

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N0715A270012 Průmyslové inženýrství a management

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Zefektivnění prostorového uspořádání ve společnosti

Autor: **Bc. Karel Mladý**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.**

Akademický rok 2020/2021

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Bc. Karel MLADÝ
Osobní číslo:	S19N0145P
Studijní program:	N0715A270012 Průmyslové inženýrství a management
Studijní obor:	Průmyslové inženýrství a management
Téma práce:	Zefektivnění prostorového uspořádání ve společnosti
Zadávací katedra:	Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Zásady pro vypracování

1. Prostorové uspořádání – možnosti a způsoby tvorby
2. Zásoby a zásobování výroby
3. Analýza a zhodnocení stávajícího stavu
4. Návrhy na prostorové řešení
5. Závěrečné zhodnocení

Rozsah diplomové práce: **50 – 70 stran**

Rozsah grafických prací: **0 výkresů**

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

1. RUSHTON, Alan, CROUCHER, Phil, BAKER, Peter. *The handbook of logistics and distribution management*, 5. vyd. Londýn: KoganPage, 2014. ISBN 9780749466275.
2. NĚMEČEK, P. *Audit procesu: Výrobní prostředky: proces realizace produktu /kusová výroba/, 2. vyd.* Praha: Česká společnost pro jakost, 2013.
3. SIXTA, Josef, ŽÍŽKA, Miroslav. *Logistika: používané metody*. 1. vyd. BizBooks, 2010. ISBN 978-80-251-2563-2.
4. GWYNNE, Richards. *Warehouse management: a complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse*. 2.vyd. Kogan Page, 2014. ISBN 978-0-7494-6935-1.

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.**
Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Konzultant diplomové práce: **Ing. Pavel Vránek**
Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Datum zadání diplomové práce: **21. září 2020**

Termín odevzdání diplomové práce: **28. května 2021**

L.S.

Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan

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

V Plzni dne 21. září 2020

Prohlášení o autorství

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

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval svému vedoucímu Doc. Ing. Michalu Šimonovi, Ph.D. za odbornou pomoc, cenné rady a vedení při vypracování této práce. Dále bych také velmi rád poděkoval svému konzultantovi Ing. Pavlu Vránkovi za ochotu a poskytnutí veškerých potřebných informací.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Mladý	Jméno Karel	
STUDIJNÍ OBOR	Průmyslové inženýrství a management		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Jméno Michal	
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KPV		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Zefektivnění prostorového uspořádání ve společnosti		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2021
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	98	TEXTOVÁ ČÁST	63	GRAFICKÁ ČÁST	35
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	<p>Tato práce je rozdělena na dva specifické úseky a to teoretický a praktický. Teoretická část se věnuje zefektivnění prostorového uspořádání a představuje a vysvětluje základní pojmy, jako jsou materiálové toky, logistický řetězec, transportní výkon. Zároveň představuje důležité normy a rozměrová specifika, jež jsou spojena s bezpečností, konkrétně s šíří manipulačních uliček. Obdobně jsou popsány i metody zefektivnění prostorového uspořádání, jedná se o Trojúhelníkovou metodu a metodu CRAFT. Další úsek teoretické části je věnován zásobám, odvolávkám a analýzám ABC a XXZ, jež se využívají k určení významnosti dílčích položek zásob z pohledu specifických kritérií. Úvodní kapitola praktické části představuje danou společnost, kde probíhal sběr a dat. Cíl praktické části je zefektivnit prostorové uspořádání a dodržet implementaci požadovaných strojů, představit a doporučit jednotlivé návrhy variant, jež řeší eliminaci nedostatků. Následující kapitola se věnuje analýze současného stavu, časovým a prostorovým studiím a identifikaci nedostatků pro jednotlivá pracoviště. Na základě hodnocení vznikají tři varianty návrhu řešení, kde se sleduje změna využití ploch, materiálové toky, kapacita paletových míst. Zároveň představuje 2D a 3D návrhy prostorového uspořádání. Závěrečné doporučení je založeno na vícekritériální rozhodovací analýze a představuje možnosti využití daných variant z různých úhlů pohledu.</p>
KLÍČOVÁ SLOVA	Prostorové uspořádání, VisTable, prostorové studie, časové studie, analýza procesů, layout, manipulační technologie, skladovací technologie

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Mladý	Name Karel	
FIELD OF STUDY	Industrial Engineering and Management		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Name Michal	
INSTITUTION	ZČU - FST - KPV		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Improving the layout in a company		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KPV	SUBMITTED IN	2021
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	98	TEXT PART	63	GRAPHICAL PART	35
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	<p>This thesis is divided into two specific sections, theoretical and practical. The theoretical part is devoted to streamlining the spatial arrangement and explains the basic concepts such as material flows, logistics chain, and transport performance. At the same time, it presents important standards and dimensional specifics that are associated with safety, specifically with the width of the aisles. Similarly, the methods of streamlining the spatial arrangement are described, such as the Triangular method and the CRAFT method. The next section of the theoretical part is devoted to stocks, recalls and analyses of ABC and XXZ, which are used to determine the significance of sub-items of stocks in terms of specific criteria. The introductory chapter of the practical part presents the company where the collection and data took place. The aim of the practical part is to streamline the spatial arrangement and comply with the implementation of the required machines, to present and recommend individual proposals for variants that address the elimination of shortcomings. The following chapter deals with the analysis of the current state, time and space studies and the identification of shortcomings for individual workplaces. Based on the evaluation, three variants of the solution design are created, where the change of land use, material flows, capacity of pallet places is monitored. It also presents 2D and 3D spatial designs. The subsequent recommendation of the ideal variant was created on the basis of a multi-criteria analysis using the weighted sum method.</p>
KEY WORDS	Spatial arrangement, VisTable, spatial studies, time studies, process analysis, layout, handling technologies, storage technologies

Obsah

Prohlášení o autorství	4
Úvod	10
1 Prostorové uspořádání – Možnosti a způsoby tvorby layoutu	11
1.1 Hmotné toky z pohledu logistiky, transportní výkon	11
1.1.1 Materiálový tok	11
1.1.2 Převážní řetězec	12
1.1.3 Logistický řetězec	12
1.1.4 Hmotný tok z pohledu výrobní logistiky.....	13
1.1.5 Výpočet transportního výkonu	13
1.2 Metody pro uspořádání strojů ve výrobě	14
1.2.1 Metoda CRAFT	14
1.2.2 Trojúhelníková Metoda	14
1.2.3 Sankeyův diagram	16
1.2.4 I-D diagram	17
1.3 Normy a bezpečnost	18
2 Zásoby a zásobování výroby	21
2.1 Druhy zásob	21
2.2 Zásobování výroby	24
2.2.1 Odvolávky	24
2.2.2 Zásoba rozpracované výroby	25
2.2.3 Zásoby ve výrobě	26
2.3 Analýzy zásob.....	26
2.3.1 Analýza ABC	26
2.3.2 Analýza XYZ	28
3 Představení společnosti	31
4 Analýza současného stavu.....	35
4.1 Sběr dat	35
4.1.1 Pracovní snímek dne	35
4.1.2 Spaghetti diagram.....	36
4.1.3 Procesní mapy	37
4.2 Analýza pracovišť a pracovních pozic	37
4.2.1 Obsluha lisu LEN 25	38

4.2.2	Ohraňovací stroj Durma 135	41
4.2.3	Ohraňovací stroj Durma 220	42
4.2.4	Laser	44
4.2.5	Balení Z1	45
4.2.6	Skládání krabic	47
4.2.7	Výstupní kontrola	48
4.2.8	Logistika – příjem materiálu, expedice, logistik	50
4.3	Analýza prostorového uspořádání – současný stav	52
4.3.1	Paletová místa	53
4.4	Zásoby materiálu	54
4.4.1	Tabule.....	54
4.4.2	Svitky	54
4.4.3	Spojovací materiál.....	55
4.4.4	Hotové výrobky.....	56
4.5	Datová analýza	57
4.5.1	ABC analýza	57
4.5.2	Materiálový tok – Nakupovaný materiál (spojovací materiál).....	58
4.5.3	Materiálový tok – Tabule	60
4.5.4	Materiálový tok – Svitky.....	61
4.6	Využití ploch	63
4.7	Vyhodnocení současného stavu.....	64
5	Návrh změny prostorového uspořádání.....	65
5.1	Varianta 1	65
5.2	Varianta 2	72
5.3	Varianta 3	78
6	Vyhodnocení a doporučení.....	83
	Závěr.....	89
	Seznam použitých zdrojů literatury.....	90
	Seznam použitých obrázků.....	93
	Seznam tabulek	95
	Seznam grafů.....	96
	Seznam použitých zkratk.....	96
	Seznam příloh vložených na STAG	96

Úvod

V dnešní době má každý podnik za cíl zefektivnění a zkvalitnění svých služeb, zároveň musí být schopný udržovat svou schopnost konkurence na co nejvyšší úrovni. Aby tyto cíle mohly být realitou, zavádí podniky různé logistické technologie a provádí analýzy, aby byly schopny určit místa a příčiny problémů a nedostatků, které brání plynulému chodu procesů, tím snižují efektivitu a produktivitu podniku. Těmto problémům se budeme dále věnovat v této práci.

Teoretická část se zaměřuje především na seznámení s možnostmi tvorby prostorového uspořádání provozu a s principem zásobování výroby a dělením zásob. Mezi prvotní kapitoly patří definování hmotných toků, přepravního i logistického řetězce. V následujících kapitolách se lze dočíst o klasických manipulačních zařízeních využívaných téměř ve všech výrobních či skladových systémech, v závislosti s přepravou materiálu je zde definován i transportní výkon. Poslední kapitola popisuje normy a bezpečnostní příkázání spojené s prostorovým uspořádáním a zátěží člověka.

Druhá kapitola teoretické části se zabývá oblastí zásobování výroby a samotnými druhy zásob. Význam zásobování je pro podnik velice důležitý, neboť zajišťuje správnou funkci podniku. Zásoby tvoří důležitou složku v podniku a při jejich správném zhodnocení zajišťují značný kapitál. Pro každý podnik je velmi důležité mít správné množství zásob. V další kapitole jsou zásoby klasifikovány dle stupně jejich aktuálního zpracování od počáteční fáze, kdy byly pouze ve formě materiálu až po zhotovené výrobky. V závěrečné kapitole je popsán princip analýz ABC, XYZ.

Třetí kapitola se zaměřuje na představení sledovaného podniku XYZ. Podkapitoly se zaměřují na představení dílčích technologií a zařízení, jež mají rozšiřovat výrobu a do jisté míry změnit prostorové uspořádání sledovaného podniku.

Čtvrtá kapitola se zaměřuje na analýzu současného stavu. Tato analýza zahrnuje časové studie, fyzické ověření korektnosti prostorového uspořádání v rámci vstupních dat, sledování procesu zásobování, definování materiálových toků, datovou analýzu, využití prostoru. Výstupem analýzy současného stavu je zhodnocení a identifikování problémových míst, jež jsou předmětem pro nové variantní řešení, spolu s nově implementovanými zařízeními.

Předposlední kapitola se dále věnuje aplikování znalostí posbíraných v rámci analýzy současného stavu a představuje modely současného stavu ve 2D a 3D formě. Dále představuje návrhy na zefektivnění prostorového uspořádání, jedná se o tři varianty řešení. Dílčí varianty řešení jsou koncipovány dle požadavků poskytnutými podnikem XYZ a korespondují na zjištěné problémy v analýze současného stavu. Tyto varianty jsou obdobně zpracovány za pomoci modelovacího programu VisTable ve 2D a 3D formě.

Poslední kapitola představuje zhodnocení představených variant, konkrétně sleduje využití pracovních ploch, materiálové toky, změnu v počtu paletových míst na základě změny prostorového uspořádání, v další řadě demonstruje výhody a nevýhody specifických kritérií, jež jsou spojeny s realizací daných variant. Na základě těchto hodnocení je představeno subjektivní doporučení pro podnik XYZ.

1 Prostorové usprádnání – Možnosti a způsoby tvorby layoutu

Při analýze a návrhu budoucího prostorového uspořádání, není vždy jasně stanoveno, jaké dispoziční řešení výrobního systému bude optimální. Daný výrobní systém je potřeba podrobit sérii metod a analýz, které budou sloužit jako efektivní nástroje pro výběr, jak nejhodnější varianty budoucího stavu, tak i hodnocení současného stavu. Mezi tyto metody patří například metoda CRAFT, Sankeyův diagram, tabulka vzájemných vztahů, metoda S.L.P, metoda trojúhelníková, kruhová, metoda těžiště, ID diagram. [7]

S postupem času jsou tyto metody stále čím dál více zastoupeny jako dílčí komponenty v softwarech sloužících k tvorbě a úpravě prostorového uspořádání. Můžeme je nalézt například v programech: VisTable, SmartDraw, Cadmatic, Facility planning software atd.

Následující kapitoly budou věnovány hmotným tokům, dále je popsána část metod sloužících pro umístění strojů ve výrobě. V závěrečná podkapitola bude věnována normám a bezpečnosti, jež musí být dodržována při tvorbě podnikového layoutu.

1.1 Hmotné toky z pohledu logistiky, transportní výkon

Většina podniků dbá na správné dodržování a plnění elementárních cílů logistiky, zároveň také zkoumá a řeší dílčí toky, ty lze rozdělit na toky:

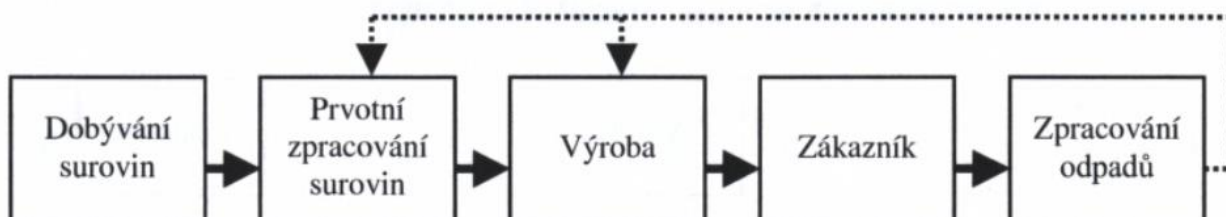
- materiálové,
- informační,
- energií,
- personální
- finanční
- obalové
- odpadové

Z výše uvedených toků jsou z pohledu logistiky nepodstatné finanční a personální toky, proto je podrobněji neřeší. [7][9]

Bezprostředně nejdůležitějším a základním tokem je tok materiálu, tímto tokem lze uspokojit potřeby zákazníků. Procesy využívající materiálové toky se dají popsat v několika úrovních:

1.1.1 Materiálový tok

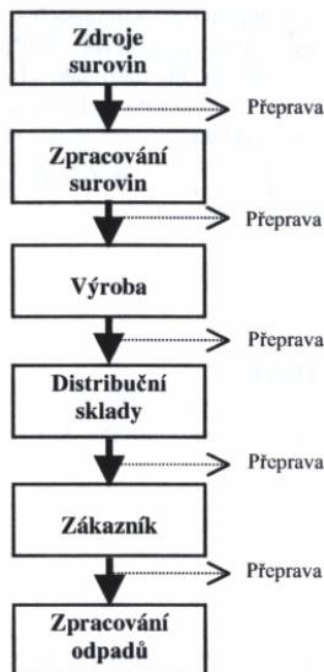
- Materiálový tok (Obr 1-1) lze vyjádřit jako pohyb materiálu již od počátečních kroků získávání materiálu přímo ze zdroje, který následně podrobíme prvotnímu zpracování, díky čemuž lze z materiálu vyrobit produkt. Po spotřebování, zákazníkem nastává recyklační fáze, kde materiál podrobujeme sérii úprav, tak abychom ho přetvořili do výchozího stavu, ve kterém je schopný projít výrobou. [9]



Obrázek 1-1 – Materiálový tok [9]

1.1.2 Převravní řetězec

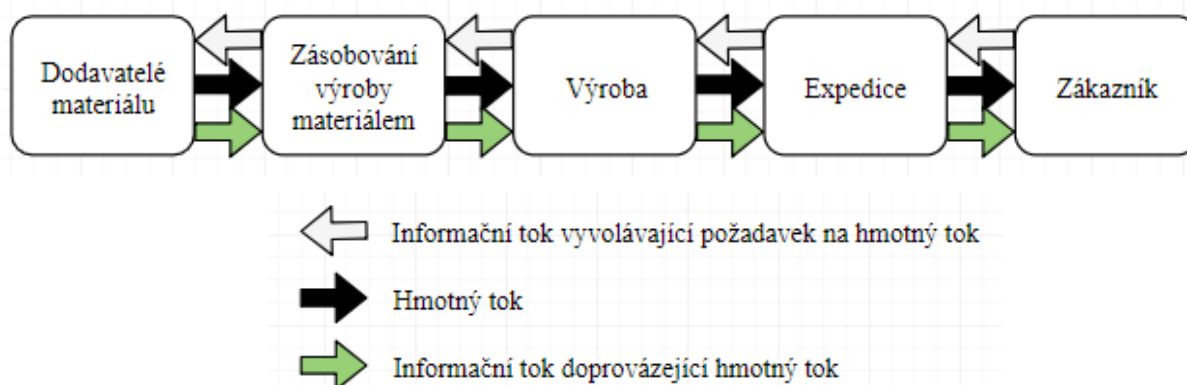
- značí (Obr. 1-2) přepravu materiálu v každé jeho formě, mezi jednotlivými místy, kde se materiál zpracovává až po přepravu ke koncovému bodu, který je zákazník, či zpracování odpadů. [9]



Obrázek 1-2 – Převravní řetězec [9]

1.1.3 Logistický řetězec

- Logistický řetězec (Obr. 1-3) pojímá pohyb materiálu i procesy, jež s ním souvisí. Zahrnuje organizaci materiálového toku, administraci, informační tok, apod. Dále zahrnuje i předešlé dva body, tedy materiálový tok i přepravní řetězec. [9]



Obrázek 1-3 - Logistický řetězec – model toku materiálu a informací v podniku [10]

1.1.4 Hmotný tok z pohledu výrobní logistiky

Reprezentace materiálového toku je zde podobná jako u číře logistického pohledu, výrobní logistika chápe materiálový tok jako organizovanou přepravu materiálu, jež je daná technologickým procesem. Materiálový tok není odlišný vzhledem k předmětu přepravy, tudíž se nebere na to, zda se jedná o suroviny, balící materiál, hotové výrobky či rozpracovanou výrobu.

Materiálový tok je tvořen **aktivními** a **pasivními** prvky. Mezi pasivní prvky materiálového toku patří materiál a suroviny. Aktivními prvky rozumíme takové prvky, jež ovlivňují chod daného toku, tudíž se jedná o skladování, manipulační zařízení a dopravní řetězce. Mnoho firem se v rámci zvyšování konkurenceschopnosti i zhodnocování svých vložených investic snaží optimalizovat materiálový tok, který danou problematiku velmi ovlivňuje. Například materiálový tok, který udává chod mezioperační dopravy pomocí dopravníků, z důvodu častých technických odstávek nebude fungovat, dané drahé stroje nebudou docilovat cílené produkce, čímž nepřinesou očekávanou návratnost investice. [11]

1.1.5 Výpočet transportního výkonu

Manipulační zařízení čítají mnohé základní parametry, jako jsou rozměry, cena, váha, nosnost atd. Důležitý je parametr, který se většinou udává v katalogových nabídkách zařízení, se nazývá transportní či přepravní výkon. Většinou se udává v jednotkách[9]:

- hmotnosti Q za čas, [t.h⁻¹, t.d⁻¹, t.sm⁻¹, t.min⁻¹ apod.]
- objemu Q_v za čas [m³.min⁻¹, m³.h⁻¹, m³.d⁻¹ apod.]
- počtem kusů, či jednotek nebo osob Q_k , Q_o za čas [ks.h⁻¹, ks.d⁻¹, osob.h⁻¹, osob.d⁻¹ apod.]

Transportní výkon s plynulou činností

Při kontinuálním toku materiálu, lze určit hodinový transportní výkon ze vztahů

$$Q = 3,6 \cdot S \cdot k_\varphi \cdot \rho_s \cdot v \quad [\text{t.h}^{-1}] \quad (1)$$

$$Q = 3,6 \cdot S \cdot k_\varphi \cdot v \quad [\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}] \quad (2)$$

a směnový, či denní transportní výkon je dán vztahy

$$Q_{sm}; Q_d = T_{ef} \cdot Q \quad [\text{t.sm}^{-1}; \text{t.d}^{-1}] \quad (3)$$

$$Q_{vsm}; Q_{vd} = T_{ef} \cdot Q \quad [\text{m}^3 \cdot \text{sm}^{-1}; \text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}] \quad (4)$$

kde S je průřez náplně dopravního zařízení [m²],

k_φ je součinitel dopravního zařízení,

ρ_s je sypná hmotnost dopravovaného materiálu [kg. m⁻³],

v je rychlost přemístění [ms.s⁻¹],

T_{ef} je efektivní pracovní čas zas směnu vykonaný dopravním zařízením (den, h).

Hodinový přepravní výkon při cyklických dávkách je určen

$$Q = 3,6 \cdot \frac{V}{L_d} \cdot k_\varphi \cdot \rho_s \cdot v \quad [\text{t.h}^{-1}] \quad (5)$$

$$Q_v = 3600 \cdot \frac{V}{L_d} \cdot k_\varphi \cdot v \quad [\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}] \quad (6)$$

$$Q_k; Q_o = 3600 \cdot \frac{V}{L_d} \cdot k_\varphi \cdot v \quad [\text{ks} \cdot \text{h}^{-1}; \text{osob.h}^{-1}] \quad (7)$$

kde V je objem dávky materiálu např. vůz, osoba, paleta atd.

