje na další pracoviště.

### 12) P16 – Lepení molitanů do vnějšího krytování

Lepení molitanových izolací provádí jeden pracovník, při krytování pomáhá další pracovník. Další pracovník pomáhá z důvodu těžší manipulace, neboť na tomto pracovišti chybí jeřáb. Molitanová izolace a kryty jsou dále přesunuty na další návazná pracoviště.

## 5.3.2 Výrobní úsek D3

Jak už bylo zmíněno, v každém výrobním úseku jsou přípravná a hlavní pracoviště. Tak tomu je i u výrobního úseku D3, kde se hlavní pracoviště značí M a přípravná pracoviště písmenem V.

### 5.3.2.1 Hlavní pracoviště

Na výrobním úseku D3 se nachází 8 hlavních pracovišť. Jednotlivá pracoviště, prováděné úkony a návaznost – to vše je popsáno v této kapitole.

#### 1) M01-Montáž motoru

Na tomto pracovišti působí dva pracovníci, kteří mají za úkol provést montáž motoru a bloku. Motor a blok je dopravován pomocí jeřábu z přípravného pracoviště na hlavní pracoviště. Po montáži následuje zapojení kabelů. Ukázkou pracoviště při montáži motoru je možné vidět na obrázku 5-12.



Obrázek 5-12: Pracoviště M01

## 2) M02 – Montáž rozvaděče

Náplní pracovníka je dovést rozvaděč pomocí paletového vozíku na hlavní pracoviště a poté jej přemístit pomocí jeřábu na rám stroje. V dalším kroku už probíhá samotná montáž a musí být zajištěno uchycení rozvaděče spojovacím materiálem. Ve většině případů je na pracovišti jeden pracovník, v nutném případě je povolán pracovník z vedlejšího pracoviště.

## 3) M03 – Zapojení kontaktů

Jak už je z názvu patrné, úkolem pracovníka je zapojení kontaktů. Jak tomu bylo i u výrobního úseku D1, kabely se po zapojení uspořádají, aby dále nepřekážely na dalších pracovištích. V dalším kroku dojde k opatření páskou.

## 4) M04 – Montáž trubek a hadic

Montáž vykonávají dva pracovníci, jejichž úkolem je správně připravit trubky a propojovací hadice a dále je zajistit sponami. Poté následuje montáž dalších komponentů. Pomocí hadic se komponenty propojí se zbytkem stroje. Ukázkustroje při montáži lze vidět na obrázku 5-13.



Obrázek 5-13: Montáž trubek a hadic

## 5) M05 – Montáž filtrů

Na pomocném pracovišti se provede montáž sestavy filtru a ta dále pokračuje na pracoviště M05 – Montáž filtrů, kde se usadí na stroj. Po usazení se propojí hadice a trubky se zbytkem stroje, dojde k montáži vnitřních krytů a následně se namontuje baterie.

## 6) M06 – Montáž nárazníků

Na tomto pracovišti dochází k montáži nárazníků na rám stroje. Nárazník je vybrán a namontován dle typu stroje. S montáží nárazníků je spojeno i zapojení kabelových svazků. Z důvodu větších rozměrů stroje provádějí montáž dva pracovníci. Po montáži je nutná kontrola. Stejně jako na výrobní lince D1 je nezbytné ověřit funkčnost světel. Montážní pracoviště lze vidět na obrázku 5-14.



Obrázek 5-14: Montáž nárazníků

#### 7) M07 – Montáž vnějších bočních plechů

Úkolem pracovníků na pracovišti M07 je zakrytí bočních stran stroje pomocí krytů. Bočnice mohou být plastové nebo plechové a jsou připevněny k rámu stroje pomocí šroubů a matic. Dále je nutné z obou stran namontovat výklopné dveře, které fungují za pomoci hydraulických pístnic.

#### 8) M08 – Lepení nálepek

Po zakrytí bočních stran stroje na předchozím pracovišti následuje zakrytí horních stran stroje. Vrchní část je překryta třemi kryty, se kterými se manipuluje pomocí jeřábu. Pro lepší manipulaci se využívá jeřábu s magnetem. Na pracovišti se pohybují dva pracovníci, jejichž úkolem je upevnit kryty na stroj pomocí šroubů.

Jelikož je M08 posledním pracovištěm, následují po montáži ještě konečné úpravy v podobě lepení nálepek. Nálepky obsahují čísla strojů, loga firem, typ stroje, bezpečnostní informace apod.

### 5.3.2.2 Pomocná pracoviště

Pomocná pracoviště značíme písmenem V. Na výrobním úseku D3 se nachází 9 pomocných pracovišť.

#### 1) V01 – Příprava podvozku

Na prvním pomocném pracovišti probíhá příprava podvozku a montáž kol. Příprava podvozku se provádí na pomocném přípravku pomocí dalších komponentů, které je možné vidět na obrázku 5-15. Při montáži kol u velkých strojů je nutné propojení pomocí dalšího prvku.





Obrázek 5-15: Podvozkové díly

### 2) V03 – Příprava šroubového bloku

Přípravu provádí jeden pracovník, jehož cílem je montáž šroubového bloku, který je dále pomocí jeřábu manipulován na podvozek stroje. Příprava se provádí pomocí návodky.

### 3) V04 – Příprava motoru

Na pracovišti V04 dochází k přípravě motoru, která zahrnuje montáž motoru a zapojení kabelů. Přípravu provádí jeden pracovník pomocí návodky. Po montáži je motor přesunut na podvozek stroje pomocí jeřábu.

### 4) V05 – Příprava chladičů

Tak jako tomu bylo u pracoviště P08, tak i zde dochází k přípravě chladičových stěn pomocí návodky. Po přípravě je provedena kontrola elektrikáře kvůli správnosti zapojení a následně je chladičová stěna přemístěna na montážní hlavní pracoviště. Jediný rozdíl mezi pracovištěm P08 a V05 je v počtu pracovníků. Jelikož se na výrobní lince D3 jedná o větší stroje, pracují zde dva pracovníci.

### 5) V06 – Příprava nárazníků

Tohoto pracoviště se využívá jen u některých typů nárazníků. Přípravu provádí elektrikář, který postupuje dle návodky. Příprava se provádí u nárazníků, které potřebují výraznější úpravu nebo u nárazníků, které disponují světly. U ostatních se přípravné pracoviště nevyužívá a nárazníky jsou montovány až na hlavním pracovišti.

### 6) V07 – Příprava nádrží

Přípravu provádí jeden pracovník. Jde o složitější přípravu, neboť každý stroj má odlišnou koncepci nádrže a nádrže jsou větší, než tomu bylo na výrobní lince D1. Po dokončení přípravy je nádrž přesunuta do skladovací oblasti, kde si jej vyzvedne další pracovník z hlavního pracoviště.

### 7) V10 – Příprava filtrů

Na pracovišti V10 dochází k přípravě filtrů, kterou vykonává jeden pracovník. Pracovník si vezme filtr dle typu stroje. Pro každý stroj je příprava odlišná, liší se především ve způsobu vedení hadiček a ve velikostech. Příprava se provádí pomocí návody.

### 8) V11 – Příprava kontrolních panelů

Pracovník dopraví kontrolní panely na přípravné pracoviště a zahájí veškeré úpravy. Kontrolní panely jsou odlišné, je tedy důležité brát zřetel na typ stroje a na následnou odlišnou přípravu. Kontrolní pásy jdou dále na hlavní pracoviště.

### 9) V12 – Lepení molitanů do vnějšího krytování

Na tomto pracovišti probíhá lepení molitanových izolací. Izolace se lepí do vnějších krytů. Lepení provádí dva nebo tři pracovníci z důvodu větších rozměrů jednotlivých komponentů. Po polepení jsou kryty přesunuty na navazující hlavní pracoviště.

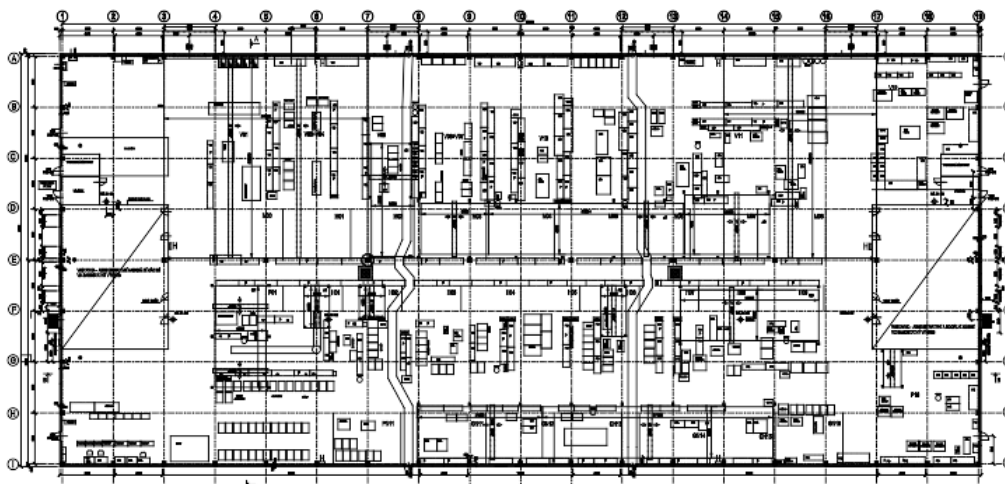
Před samotnými návrhy nového uspořádání je důležité si popsat jednotlivé kroky při tvorbě layoutu.

## 5.4 Postup při tvorbě layoutu

Při tvorbě layoutu je prvním krokem sběr dat s následnou analýzou. Po ověření dat už lze přejít k samotnému zkreslení současného stavu výrobně – montážní linky. V dalším kroku dojde k nadefinování materiálových toků v rámci jednotlivých výrobních úseků. Na základě materiálových toků a transportních sítí budou vytvořeny varianty nového prostorového uspořádání.

### 5.4.1 Analýza vstupních dat

Vstupní data mají zásadní vliv na tvorbu layoutu. Návrh se bude týkat výrobně – montážní části haly. Společností byl poskytnut výkres haly, obrázek 5-16. Výkres při tvorbě layoutu hraje významnou prvotní roli pro další zpracování. Před začátkem zkreslení haly musí dojít k ověření všech dat, tedy k přeměření výrobně – montážní haly a ke zkontrolování umístění jednotlivých pracovišť dle výkresové dokumentace.