L_d je vzdálenost mezi dávkami. [m]

Přepavní výkon zařízení s přerušovanou činností

$$Q = f \cdot m_Q = \frac{3,6}{t_c k_N} \cdot k_\varphi \cdot \rho_s \cdot V \quad [\text{t} \cdot \text{h}^{-1}] \quad (8)$$

kde t_c doba celkového pracovního cyklu [s]

k_N je součinitel nerovnoměrnosti dopravy [m]

V je užitečný objem dopravní nádoby [m^3]

m_Q je nosnost současně dopravovaných vozidel (nádob) [kg]

f je frekvence udávající počet pracovních cyklů za hodinu

1.2 Metody pro uspořádání strojů ve výrobě

Tato kapitola se zabývá popisem nejvyužívanějších metod využívaných k uspořádání zařízení v dispozičním řešení výrobních hal.

1.2.1 Metoda CRAFT

Zkratku CRAFT (Computerized Relative Allocation of Facilities Technique) lze volně přeložit jako „Techniku stanovení vzájemné polohy propočtem“. Jedná se o matematickou metodu, jež slouží k určování vzájemné polohy prvků v určité množině, které mají kvantitativní vzájemný vztah. Lze předpokládat, že se může jednat, jak o stroje, tak různá pracoviště, či plochy atd.

Posuzované hledisko může být kupříkladu chápáno jako nejnižší náklady na manipulaci s materiálem. Produkt, či materiál, by měl dle technologického postupu projít jednotlivými pracovišti. Vzdálenosti mezi pracovišti se budou měnit vzhledem k hledání optimálního řešení. Hledání bude probíhat tak dlouho, dokud nebude možné dané řešení nijak zlepšovat. Cílem bude matematický výpočet celkových nákladů. Vypočtené celkové náklady na manipulaci s materiálem musí být minimální. Tento výpočet lze formulovat pomocí součinu vzdálenosti mezi pracovišti a náklady na přepravu jednotkové vzdálenosti. Kriteriační funkcí optimálního řešení je minimalizace funkce. [1] [2] [3]

Kriteriační funkce následně bude vypadat:

$$N = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} * l_{ij} \quad (1)$$

Kde n je počet pracovišť

c_{ij} je náklad na manipulaci mezi pracovišti i a j na jednotkovou vzdálenost

l_{ij} je vzdálenost mezi pracovišti i a j v jednotkách, pro které je stanoven náklad na manipulaci

1.2.2 Trojúhelníková Metoda

Tato metoda je založena na principu snížení vzdáleností mezi pracovišti s největším vztahem, v praxi si pod tím lze představit například největší či nejdelší materiálový tok. Zároveň se tato metoda využívá tehdy, kdy uvažujeme určitou vyšší prioritu u vztahu jako je například množství přepravovaného materiálu na pracovišti. Ostatní vztahy řadíme pod nižší prioritou, tudíž pro nás nejsou rozhodující.[2]

Lze tuto metodu používat ve dvou variantách:

- Zpaměti – Jednoduché případy s nízkým počtem prvků,
- Výpočtem – Složitější případy s větším počtem prvků

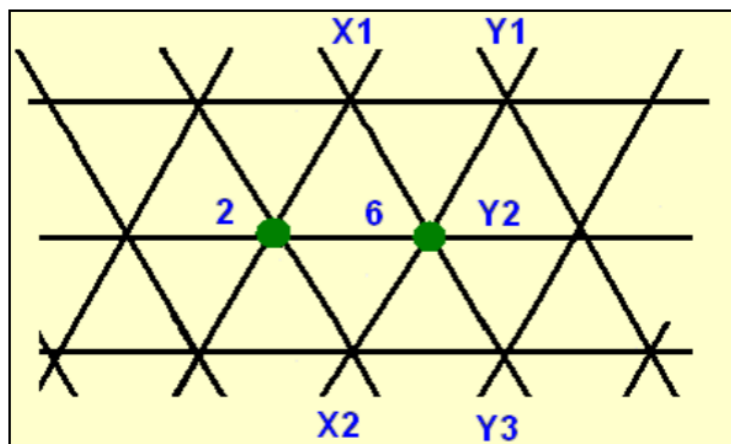
Charakteristický postup metody (jednoduchá varianta):

- Pracoviště, či stroje označíme číslicemi nebo znaky
- Vytvoříme šachovnicovou tabulku podle základního vztahu, ten může být například
- Z šachovnicové tabulky vytvoříme tabulku přepravovaného množství mezi pracovišti, zpravidla sestavujeme sestupně od pracoviště s největším přepravovaným množstvím k nejnižším položkám. V této metodě není podstatné, kolik materiálu putuje v jednom směru mezi pracovišti, proto se uvádí celkový součet mezi jednotlivými pracovišti v pomocné tabulce. Pracoviště očíslováme a sestavíme tabulku.

Pořadí		1	2	3	4	5	6	7
Posuzované pracoviště	č.pracoviště	2	1	1	6	6	7	3
	č.pracoviště	6	6	2	7	3	5	5
Velikost vztahu (tun přepravovaného mat.)		8500	7000	6400	6200	5500	5000	4200

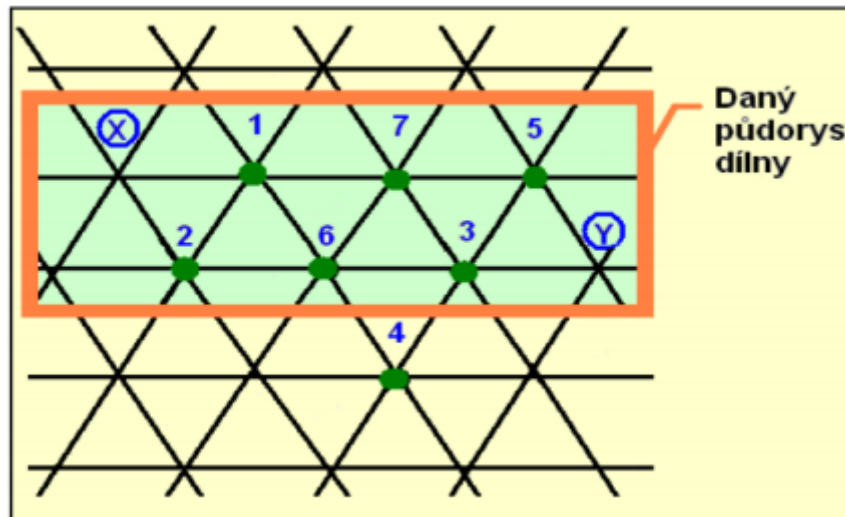
Obrázek 1-4 – Tabulka přepravovaného množství [2]

- Dílčí pracoviště rozděláme do trojúhelníkové sítě, kde nejdříve umístíme pracoviště s největším množstvím přepravovaného materiálu, ty usadíme do dvou sousedících vrcholů, následně hledáme další největší hodnoty množství přepravovaného materiálu, v moment kdy najdeme takové pracoviště, jež má vztah s oběma pracovišti, umístíme jej do společného bodu x_1, x_2 . Pokud vztah bude platit jen pro jedno pracoviště, umístíme jej do bodů Y_1, Y_2, Y_3 . [2]



Obrázek 1-5 – Příklad rozdělení pracovišť do trojúhelníkové sítě [2]

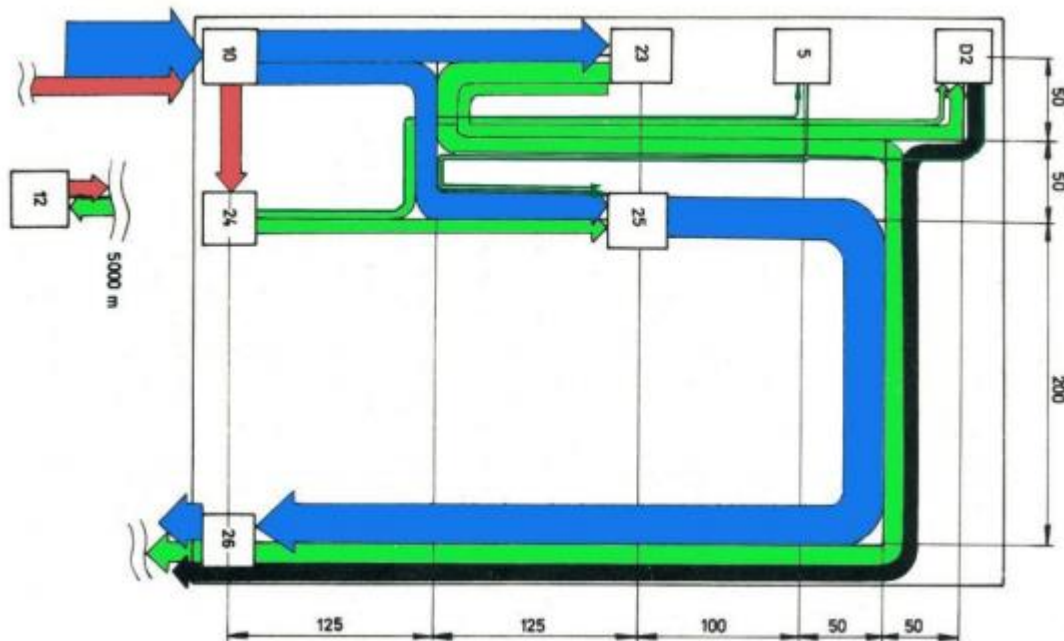
- Následně je proveden návrh uspořádání pracovišť, ten provedeme úpravou teoreticky vytvořené sítě v bodě 4, upraví se dle podmínek a vazeb jednotlivých pracovišť. Půdorys dílny je volen dle, tak aby docházelo k minimu úprav, příklad finální změny v návrhu lze vidět na obrázku 1-6 [2]



Obrázek 1-6 – Příklad návrhu úpravy uspořádání pracovišť [2]

1.2.3 Sankeyův diagram

Tato grafická metoda sleduje průběh specifické veličiny daným výrobním systémem. Pomocí této metody lze graficky zobrazit, jak účinnost daného zařízení, tak ale i pohyb financí, lidí, materiálové toky, informační toky atd. Sankeyův diagram znázorňuje chod materiálových toků mezi pracovišti. Tyto pracoviště jsou v diagramu znázorněna, je k nim přidána určitá šipka. Tato šipka udává směr daného toku, její délka odpovídá vzdálenosti toku materiálu, šířka této šipky určuje objem materiálu, který prochází danými pracovišti. Na vstupu musí vždy být stejný součet objemů toků, jako na výstupu. [1][4]

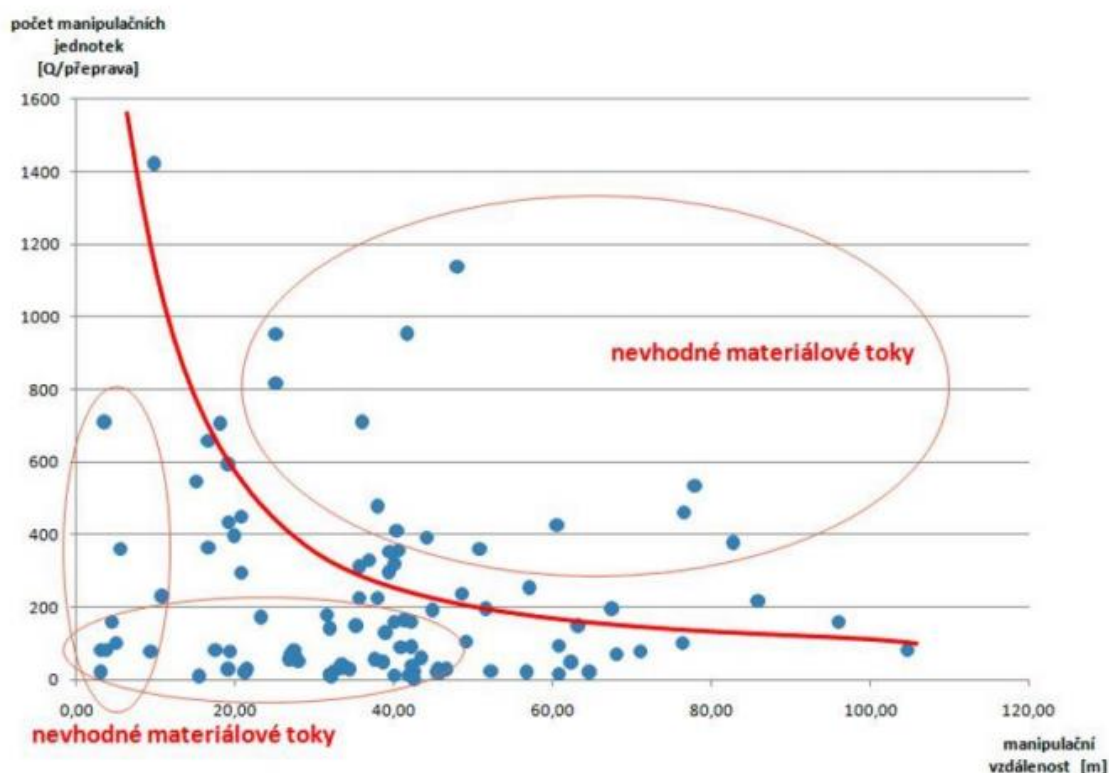


Obrázek 1-7 Příklad Sankeyova diagramu [5]

1.2.4 I-D diagram

Tato metoda se zaměřuje zejména na rozbor a vyhodnocení materiálových toků a slouží jako efektivní pomůcka při zjišťování optimálních rozmístění pracovišť ve výrobních systémech. Diagram vyjadřuje závislost dvou základních vlastností materiálového toku a to intenzitu a vzdálenost pracoviště od zdroje materiálu a je efektivním pomůckou pro znázornění přepravního výkonu. Název lze také volně přeložit z angličtiny jako I – Intensity, D – Distance. Co se týče jednotek, tak intenzita udává množství přepravovaného materiálu za jednotku času, tzn. t/rok, ks/měsíc, ks/den, transport/rok, t/h. Vzdálenost se udává v metrech, při delších materiálových tocích lze použít i kilometry. Svislá osa udává intenzitu, vodorovná osa značí vzdálenost (Obrázek 1-8). Materiálový tok má pouze jednu vzdálenost a pouze jednu intenzitu, tudíž v diagramu bude vyjádřen bodem.

Rozmístění materiálových toků závisí na jejich optimálním vyvážení. Proto se zavádí tzv. fiktivní optimální křivka, ke které se přibližují body materiálových toků, tyto materiálové toky mají buď nízkou intenzitu a nízkou přepravní vzdálenost nebo vysokou intenzitu a dlouhou přepravní vzdálenost. Body, které se nepřibližují fiktivní křivce, znázorňují nevyvážený MT, proto jsou předmětem pro další analýzy a následnou optimalizaci prostorového uspořádání výrobního systému. [6]



Obrázek 1-8 Příklad I-D Diagramu [6]

1.3 Normy a bezpečnost

Tato kapitola pojednává o důležitých normách, jež mají vztah k prostorovému uspořádání, bezpečnosti práce i vůči zatížení pracovníka.

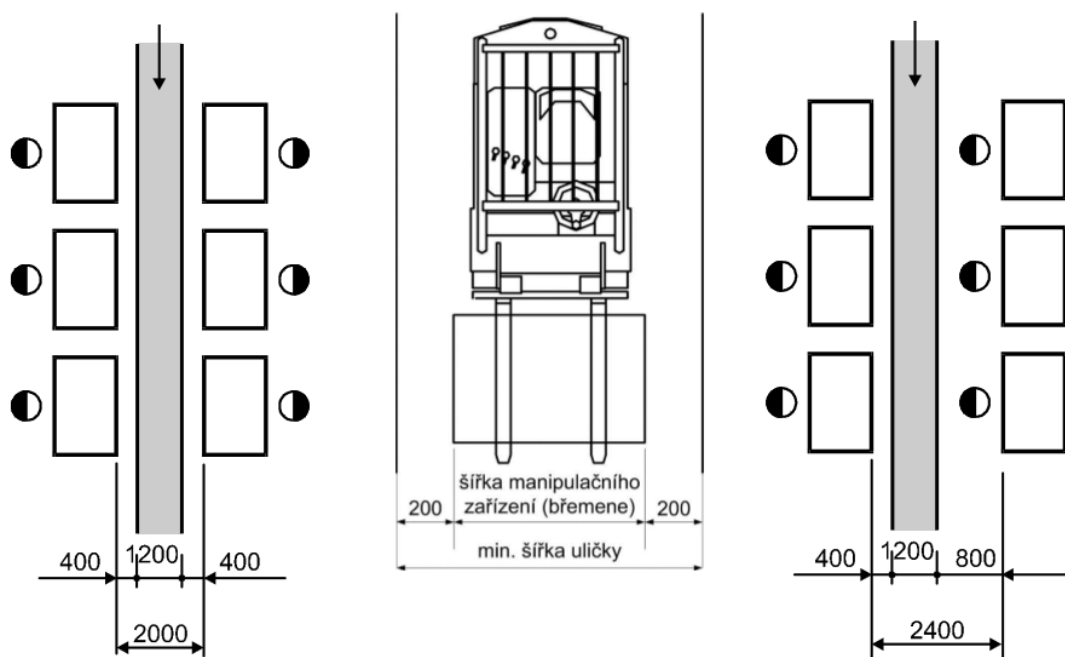
Při analýze současného stavu a variant prostorového uspořádání je nutné se požadavky uspořádání pracovních míst, šířky manipulačních cest, které jsou stanoveny pro osoby a různé manipulační prostředky odlišně. Obecně se lze zaměřit na tyto normy:

ČSN 73 5105 *Výrobní a průmyslové budovy* - stanovuje všeobecné požadavky při návrhu vnitřních komunikací ve výrobě.

ČSN EN ISO 14738 – *Bezpečnost strojních zařízení* - Antropometrické požadavky na uspořádání pracovního místa u strojního zařízení. – Udává soubor požadavků, jež je nutné dodržet při navrhování pracovních míst, polohy člověka, pracovních pozic aj.

ČSN 26 9010 *Šířky a výšky cest a uliček*. Tato norma udává jednotlivé stanoviska při výskytu osob: [20]

- Pro jednosměrnou uličku s občasným pohybem pracovníka je stanovena minimální šířka 600 mm.
- V případě obousměrné uličky s občasným pohybem pracovníků se využívá 750 mm, s každým dalším pracovníkem vyskytujícím se v uličce se daná ulička rozšiřuje o 150 mm, kvůli vyhýbání.
- V případě, že se v průchozí jednosměrné uličce vyskytuje pracovník nesoucí břemeno, se používá rozměr 850 mm.
- Obdobně je to i v obousměrné uličce, kde se předpokládá nesení břemena, minimální šíře a to 1000 mm.
- Při větší zátěži, konkrétně při manipulaci s více než jedním břemenem se předpokládá v jednosměrné uličce nejmenší šířka 1000 mm a v obousměrné minimální šířka 1150 mm.

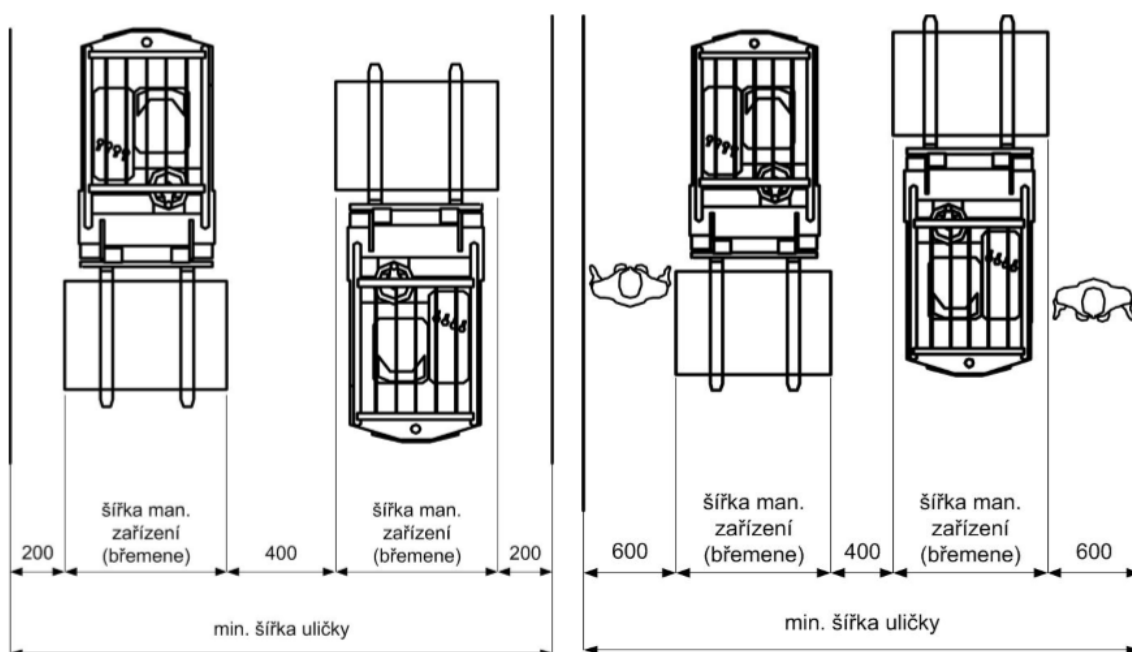


Obrázek 1-9: Typy jednotlivých uliček [31]

Důležitým aspektem, podle kterého se šířka uličky se odvozuje je mimo pohybujících se osob také výskyt manipulační techniky a šíří manipulovaného břemena. Obrázek 1-9 zachycuje různé typy uliček, například jednosměrnou uličku, kde minimální vzdálenost stolu, či zařízení je závislá na postavení pracovníka. Pokud je stroj orientován do uličky, stačí bezpečnostní vzdálenost 400 mm