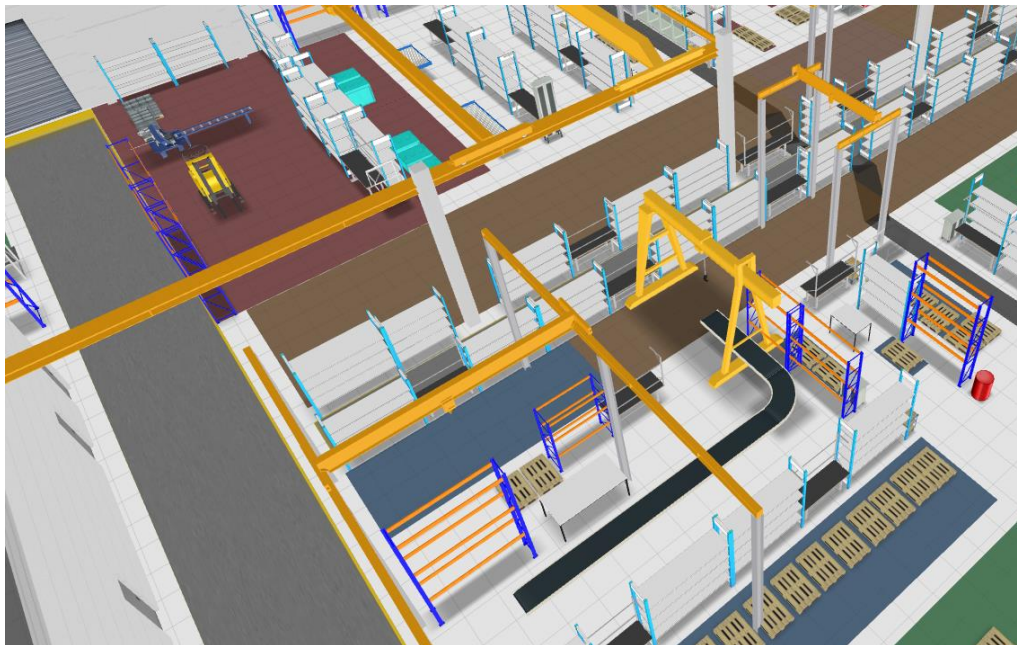


Obrázek 5-16: Výkres haly

## 5.4.2 Současný stav výrobně – montážní haly

Po ověření výkresu haly lze přejít k samotnému zkreslení prostorového uspořádání současného stavu. Prostorové uspořádání bude vytvořeno pomocí layoutu. Layout představuje grafické řešení, díky němuž lze znázornit jednotlivá pracoviště, dopravní cesty a materiálové toky. Pro zobrazení layoutu byl použit software VisTable, který dokáže reálně vykreslit výrobní systém ve 2D nebo 3D vizualizaci.

VisTable obsahuje knihovnu modelů, pomocí které lze vybavit výrobní systém nebo halu. Knihovna zahrnuje vše od vybavení administrativních částí až po výrobní systém. Jelikož vytváříme zobrazení výrobně-montážní haly, využíváme v knihovně především stavebního, strojního, pomocného a manipulačního vybavení. Ze stavební části knihovny jsou použity zdi, sloupky, dveře a okna. Ze strojního vybavení např. jeřáby, stroje, dopravníky. Z pomocného vybavení různé typy regálů, skříněk, stolů. Z manipulačního vybavení jsou možné k vidění vysokozdvizné vozíky. Ukázkou vybavenosti pracovišť lze vidět na obrázku pod tímto textem.



Obrázek 5-17: Ukázka vybavenosti pracovišť

Jednotlivé části vybavení je možné vložit do tzv. vrstev, které slouží pro lepší orientaci na jednotlivých pracovištích. Při úpravách, kdy některé části nejsou potřeba, je lze vypnout.

Po přeměření a ověření jednotlivých pracovišť je vytvořena vizualizace ve 2D, kterou je možno vidět na obrázku 5-18. Ze zakreslení layoutu do 2D lze získat veškeré informace o velikostech jednotlivých ploch a rozmístění pracovišť.

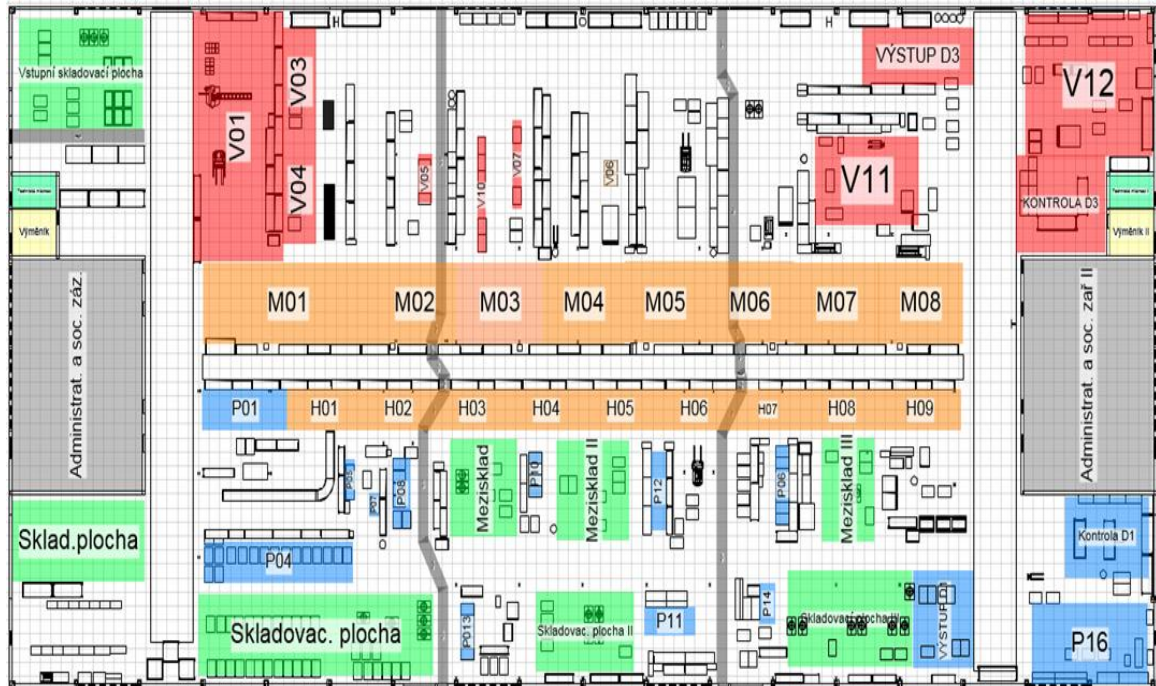
### Výrobní část layoutu se skládá z:

- Přípravných (pomocných) pracovišť
- Montážních (hlavních) pracovišť

### Ostatní části layoutu:

- Skladovací plochy a plochy Meziskladů
- Expediční výstupy dvou výrobních úseků D1 a D3
- Administrativní část





Obrázek 5-18: Současný stav D1 a D3

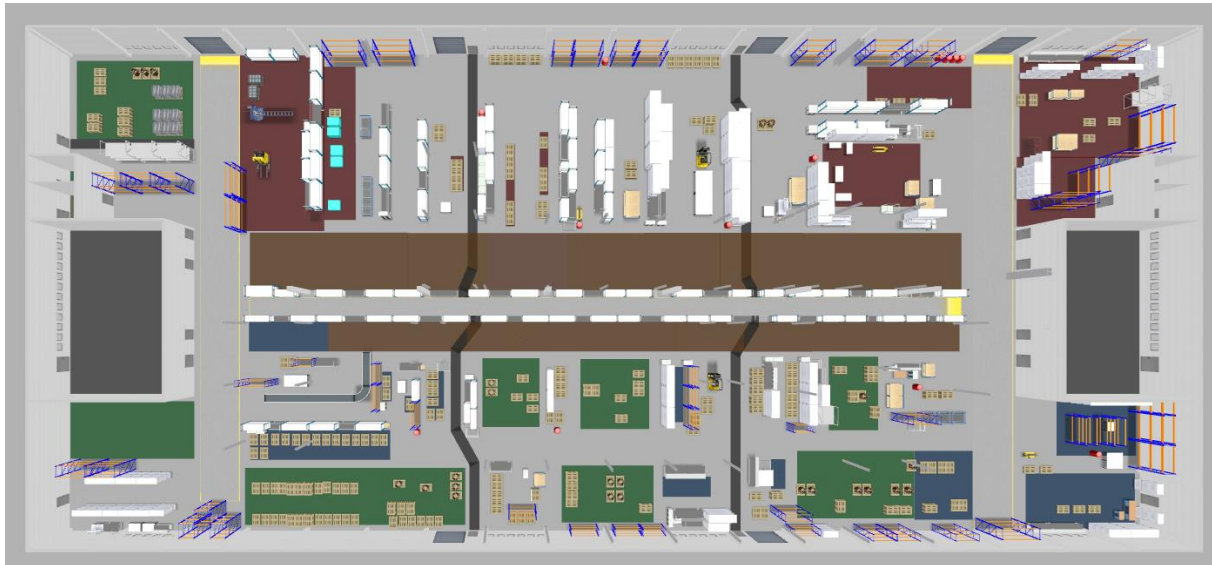
#### Ostatní části layoutu:

- Skladovací plochy a plochy Meziskladů
- Expediční výstupy dvou výrobních úseků D1 a D3
- Administrativní část

VisTable umožňuje po zkreslení současného stavu výrobně – montážní haly převést 2D vizualizaci do 3D vizualizace, kterou je možné vidět na obrázku pod textem. Letecký snímek ve 3D vizualizaci poté následuje na dalším obrázku. Pro lepší náhled na celkovou část výrobní haly je skryta vrstva s jeřáby.