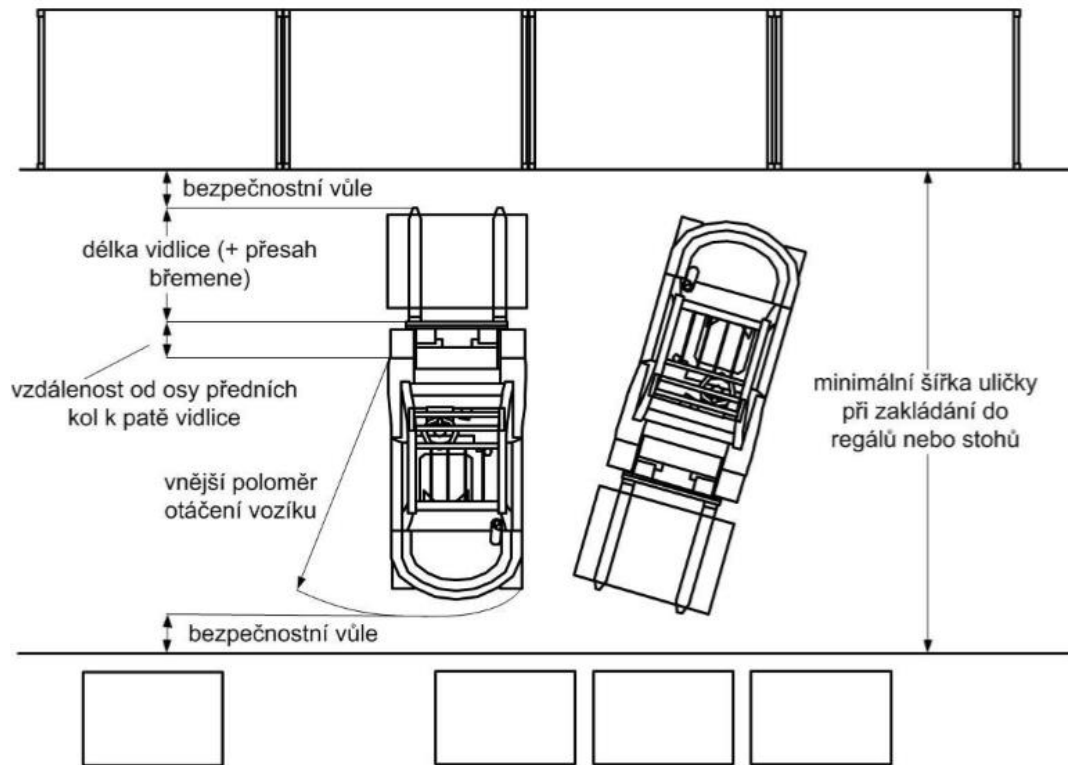
Norma ČSN 26 9010 a ČSN 73 5101, definují požadavky pro pohyb manipulační techniky:[20]

- Pro jednosměrnou manipulační uličku platí, že šířka manipulačního zařízení odpovídá, základnímu rozměru, ke kterému je potřeba přičíst 200 mm po obou stranách, jako bezpečnostní vůli. V případě, že manipulační zařízení, manipuluje s břemenem přesahující jeho šířku, tak šířka manipulovaného břemene odpovídá základnímu rozměru. Tato skutečnost je zachycena na obrázku 1-9.
- V případě dvou manipulačních uliček určených pro přepravu pomocí manipulační techniky, vzniká bezpečnostní středový pás o minimální šířce 400 mm.
- Hlavní dopravní cesty, jež jsou určené k pohybu manipulačních zařízení a občasnému výskytu osob, vzniká jízdní pruh se základní délkou manipulačního zařízení a bezpečnostní pásy po obou stranách s jednotlivou šířkou 200 vedle vzniká další pruh pro pracovníky o minimální vzdálenosti 600mm a k tomu musíme přidat bezpečnostní pás 200 mezi zařízení a pracovníkem.
- Vytvoření komunikace o dvou manipulačních uličkách a dvěma průchozími uličkami pro protisměrný pohyb pracovníků bez břemene, rozměry lze názorně vidět na obrázku 1-10.



Obrázek 1-10: Příklad dvousměrné uličky[31]

Další specifické požadavky vznikají při výskytu manipulační techniky ve stísněných prostorech. Dochází k zavedení bezpečnostní vůle. Její funkcí je zabránění kolize při otáčení manipulačního zařízení. Bezpečnostní vůle se liší od typu použitého zařízení a její délka se z každé strany připočítává k délce manipulačního zařízení. Následně udává minimální šířku uličky viz Obrázek 1-11.



Obrázek 1-11: Bezpečnostní vůle ve ztísněných prostorech [31]

2 Zásoby a zásobování výroby

Tato kapitola pojednává o základní klasifikaci zásob, podle různých druhů zaměření. Obdobně je popsáno zásobování výroby, zde je na zásoby nahlíženo ve spojitosti s procesem výroby i s povinnostmi týkajícími odběratelů a dodavatelů.

2.1 Druhy zásob

Klasifikace druhu zásob může být vymezena pomocí několika specifických zaměření, nejčastěji se jedná o zaměření oblasti specifikace zásob dle: [26]

- stupně zpracování
- účetních předpisů
- funkčního hlediska
- základní úrovně

Podle stupně zpracování a účetních předpisů

Podnik udržuje zásoby podle **stupně zpracování** a lze je seskupit do těchto kategorií:[27],[26]

- **Materiál** – reprezentuje ty položky, které se účastní celé výroby. Obecně lze stanovit, že se jedná o suroviny a režijní materiály, nástroje, pomocné kapaliny, balící materiál, náhradní díly aj. Tyto položky se účastní již od rané fáze výrobního procesu až po Zlčný výrobek.
- **Nedokončená výroba a polotovary** – K tomuto typu zpracování řadíme výrobky vlastní výroby, nedokončené výrobky. Obecně se tento typ zásob dá definovat jako mezistupeň, jež se nachází mezi surovým, prvotně opracovaným materiálem, a dokončenými výrobky.
- **Výrobky** – Jedná se o finální zpracování polotovaru a nedokončené výroby, kde probíhá transformace na hotový výrobek. Hotový výrobek je primárně určen pro další distribuci, jako produkt je připraven k prodeji, či k využití uvnitř podniku.
- **Zboží** – Nejčastěji se jedná o zakoupené produkty, jež jsou ve své finální podobě a nezměněné podobě, primárně určené k prodeji.

Obdobně probíhá rozdělení dle **účetních předpisů** a to nakupované zásoby a zásoby vlastní výroby:[26]

- **Nakupované zásoby** – Nejčastěji pod tuto skupinu lze zařadit skladovaný materiál a skladované zboží, jež bylo přijato z řad dodavatelů.
- **Zásoby vlastní výroby** – Tato skupina zahrnuje vlastní výrobky, polotovary z vlastní výroby, zvěř či položky rozpracované výroby.

Dle funkční klasifikace

Dle této klasifikace lze rozdělit zásoby do sedmi kritérií, zároveň je toto dělení zejména využito při kontrole a optimalizaci stavu zásob. První čtyři kritéria, jsou označovány pojmem rozpojovací zásoby. Takto označené zásoby definují určité úseky materiálového toku celého řetězce a zároveň jsou vůči sobě do jisté míry nezávislé, jedná se o: [26][27]

Obratová zásoba – Období mezi dvěma dodávkami daného materiálu či zboží představuje určitou míru potřeby, jež tato zásoba pokrývá. Během dodávkového cyklu stav této zásoby kolísá mezi maximem a minimem. Maximum představuje stav při příchodu nové dodávky, naopak minimum reprezentuje stav těsně před přijetím dodávky. Průměrná obratová zásoba často figuruje ve výpočtu, nicméně je závislá také na specifikách dodávek, zda jsou dodávky konstantní, je průměrná zásoba poloviční. Pokud jsou dávky nahodilé, či nestejné, tak je potřeba použít tento vztah:

$$x_b = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{2 \sum_{i=1}^n x_i} \quad (9)$$

kde: x_b je průměrná běžná zásoba

x_i velikost jednotlivých dodávek

n počet dodávek ve zkoumaném období

Pojistná zásoba - je záměrně vytvořená jako část zásob, která má tlumit náhodné výkyvy v poptávce. Obdobně má vyrovnat i kolísání dodací lhůt, a to v časovém úseku, kdy zásoba sestoupila pod objednací úroveň. Obecně platí, výše těchto zásob se udržuje nad rámeček běžných zásob. Výše **pojistných zásob**, která je nutná pro dané úroveň poptávky, může být stanovena podle statistických metod, či simulačních modelů. Výpočtové vztahy, počítají s vlivem poptávky a variability cyklu doplnění zásob. Pojistné zásoby vypočteme podle vztahů: [4]

$$\sigma_c = \sqrt{R(\sigma_s^2) + S^2(\sigma_R^2)} \quad [\text{ks, Kč, hmotné jednotky...}] \quad (10)$$

$$\sigma_s = \sqrt{\frac{\sum f d^2}{n-1}} \quad [\text{ks, Kč, hmotné jednotky...}] \quad (11)$$

$$\sigma_R = \sqrt{\frac{\sum f d^2}{n-1}} \quad [\text{týdny, dny, hodiny...}] \quad (12)$$

kde: σ_c je jednotky pojistné zásoby [ks, Kč, hmotné jednotky...]

R průměrný cyklus doplnění zásob

σ_R Směrodatná odchylka cyklu doplnění zásob [týdny, dny, hodiny...]

S průměrný denní prodej [ks, Kč, hmotné jednotky]

σ_s směrodatná odchylka denního prodeje [ks, Kč, hmotné jednotky...]

f četnost případu stejného denního prodeje [poč. výskytů]

d odchylka od střední hodnoty [ks, Kč, hmotné jednotky...]

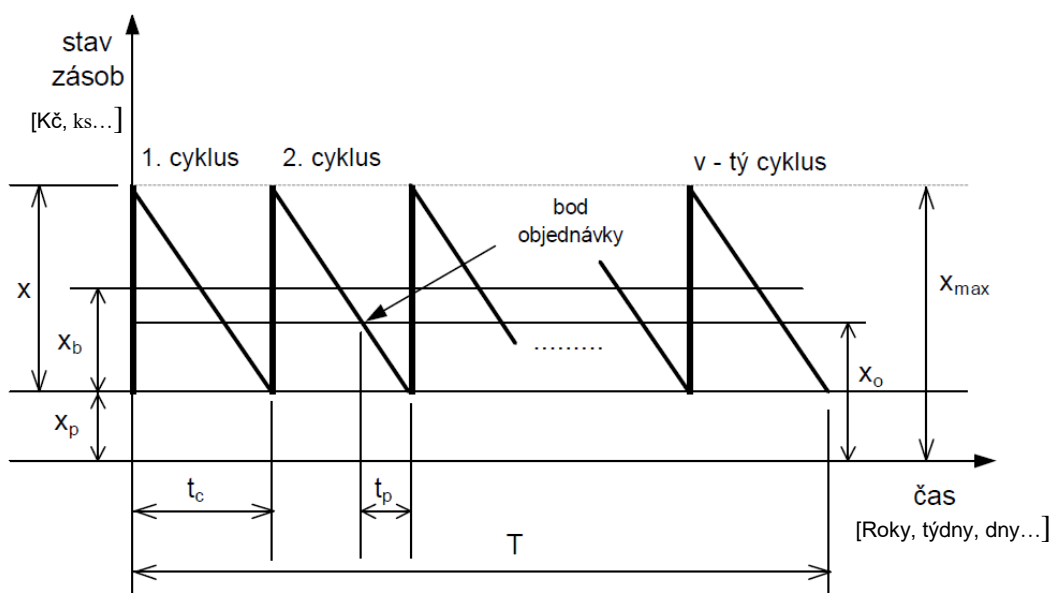
n celkový počet pozorování

Zásoba pro předzásobení – svým charakterem se podobá pojistné zásobě, její účel je vyrovnat předpokládané výkyvy zásob, tento výkyv není nahodilý a zároveň není způsoben špatnou dodávkou od dodavatele, ale jde o výpadek, o kterém je podnik předem informován dopředu. V praxi se s touto zásobou můžeme setkat, například u prodeje sezónního zboží.

Technologická zásoba – primárně se s ní můžeme setkat ve výrobě při použití speciálních technologií vyžadující určitou dobu skladování po provedení výrobní operace. Jako příklad lze uvést například operaci lakování, kde zásoba vzniká z potřeby několika hodinového usychání dané součásti. Po uschnutí je tato zásoba připravena na další operace. Obdobně se s tímto druhem zásoby můžeme setkat v textilním, potravinářském, či nábytkovém průmyslu.

Havarijní zásoba – je zejména důležitá, neboť zajišťuje plynulou funkci podnikových procesů v případě výskytu mimořádných událostí, které dokážou ovlivnit chod důležitých procesů v podniku, které lze chápat jako přírodní katastrofy, kalamity, stávky, výpadky elektřiny aj. Vytváří se hlavně u nejdůležitějších položek, které jsou nutné pro chod podniku.

Spekulativní zásoba – lze jí popsat jako zásobu vznikající spekulací výhodného nákupu za účelem dosažení mimořádného zisku, v praxi se tato zásoba bude vytvářet například díky dočasnému poklesu cen materiálu.



Graf 1: Příklad obecného průběhu stavu zásob v čase [27]

- kde: x je velikost dodávky
- x_b průměrná obrátová zásoba
 - x_{max} maximální stav zásoby
 - x_o signální stav zásoby
 - x_p pojistná zásoba
 - t_c délka dodávkového cyklu
 - t_p délka pořizovací lhůty
 - T délka sledovaného období, nejčastěji jeden rok

Dle základní úrovně zásob

Jak už bylo částečně zmíněno v popisu zásob výše, je nutné během řízení zásob sledovat také jejich úrovně, ty lze je klasifikovat podle: [26][27]

Maximální zásoba – Reprezentuje maximální stav zásob, kterého bylo dosaženo v daném časovém úseku, zpravidla v okamžiku doplnění zásob, či nové dodávky.

Minimální zásoby – Je definována součtem pojistné, technologické a havarijní zásoby. Reprezentuje minimální stav zásob v daném časovém úseku, zpravidla těsně před doplněním zásob.

Objednací neboli signální zásoba – Při zajišťování nové dodávky, je potřeba stanovit signální pozici, tak aby daná dodávka přišla nejpozději v okamžik, když skutečná zásoba dosáhne úrovně minimální zásoby. Představuje takovou výši zásoby, při níž je nezbytné zajistit novou dodávku tak, aby došla nejpozději v okamžiku, kdy skutečná zásoba dosáhne úrovně minimální zásoby.

2.2 Zásobování výroby

Tato kapitola se věnuje problematice zásobování a rozdělení druhu zásob ve vztahu k odběrateli i k rozdílným fázím výroby produktu.

2.2.1 Odvolávky

Odvolávka představuje zprávu, jež je odesílána od odběratele směrem k dodavateli. Tato zpráva do jisté míry nahrazuje objednávku, nese důležité informace o tom, jak by dodavatel měl plánovat svojí výroby. Požadované „odvolané“ díly, většinou navazují a slouží jako součásti další výrobě. Právě vytvoření plánu výroby od odběratele, vytváří lepší podmínky a definuje termíny pro dodavatele. Dodavatel je poté povinen dodat požadované kusy svých výrobků v daném termínu. Odběratel je většinou ten, co je blíže k finálnímu výrobku či je posledním článkem v řetězci a dané odvolávky zasílá dodavatelům či sub dodavatelům, kteří jsou o úroveň níž. [19]

Odvolávky se běžně využívají právě v automobilovém průmyslu, kde jsou přenášeny v rámci EDI – Electronic data interchange, což je elektronická výměna dat. Tyto data jsou strukturovaná, mnohdy jsou vytvářeny automaticky a rozesílány bez přispění člověka.

Odvolávky mají z pohledu výměny a funkce zprávy tyto základní pravidla:[19]

- Novější zprávy se stejnými údaji, znehodnocují zprávu starší, ty je díky novějším zprávám neplatné. Tyto zprávy jsou většinou periodicky posovány do budoucnosti, nesou rozdílný časový horizont. Aktualizace informací se dále zaměřuje hlavně na daný typ materiálu, cílovou destinaci dodání materiálu, dodavatelské číslo ale i odběratelské číslo.
- Na rozdíl od objednávky odběratel je vždy odesílatelem zprávy. Dodavatel působí jako příjemce a dle dohody či smlouvy je povinen se danou odvolávkou řídit. Měl by mít dostatek materiálu, či dostatek výrobků na skladě, aby uspokojil daný požadavek odvolávky v zadaném čase.
- Mezi nejdůležitější informace v odvolávce patří požadované množství výrobků a termíny dodání. Ve zprávě jsou tyto informace zmíněny vícekrát, díky tomu je vytvořen přehled kolik výrobků si odběratel přeje v daném termínu zakoupit, termín může být den/týden i měsíc.
- Počet odvolávek, které chodí k dodavateli, se liší v rámci dohod a kontraktů daných organizací. Obecně lze říci, že odvolávky chodí jednou až dvakrát do týdne. Je zde

možnost, i delším časovém horizontu například jednou za měsíc, či naopak v extrémně krátkém časovém horizontu a to několikrát denně.

- Odvolávky jsou vyměňovány na základě kontraktu, který si obě strany odsouhlasí.
- Odvolávky lze rozdělit na jemné a hrubé, či na krátké a dlouhé.
- Jemné odvolávky se zaměřují na informace týkající se kratšího časového rozmezí, z pravidla dny, dokonce i hodiny.
- Hrubé odvolávky se zaměřují na delší časový interval, obsahují informace, jež jsou vztáhnuté k týdnům, ale i měsícům.
- Určité podniky, využívají JIT – Just In Time – doručení materiálu přesně v určeném termínu. Obdobně JIS – Just In Sequence – Doručení balení, jež obsahuje polotovary, toto balení je sestaveno tak, aby operátor využíval součásti ve správném pořadí. K těmto principům jsou využity nejjemnější odvolávky, jež dané požadavky splňují. [19]

2.2.2 Zásoba rozpracované výroby

Zásoba rozpracovaných výrobků, je závislá na produkčním procesu. Ten do jisté míry stanovuje jaký je požadovaný výstup. Jako příklad lze uvést požadavek na výrobu jedné série kusů, její průběžná doba se rovná času směny. V případě že není materiál řádně vyskladněn v termínu, a v důsledku toho na něm nezapočnou technologické operace a procesy, jež vedou k transformaci na rozpracované výrobky, nemůže být díky tomu dodržen požadovaný výstup hotových výrobků. Je nutné tedy nutně držet určitou minimální zásobu rozpracovaných výrobků, pro dodržení požadovaných výstupů hotových výrobků. [18]

Dále ve spojitosti s rozpracovanými výrobky rozlišujeme normovanou zásobu, ta definuje nezbytné množství rozpracovaných výrobků, které zajišťuje nerušený chod produkce. Je zapotřebí je uvádět ve specifických hmotných jednotkách, například kusy, metry aj. [18]

Hlavním důvodem vytvoření normativů je existence zásob, jež vznikají mezi výrobními operacemi nebo výrobními úseky, či zásoby dočasně uložené v meziskladech, ty lze též nazvat jako zásoby nedokončené výroby, či rozpracované výroby.

Obecně lze klasifikovat zásoby rozpracované výroby na [20]:

- Technologické – nalézají se momentálně v opracování na pracovištích
- Dopravní – výskyt zejména v dopravě a manipulaci,
- Opravářské – předzásobené výrobky, či komponenty ve specifickém stádiu rozpracovanosti, zejména využívané pro případ výskytu plánovaných oprav na daném pracovišti,
- Pojistné – zásoba, jež vzniká a pokrývá výkyv způsobeným například zlomením nástroje, nedodržením taktu předchozího pracoviště, poruchou stroje
- Čekací – vznikají jako důsledek odlišného časového harmonogramu navazujících pracovišť

Výše zásob rozpracované výroby je ovlivněna především [18]:

- druhem výroby a charakterem transformací materiálu na hotové výrobky
- složitostí výrobků,
- délkou výrobního cyklu
- organizací výrobního procesu - prostorové uspořádání výrobních zařízení, velikost výrobní dávky, stupeň synchronizace výrobního procesu.

Základním principem a cílem pro vytvoření plynulého výrobního toku je v daném momentě mít dostatek rozpracovaných výrobků na daném pracovišti. [18]

2.2.3 Zásoby ve výrobě

Typické a obecně pojaté zásoby ve výrobě se udržují z podobných důvodů, jako zásoby rozpracované výroby. Tyto zásoby se často udržují mezi jednotlivými výrobními operacemi. Důvodem může být předcházení výpadku výroby, obdobně pokud dojde k výpadku výrobních zařízení, cíl je uchovat požadovanou plynulost výroby. Samozřejmostí je, že jednotlivé pracoviště pracují v odlišném tempu. Utváření zásob ve výrobě, umožňuje dosahovat maximální úspornosti, eliminace problémů spojených s přerušením výroby. Postupným zlepšováním, vyvážením a synchronizací procesů, dochází k minimalizaci existence potřebných zásob ve výrobě, v mnohých případech dochází k úplnému vyloučení potřeby zásob ve výrobě. [21]

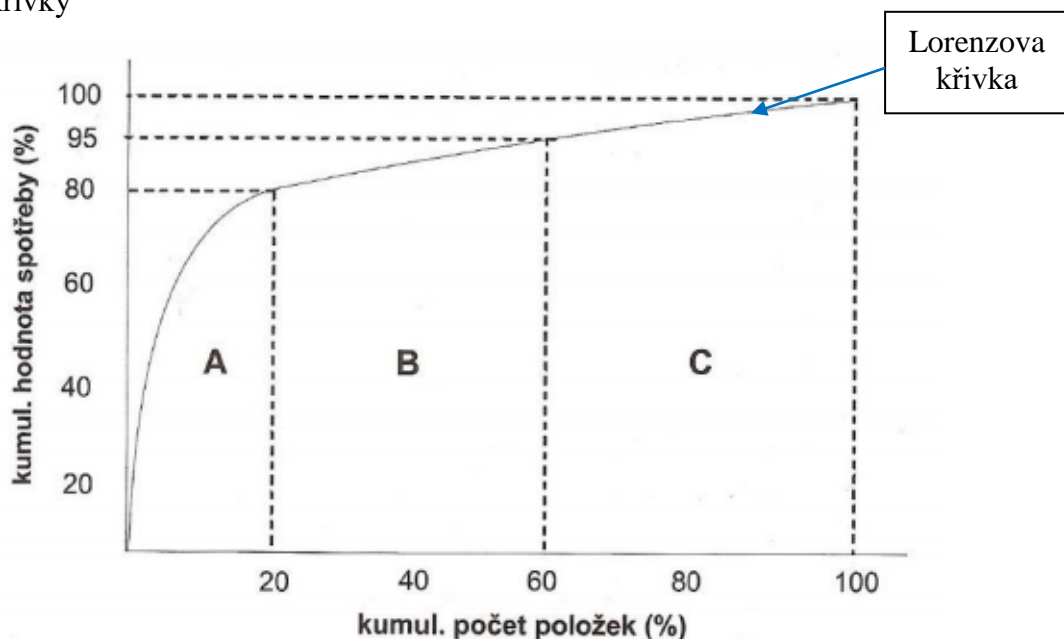
2.3 Analýzy zásob

Analýzy v případě zásob zejména provádíme za účelem hodnocení jednotlivých skladových položek. Obecně lze hodnotit tyto položky pomocí mnoha kritérií. Tato kapitola se konkrétně zaměřuje na analýzy ABC a XYZ, které produkují informace o nejdůležitějších položkách podle dílčích kritérií. Tyto analýzy jsou často součástí mnoha podnikových systémů sloužících k řízení zásob. Díky této implementaci získání přehledu o stavu zásob a důležitosti jednotlivých položek lze stanovit v poměrně krátkém časovém úseku.

2.3.1 Analýza ABC

Vznik této analýzy vychází z Paretova zákona. Ten poprvé představil italský sociolog Vilfrédo Pareto. Ten dle svých studií zjistil, že kumulace 80% veškerého majetku v Miláně kontroluje pouze 20 % obyvatel žijících v Miláně. Tento princip lze obdobně aplikovat na jiné případy, jež se normálně vyskytují v našich životech. Princip obecně udává výskyt různých typů problémů, přičemž jen část z těchto problémů mají větší dopad, či důležitost a pak zbylé se pak jeví jako méně důležité, a proto i méně podstatné pro řešení. Tento zákon lze aplikovat na hodnocení důležitosti položek skladových zásob, ale i výskytu obecných problémů v průmyslových společnostech. [22]

Zobrazení (Graf 2) výstupních hodnot z ABC analýzy, lze graficky zobrazit pomocí tzv. Lorenzové křivky



Graf 2: Princip ABC analýzy, Lorenzova křivka [autor], [26]

ABC analýza, jak už bylo zmíněno výše, je založena na Paretově zákonu a je jednoznačnou základnou pro specifikování hodnotných kritérií. Tyto kritéria lze specifikovat jako, hodnota zásob a potřeb, dosah a rozsah potřeb, přičemž je hodnocen a zkoumán poměr mezi daným množstvím a hodnotou jednotlivých typů oblastí, jež do jisté míry představují daný druh materiálu. Klasifikace dílčích položek, primárně řadí položky A, B, C do těchto tří skupin: [23][24]

- A – Položky, jež jsou nejdůležitější, obsahují největší část z např. vázaného kapitálu z celkových zásob. Jedná se například o 10% výrobků, jež představují 75 % obratu. A obdobně jsou nejvýznamnější z pohledu redukování zásob, už jen z důvodu efektivnějšího využití kapitálu do podnikových procesů, než formou zásoby.
- B – Položky, jež jsou obvykle označovány jako středně důležité. Činí 20 % výrobků, jež představují 15 % obratu. Zároveň z pohledu řízení zásob, bývají často objednávány ve vyšších objednávacích cyklech, jejich celková velikost v zásobách zásob nemá až tak velký dopad na náklady, jako u položek skupiny A. Položky mají průměrnou výškou zásob a průměrným potenciálem redukce.
- C – Položky obvykle řazené jako nedůležité, činí 70 % výrobků a pouze 10 % obratu. Tudíž do této skupiny patří nízkobrátkové položky. Redukce zásob je u těchto položek, nedůležitá, bezvýznamná, jelikož má k tomu velmi nízký potenciál

ABC analýza přispívá k ucelenému přehledu o hospodárném výsledku firmy, přehled uskutečňují zejména položky, které jsou pro chod podniku nejdůležitější, vážou nejvíce kapitálu, a vyžadují nejvíce pozornosti v závislosti k jejich řízení. Pro takové řízení se musí využívat nejsofistikovanější systémy, jež zároveň produkují přehledy o celkové podílu zastoupení položek vůči celkové zásobě.[24]

Základní pravidla pro použití jsou:[23]

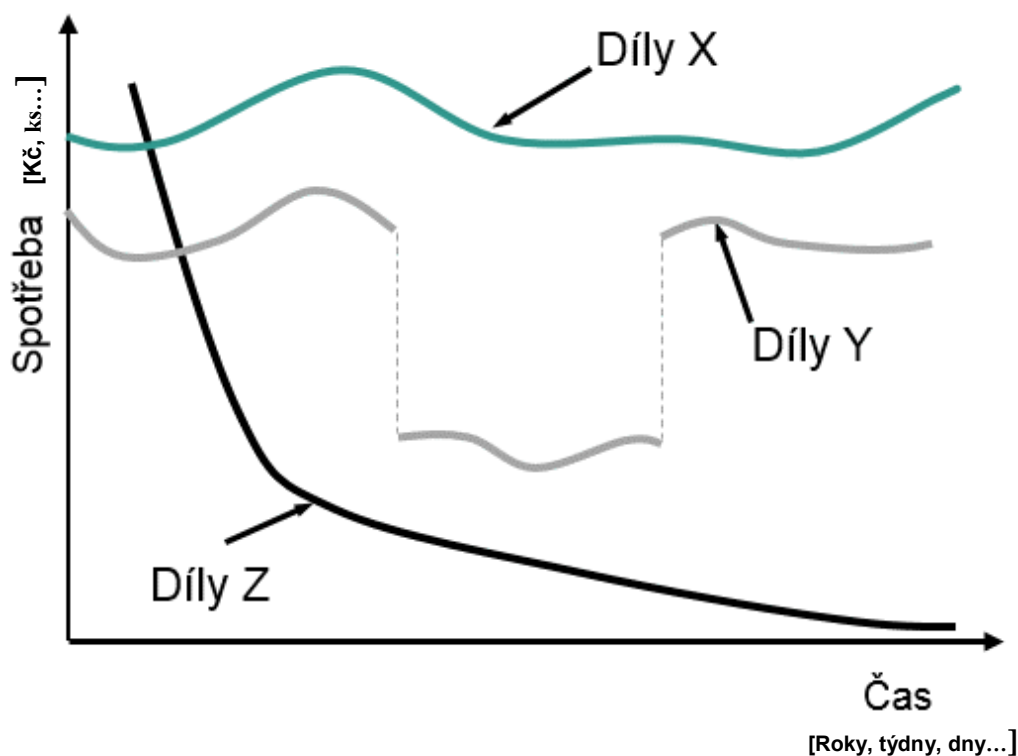
- Nejčastěji se zjišťuje hodnota roční, či měsíční spotřeby vázané ke kapitálu pro dílčí materiálové položky, je stanovena vynásobením roční spotřeby v množstevních jednotkách nákupní či zúčtovací cenou.
- Sestupné seřazení dle hodnot dané spotřeby.
- Stanovení procentuálních podílů jednotlivých materiálových položek, jež sou určeny k celkové spotřebě.
- Procentuální hodnoty jsou seskupeny a seřazeny v závislosti k nalezenému pořadí důležitosti (%).
- Stanovení procentuálního zastoupení materiálových položek, na celkovém počtu počtu položek
- Stanovení krajních hodnot intervalů, se stanovením hranic u dvou specifických podílů na celkové hodnotě spotřeby.

2.3.2 Analýza XYZ

Tato analýza bývá často doplňkem k analýze ABC, jelikož doplňuje informace, kterými ABC analýza nedisponuje. XYZ analýza představuje hodnocení pomocí nejméně dvou kritérií a to z hlediska časového průběhu spotřeby, či prodeje. Spotřeba závisí na typu položky a zpravidla se vyskytují položky, jež mají spotřebu téměř, konstantní, bez jakýkoliv výkyvů, některé položky mohou mít spotřebu naprosto nahodilou a do jisté míry nelze předpovídat, jaká oprava bude výsledná spotřeba. XYZ analýza a její výsledky mohou sloužit jako podklad pro stanovení dané logistické technologie, jež bude využita k řízení stavu zásob. Příkladem lze uvést spojitost spotřeby se systémem Just In Time, kdy výchozím argumentem pro využití dané technologie bude sloužit právě XYZ analýza. Jako konkrétní případ lze uvést systém Just In Time, kdy je tato analýza použita jako výchozí podklad. [25]

Princip XYZ se též opírá o Paretův zákon a obdobně jako u ABC analýzy stanovuje tři základní skupiny položek, X, Y a Z, které se liší jak v plynulosti spotřeby, tak i v povaze výkyvů, které proběhnou v daném časovém úseku.

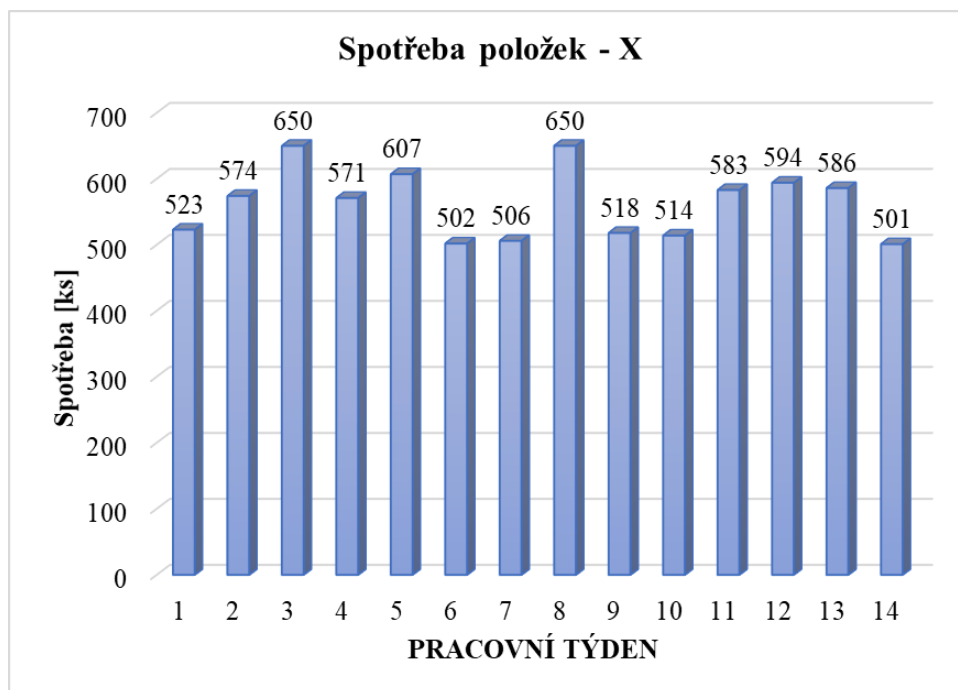
V případě optimalizace a výběru dílčích variant, mohou ABC a XYZ být rozšířeny o specifická kritéria, jako jsou životnost součástí, náklady z nedostatku, vzdálenost, pojistné či minimální zásoby, reprodukční časy aj.



Graf 3: Spotřeba charakteristických dílů skupin X, Y, Z za čas. [28]

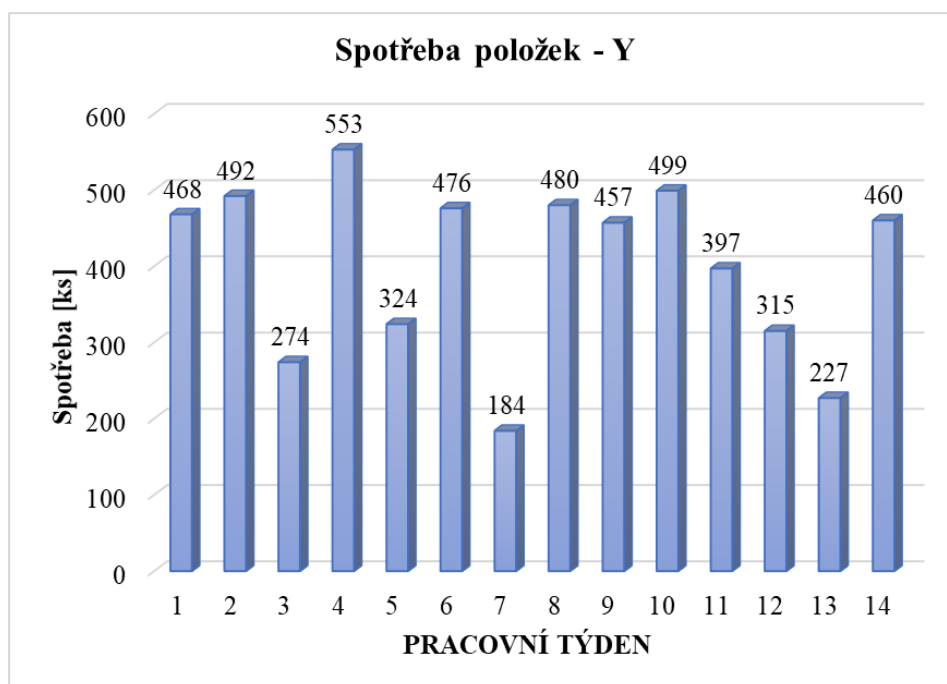
Položky lze tedy rozdělit dle základní charakteristik, do tří skupin:[23]

- X – Tyto položky se vykazují konstantní, plynulou spotřebou. Výkyvy jsou příležitostné u těchto položek, a lze je s jistotou dobře předvídat i v případě když mají nahodilý charakter.



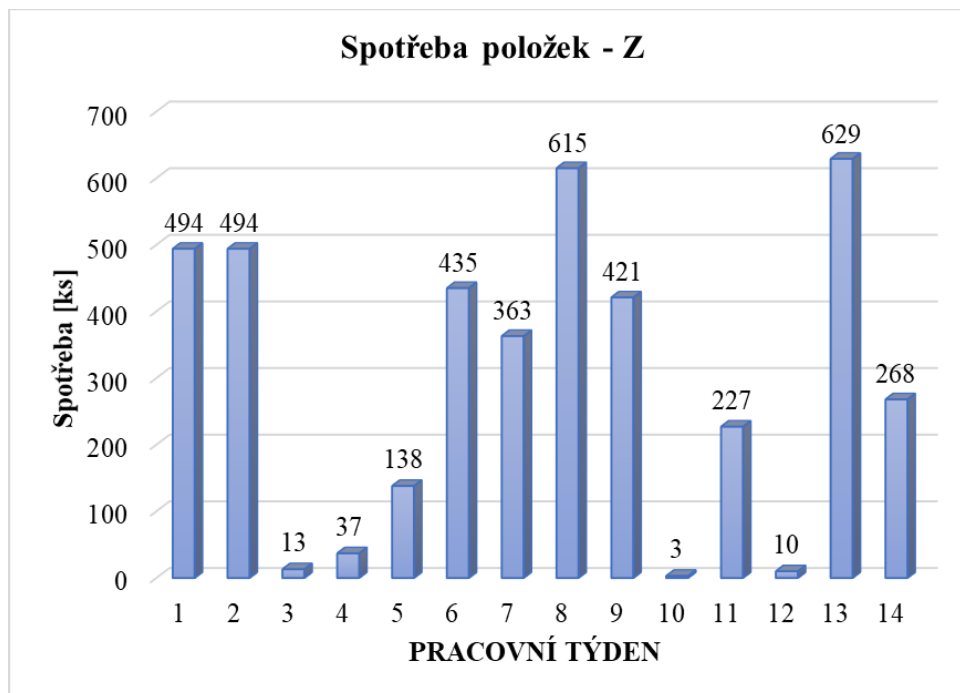
Graf 4: Průběh týdenní spotřeby položek X [autor]

- Y – Položky jsou charakteristické svými výkyvy, jež mají silnější charakter. Typický výkyv ve spotřebě je doprovázen pravidelným kolísáním a střední nepravidelností. Obdobně jako u položek X, lze výkyvy předpokládat. Předvídání výpadku i plánované spotřeby je nicméně menší než u položek X, a zároveň je lepší než u položek Z.



Graf 5: Průběh týdenní spotřeby položek Y [autor]

- Z – Charakter těchto položek spočívá v nepředvídatelné spotřebě, předvídání průběhu je obtížné. Tento typ není vhodný pro synchronní zásobování výroby.



Graf 6 : Průběh týdenní spotřeby položek Z [autor]

3 Představení společnosti

Společnost XYZ se nachází v Jihočeském kraji. Podnik se zaměřuje na výrobu kovových komponentů, dílů a menších montážních celků s podílem dalších materiálů. Dále se společnost zabývá výrobou kovových konstrukcí, stojanů a palet s vyšší náročností. Součástí portfolia společnosti jsou i montáže menších a středních montážních celků ve velkých objemech včetně zajištění dopravy.

V rámci výroby společnost zpracovává tabulové plechy, svitky plechů, ze kterých vypalováním pomocí laseru nebo vysekáváním, a poté tvářením na ohraňovacích lisech, vyrábí potřebné komponenty. Podnik lze charakterizovat hromadnou výrobou, jež využívá k vytváření svých produktů mimo jiné kooperaci s jinými podniky, které zajišťují povrchové úpravy. Počet zaměstnanců se orientuje celkem kolem 50. Přitom na směně nebývá více než 15 zaměstnanců. Jedná se o jednosměnný ranní provoz. Směny jsou zde rozděleny na osmi hodinové i dvanáctihodinové, přičemž dvanáctihodinové absolvují operátoři laserů. Podnik podporuje také tzv. program chráněné dílny, kde v provozu jsou zaměstnaní lidé se zdravotním postižením. Tito pracovníci se většinou zabývají skládáním krabic, či kompletací objednávek.



Obrázek 3-1: Pracoviště pro lisování



Obrázek 3-2: Pracoviště vypalovacích laserů Nukon/Durma

Společnost XYZ uvažuje o koupi nejméně tří nových strojů do podniku. Jedná se o ohraňovací lis a stroj pro odporové svařování, které budou specifikovány níže. Tyto stroje v dosavadním uspořádání nemají prostor, kam by se dali umístit. Na základě návrhů prostorového uspořádání, jež je předmětem praktické části, se podnik rozhodne, zda se vyplatí dané stroje koupit a přeorganizovat současný stav prostorového uspořádání.

Jedná se o stroje:

- Ohraňovací lis – Xpert 40/1030
- Laser pro řezání výpalků ze svitků
- Automatizované pracoviště pro Durma 220 - Robot Comau 110, Invertorová bodová svářečka aj.
- Ovinovací zařízení - EXP - 26

Automatizované pracoviště - Durma 220

Podnik uvažuje o modernizaci pracoviště obsahující ohraňovací lis Durma 220. Toto pracoviště má být plně automatizováno. Automatizaci obstará robotické rameno Comau 110, výsuvné stoly a programovatelný ohraňovací stroj Durma 220. Dále toto pracoviště bude čítat zařízení pro odporové svařování, jedná se o Invertorová bodová svářečka s přímým klesáním EME SDP60 HF-400 (Obrázek 3-3) má délku 1348 mm, šířku 460 mm a výšku 1860 mm. Toto pracoviště již bylo navrženo podnikem XYZ. Tato práce využívá 3D modely navrženého prostorového uspořádání automatizovaného pracoviště, a mimo jiné ověřuje, zda dané pracoviště bylo z hlediska dispozice haly navrženo správně.



Obrázek 3-3: Stroj pro odporové svařování EME SDP60 HF-400 (vlevo) [32], Robotické rameno Comau 110 (vpravo) [33]

Ohraňovací lis

V rámci zvýšení výrobních objemů, podnik XYZ uvažuje o koupi nového ohraňovacího lisu, jež je od výrobce Bystronic a jedná se o model XPERT 40/1030. Délka tohoto lisu je 1520 mm, šířka 1584 mm a výška 2449 mm. Pracovní délka je 1030 mm, maximální lisovací síla je 400 kN a maximální zdvih 200 mm. V nejmenším prostoru dosahuje Xpert 40 rychlosti ohýbání až 25 milimetrů za sekundu. To znamená, že je možné ohýbat malé součásti zhruba třikrát rychleji než na velkém stroji. Xpert 40 je přenosný, je tedy vhodný, když se ve výrobní hale nachází omezený prostor a kolísají kapacity. [13]



Obrázek 3-4: Ohraňovací lis Xpert 40 [34]

Laser pro řezání ze svitků

Podnik dále zvažuje dokoupení nového stroje, který je vybaven technologií pro řezání dílů laserem ze svitků. Použití tohoto stroje s sebou přináší mnoho výhod, které souvisejí zejména s úsporou nákladů. Cenový rozdíl svitků plechu je oproti tabulovým formátům nižší a také jsou menší náklady na jeho skladování. Výhodou je efektivní využití materiálu a zkrácení výrobních časů díky minimalizaci manipulačních úkonů. Celý systém se skládá z odvíjecího zařízení a integrovaného vláknového laseru. Na vstupu je odvíjecí zařízení, po odvinutí ze svitku je materiál rovnán v rovnačce plechu, kde jsou umístěny válce. Válce usnadňují dostatečnou přilnavost pro lepší podávání pásu svitku a umožňují přesné polohování pro následné řezání laserem.

Konkrétní typ tohoto laseru ještě není zvolen, a proto se budou rozměry stroje měnit v závislosti na nabídkách od různých výrobců. Předpokládaná délka tohoto stroje je 15734 mm a šířka 4971 mm.

4 Analýza současného stavu

Tato společnost se rozhodla rozšířit svou výrobu, tudíž pro umístění nových zařízení je nutné provést analýzu současného stavu. Praktická část má za cíl demonstraci zefektivní fungování celého výrobního systému, zároveň povede ke zvýšení flexibility celého systému, minimalizování zásob na pracovištích a povede k lepší využitelnosti dosavadních prostor.