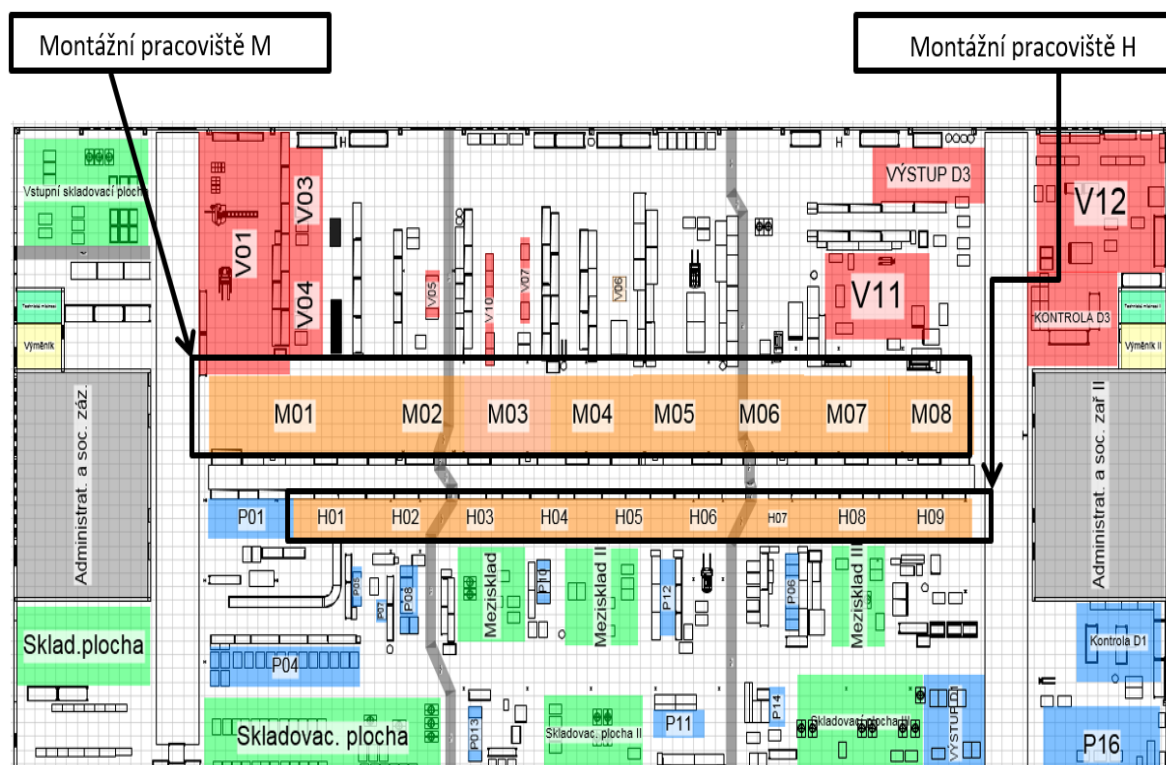


Obrázek 5-19: Vizualizace haly v 3D



Obrázek 5-20: Letecký snímek haly v 3D

Současný stav haly se skládá z přípravných (pomocných) pracovišť a montážních (hlavních) pracovišť. Montážní pracoviště se nachází ve středu celého výrobního systému a probíhají na nich hlavní operace. Přípravná pracoviště se nacházejí po delších stranách výrobně – montážní haly a slouží k předpřípravě komponentů pro montážní pracoviště. Současný stav pracovišť můžeme vidět na dvou následujících obrázcích.

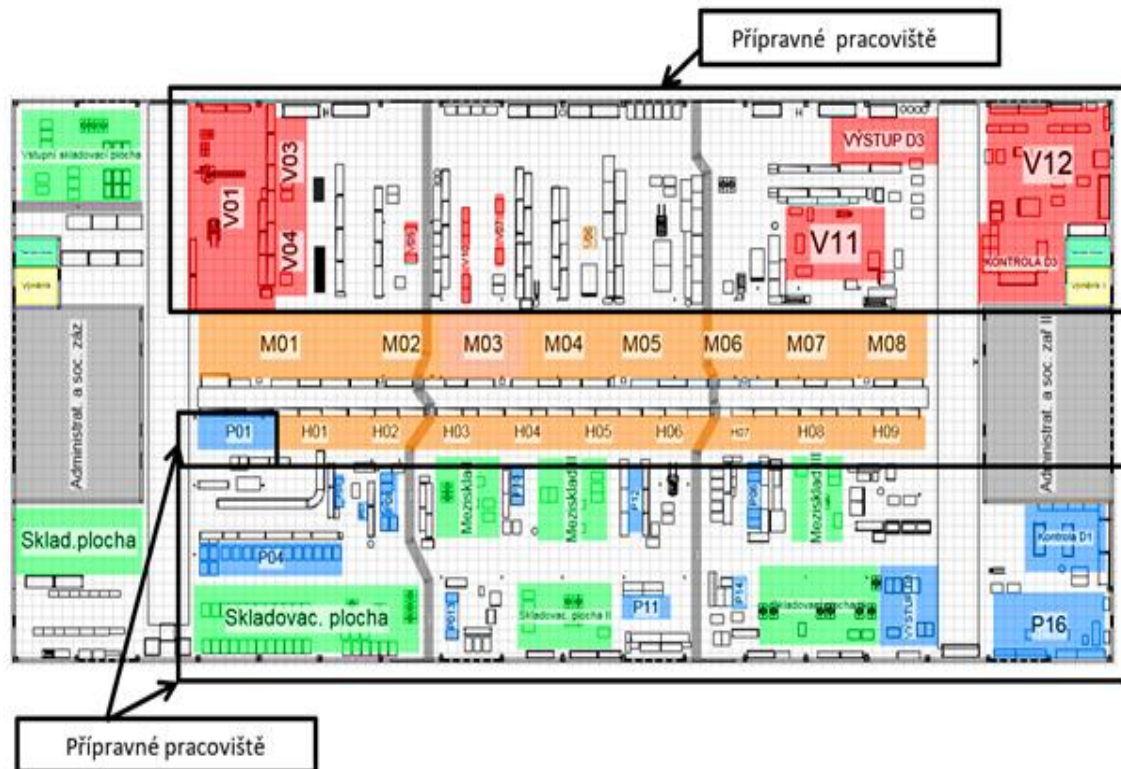


Obrázek 5-21: Montážní pracoviště

Na obrázku 5-21 jsou k vidění na výrobním úseku D1 montážní pracoviště H a na výrobním úseku D3 montážní pracoviště M.



Obrázek 5-22 poukazuje na přípravná pracoviště, která nesou označení P a V.



Obrázek 5-22: Přípravná pracoviště

Po zkreslení současného stavu následuje tvorba materiálového toku.

### 5.4.3 Materiálové toky

Materiálový tok popisuje pohyb materiálu v prostoru. Pohyb materiálu je nadefinován na základě technologického postupu. Pro každého zástupce se jedná o odlišný materiálový tok, neboť samotný materiálový tok je závislý na mnoha faktorech.

**A to především na [27]:**

- typu materiálu
- přepravním množství (v našem případě ks)
- frekvenci, intenzitě, směru
- vstupním a výstupním místu pro každý úsek
- způsobu manipulace (ruční, jeřáb, vysokozdvizný vozík)

**Správnou úpravou nebo navrhnutím vhodného materiálového toku lze docílit [27]:**

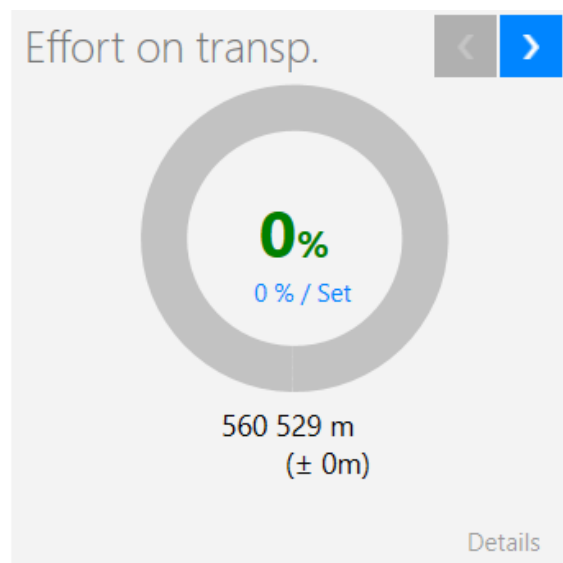
- snížení nadměrných manipulací
- zajištění nejkratších vzdáleností mezi jednotlivými pracovišti
- vytvoření plynulosti výroby

Při tvorbě materiálového toku se nadefinují počátky a konce toků a toky v rámci jednotlivých pracovišť. V rozsahu praktické části budou vytvořeny dva materiálové toky.

První materiálový tok bude vztažen k výrobnímu úseku D1, druhý materiálový tok k výrobní části D3. Pracoviště budou brány jako celkové plochy, a proto budou veškeré materiálové toky vztaženy k plochám.

Materiálové toky jsou vytvořené na základě sběru dat během zpracování praktické části. Důležitým prvkem při tvorbě materiálových toků a následným vytvoření nových variant prostorového uspořádání je přepravní výkon.

Celkový přepravní výkon byl vytvořen na základě vstupních dat a to především na základě ročního objemu výroby, vstupních a výstupních dat a na základě provázanosti jednotlivých pracovišť. V programu VisTable má celkový současný přepravní výkon podobu, kterou lze vidět na obrázku 5-23.



Obrázek 5-23: Přepravní výkon současného stavu

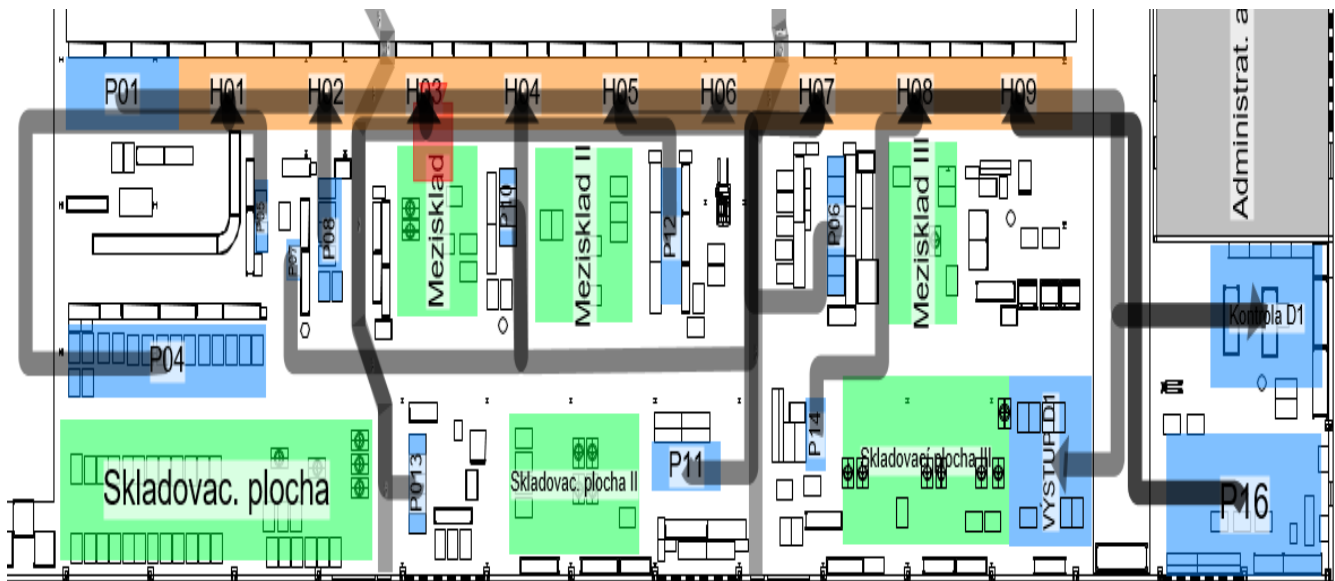
Při návrhu nových variant a při přesunu jednotlivých pracovišť dojde k přepočítání přepravního výkonu v programu VisTable. Ten následně určí, zda je nová varianta efektivnější a o kolik procent došlo ke snížení manipulačních vzdáleností.

#### 5.4.3.1 Výrobní úsek D1

Tok výrobku přesně nadefinuje, jak jednotlivý výrobek postupně postupuje přes jednotlivá pracoviště a jak jsou k sobě jednotlivá pracoviště vázaná.

V tomto výrobním úseku bude proveden tok materiálu pro 3 hlavní a základní představitele 720 AST, 731 OBT3A a 741 GET3A, kteří mají největší objem výroby za předešlý rok.

Materiálový tok výrobku můžeme vidět zakreslený na obrázku 5-24, intenzita čar poukazuje na objem výroby. Čím větší objem výroby, tím jsou čáry silnější. U všech tří zástupců bude bráno v potaz, že procházejí stejnými pracovišti a ve stejném sledu operací.



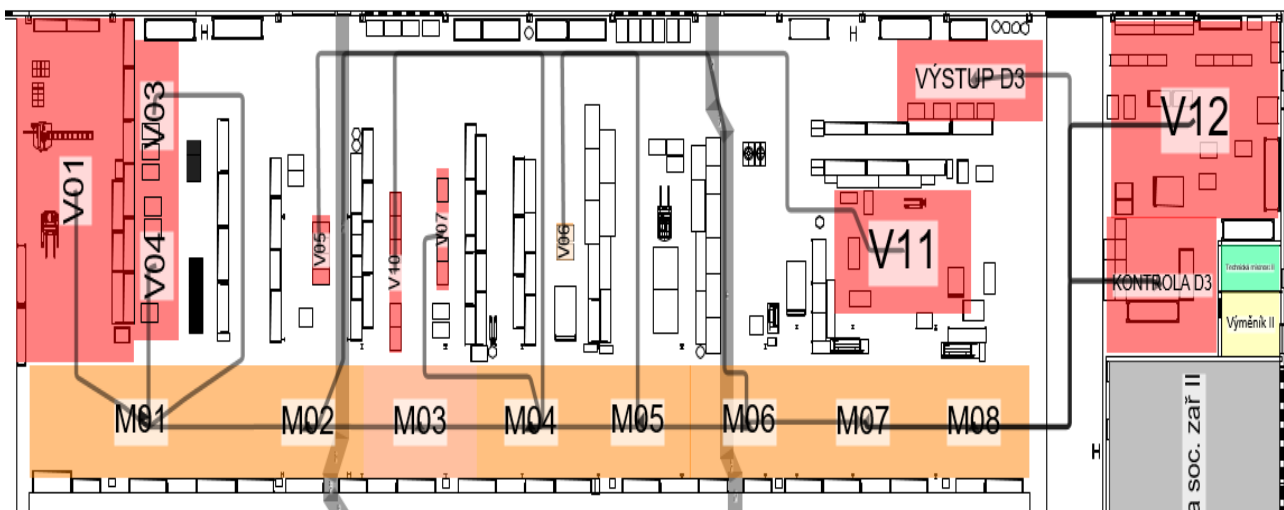
Obrázek 5-24: Materiálový tok D1

#### 5.4.3.2 Výrobní úsek D3

Tak jako má materiálový tok nadefinovaný výrobní proces D1, tak může být obdobně zakreslen tok i pro výrobní proces D3. Lze vidět, že na některé montážní pracoviště nenavazuje žádné přípravné pracoviště.

Tok materiálu bude prováděn opět pro 3 hlavní a základní představitele, které jsme vybrali na základě vstupních dat. Hlavními představiteli, kteří mají největší objem výroby, jsou ORION ORI, ZENITH ZN4FA, G2CS3 G2SC3. Ukázkou materiálového toku lze vidět na následujícím obrázku.

Lze si povšimnout, že intenzita tloušťky čar vůči předešlému materiálovému toku je podstatně nižší. Hlavní představitel výrobního úseku D3 má podstatně nižší objem výroby, než tomu bylo v předešlém případě.



Obrázek 5-25: Materiálový tok D3

## 6 Návrh prostorového uspořádání

V předchozích kapitolách byly popsány jednotlivá pracovišti, zanalyzován současný stav výrobního systému a popsán postup pro vytvoření nového prostorového uspořádání. V této kapitole bude využito znalostí získaných z teoretické části a dojde k vytvoření nových variant prostorového uspořádání výrobně – montážní haly. Jak už bylo zmíněno, výrobní systém se skládá ze dvou výrobních úseků, a to z úseku D1 a D3. V rámci výrobního úseku D1 budou navrženy dvě nové varianty prostorového uspořádání. V rozsahu výrobního úseku D3 vznikne pouze jedno zlepšení prostorového uspořádání.

Požadavkem z výrobního podniku při vytváření nových variant je zkrácení materiálových toků na výrobních úsecích D1 a D3 bez ohledu na náklady s tím spojené. Cílem práce je tedy navrhnoutí layoutu, který zkrátí materiálové toky a napřímí je.

### 6.1 Výrobní úsek D1

Na příslušné výrobní lince se vyrábí 10 různých typů malých přívěsných vozíků za automobil. Na materiálové toky byly vybrány 3 hlavní zástupci 741GET3A, 731OBT3A, 720AST s největším ročním objemem produkce.

Výrobní postup na lince D1 probíhá tak, že jsou nejprve všechny komponenty připraveny na pomocných (přípravných) pracovištích. Připravené komponenty se dále přesouvají na hlavní pracoviště, kde dochází k finálním úpravám.

**Přípravná pracoviště** nesou označení P a jsou v rozmezí od P01-P16 a probíhají na nich tyto úkony:

- P01 – Příprava rámu, podvozku a vany
- P04 – Příprava motorů
- P05 – Příprava šroubového bloku
- P06 – Příprava výfuků
- P07 – Příprava separátorů
- P08 – Příprava chladiče
- P10 – Příprava blatníků
- P11 – Příprava generátorů
- P12 – Příprava filtrů
- P13 – Příprava nádrží
- P14 – Příprava nárazníků
- P16 – Lepení molitanů do vnějšího krytování

**Hlavní pracoviště** se značí písmenem H. Pracoviště jsou v rozsahu od H01-H09 a provádějí se na nich tyto operace:

- H01 – Montáž motoru na stroj
- H02 – Montáž rozvaděče
- H03 – Montáž filtrů, krytů, propojovacích hadic
- H04 – Uspořádání kabelových svazků, zapojení kontaktů
- H05 – Montáž výfuků



- H06 – Montáž van, baterií
- H07 – Montáž řídicích jednotek
- H08 – Montáž nárazníků a vnějšího krytování
- H09 – Lepení nálepek

### 6.1.1 Varianta 1 na výrobním úseku D1

Prvním spatřeným nedostatkem a tím i prvním námětem na úpravu je rozdělená skladovací plocha, kterou lze vidět na obrázku níže. Skladovací plocha je rozdělena na tři mezisklady (Mezisklad, Mezisklad I., Mezisklad II.) a tři skladovací plochy. Mezisklady se nacházejí mezi pracovišti P08, P10, P12, P06 v horní části výrobního úseku D1. Ve spodní části výrobního úseku D1 jsou mezi skladovacími plochami pracoviště P11, P13, P14. Lze si povšimnout, že se přípravná pracoviště nacházejí v poměrně velké vzdálenosti a v nevyhovující návaznosti na další hlavní pracoviště. Narůstající vzdálenost pracovišť při velkém objemu výroby má za následek nadměrné manipulační přesuny. Z tohoto důvodu je nutné zahrnout do nové varianty vhodněji zvolené postavení přípravných a hlavních pracovišť.



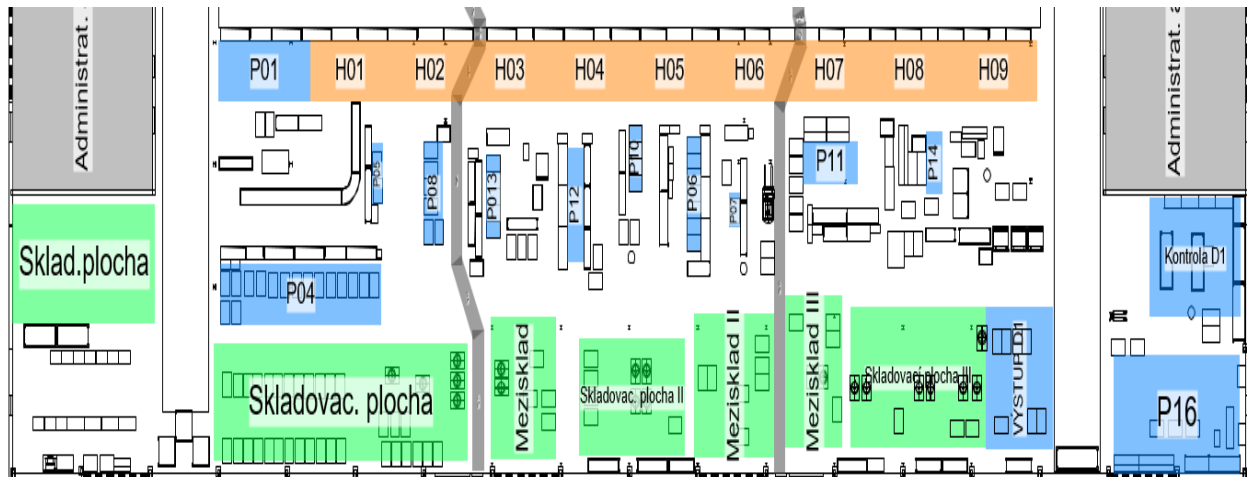
Obrázek 6-1: Označení kritických oblastí D1

V první variantě nového uspořádání je hlavní myšlenkou přesunutí skladovacích ploch do jedné části výrobního úseku D1. Vzhledem k návaznosti komponentů na hlavní pracoviště a zkrácení manipulačních cest dojde ke značnému přemístění přípravných pracovišť P07 – Příprava separátorů, P11 – Příprava generátorů, P13 – Příprava nádrží, P14 – Příprava nárazníků a dále meziskladů Mezisklad, Mezisklad II., Mezisklad III. A dále k posunutí ploch P06 – Příprava výfuků, P10 – Příprava blatníků, P12 – Příprava filtrů.