4.1 Sběr dat

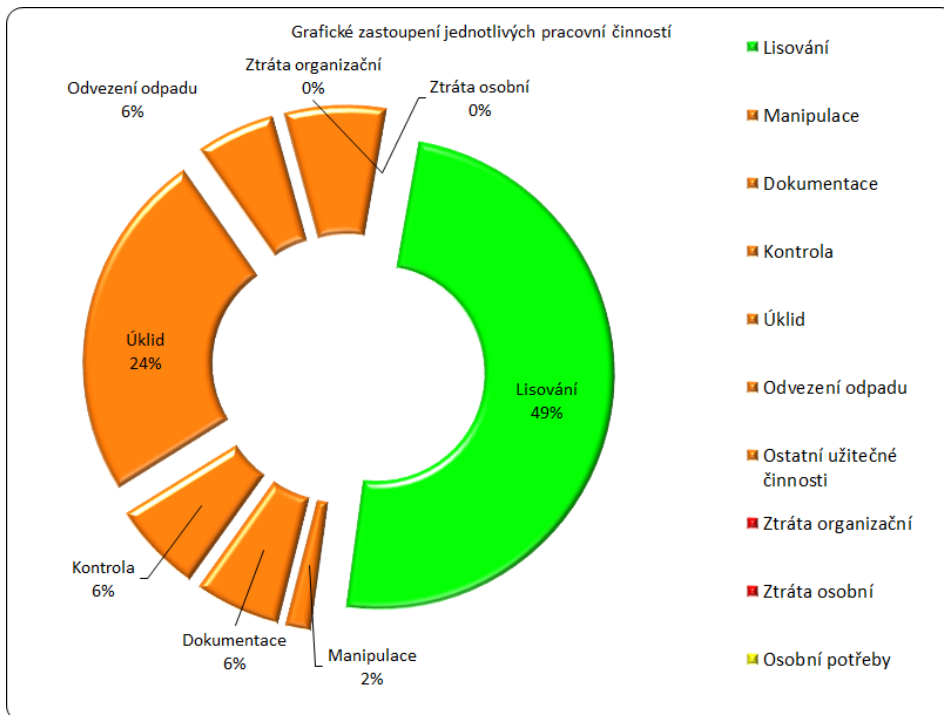
Hlavním úkolem při analyzování současného stavu, je pochopení aktuálního fungování výrobního systému. Toho lze docílit sledováním činností jednotlivých pracovníků na dílčích pracovištích. Zvolená metoda pro sledování činností v průběhu směny bude formou pracovního snímku dne. Na základě informací posbíraných při sledování lze pak sestavit kupříkladu procesní mapy, definovat materiálové i informační toky spaghetti diagram.

4.1.1 Pracovní snímek dne

Spadá pod odvětví časových studií, kde dochází k nepřetržitému měření spotřeby času. Na základě této analýzy lze stanovit skutečnou spotřebu času sledovaného pracovníka. Tato metoda lze být využita při bezprostředním pozorování a hodnocení jednotlivého pracovníka, či skupiny pracovníků během celé směny. Ve své podstatě se jedná o univerzální metodu, kterou je možné po jisté úpravě pozorovat práci dělníka, administrativního i řídicího pracovníka. Činnosti se zaznamenávají na do předem připraveného pozorovacího listu, naměřený čas se měří na sekundy, lze jej zaokrouhlit také na celé minuty. Vyhodnocení probíhá vypočtením z postupného času na jednotlivý čas, každý jednotlivý čas zhodnotíme z hlediska obsahu činnosti, resp. nečinnosti. Sumarizujeme stejnorodé činnosti do skutečné bilance spotřeby času směny. Skutečná bilance vyjadřuje, kolik času v minutách a procentech z času směny připadá na jednotlivé kategorie zkoumaného času pracovní směny. Dané soubory s vyhodnocením a výstupy z pracovních snímků nelze sdílet s veřejností, proto budou důležité skutečnosti zaznamenány v kapitole 4.2 pouze v textové formě.[15]

Počet kusů	Časová náročnost	Pozice	Lisování
49,4%			1
0,0%			31,0
0,0%			
1,8%			
5,9%			
6,3%			
24,2%			
5,5%			
7,0%			
0,0%			
0,0%			
0,0%			
0,0%			
Popis úkonu			
Začátek měření			
	13:26:59		
Start lisování LEN 25C	100	13:40:01	0:13:02
kontrola svítku(lis stále lisuje)	100	13:41:07	0:01:06
Svítek se zamotal, ruční odmotání a odstřížení svítku	100	13:42:03	0:00:56
lisování	100	13:43:30	0:01:27
odstřížení zamotaného svítku	100	13:44:12	0:00:42
Sedí, lisuje (odebírá zbytek svítku vedle něj do krabice)	100	13:50:55	0:06:43
kontrola svítku(lis stále lisuje)	100	13:51:49	0:00:54
Sedí, lisuje (odebírá zbytek svítku vedle něj do krabice)	100	14:01:38	0:09:49
úklid výrobků ze stolu	100	14:01:55	0:00:17
zastavení stroje	100	14:03:12	0:01:17
manipulace s výrobky na paletu	100	14:04:02	0:00:50
zápis do průvodky	100	14:04:37	0:00:35
operace na pc (kontrola dílů)	100	14:04:56	0:00:19
kontrola materiálu	100	14:05:13	0:00:17
Zapísování parametrů naměřených hodnot	100	14:06:34	0:01:21
úklid pomůcek	100	14:06:59	0:00:25
odnesení materiálu do laboratoře	100	14:07:44	0:00:45
úklid pracoviště	100	14:22:30	0:14:46
chůze pro vzv	100	14:22:40	0:00:10
odvezení zbytkového materiálu	100	14:26:06	0:03:26
úklid VZV do nabíjecí stanice	100	14:26:34	0:00:28
zapojení vzv	100	14:26:41	0:00:07
zápis dokumentů (kontrolní stanice)	100	14:29:50	0:03:09

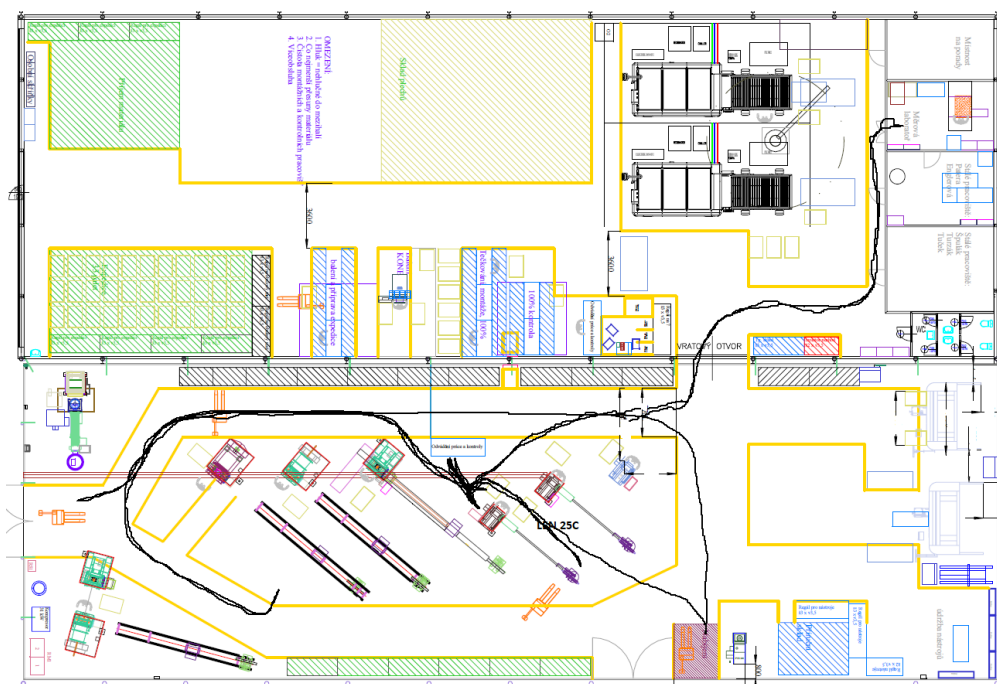
Obrázek 4-1 – Příklad vyhodnocení pracovního snímku dne [autor]



Obrázek 4-2 – Grafické zastoupení souhrnných činností operátora Lisu 25 C [autor]

4.1.2 Spaghetti diagram

Je jedním z nejjednodušších a zároveň nejefektivnějších způsobů jak zaznamenat pohyby pracovníka, či pohyb daného materiálu v rámci daného časového úseku, jež se zpravidla rozumí jedna hodina, směna, den. Spaghetti diagram (Obrázek 4-3) hraje významnou roli v zeštíhlování procesů zeštíhlování procesů a snahou lépe organizovat layout pracoviště. Proces zaznamenání veškerého pohybu podněty k separaci zbytečných pohybů, odchodů, transportů a manipulace. Zároveň udává přehled o nejčetnějším výskytu pracovníka v daném úseku podnikového layoutu. [16]



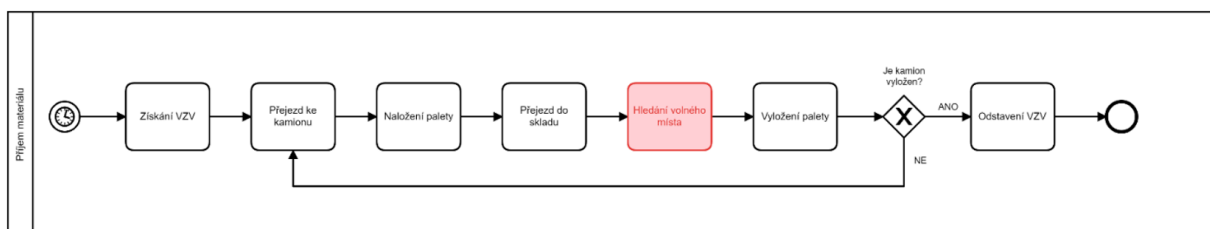
Obrázek 4-3 – Spaghetti diagram pro Lis 25C [autor]

Celkový postup vytváření tvoření spaghetti diagramu, není náročné ani nevyžaduje využití speciálního softwaru. Záznam pohybu pracovníků a či pohybu materiálu probíhá fyzicky přímo na výtiskový podnikový layout, či její úseku právě sledovaného pracoviště. Dále je potřeba udělat rozbor ušlé vzdálenosti, výčtu alternativních tras, zbytečných pohybů, změnu v organizaci materiálu aj. Cílem je minimalizovat náklady, spotřebu času a zvýšit efektivit logistických procesů.[16]

4.1.3 Procesní mapy

Jako dodatečné řešení pro zvýšení přehledu posloupnosti činností, jež pracovníci vykonávají je výhodou vydefinování podnikových procesů pomocí metodiky BPMN. Tato metodika definuje jediný diagram, tzv. Business Process Diagram (BPD). Základ tvoří grafické objekty, jež zobrazují aktivity a přenos toku informací mezi jednotlivými objekty. Objekty jsou výrazně odlišeny, tak aby zvyšovali celkovou přehlednost dílčích ukazatelů v diagramu. Definované tvary těchto objektů je zapotřebí dodržovat, nicméně je zde možný prostor k odlišení například pomocí barevného spektra. Ve speciálním případě lze užít vlastní grafický objekt, ten by neměl ovlivňovat, či překrývat stávající objekty, či zasahovat do toku procesu, měl by nést hlavně dodatečné informace, jež nelze jiným způsobem zobrazit, dle stávajících objektů. Celkový proces daného pracoviště, či daných účastníků lze zobrazit tzv. plavečným bazénem, jednotlivé úseky ať už jsou zobrazeny jako pozice, pracoviště, či účastník jsou zakomponovány v tzv. plavečké dráze.[17]

Příklad procesní mapy zpracované pomocí metodiky BPMN (Obrázek 4-4):



Obrázek 4-4 – Procesní mapy pro příjem materiálu (Příloha č. 1)

4.2 Analýza pracovišť a pracovních pozic

Při prvotním pozorování byly vyzpozorovány pracovní pozice. Popisy pracovních pozic a jejich pracovišť byly vytvořeny na základě časový studií - snímkování pracovního dne. V návaznosti na to budou vytvořeny procesní mapy, zobrazující tok materiálu mezi pracovišti (Příloha č. 1). Jedná se o 8 pracovních pozic, pro které je nutné určit jejich náplň a pracovní nedostatky. Níže je přiložen seznam pracovišť:

- Obsluha lisu LEN 25C
- Ohraňovací stroj
- Balení Z1
- Skládání krabic
- Výstupní kontrola
- Expedice
- Laser
- Logistik, příjem, expedice

4.2.1 Obsluha lisu LEN 25

Popis pracoviště

Pracoviště se nachází v hale obsahující zejména skladové zásoby, jedná se o poloautomatickou výrobu plechových součástí pro automotive. Toto pracoviště ke své výrobě využívá plechový svitek, který může dosahovat až hmotnosti 500 kg a více. Pracoviště má označení podle lisu LEN25C a jedná se o pracoviště číslo 4.

Náplň práce

Hlavním úkolem operátora je obsluhovat automatický lis a odebírat odpadový materiál. Celý proces začíná výrobním příkazem od mistra, který přiřadí danému pracovníkovi požadovaný druh výrobku. Pracovník si dle technologického postupu vybere z míst (příjem, mezioperační sklad, sklad plechů) potřebný svitek. Pomocí elektrického VZV ho doveze ke svému lisu, pokud se jedná o těžší kus, tak k sobě přivolá dalšího pracovníka pro usnadnění manipulace. Pomocí vysokozdvizného vozíku a manipulačních popruhů daný svitek vyzdvihnou a připevní ho na odvíjecí stojan. Pracovník odmotá požadovaný kus plechu, který napojí na lis. Dalším úkolem, co musí udělat před zahájením výroby je přinesení „odpadové palety“ (Kokový box a plastová krabice), poté podle technologického postupu, udělá kontrolu a zahájí výrobu. Během výroby odebírá odpadový materiál a skládá jej na paletu vedle sebe, zároveň kontroluje odvíjení svitku, ten se čas od času špatně odvine, proto jej chodí upravit, tak že ustríhne špatně odvinutý plech. Po X kusech dělá průběžnou kontrolu výrobku na kontrolním pracovišti pomocí mikrometru, šuplery. Po skončení výroby udělá závěrečnou kontrolu, kde zadá změřené hodnoty výlisku do systému. Poté následuje úklid pracoviště. Výlisky během výroby padají do modré krabice. Tyto krabice zároveň mají jít na omílání. Do doby, než vznikne požadavek na omílání od mistra podle výrobního plánu, tak krabice zůstávají na pracovišti 4. Vyrobene díly také pracovník odváží na pracoviště omílání v moment, když nemá dostatek místa na pracovišti (nemá kam skládat vyrobený materiál). Kontrolní stanoviště slouží také pro zaznamenání příchodu a odchodu, zaznamenání začátku výroby a konce výroby.

Nedostatky zjištěné při snímkování

- Špatné značení materiálu. Pracovník si obstarává všechny materiál sám, tento materiál musí hledat ve dvou halách.
- Chybí manipulant – obsluha si vše musí zařídit sama.
- Po ukončení výrobního procesu, pokaždé odvést paletu na omílání.
- Nepořádek na pracovišti, není určené místo kam odvézet odpad po vylisování. Ten se hromadí po celém skladě.
- Chybí standardizace procesu.



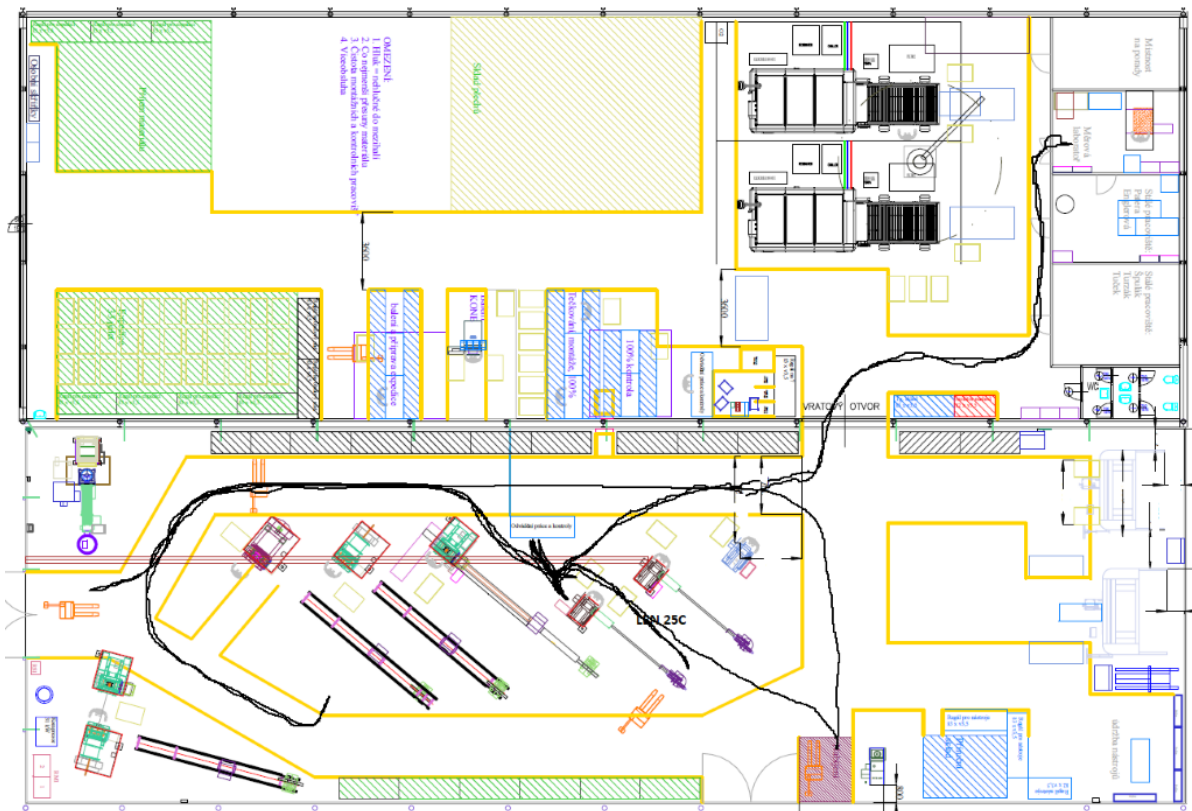
Obrázek 4-5: Lis LEN 25C



Obrázek 4-6: Kontrolní pracoviště



Obrázek 4-7: Neomílané díly



Obrázek 4-8: Spaghetti diagram pracovníka lisu LEN25C

4.2.2 Ohraňovací stroj Durma 135

Popis pracoviště

Pracoviště se nachází v hale, kde jsou lisy a skladové zásoby. Jsou zde uloženy také polotovary pro ohýbání. Ohraňovací stroj se používá pro ohýbání polotovarů, které jsou vyrobeny na laseru a někdy ještě upraveny na lisovacím zařízení LE160/LE25C.

Náplň práce

Úkolem bylo ohýbání plechového polotovaru na ohraňovacím stroji Durma, kdy si pracovník pomocí ručního paletového vozíku přiveze paletu s hotovými kusy z meziskladu, vrátí ručního paletový vozík na určené místo a do dokumentů zapíše zakázku, kterou bude dělat. Stroj byl před začátkem snímkování přednastaven, takže pracovník vždy vzal kus z jedné palety, který ohnul a přesunul na druhou paletu. Kontrola je prováděna cca po každém šestém až sedmém hotovém výrobku. Občas je potřeba opravit program. Pohyb pracovníka při snímkování je znázorněn ve spaghetti diagramu na Obrázek 4-11 s označením ohraňovací stroj č.1.

Nedostatky zjištěné při snímkování:

- Pracovnice musí vozit výrobky k ohýbání sama. Ty nemají určený prostor k uložení.
- Pracovnice měla z hlediska ergonomie nevhodný styl sezení. Nutno zajistit ergonomický posed.
- Nevyřešený způsob skládání hotových výrobků, ohraněný výrobek vždy vložila do prázdné přepravky a teprve až když byla plná, tak začala výrobky skládat.
- Hotovou objednávku sama odvážela na místo, kde bylo zrovna volno.



Obrázek 4-9: Pracovnice u ohraňovacího stroje

4.2.3 Ohraňovací stroj Durma 220

Popis pracoviště

Pracoviště se nachází v hale, kde jsou lisy a skladové zásoby. Jsou zde uloženy také polotovary pro ohýbání. Ohraňovací stroj se používá pro ohýbání polotovarů, které jsou vyrobeny na laseru, tento stroj je primárně učen pro budoucí, automatizované pracoviště.