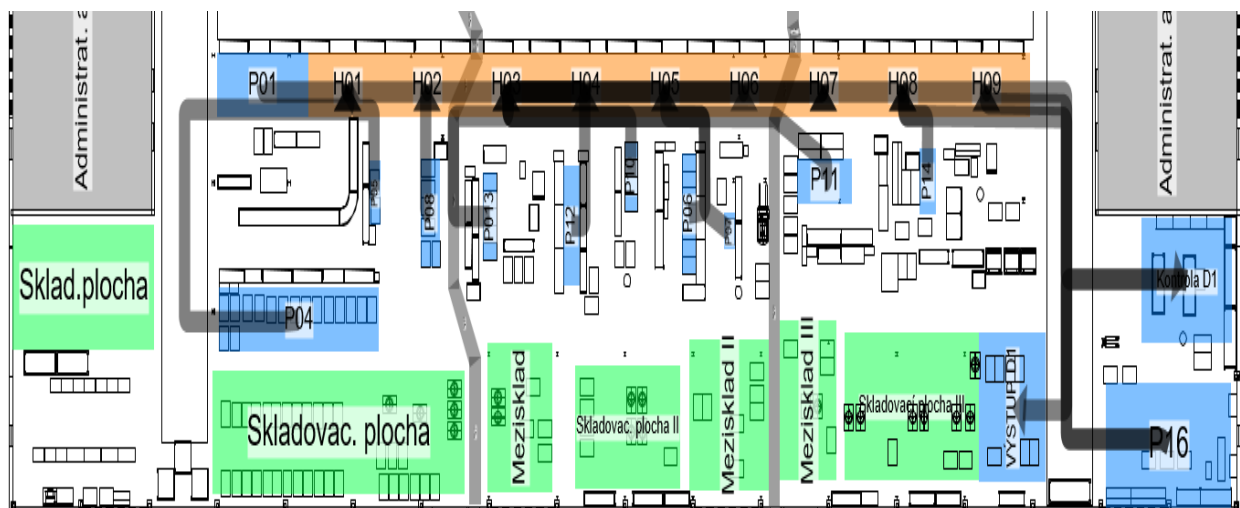
Přípravné pracoviště P11 nahradí současné přípravné pracoviště P06, které se posune blíže ke svému hlavnímu pracovišti H05 – Montáž výfuků. Plocha Mezisklad se vymění s přípravným pracovištěm P13. Přípravné pracoviště P14 se přemístí místo plochy Mezisklad III, která bude posunuta do spodní části výrobního úseku D1. Aby bylo docíleno jednoho úseku skladovacích ploch, je nutné přemístit plochu Mezisklad II. Plocha bude přesunuta do prostoru současného přípravného pracoviště P11. Pro zvýšení efektivity bude dále přesunuta plocha P7 blíže k hlavnímu pracovišti H04 – Uspořádání kabelových svazků a zapojení kontaktů, na které se

komponenty přesouvají. Na závěr přemístíme o značnou část pracoviště P10 a P12, kvůli lepší pozici vůči svému hlavnímu pracovišti.

Konečnou variantu 1 výrobního úseku D1 lze vidět na obrázku 6-2 a na následujícím obrázku je možné spatřit novou variantu s materiálovými toky.

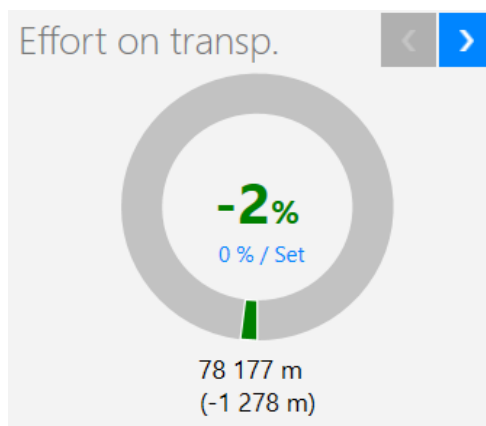


Obrázek 6-2: Varianta 1 výrobního úseku D1



Obrázek 6-3: Varianta 1 vyr. úseku D1 - Materiálové toky

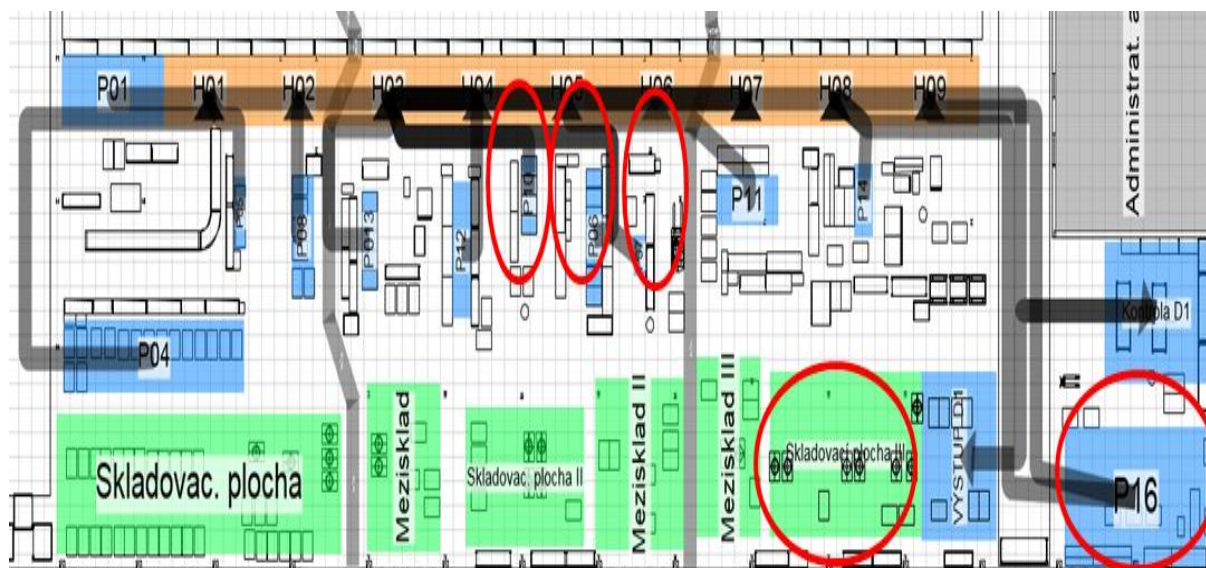
Výhodnějším přesunutím pomocných pracovišť a tří meziskladů do spodní části výrobně – montážní haly byl přepravní výkon snížen o 2%.



Obrázek 6-4: Přepravní výkon varianta 1 D1

### 6.1.2 Varianta 2 na výrobním úseku D1

Ve variantě 1 došlo k přesunům jednotlivých pracovišť tak, aby v jedné části výrobního úseku D1 vznikla oblast Meziskladů + Skladovacích ploch a ve druhé části k vytvoření bloku přípravných pracovišť. Ve druhé variantě jsou prioritní především materiálové toky mezi přípravnými a hlavními pracovišti. Současný stav po variantě 1 lze vidět na obrázku 6-5.



Obrázek 6-5: Vyznačení problematických ploch D1

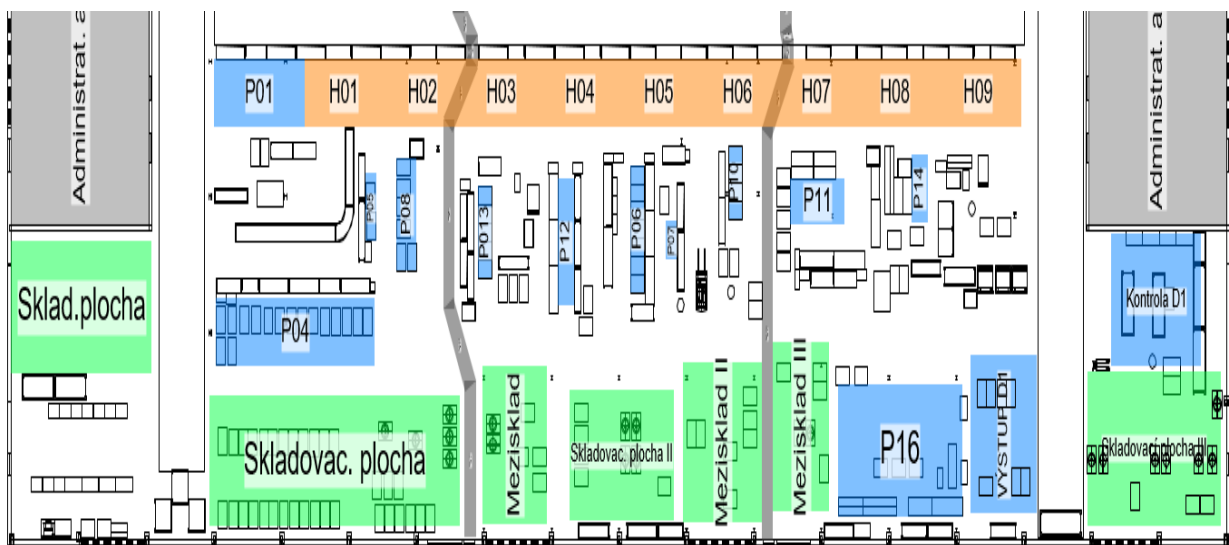
Po prozkoumání materiálového toku si lze povšimnout, že plochy P06 – Příprava výfuků, P07 – Příprava separátorů, P10 – Příprava blatníků, P16 – Lepení molitanů do vnějšího krytování nevyhovují technologickému postupu. Tyto problematické plochy jsou na obrázku označeny červenou barvou. Dále se bude přesun týkat plochy Skladovací plocha III.

Přední část výrobního úseku plynule navazuje na technologický postup, zde nebudou žádné úpravy. V části mezi manipulačními uličkami dojde k přesunu přípravného pracoviště P10. Jelikož komponenty z tohoto pracoviště dále pokračují na pracoviště H07 – Montáž řídicích jednotek, bude tato přípravné pracoviště posunuto k hlavnímu pracovišti. Další změna se bude týkat přípravného pracoviště P06, ze kterého komponenty pokračují na pracoviště H05 – Montáž výfuků. Pracoviště P06 se přesune na současnou plochu P10.

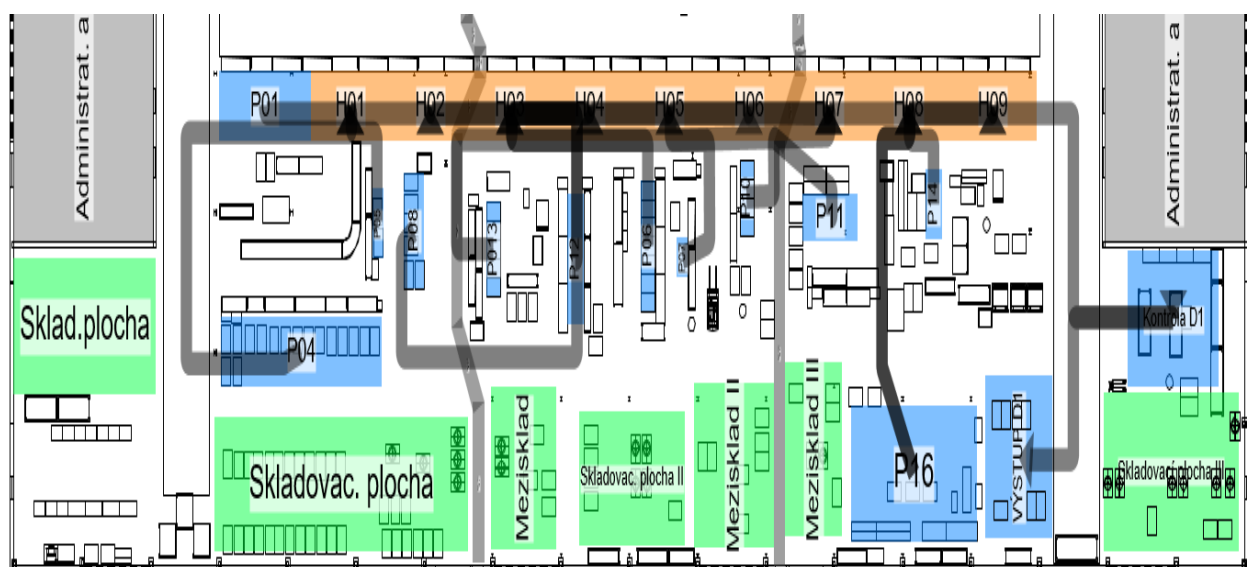
V prostřední části dojde ještě k jednomu důležitému přesunu a to pracoviště P07, které se kvůli návaznosti přemístí v nové variantě mezi plochy P06 a P10. K poslednímu přesunu se přemístíme do spodní levé části výrobního úseku D1, kde si lze povšimnout, že poslední přípravné pracoviště, ze kterého jdou komponenty dále z části na hlavní pracoviště H08 - Montáž nárazníků a vnějšího krytování a z části na H09 – Lepení nálepek, leží v poměrně velké manipulační vzdálenosti.

Při bližším prozkoumání technologického postupu bylo zjištěno, že hotové komponenty jdou na Kontrolu D1, na výstup D1 a část je poslána do expedice. Zbylá část, která není určena k expedici, je umístěna na Skladovací plochu II. Při tomto zjištění byla vyměněna plocha P16 se Skladovací plochou II.

Výslednou novou variantu 2 lze vidět na obrázku pod tímto textem a na následujícím obrázku je možné vidět současný stav i s materiálovými toky.



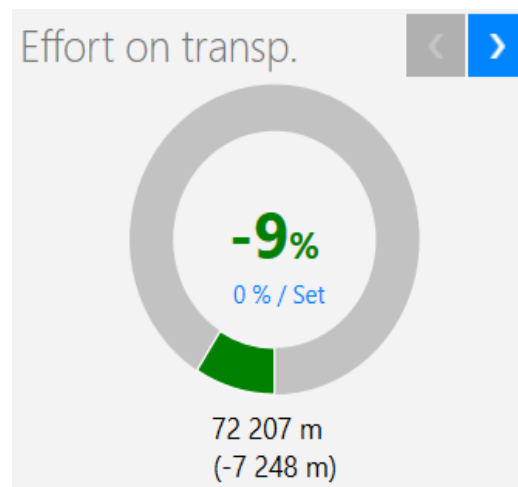
Obrázek 6-6: Varianta 2 výrobního úseku D1



Obrázek 6-7: Varianta 2 vyr. úseku D1 - Materiálové toky

V první variantě došlo ke snížení manipulační vzdálenosti o 2%. Ve druhé variantě lze vidět daleko výraznější úsporu. Přepravní výkon byl snížen o 9%. Přemístěním v závislosti na technologickém postupu došlo ke snížení materiálového toku mezi variantou 1 a variantou 2 o 7%. Jelikož hlavní prioritou ze strany společnosti bylo snížení a napřímení materiálového toku, je varianta 2 doporučena jako efektivnější varianta.

Snížení materiálového toku a výsledný obrázek z programu VisTable můžeme vidět na obrázku 6–8.



Obrázek 6-8: Přepravní výkon varianta 2 D1

V následující kapitole dojde k přesunům na výrobním úseku D3, kde vznikne pouze jedno zlepšení výrobně – montážního procesu.

## 6.2 Výrobní úsek D3

Na výrobním úseku se vyrábí 15 různých typů velkých přívěsných vozíků. Větší přívěsné vozíky jsou určeny pro nákladní automobily. Tak jako tomu bylo u výrobního úseku D1, i zde byly vybrány 3 hlavní zástupci ORION ORI, ZENITH ZN4FA, G2CS3, kteří mají největší roční objem produkce.

Technologický postup začíná na přípravných pracovištích V, kde dochází k přípravě komponentů. Dále jsou tyto komponenty přemístěny na montážní pracoviště, která se označují písmenem M. Na těchto pracovištích dochází k důležitým operacím, které vedou k hotovému výrobku.

**Přípravná pracoviště** nesou označení V s číslicemi V01, V03-V07, V10-V11 a provádějí se na nich tyto úkony:

- V01 – Příprava podvozku
- V03 – Příprava šroubového bloku
- V04 – Příprava motoru
- V05 – Příprava chladičů
- V06 – Příprava nárazníků
- V07 – Příprava nádrží
- V10 – Příprava filtrů
- V11 – Příprava kontrolních panelů
- V12 – Lepení molitanů do vnějšího krytování

Na **montážních pracovištích** označovanými M01-M08 probíhají tyto operace:

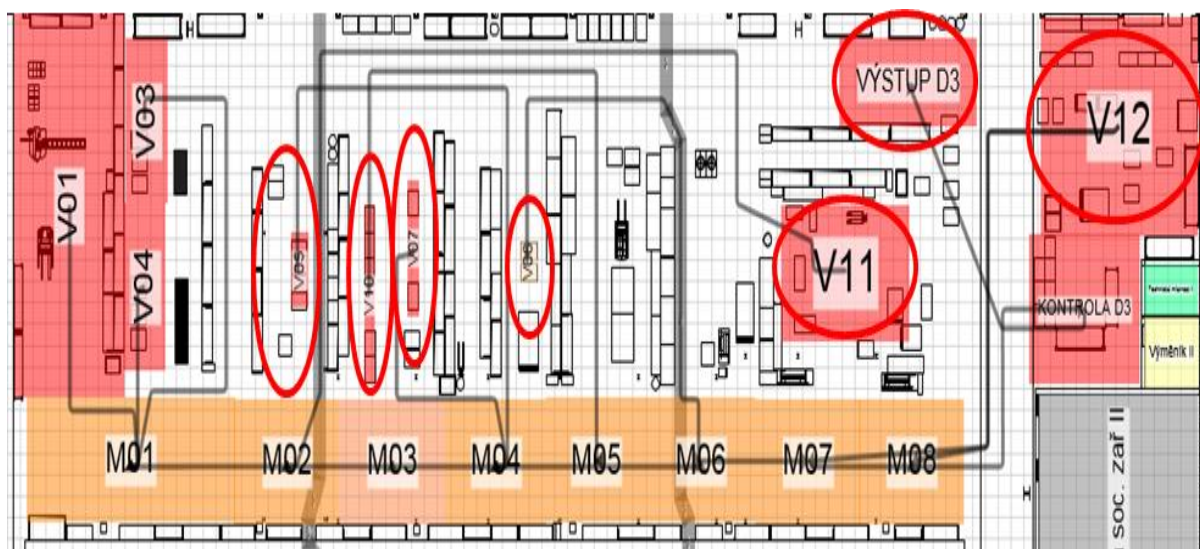
- M01 – Montáž motoru
- M02 – Montáž rozvaděče



- M03 – Zapojení kontaktů
- M04 – Montáž trubek a hadic
- M05 – Montáž filtrů
- M06 – Montáž nárazníků
- M07 – Montáž vnějších bočních plechů
- M08 – Lepení nálepek

### 6.2.1 Návrh zlepšení na výrobním úseku D3

Pro výrobní úsek D1 byly v předchozích kapitolách vytvořeny dvě nové varianty prostorového uspořádání. Jelikož se na výrobním úseku D3 nevyskytují žádné skladovací plochy a nebude potřeba takového zásahu, jako tomu bylo u procesu D1, vznikla pro výrobní linku D3 pouze 1 návrh nového prostorového uspořádání. Současný stav výrobní haly pro výrobní proces D3 lze vidět na obrázku.



Obrázek 6-9: Oznáčení kritických míst D3

Přípravná pracoviště V01 – Příprava podvozku, V03 – Příprava šroubového bloku, V04 – Příprava motoru plynule navazují na hlavní pracoviště M01 – Montáž motoru, proto se přesun nebude týkat těchto ploch a zůstanou na své současné pozici. Přesun se bude týkat pracovišť, které jsou na obrázku současného stavu označeny červeným obrazcem. Z pracoviště V05 – Příprava chladičů se komponenty přesouvají na pracoviště M04 – Montáž trubek a hadic, kde jsou provedeny další operace. Pro lepší návaznost dojde k přesunutí V05 na místo, kde se v současném stavu nachází přípravné pracoviště V06 – Příprava nárazníků.

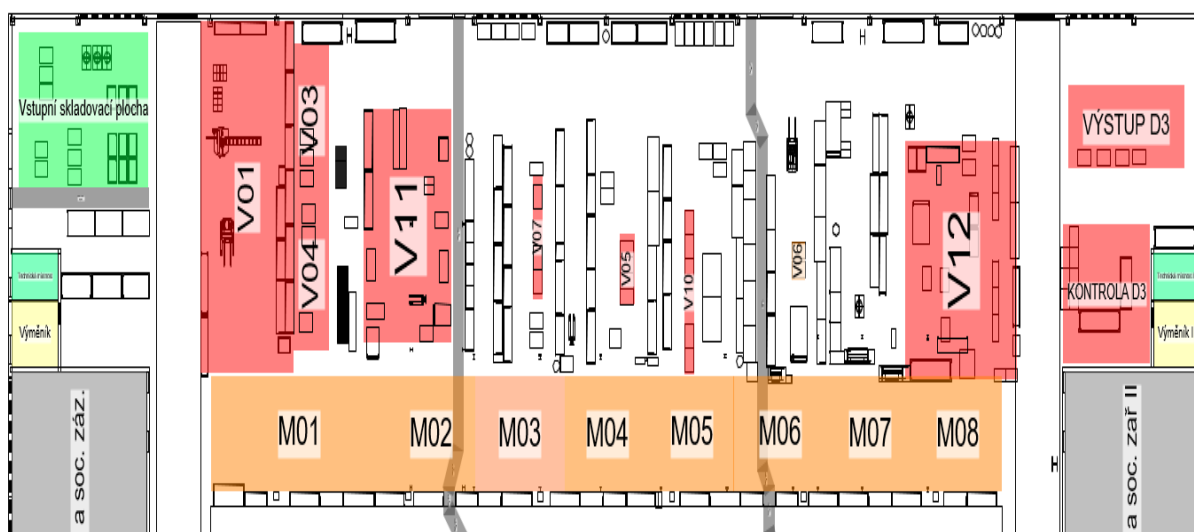
Dalším označeným pracovištěm je pracoviště V10 – Příprava filtrů, které se přemístí blíže ke svému hlavnímu pracovišti M05 – Montáž filtrů. Na místo, které vznikne přesunutím pracoviště V10, se přestěhuje pracoviště V07 – Montáž vnějších bočních plechů. Dále z materiálových toků vyplývá, že pracoviště V06 – Montáž nárazníků by mělo být kvůli návaznosti na hlavní pracoviště M06 – Montáž nárazníku v bližší vzdálenosti.