Náplň práce

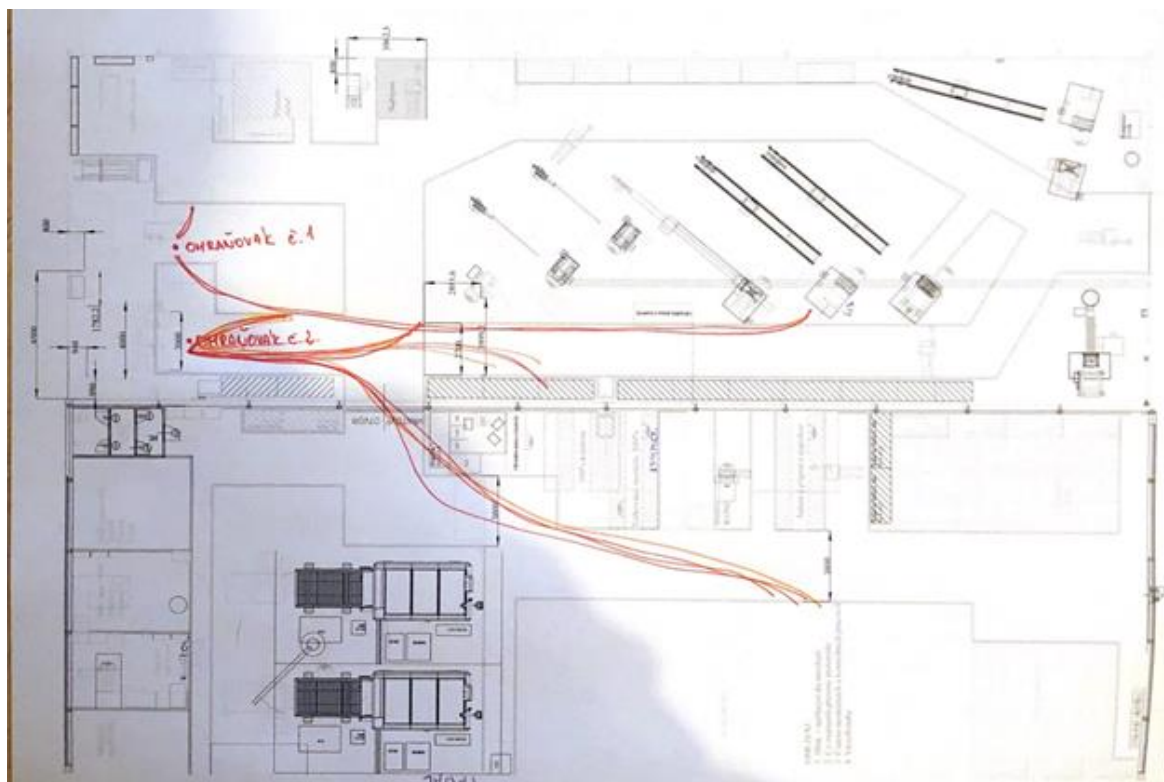
Pracovník si musí sám přivést paletu s plechy připravenými na ohýbání, které se nachází až na druhém konci haly. Vyplní dokumentaci k objednavce, nastaví stroj a začne ohýbat. Každý zohýbaný kus musí polepit etiketou, která nemá určené místo a byla všude po pracovní ploše. Ukládání polotovarů ani zohýbaných kusů nebylo vhodně vyřešené. Pohyb pracovníka je znázorněn ve spaghetti diagramu na Obrázek 4-11 s označením ohraňovací stroj č.2.

Nedostatky zjištěné při snímkování

- Nepoužívání ochranných pomůcek.
- Nevyřešené skladování hotových a nehotových výrobků.
- Pracovník musel pro polotovary přes celou halu s ručním paletovým vozíkem.



Obrázek 4-10 – Ohraňovací stroj – Durma 220



Obrázek 4-11: Spaghetti diagram pracovníka na ohraňovacím stroji Durma

4.2.4 Laser

Popis pracoviště

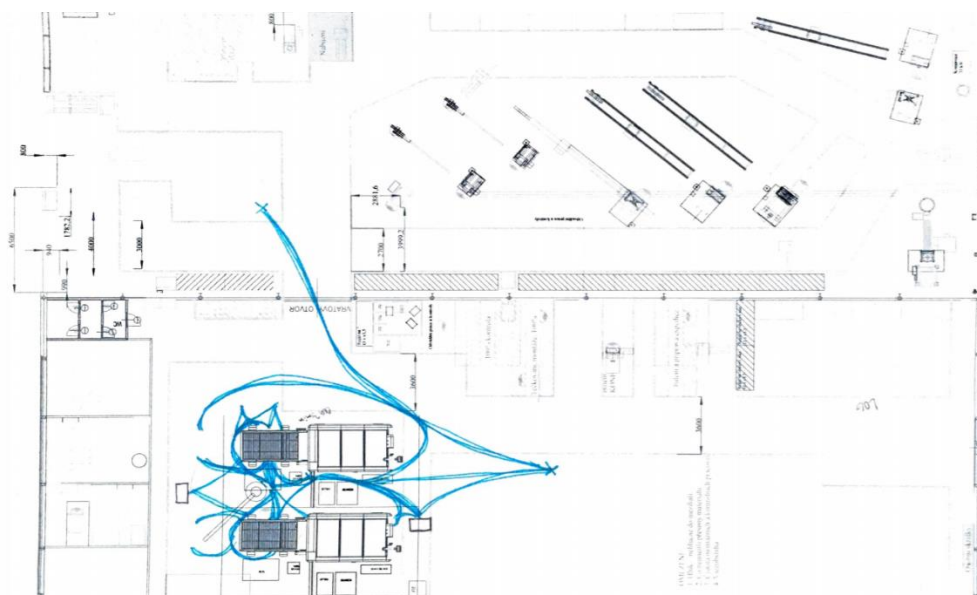
Na pracovišti se nachází dva lasery. Laser blíže k uličce, Durma, je obsluhován častěji a jsou na něm vyráběny výřezy z tenkých plechů. S tenkými plechy manipuluje obsluha ručně. Druhý laser, Nukon, je obsluhován zhruba jednou do hodiny. Vyrábí se na něm výřezy ze silnějších plechů, se kterými obsluha manipuluje pomocí jeřábu a přísavek.

Náplň práce

Hlavním úkolem pracovníka je obsluha laseru. Tato činnost začíná přijetím dokumentace od mistra. Dokumentaci následně roztrídí podle druhu plechů a podle toho začne s výrobou. Když má na pracovišti požadované plechy, ze kterých se bude vyrábět, tak může rovnou začít nastavením laseru, přesunutím plechu na desku laseru a spustit program. Pokud nejsou u laseru žádné plechy, tak musí získat VZV, najít potřebné plechy a převést je k laseru. Pokud jsou u laseru plechy, které nebude potřebovat, tak je musí nejprve odvézt do skladu plechů. Po dokončení programu se deska z laseru vysune a pracovník musí všechny plechy vyjmout a naskládat na paletu s hotovými kusy. Při vyjímání plechu kontroluje hrany a v případě ostrých hran je zbrousí bruskou. Jakmile jsou vyjmuty všechny plechy, tak pracovník zmačká odpadový materiál a přenesení jej na paletu. Kontrola výřezu probíhá vždy při prvním a posledním dílu z jedné zakázky. Po dokončení zakázky převez paletu s hotovými kusy do mezikladu. Ve volném čase pomáhá na žádost mistra s příjmem materiálu.

Nedostatky zjištěné při snímkování

- Odpadový materiál je odkládán na paletu, odkud padá.
- Vznik prostojů stroje z důvodu, že pracovník sám obsluhuje zavážení a odvážení materiálu z pracoviště.
- Dlouhé cesty ke kontrolnímu stolku, kde probíhá přeměření výřezu.
- V mezikladu paletu pokládá na volné místo bez jakéhokoliv systému.



Obrázek 4-12: Spaghetti diagram – Laser



Obrázek 4-13: Pracoviště laseru



Obrázek 4-14: Odkládání zbytků z laseru na paletu

4.2.5 Balení Z1

Popis pracoviště

Pracoviště balení pro odběratele Z1 je umístěno v hale s expedovaným materiálem. Na pracovišti se nachází spádový válečkový regál, do kterého jsou odloženy zabalené krabice připravené k přemístění na paletu a následnou expedici.

Náplň práce

Pracovnice měla za úkol finální balení součástí pro odběratele Z1. Vždy uchopila osm prázdných krabic připravených k balení a položila je vedle na stůl, připravila součásti a balila. Hotovou krabici vždy zalepila izolační páskou a poslala po dopravníku, kde buď udělala sérii po osmi kusech, nebo zde stála pracovnice, která ji pomáhala zabalené krabice skládat na

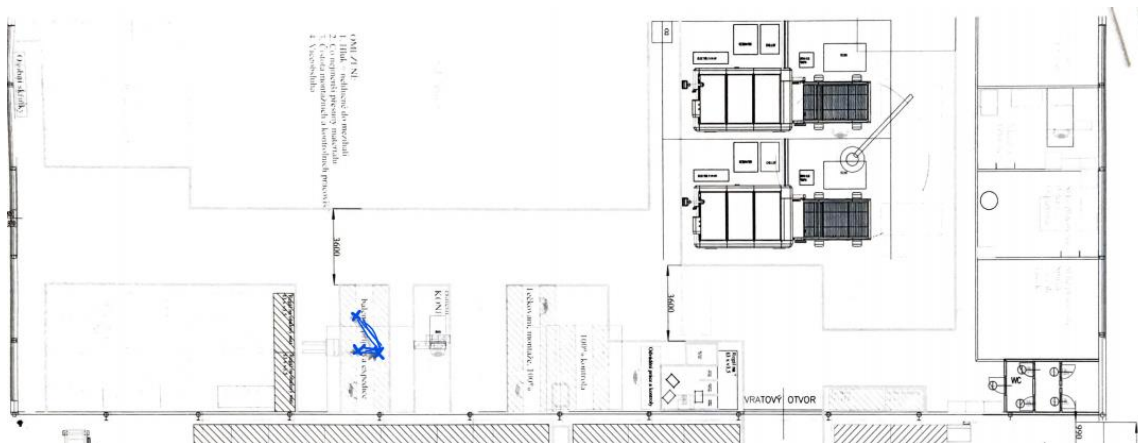
4.2.6 Skládání krabic

Popis pracoviště

Pracoviště, kde jsou skládány krabice, se nachází strategicky vedle pracoviště balení pro odběratele Z1, které tyto krabice odebírá.

Náplň práce

Pracovnice měla za úkol si přemístit z regálu ve skladu rozložené krabice na stůl, které následně skládala. Složené krabice byly přemístěny na předem určenou paletu, kde je skládala do řad a sloupců. Pokud měla složenou celou paletu dle uvedeného počtu, označila ji a požádala o odvoz palety logistika.



Obrázek 4-17: Spaghetti diagram – Skládání krabic



Obrázek 4-18: Pracoviště skládání krabic

4.2.7 Výstupní kontrola

Popis pracoviště

Pracoviště výstupní kontroly se nachází na dvou místech (Obrázek 4-19). Na místě, které je blíže k vratovému otvoru, se kontroluje například materiál č. 1618 expedovaný nejčastěji v pátek. Na druhém pracovišti se kontrolují drobné díly.

Náplň práce

Hlavním úkolem pracovníka je kontrola a příprava zkontrolovaného materiálu na paletu. Na prvním kontrolním místě je nejdříve potřeba důkladné vyčištění stolu. Následně pracovník nařeže potřebné fólie, do kterých skládá vizuálně zkontrolované a schválené kusy. Výrobek, který nevyhovuje kontrole je odložen do boxu s vadnými kusy. Když je ve fólii zkontrolován požadovaný počet kusů, pak je do fólie zabalí a složí do boxu, box uzavře ho a přemístí na paletu. Občas se stává, že nejsou u pracoviště připraveny prázdné boxy, a tak požádá mistra o jejich přivezení. Pokud je na paletě naskládán potřebný počet boxů, pak požádá o odvezení a následné zabalení palety. Při kontrole drobnějších dílů na druhém pracovišti probíhá také vizuální kontrola. Pokud jsou díly v pořádku, tak je pracovník vkládá do igelitových obalů a jsou váženy. Při dosažení požadovaného počtu kusů vloží obal do plastového boxu a odloží na paletu. V kontrole pokračuje, dokud není na paletě určené množství boxů a následuje stejný proces jako při kontrole na prvním pracovišti.

Nedostatky zjištěné při snímkování

- Skladování zkontrolovaných dílů na stole přípravy expedice.
- Při kontrole na prvním pracovišti není prostor pro odložení nůžek a čistících potřeb.



Obrázek 4-19: Spaghetti diagram – Výstupní kontrola



Obrázek 4-20: Pracoviště výstupní kontroly u vratového otvoru



Obrázek 4-21: Skříň neexpedovaných dílů

4.2.8 Logistika – příjem materiálu, expedice, logistik

Popis pracoviště – Příjem materiálu

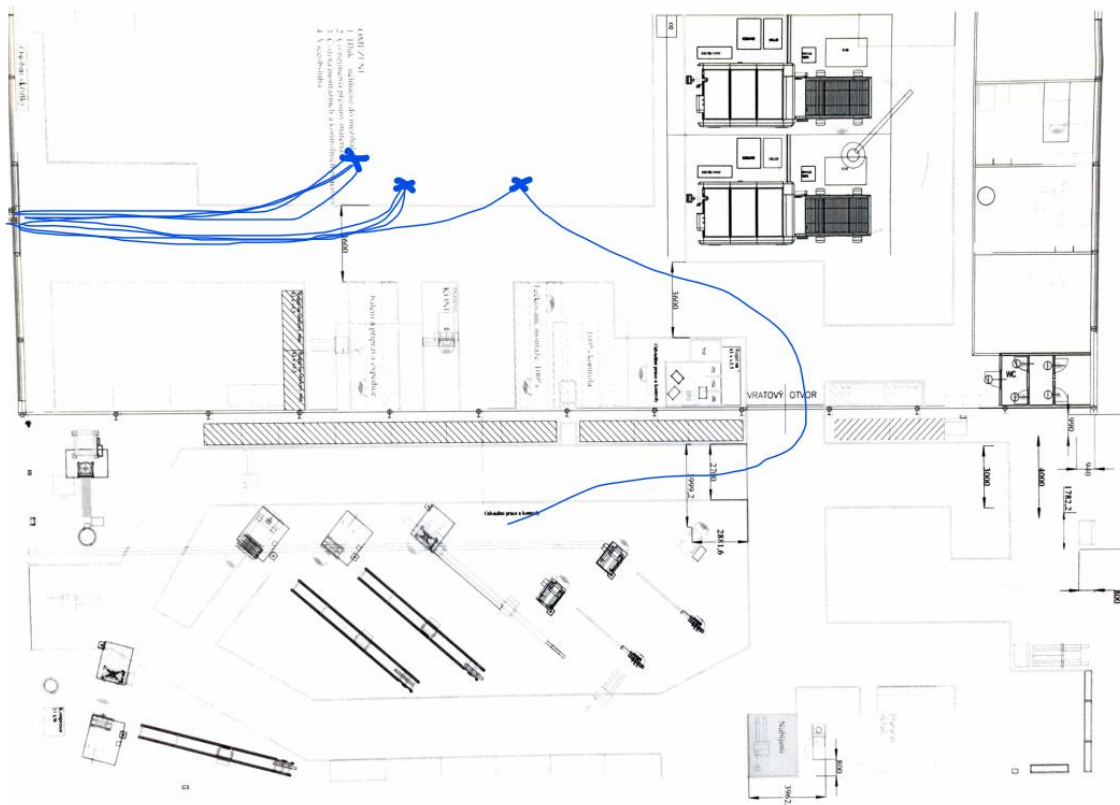
Vykládka materiálu probíhá v místě vstupního skladu a v prostoru před vratovým otvorem. (Obrázek 4-22)

Náplň práce

Pracovník na pozici příjem materiálu vykládá materiál, který byl přivezen kamionem do podniku. Pomocí VZV je naložen přivezený materiál, který je převezen do přijímacího skladu. Ve skladu musí pracovník nejdříve najít volné místo a tam materiál vyložit. Ve vykládce materiálu pokračuje, dokud není kamion zcela vyložen. Příjem materiálu vykonává většinou mistr, ale pokud nemůže, tak požádá zaměstnance, který je schopen řídit VZV a má zrovna čas. Tím je většinou obsluha laseru nebo lisu.

Nedostatky zjištěné při snímkování:

- Není předem určeno volné místo.
- Absence standardizace
- Chaotické uspořádání nového a starého materiálu.
- Nedostatečný prostor v manipulačních uličkách a pro vyložení palety.



Obrázek 4-22: Spaghetti diagram – Příjem materiálu



Obrázek 4-23: Vyložení palety s přijímaným materiálem

Popis pracoviště – Expedice

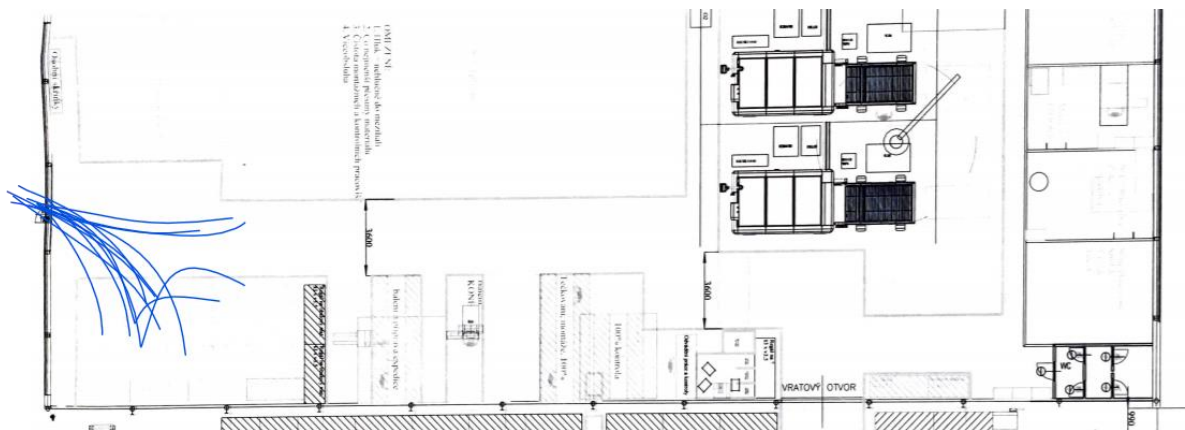
Nakládka materiálu probíhá v místě expedičního skladu a v prostoru před vratovým otvorem.

Náplň práce

Expedici provádí řidič kamionu. Po příjezdu kamionu byl řidiči předán expediční list. Následně řidič otevřel vrata a získal VZV v podniku. Pokud ale není VZV k dispozici, musí pracovník na expedici čekat, což vede ke zdržování. Když je v kamionu nějaký materiál, vyloží ho a následuje nakládka materiálu určeného k expedici. To probíhá tak, že řidič přejede do expediční zóny, kde naloží palety s materiálem a převezve je do kamionu, kde je skládá podle svého uvážení. Pokud je naložen veškerý materiál, odstaví VZV, zavře vrata a s kamionem odjíždí.

Nedostatky zjištěné při snímkování:

- Čekání na VZV
- Nedostatečný prostor v manipulačních uličkách.



Obrázek 4-24: Spaghetti diagram – Expedice

Popis pracoviště - Logistik

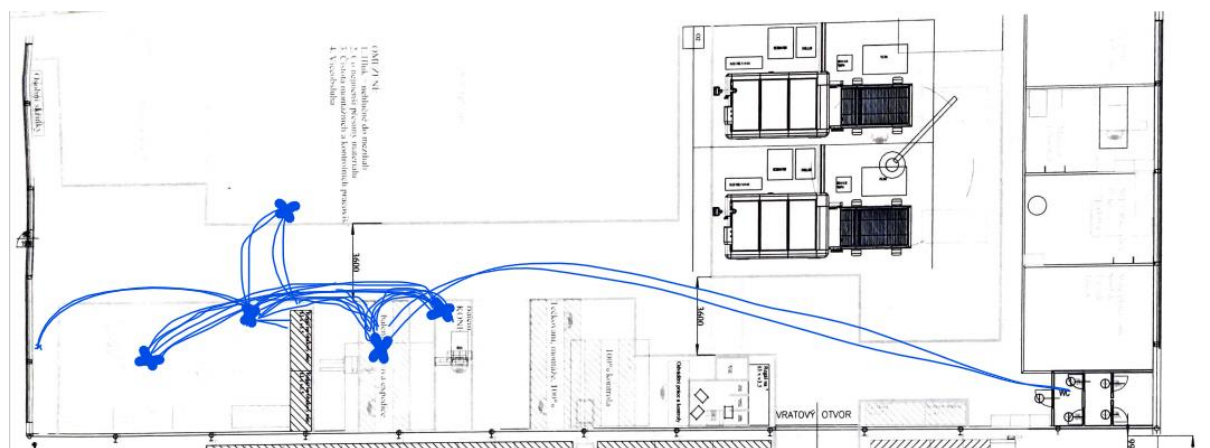
Pracovník se pohybuje zejména v hale, kde je přijímán a expedován materiál. Obsluhuje pracoviště kontroly, balení Z1, skládání krabic a expediční sklad. V prostoru expedičního skladu jsou v regálu uloženy přípravy potřebné k balení palet.

Náplň práce

Hlavní činností pracovníka je převoz a balení palet z pracoviště Z1 nebo kontroly, které jsou určeny k expedici. Paletu si převezde do expediční zóny na konci haly, kde pro ni většinou musí udělat místo. Paletu následně zabalí do smršťovací fólie a zapáskuje. Balení palet probíhá v manipulační uličce, kde často překáží pohybu VZV. Po zabalení palety ji přemístí do expediční zóny, a pokud neměl připraveny další palety, uklidil vybavení potřebné k balení a odstavil ruční paletový vozík. Ve volné chvíli pomáhal na ostatních pracovištích skládat kartonové krabice.

Nedostatky zjištěné při snímkování:

- Nedostatečné uspořádání místa pro odstavení palet již hotových nebo těch, které byly určeny k zabalení.
- Balení palet probíhá v manipulační uličce, kde často překáží pohybu VZV.