Plocha, na kterou se přípravné pracoviště V06 přesune, vznikne volným prostorem v pravé části výrobního úseku D3 díky pracovišti V11 – Příprava kontrolních panelů. Neboť veškeré



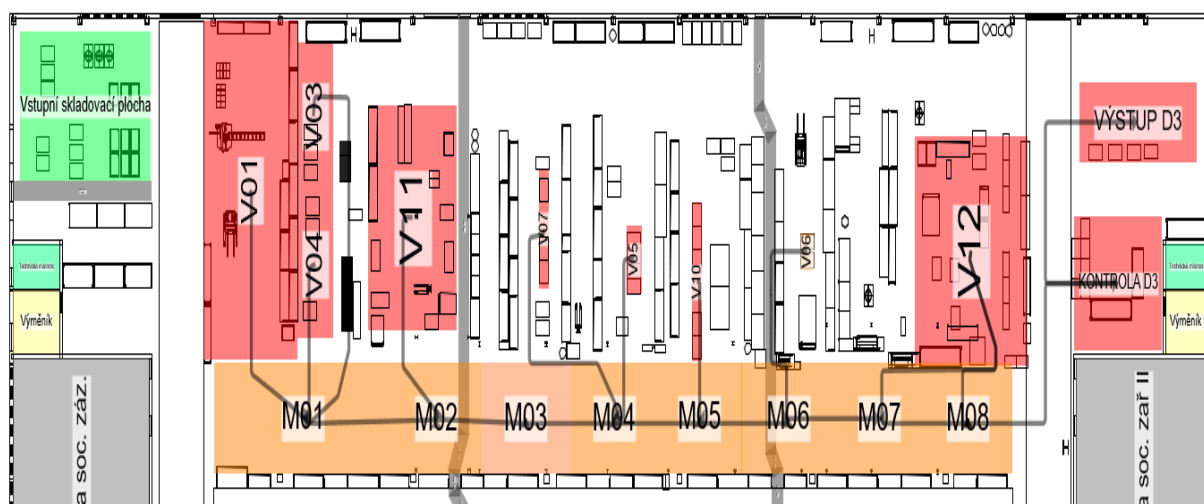
komponenty z přípravného pracoviště V11 se přesouvají na montážní pracoviště M02 – Montáž rozvaděče. Při pohledu na současný stav a pozice V11 vůči M02 lze zpozorovat, že v rámci těchto dvou pracovišť jsou už na oko viditelné velice nadměrné manipulační přesuny, neboť jednotlivá pracoviště se nacházejí na opačných koncích výrobního úseku, proto je nezbytné přemístit přípravné pracoviště do oblastí montážního pracoviště M02.

V posledním kroku, co se týče přípravných pracovišť, dojde k posunutí posledního přípravného pracoviště V12 – Lepení molitanů do vnějšího krytování ke svému nadřazenému pracovišti M08 – Lepení nálepek. Z montážního pracoviště M08 jdou veškeré hotové výrobky na Kontrolu D3, která zůstane na stejné pozici. Na Kontrolu D3 dále navazuje Výstup D3, který se díky vzniklému volnému prostoru přesune místo přípravného pracoviště V12. Varianta nového prostorového uspořádání pro výrobní úsek D3 je možné vidět na obrázku 6-10.



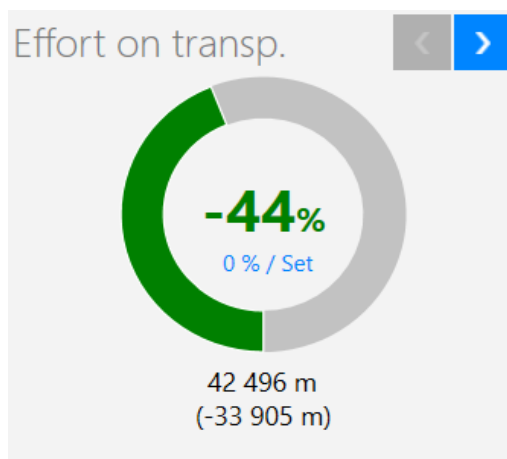
Obrázek 6-10: Návrh zlepšení výrobního úseku D3

Na následujícím obrázku lze vidět vizualizaci haly i s materiálovými toky.



Obrázek 6-11: Návrh zlepšení vyr. úseku D3 - Materiálové toky

V této variantě došlo k největší optimalizaci ze všech variant jak na výrobním úseku D1, tak na výrobním úseku D3. Vhodným přemístěním došlo ke snížení přepravního výkonu o 44%. V této variantě je nutné podotknout, že v nové variantě veškerá přípravná pracoviště plynule navazují na hlavní montážní pracoviště a došlo tedy k velice efektivnímu přesunu a především ke snížení manipulačních přesunů a nákladů na manipulaci.



Obrázek 6-12: Přepravní výkon D3

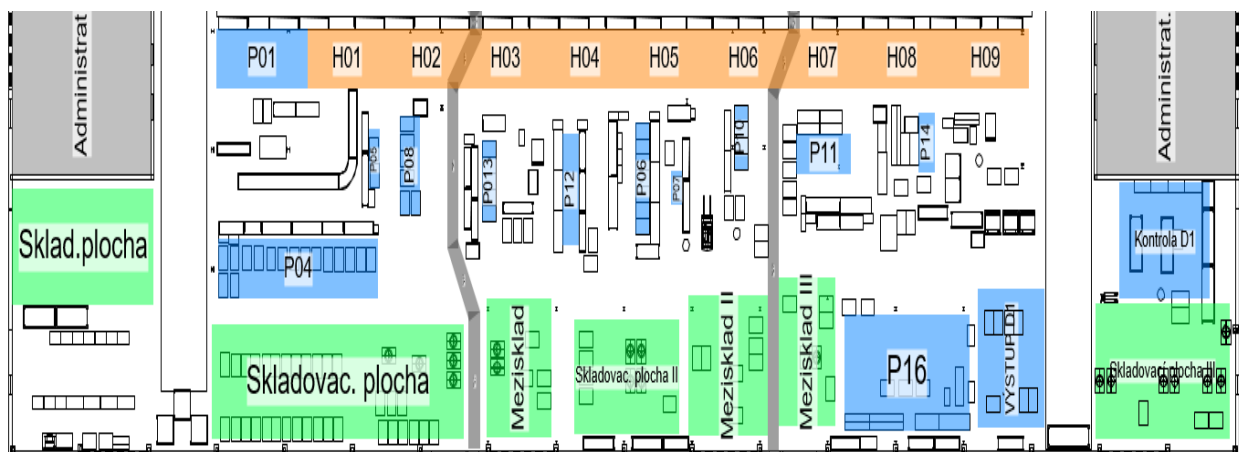
## 7 Vyhodnocení a doporučení variant

Praktická část byla zaměřena na prostorové uspořádání výrobně – montážní části haly. Hala se skládá ze dvou výrobních úseků D1 a D3. Každému výrobnímu úseku jsou přiřazena přípravná (pomocná) pracoviště a hlavní (montážní) pracoviště. Výrobnímu úseku D1 náleží přípravná pracoviště P a montážní pracoviště H. Druhý výrobní úsek D3 se skládá opět z přípravných pracovišť, tentokrát značené písmenem V a montážních pracovišť, která jsou značena písmenem M.

Na přípravných pracovištích dochází k přípravě podsestav pro stroj. Podsestavy se v dalším kroku přesouvají na hlavní pracoviště, kde se dále pracuje s podsestavami, které se montují přímo na stroj. V některých případech nemusí být využita všechna přípravná pracoviště, z důvodu absence dílů na určitém typu stroji, proto se díly přemísťují z jednoho montážního pracoviště na druhé. V rámci nového prostorového uspořádání došlo především k přesunům přípravných (pomocných) pracovišť a skladovacích ploch, neboť hlavní pracoviště mají přímý materiálový tok. Přímý materiálový tok je nejideálnější variantou prostorového uspořádání z důvodu krátkých vzdáleností, lepších návazností, plynulosti výroby apod.

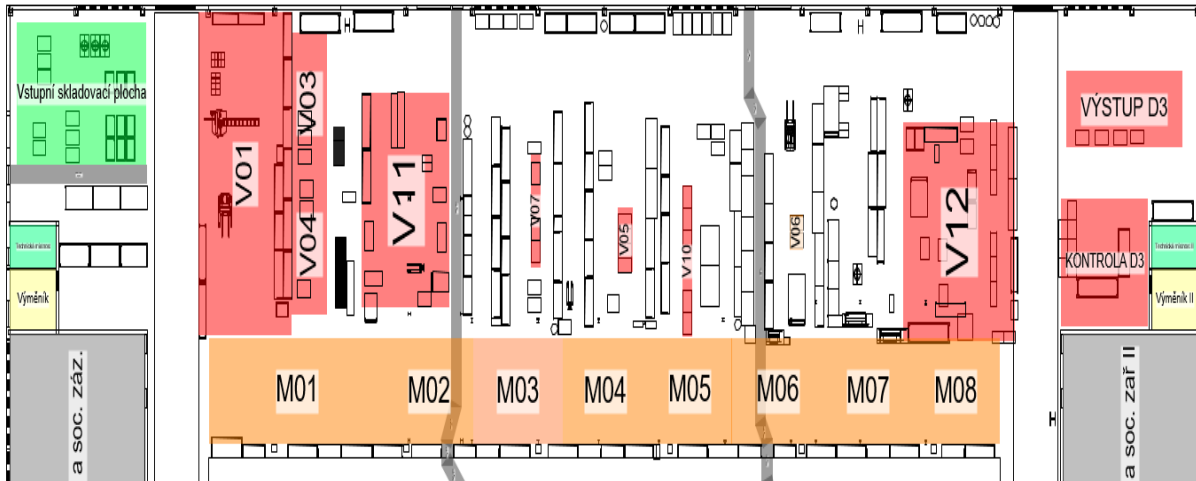
Po shromáždění dat byl vytvořen layout současného stavu ve 2D a 3D zobrazení, dále byly nadefinovány materiálové toky a transportní síť. Při tvorbě nových variant byl brán zřetel na zkrácení materiálového toku, bez ohledu na náklady s tím spojené, což bylo hlavním požadavkem ze strany společnosti. Cílem práce bylo tedy navrhnout layout, který zkrátí materiálové toky a napřímí je. Na základě vizualizace současného stavu došlo k vytvoření tří nových variant prostorového uspořádání.