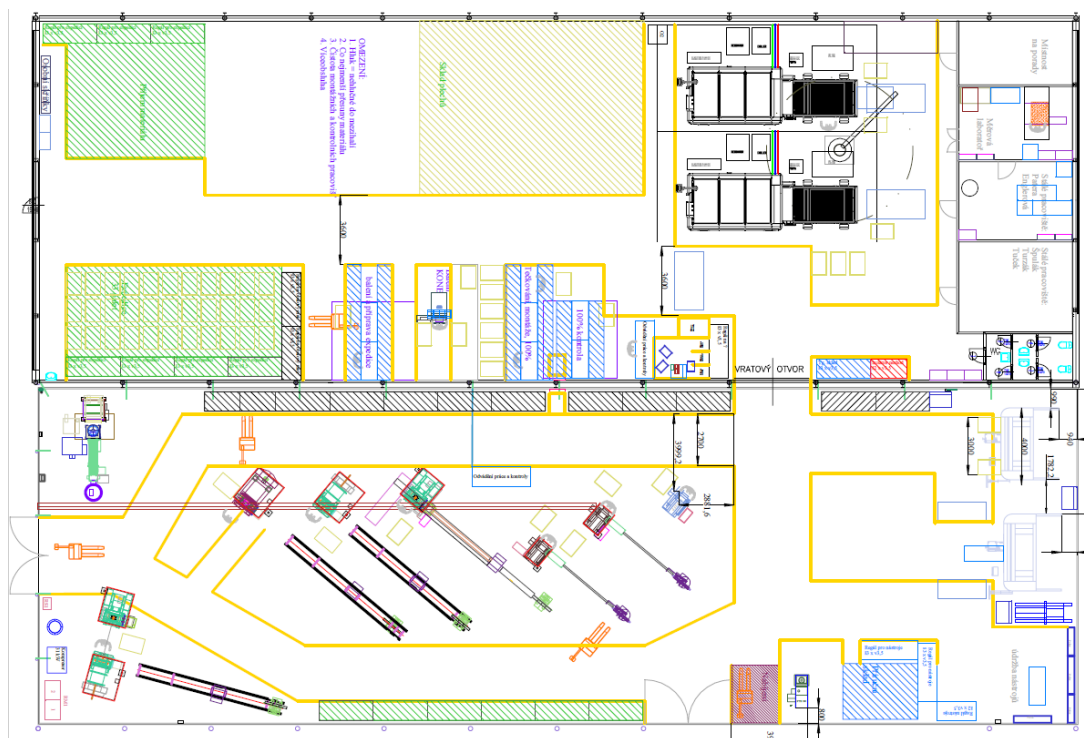


Obrázek 4-25: Spaghetti diagram – Logistik

4.3 Analýza prostorového uspořádání – současný stav

Výkresová dokumentace stávajícího layoutu, byť se jedná jen o 2D layout, je velmi důležitým výchozím prvkem pro zpracování layoutu. Na Obrázek 4-26 níže, je znázorněn poskytnutý layout haly společnosti XYZ. Problém nastává v neaktuálnosti daného prostorového uspořádání. Nejprve je zapotřebí zaměřit jednotlivá pracoviště a porovnat je s výkresovou dokumentací. K zaměřování se využívá laserový dálkoměr. K vytvoření 2D/3D layoutu bude využit software VisTable.

Tato kapitola dále popisuje jednotlivé skladové oblasti, které se nacházejí v obou výrobních halách, jedná se zejména o popis skladování zásob materiálu a hotových výrobků. Dále tato kapitola popisuje počet paletových míst pro jednotlivé úseky materiálu.



Obrázek 4-26: 2D layout společnosti XYZ

4.3.1 Paletová místa

Tato podkapitola je zaměřena na popis jednotlivých paletových míst. Stanovení těchto paletových míst probíhalo částečně fyzicky na místě v popisovaném podniku a částečně pomocí zkoumání definovaných prostorů pro uložení jednotlivých palet. Paletové místo odpovídá zabranému prostoru jednou europaletou a násobí se počtem možných uložení do výšky, maximální počet uložení jednotlivých palet do výšky jsou 3. Cílem této analýzy je srovnání hodnot s budoucími hodnotami v nových návrzích pro změnu prostorového uspořádání.

Tabulka 1 – Počet paletových míst v současném stavu

Počet paletových míst	
	Současný stav
Mezioperační sklad	133
Výrobní sklad	54
Expedice	83
Pomocné plochy	89
Sklad plechů	27
Příjem	10
Celkem	396

4.4 Zásoby materiálu

Společnost XYZ, ke svému skladování využívá v obou halách skladové prostory. Pro skladování využívá zejména klasické paletové regály, tyto regály mají zpravidla široké dva až tři metry a vysoké až tři metry. Zásoby uložené ve skladě určené pro výrobu lze rozdělit na tři druhy, jedná se o:

4.4.1 Tabule

Tento materiál se zpracovává zejména na laserech, skladovací prostory pro tento materiál se nachází ve stejné hale jako lasery, skladovací plocha se nazývá „Sklad plechů“ a je ve velmi blízké vzdálenosti od laserů, tato plocha je částečně využívána pro příjem materiálu a je zobrazena na Obrázek 4-27. Na této ploše lze nalézt jediný regál, určený přímo pro skladování tabulí o délce 3m. Ostatní skladovaný materiál je volně uložen na zemi. Díky tomuto uložení je materiál těžko přístupný a při požadavku vyskladnění se často musí vyskladňovat velká část materiálu.



Obrázek 4-27: Příjem materiálu

4.4.2 Svitky

V hale obsahující lisy se nachází skladovací plocha s názvem „výrobní sklad“, tato plocha slouží pouze ke skladování svitků (Obrázek 4-28). Pod pojmem svitek si lze představit stočený plech, jež dosahuje rozměrů maximálně jeden metr v průměru. Ale šířka plechu už je velmi odlišná, v skladě se nachází plechy o šířce 3 cm až po 20 cm. Tyto širší svitky dosahují hmotnosti až 500 kg. Je tedy problematické skladovat tyto plechy v paletovém regálu, jelikož regál zůstává díky obavě z přesažení povolené hranice zatížení v určitých místech nezaplňný.



Obrázek 4-28: Výrobní sklad

4.4.3 Spojovací materiál

Uskladnění spojovacího materiálu je poměrně efektivně řešeno a to tak, že se veškerý nakupovaný materiál se uskladní do regálu vedle 100% kontroly (Obrázek 4-29). Spojovacím materiálem se rozumí šroubky a různé druhy matek aj.



Obrázek 4-29: 100% Kontrola (vpravo), Nakupovaný materiál (vlevo)

Stůl umístěný vedle 100% kontroly se využívá ke kompletaci materiálu, kde se k vyrobenému dílu přidávají šroubky a matky, či jiný materiál.

4.4.4 Hotové výrobky

Hotové výrobky či výrobky čekající na technologickou operaci se ukládají do mezioperačního skladu. Výrobky lze skladovat v paletových regálech (Obrázek 4-30), či volně na zemi (Obrázek 4-31), záleží také na technologické operaci, kterou má výrobek podstoupit. Paletové regály i plocha pro volné skladování se nachází v hale s lisy.



Obrázek 4-30: Mezioperační sklad



Obrázek 4-31: Mezisklad (volné skladování)

4.5 Datová analýza

V rámci datové analýzy, proběhlo vyčíslení ročního objemu výroby, na základě měsíčních kalkulačních objemů výroby. V rámci pozorování byly nadefinovány tři skupiny a to Tabule, Svitky, Spojovací materiál. Tyto skupiny jsou důležité, jelikož zastupují objem materiálů, jež projdou celým výrobním systémem. Je nutno podotknout, že se nebere v potaz váha, hmotnost i rozměry výrobků.

Tabulka 2 – Plánované a aktuální objemy výroby za měsíc

Objemy výroby (měsíční)		
Zákazník	Plánované	Aktuální
Z1	880 671	387 224
Z2	236 725	174 079
Z3	16 000	8 000
Z4	54 674	960
Z5	50 279	28 479
Celkem	1 238 349	598 742

Tabulka 3 – Kalkulovaný roční objemy výroby rozděleny dle materiálu

Objem výroby dle druhu materiálu			
Materiál	Tabule	Svitky	Spojovací materiál
Zákazník	Z1	Z2	Z1
	Z4	Z3	
		Z5	
Měsíční kalkuloovaný objem	411 490	295 004	531 855
Roční kalkuloovaný objem	4 937 880	3 540 048	6 382 260

4.5.1 ABC analýza

V rámci datové analýzy byla provedena ABC analýza, jež jednoznačně identifikovala nejvíce obrátkové položky ve výrobním systému. Analýza rozděluje položky do tří kategorií. Kategorie A zabírá 35,19 % v celkovém počtu zásob, spodní hraniční hodnotou je 1,57 % pro kvalifikaci položky do dané kategorie, zároveň je tato kategorie nejvíce důležitá z pohledu redukce zásob. V kategorii A lze nalézt, jak lisované díly z úseku automotive, tak nakupované díly, zároveň jsou zde výpalky z Laserů Nukon a Durma.

V kategorii B lze nalézt hlavně nakupovaný materiál. V celkovém podílu tato kategorie zabírá 36,66 %, kde položky jsou vybrány z procentuálního intervalu $\langle 1,15; 0,68 \rangle$.

Kategorie C, zabírá v celkovém počtu zásob 28,15 %. Procentuální interval, podle kterého se položky omezily, byl stanoven na $(0,68; 0 >$. Z hlediska redukce zásob je tato kategorie spíše méně významná.

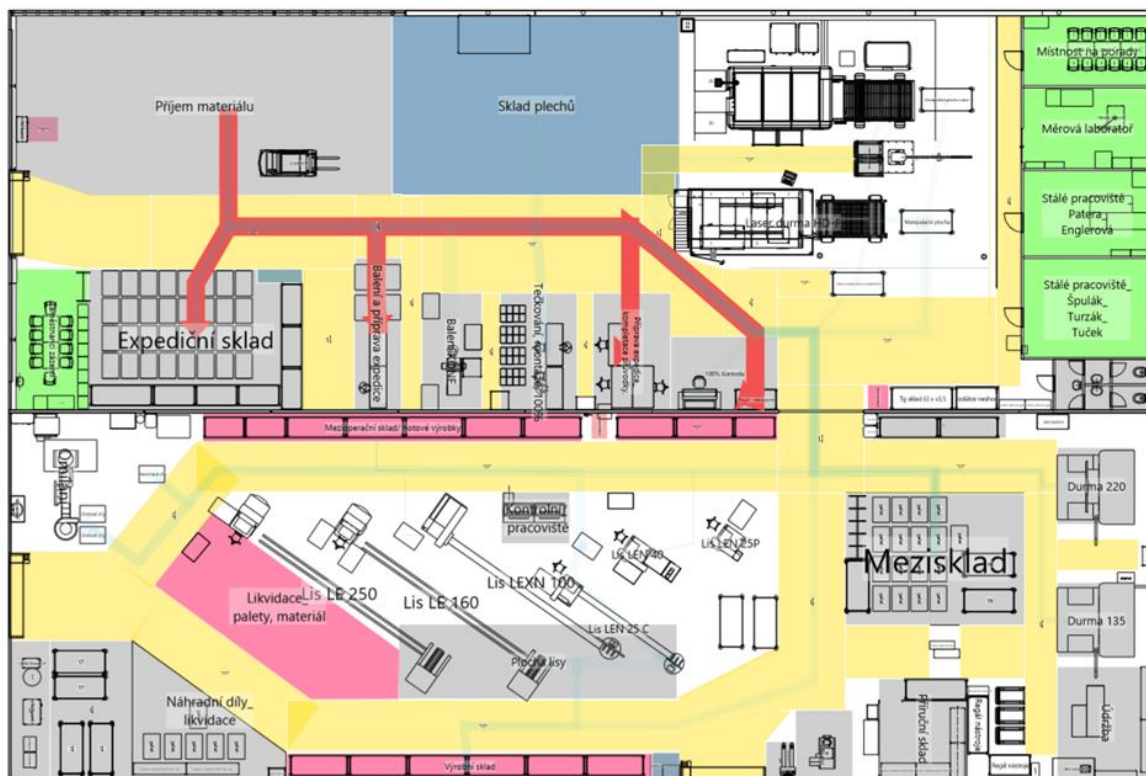
Ideálním stavem pro tuto analýzu by bylo zjištění, kolik tyto položky vážou kapitálu, a dále navázat XYZ analýzou. Z hlediska neúplnosti dat, jež je způsobena zastaralým systémem a špatně sestavenou datovou základnou nebylo možné provést rozsáhlejší datovou analýzu.

ID	Zákazník	Typ dílu	Kalkulované objemy / měsíčně	% Podíl z celkového počtu zásob	Hodnocení
62895	Z1	FP	155 500	12,56%	A
36384	Z2	Díl/kusovník/nákup	53 333	4,31%	A
20239	Z2	Díl/kusovník	45 400	3,67%	A
51807	Z2	Díl/kusovník	45 400	3,67%	A
99731	Z2	Sada/kusovník/nákup	45 400	3,67%	A
73891	Z3	FP	27 220	2,20%	A
66022	Z1	FP	24 500	1,98%	A
50649	Z2	Díl/kusovník	19 500	1,57%	A
68793	Z2	Polotovar	19 500	1,57%	A
88030	Z2	FP	16 250	1,15%	B
75375	Z2	Díl/kusovník/nákup	14 200	1,15%	B
29758	Z2	Díl/kusovník/nákup	14 200	1,15%	B
16261	Z2	Díl/kusovník/nákup	14 200	1,15%	B
44500	Z2	Díl/kusovník/nákup	14 200	1,15%	B
73745	Z2	Díl/kusovník/nákup	14 200	1,15%	B
31743	Z2	Díl/kusovník/nákup	14 200	1,15%	B
71686	Z2	Díl/kusovník/nákup	14 200	1,15%	B
46074	Z2	Díl/kusovník/nákup	14 200	1,07%	B
12615	Z1	FP	13 200	1,06%	B
30461	Z2	FP	13 065	1,03%	B
75304	Z1	FP	12 800	1,01%	B
84467	Z1	FP	12 500	1,01%	B
71184	Z1	FP	12 500	0,99%	B
85707	Z2	Díl/kusovník	12 305	0,68%	B
25886	Z2	Díl/kusovník	8 400	0,68%	C
78618	Z2	Polotovar	8 400	0,65%	C
39248	Z2	Díl/kusovník/nákup	8 000	0,65%	C
81897	Z2	Díl/kusovník/nákup	8 000	0,65%	C
26112	Z2	Díl/kusovník/nákup	8 000	0,65%	C
11811	Z2	Díl/kusovník/nákup	8 000	0,65%	C

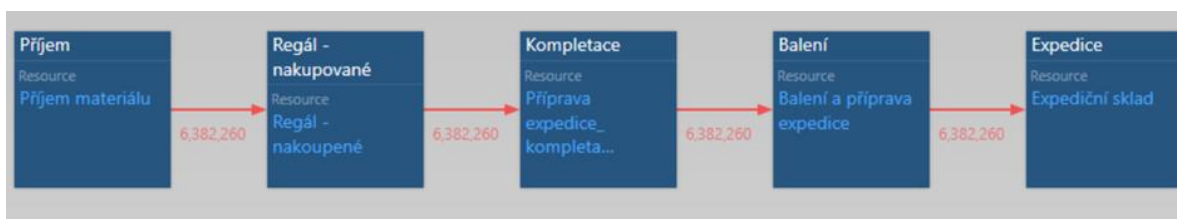
Obrázek 4-32: Ukázka – ABC analýza, nejvíce obrátkové položky

4.5.2 Materiálový tok – Nakupovaný materiál (spojovací materiál)

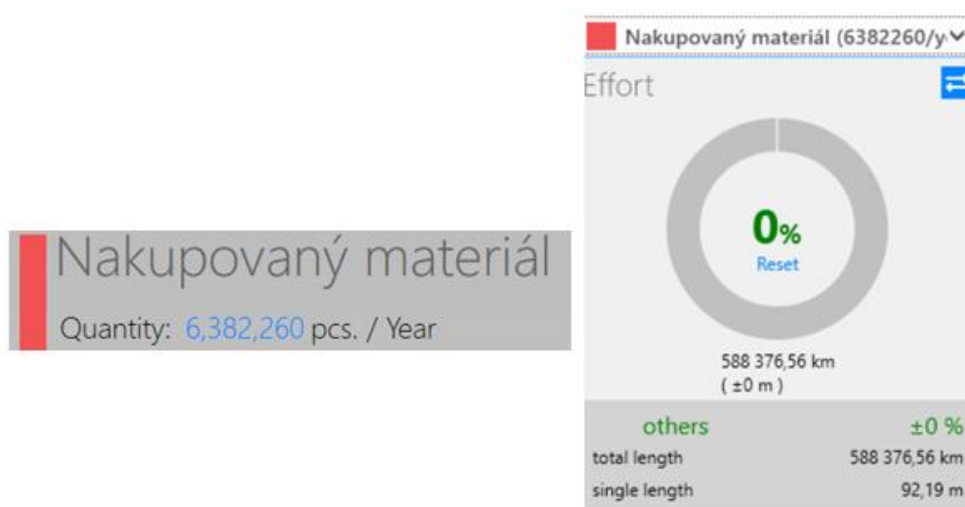
Na Obrázek 4-33 je zobrazen layout podniku včetně Sankeyova diagramu, který zobrazuje materiálový tok nakupovaných položek. Nakupovaný materiál je nejprve přijat a zkontrolován vstupní kontrolou v příjmovém skladu. Po kontrole je uskladněn do regálu s nakupovanými díly. Ve chvíli, kdy je k dispozici expediční list a je potřeba zkompletovat nakupované položky s vyráběnými a průvodní dokumentací, tak se nakupované díly vyskladní a připraví ke kompletaci. Po kompletaci následují na pracoviště balení, kde se zkompletované boxy na paletě zabalí a výrobky mohou být expedovány z expedičního skladu. Převážná vzdálenost nakupovaných položek je při současném objemu znázorněna na Obrázek 4-35. Obrázek 4-34 zachycuje objem toku materiálu na konkrétních pracovištích.



Obrázek 4-33: Sankeyův diagram – Nakupovaný materiál



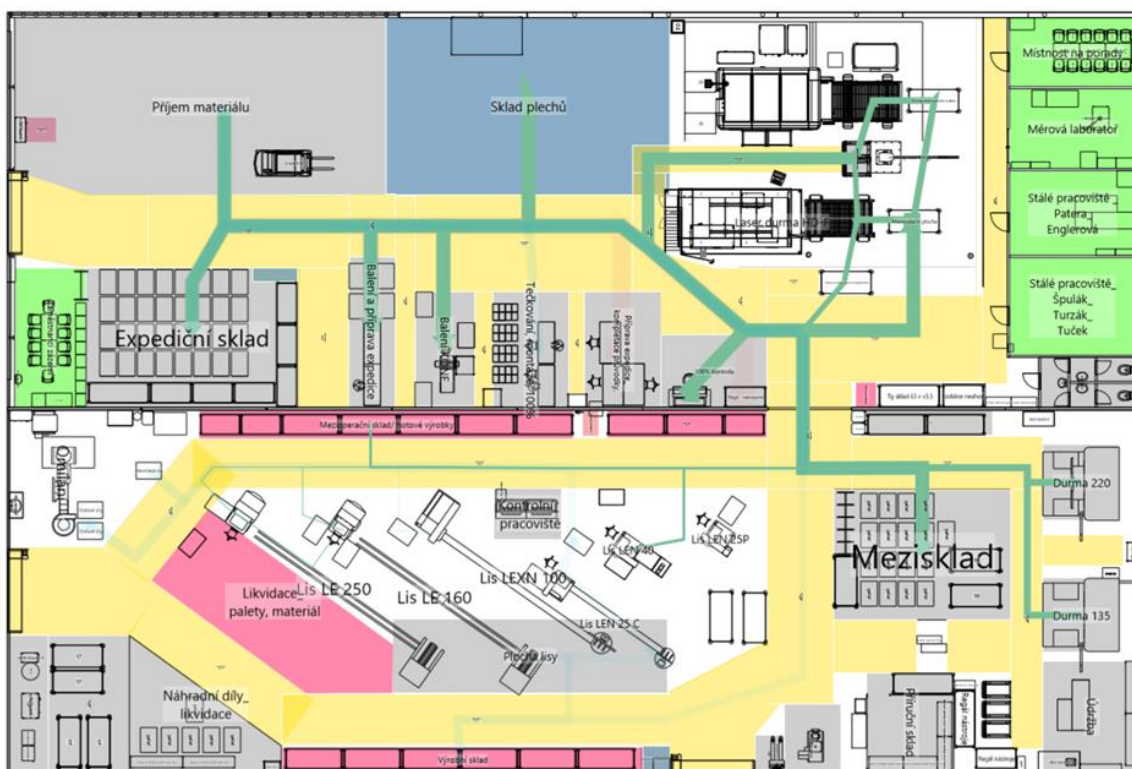
Obrázek 4-34: Materiálový tok – Nakupované díly (Příloha č. 2)



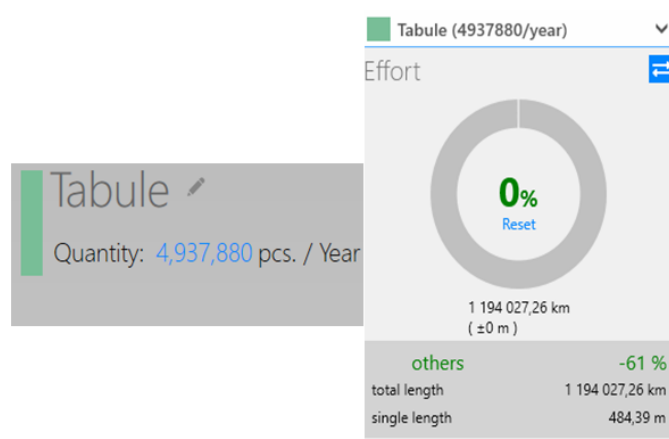
Obrázek 4-35: Převážní vzdálenost, objem výroby

4.5.3 Materiálový tok – Tabule

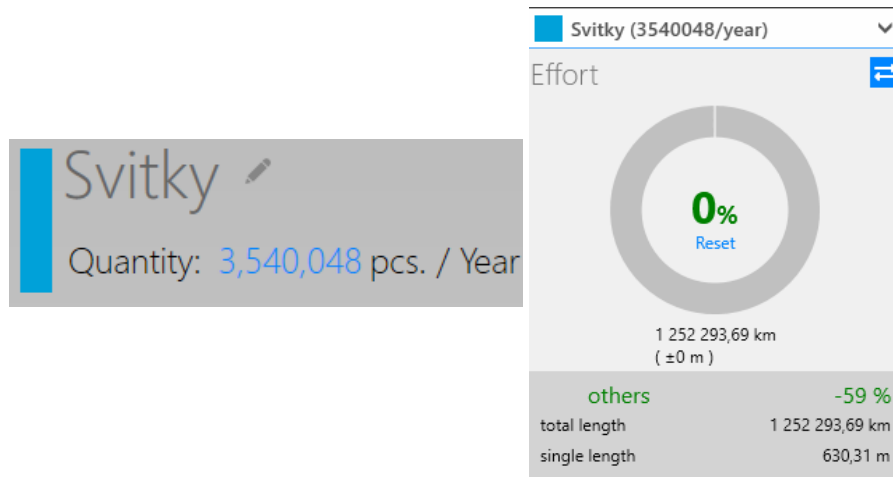
Materiálový tok plechových tabulí je zobrazen na Obrázek 4-36. Jako první se materiál dostává do přijímacího skladu, kde probíhá vstupní kontrola a následně je uskladněn ve skladu plechů. Ze skladu je materiál spotřebováván na laseru Durma nebo Nukon, kde se materiálový tok tabulí dělí mezi tyto dva stroje 50 % na 50 %. Výřezy jsou na pracovišti skládány na paletu a následně umístěny do meziskladu ve výrobní hale u ohraňovacích strojů. Podle typu jsou výřezy dále rozdělovány na pracoviště lisu a ohraňovacího stroje. Pokud jsou výřezy určeny na lis, tak jsou plechy částečně zohýbány a následně odeslány k dokončení na ohraňovací stroj. Z ohraňovacího stroje se hotové výrobky odváží zpět do meziskladu. Odtamtud jsou při jejich expedici převáženy na pracoviště kontroly a následně balení Z1. Po zabalení požadovaných kusů je paleta s kusy odvezena k zabalení a připravena do expedičního skladu na expedici.