V rozsahu výrobního úseku D1 byly vytvořeny dva nové návrhy prostorového uspořádání. V první variantě došlo ke sjednocení skladovací části a k přesunutí některých pomocných pracovišť do bližší vzdálenosti k hlavním pracovištím. Ve spodní části výrobního úseku D1 vznikl tedy pruh skladovacích a meziskladových částí. V horní části výrobního úseku se vytvořila část pouze s přípravnými pracovišti. Díky této variantě došlo ke snížení přepravního výkonu o 2%. Ve druhé variantě výrobního úseku D1 bylo prioritou zajistit lepší návaznost jednotlivých pracovišť. Na základě technologického postupu došlo k přemístění některých pomocných pracovišť. Vhodnějším přesunem přípravných pracovišť do bližší vzdálenosti, lepší návazností na další pracoviště a vytvoření přímějšího toku byla snížena přepravní vzdálenost o 9%. Rozdíl mezi první variantou a druhou je 7%. S přihlédnutím na požadavky ze strany společnosti je varianta 2 výhodnější, a tudíž se doporučuje.



Obrázek 7-1: Doporučená varianta výr. úseku D1

V rozsahu výrobního úseku D3 došlo k vytvoření pouze jednoho návrhu nového prostorového uspořádání. Tento návrh vznikl především díky absenci skladovacích ploch a meziskladů, a dále díky lepší návaznosti pracovišť, než tomu bylo u výrobního úseku D1. Ačkoli se na první pohled mohlo zdát, že některá pracoviště plynule navazovala na další pracoviště, při bližším prozkoumání tomu tak nebylo. Většina přesunů byla tak markantní, že došlo k přemístění pracoviště na opačnou stranou výrobního úseku. Jak tomu bylo u výrobního úseku D1, hlavní montážní pracoviště jsou v přímém materiálovém toku, takže se veškeré změny týkaly přípravných pracovišť. Vytvořením varianty nového prostorového uspořádání došlo ke snížení materiálového toku o 44%. Doporučenou variantu v konečném stavu lze vidět na obrázku níže.



Obrázek 7-2: Doporučená varianta výr. úsek D3

## Závěr

V teoretické části v první kapitole byly vysvětleny základy skladování a operace, které jsou s ním spojené. Dále bylo nadefinováno vše, co se týče manipulace s materiálem, neboť manipulace s materiálem se objevuje ve všech místech, kde dochází k pohybu materiálu. Ve druhé kapitole byl popsán z teoretického hlediska hlavní bod bakalářské práce tj. prostorové uspořádání výrobního programu, kde byly přiblíženy možnosti a metody rozmístění jednotlivých pracovišť.

Praktická část byla rozdělena do dvou částí. V první části byla provedena analýza technologie a postupu výroby ve společnosti. V této části byl popsán současný stav výrobně – montážní haly. Došlo ke sběru vstupních dat, vytvoření popisu jednotlivých pracovišť včetně úkonů, které se na těchto pracovištích provádí. V dalším kroku byl detailně rozpracován postup při samotné tvorbě současného stavu haly a dále byl zkreslen layout podniku pomocí programu VisTable s následnou vizualizací výrobní haly za pomocí 3D grafických nástrojů. Po vytvoření grafického zkrslení současného stavu byly nadefinovány materiálové toky a transportní síť.

Druhá část pojednávala o racionalizaci výrobního programu s přihlédnutím na požadavky ze strany společnosti. Na základě rozborů došlo k vytvoření dvou nových variant prostorového uspořádání na výrobním úseku D1. Na výrobním úseku D3 bylo vytvořeno pouze jedno zlepšení ve výrobním procesu, neboť výrobní úsek D3 měl absenci skladovacích ploch. V závěru práce byly shrnuty a porovnány veškeré varianty a pro každý výrobní úsek byla doporučena jedna nejvýhodnější varianta s přihlédnutím na požadavky ze strany společnosti. Díky racionalizaci se na výrobním úseku D1 snížil přepravní výkon o 9%. Na výrobním úseku D3 vznikla výraznější změna, materiálový tok byl snížen o 45%. Nové varianty by měly značně přispět k zefektivnění výrobního procesu a zvýšení produktivity.



## Citovaná literatura

- [1] *Logistický řetězec* [online]. [cit. 2017-11-11]. Dostupné z: <http://spock.blog.cz/0905/7-logisticky-retezec-a-typologie-vyroby-vliv-umisteni-bodu-rozpojeni-objednavkou>
- [2] *Logistika* [online]. [cit. 2017-11-11]. Dostupné z: <http://logistika.yonix.cz/>
- [3] LAMBERT, Douglas M. a Lisa M. ELLRAM. *Logistika: příkladové studie, řízení zásob, přeprava a skladování, balení zboží*. Praha: Computer Press, 2000. Business books (Computer Press). ISBN 80-722-6221-1.
- [4] *Skladovací proces* [online]. [cit. 2017-12-02]. Dostupné z: <https://www.levnedarecky.cz/proc-nakupovat-u-nas/>
- [5] *Logistické sklady* [online]. [cit. 2017-12-02]. Dostupné z: [https://forum.helios.eu/orange/doc/cs/Logistick%C3%A9\\_sklady\\_-\\_Roz%C5%A1i%C5%99uj%C3%ADc%C3%AD\\_moduly](https://forum.helios.eu/orange/doc/cs/Logistick%C3%A9_sklady_-_Roz%C5%A1i%C5%99uj%C3%ADc%C3%AD_moduly)
- [6] DANĚK, Jan a Miroslav PLEVNÝ. *Výrobní a logistické systémy*. Plzeň: Západočeská univerzita, 2005. ISBN 80-704-3416-3.
- [7] *Regálový sklad* [online]. [cit. 2017-12-02]. Dostupné z: <https://cz.depositphotos.com/58192151/stock-photo-palletising-with-foodstuffs-stand-on.html>
- [8] *Manipulační jednotky* [online]. [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: <http://www.miras.cz/seminarky/logistika/manipulacni-prepravni-jednotky.php>.
- [9] *Přepavní prostředky* [online]. [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: <http://www.studentske.cz/2007/08/pepravn-prostedky.html>
- [10] *Euro paleta* [online]. [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: [https://www.inpap.eu/paleta-eur-drevena-1200-x-800-mm-nova?gclid=EAIaIQobChMIzMzGkpGI4QIVgd3Ch3RZA34EAYYASABEgKeWvD\\_BwE](https://www.inpap.eu/paleta-eur-drevena-1200-x-800-mm-nova?gclid=EAIaIQobChMIzMzGkpGI4QIVgd3Ch3RZA34EAYYASABEgKeWvD_BwE)
- [11] *Euro-palety* [online]. [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: <https://www.euro-palety.cz/palety/atypicke-palety/>
- [12] *Palety a vozíky* [online]. [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: <https://www.kwesto.cz/>
- [13] *Členění manipulačních prostředků* [online]. [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: <http://logistika-cz.studentske.cz/2008/11/zkladn-lenn-manipulanch-prostedk.html>
- [14] *Typy manipulační techniky* [online]. [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: <http://www.seznam-manipulacni-technika.cz/typy-manipulacni-techniky/>

- [15] *Vysokozdvížené a paletové vozíky* [online]. [cit. 2017-12-03]. Dostupné z: <http://www.czas.cz/?PageId=20212&Model=E+20&jsBack=1>
- [16] *Nízkozdvížený vozík* [online]. [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: <https://cz.depositphotos.com/10383670/stock-photo-electric-forklift-in-storehouse.html>
- [17] *Typy vysokozdvížených vozíků* [online]. [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: <http://www.vzv.cz//&view=dlazdice&ns=1>
- [18] *Terénní vysokozdvížený vozík* [online]. [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: <https://www.kerous.cz/pujcovna-naradi-stavebnich-stroju/terenni-vysokozdvizne-voziky/terenni-vzv-desta/>
- [19] *Teleskopický manipulátor* [online]. [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: <https://www.kohut.cz/teleskopicky-manipulator-wacker-neuson-th-412/>
- [20] *Simulace - zásobování výrobní linky* [online]. [cit. 2017-11-30]. Dostupné z: <https://www.cad.cz/strojirenstvi/38-strojirenstvi/7145-simulace-zasobovani-vyrobnich-linek-v-ramci-vnitropodnikovych-logistickych-systemu.html>
- [21] *Jeřáby a manipulační technika* [online]. [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: <https://www.adamec.cz/cs>
- [22] *Dopravníkové systémy* [online]. [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: <https://www.dasfm.cz/>
- [23] *Výrobní činnost podniku* [online]. [cit. 2017-11-12]. Dostupné z: [http://www.imaturita.cz/maturitni-otazky/ucetnictvi/vyrobní-cinnost-podniku-\(2008\)/461/](http://www.imaturita.cz/maturitni-otazky/ucetnictvi/vyrobní-cinnost-podniku-(2008)/461/)
- [24] MILLER, A., BUREŠ, M., ŠRAJER, V., PEŠL, J. *Projektování výrobní základny - teoretická část. 1. vyd.* Plzeň : SmartMotion s.r.o., 2013, ISBN: 978-80-87539-30-9.
- [25] HLAVENKA, Bohumil. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty I.* Vyd. 3. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. ISBN 80-214-2871-6.
- [26] *Lexikon metod průmyslového inženýrství* [online]. [cit. 2017-11-12]. Dostupné z: <http://lorenc.info/3MA112/rozmisteni-pracovist.htm>
- [27] PHILLIPS, Edward J. *Manufacturing plant layout: fundamentals and fine points of optimum facility design.* Dearborn, Mich.: Society of Manufacturing Engineers, c1997. ISBN 0-87263-484-1.
- [28] EMMETT, Stuart. *Řízení zásob: jak minimalizovat náklady a maximalizovat hodnotu.* Brno: Computer Press, 2008. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 978-80-251-1828-3.

- [29] HORVÁTH, Gejza. *Logistika ve výrobním podniku*. V Plzni: Západočeská univerzita, 2007. ISBN 978-80-7043-634-9.