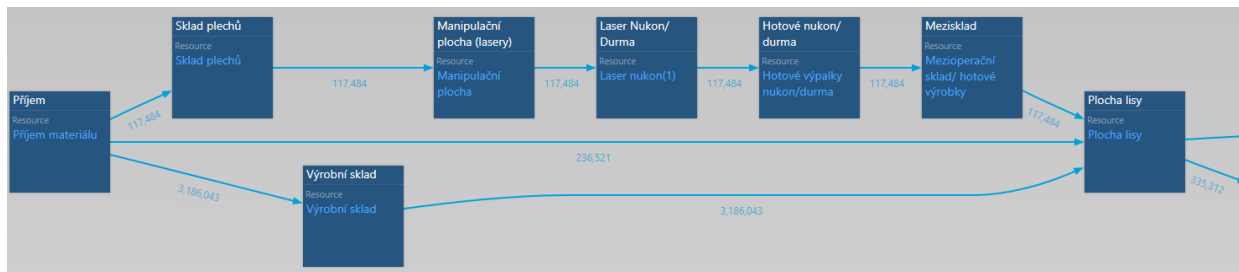
Obrázek 4-36: Sankeyův diagram – Tabule



Obrázek 4-37: Převážní vzdálenost, objem výroby



Obrázek 4-40: Převážná vzdálenost, roční objem



Obrázek 4-41: Ukázka materiálového toku – svitky (Příloha č. 2)

4.6 Využití ploch

Po určení jednotlivých materiálových toků je potřeba znázornit využití plochy ve výrobní hale. Ty byly stanoveny v rámci měření ve výrobní hale. Kritickou plochou lze označit obsazení manipulačních uliček (Transportation), ta zabírá největší podíl z celkového prostoru výrobní haly. Manipulační uličky nejsou z velké části definované potřebnou zónou, když je manipulační ulička definovaná, není definovaná k aktuálnímu stavu, tudíž je potřeba stávající manipulační uličky aktualizovat. Druhou nejpočetnější položkou je skladovací prostor (Storage). Takřka polovina celkové plochy skladových prostor je tvořena s příjmem materiálu a skladem plechů. Tato oblast bude předmětem racionalizace a zavedením skladového hospodářství, lze docílit efektivnějšího využití skladovacích prostor. Při snímkování a měření dále byl zjištěn stav pomocných ploch (Auxiliary), nelze říci, že tyto plochy mají přesné využití, souží spíše jako pomocné, například na odkládání náhradních dílů, palet, paletových ohrad, a dalších manipulačních prostředků. Lze mezi nimi nalézt právě i ostavené díly z výroby, svítky, materiál k likvidaci, různé druhy náradí. Stejně jako u skladových prostor budou tyto plochy předmětem racionalizace. Cílem racionalizace je zejména zefektivnění prostorového uspořádání a nalezení místa pro nové výrobní zařízení.



Obrázek 4-42: 2D layout haly včetně využití ploch

5 Návrh změny prostorového uspořádání

V této kapitole budou popsány tři varianty, které se týkají změn prostorového uspořádání výrobních, skladovacích, manipulačních a administrativních ploch včetně jejich vybavení. Pro každou variantu byl vytvořen layout ve 2D a 3D formě, využití ploch pomocí programu VisTable. Pro všechny varianty jsou představeny změny v materiálových tocích v podobě sankeyova diagramu.

5.1 Varianta 1

První varianta se snaží o řešení s minimálním počtem přesunů. V obou výrobních lodích haly jsou definovány manipulační uličky v závislosti na převáženém nákladu o rozměrech 3400 a 2400 mm. V závislosti na přetvoření uliček se rozšířila jejich průjezdnost o téměř 100 %, viz Obrázek 5-1. V reakci na rozšíření průjezdu vedle laseru Durma, došlo k racionalizaci oblasti kontroly/montáže/balení/balení Z1. Dále dochází k definování manipulační zóny pro hotové výrobky delších rozměrů z laseru Durma. V rámci bezpečnosti a dodržení požadované šířky uličky u laserů je potřeba skladovat kovové boxy u stěny laseru Durma. Toto variantní řešení počítá s odstraněním Lisu PVE 100S/1M (inv. č. 12). Místo toho lisu se dochází k částečnému přesunutí Údržby. Uvolněné místo vyhovuje pro umístění nového výrobního zařízení Xpert 40.

Variantní řešení navrhuje prostorové uspořádání automatizovaného výrobního střediska, které čítá nové stroje: odporová svářečka, navařovací lis, robot Comau 110. Dále je zde vymezen prostor pro budoucí rozšíření o gravírovací zařízení. Díky pojezdovým (vysouvacím stolům) se zmenší plocha meziskladu o šířku uličky. V závislosti na rozměrech kleci, je potřeba přesunout regály naproti meziskladu.

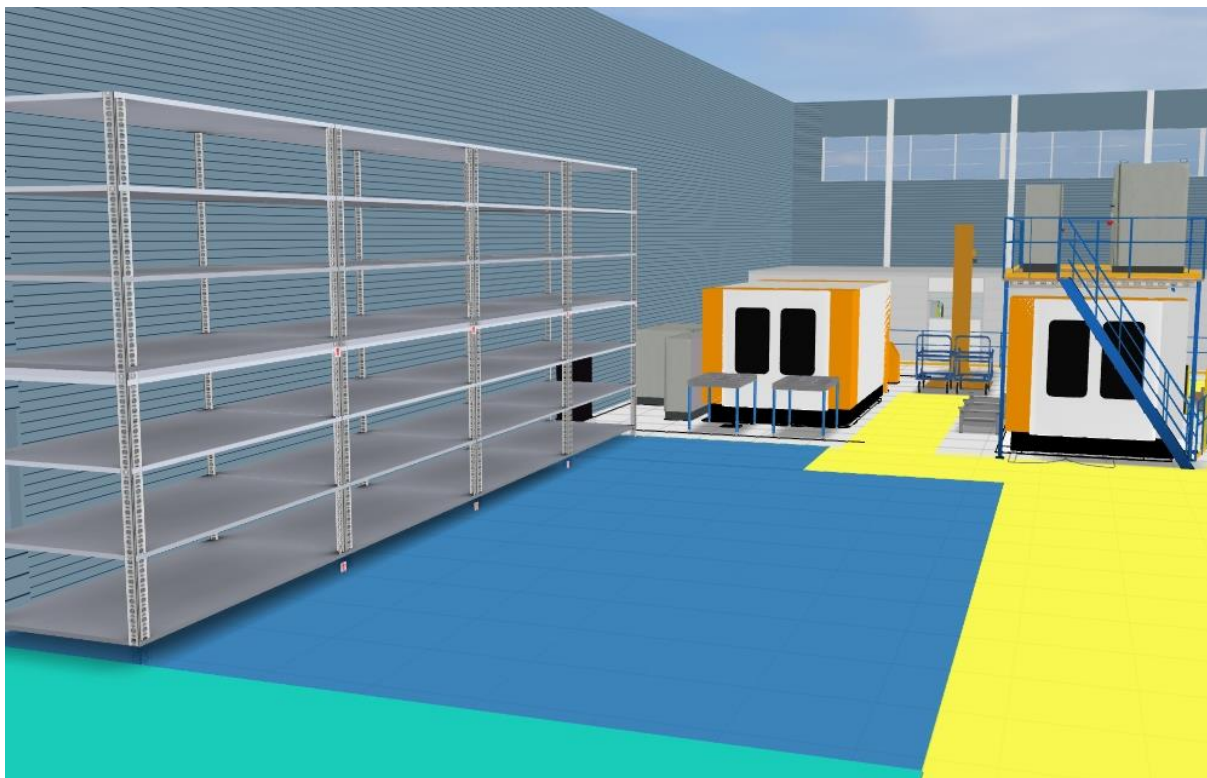
Dalším návrhem pro uspořádání a implementaci ovinovacího stroje EXP – 26 je plocha expedice. Plocha expedice se nepatrně rozšířila z důvodu využití stávajících regálů, jež přesahují do manipulační uličky, z důvodu nutnosti udržení plné využitelnosti a přístupnosti paletových regálů. V reakci na tento efekt se dodatečně manipulační ulička posunula o přesahující rozměr. Regály jsou umístěny do tvaru L. Dále tato varianta doporučuje uklizení a vydefinování dílů pro likvidaci. Sklad plechů lze rozšířit o vysoko zátěžové regály, určené pro skladování plechů. Změny materiálového toku jsou blíže zachyceny v Příloze č. 2



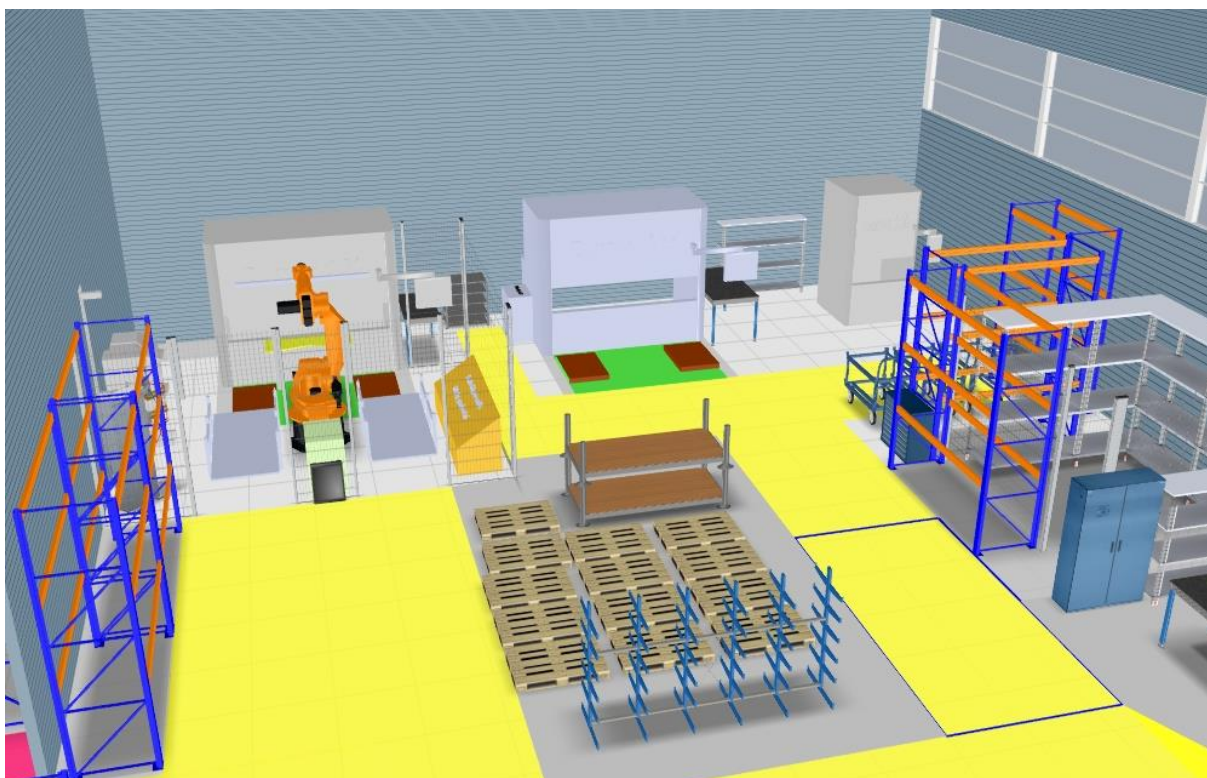
Obrázek 5-3: Expediční sklad – Varianta 1



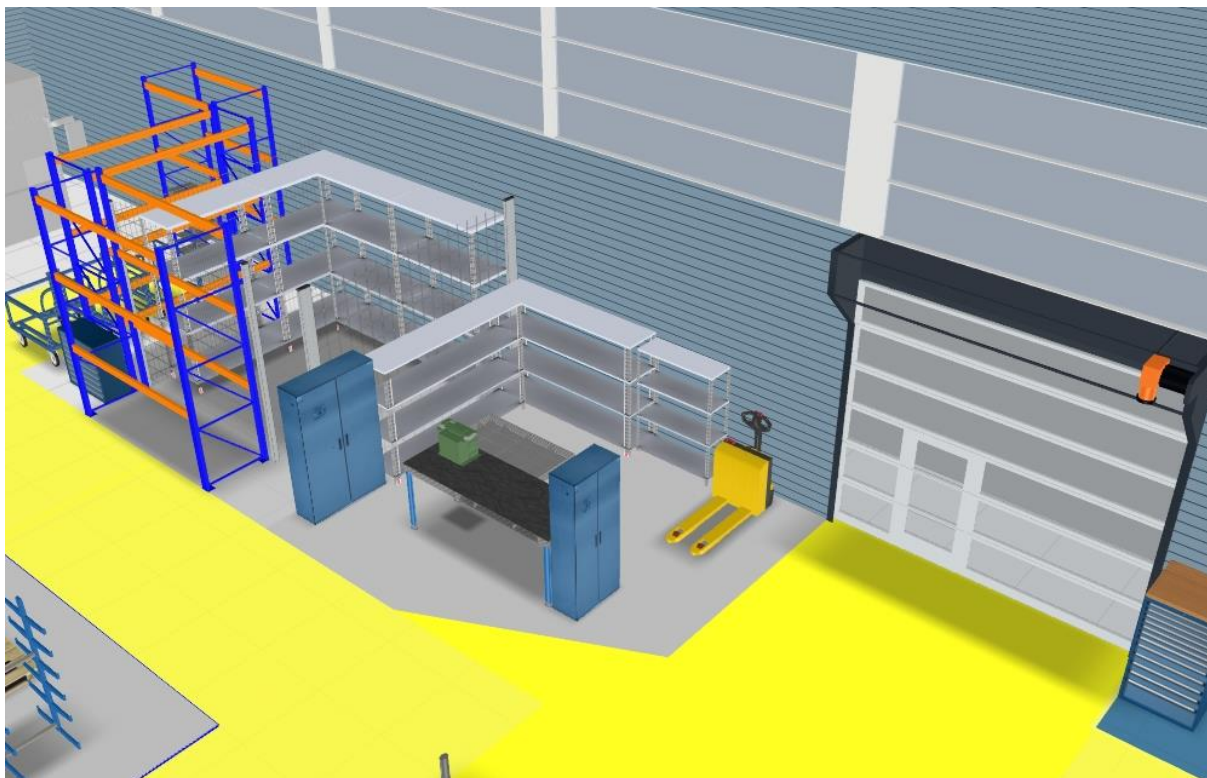
Obrázek 5-4: Pracoviště Z1 – Varianta 1



Obrázek 5-5: Regálový skladový systém – Varianta 1



Obrázek 5-6: Pracoviště s ohraňovacími lisy – Varianta 1



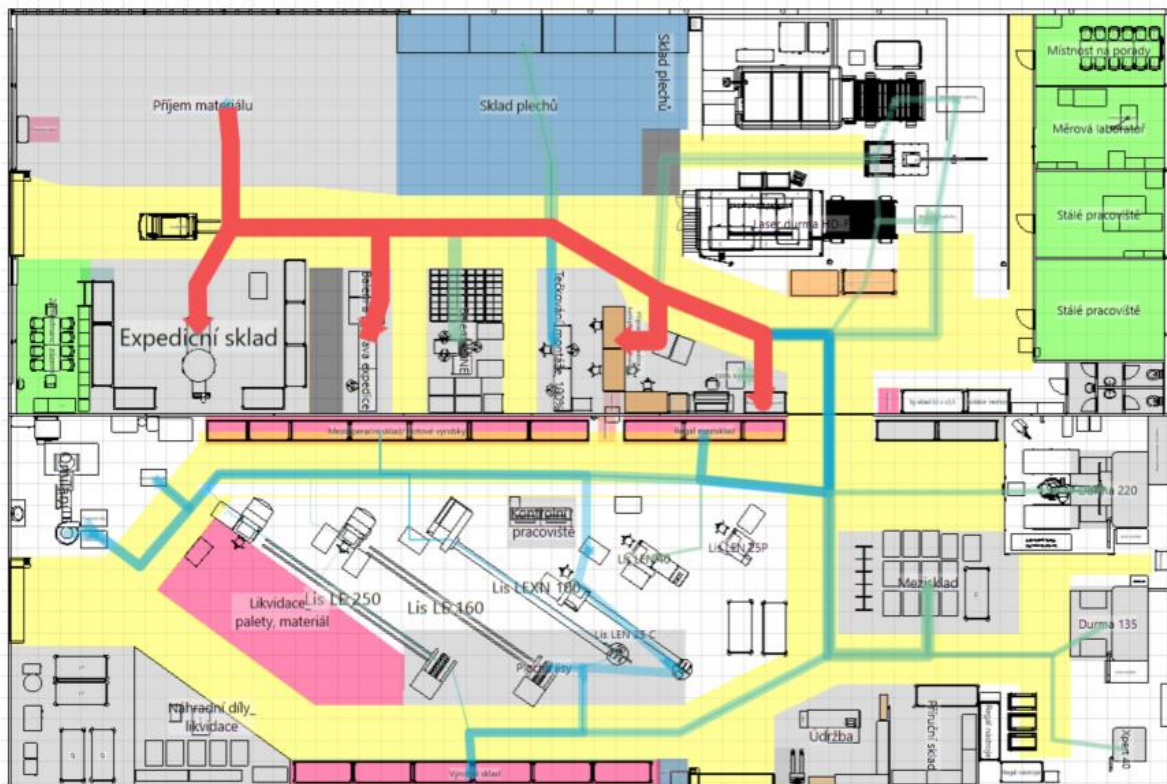
Obrázek 5-7: Pracoviště údržby – Varianta 1



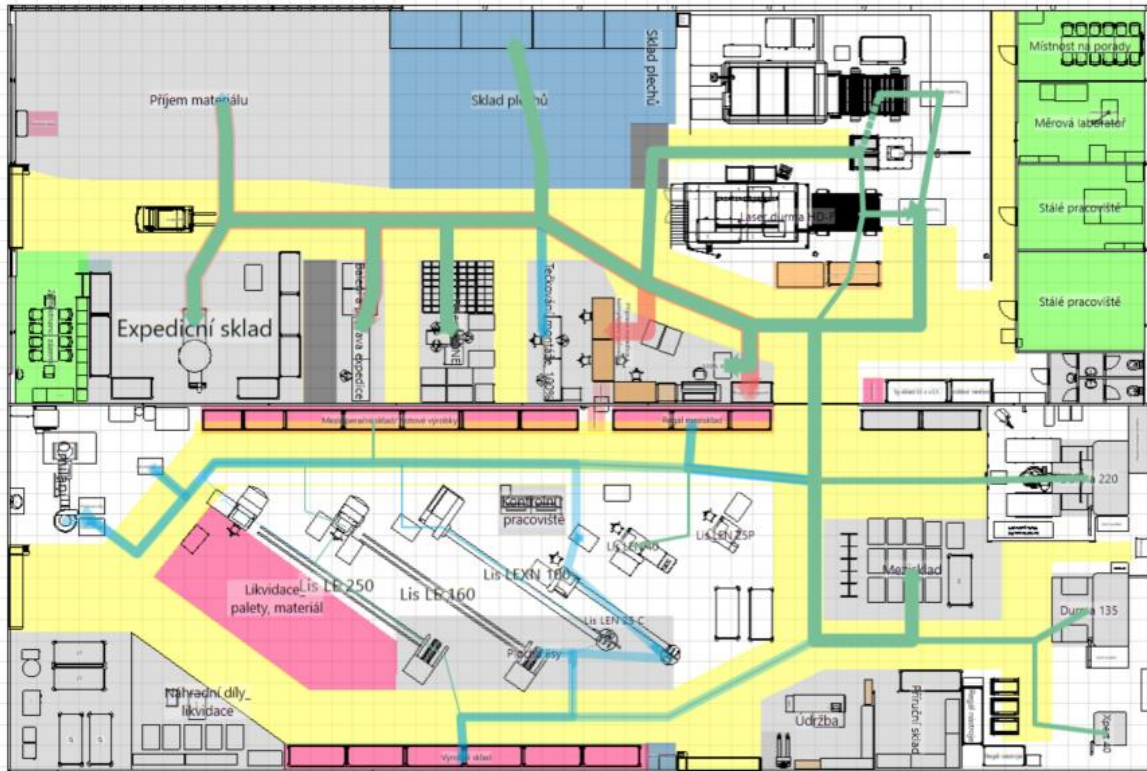
Obrázek 5-8: 2D Layout haly včetně využitých ploch - Varianta 1



Obrázek 5-9: Sankeyův diagram svitků – Varianta 1



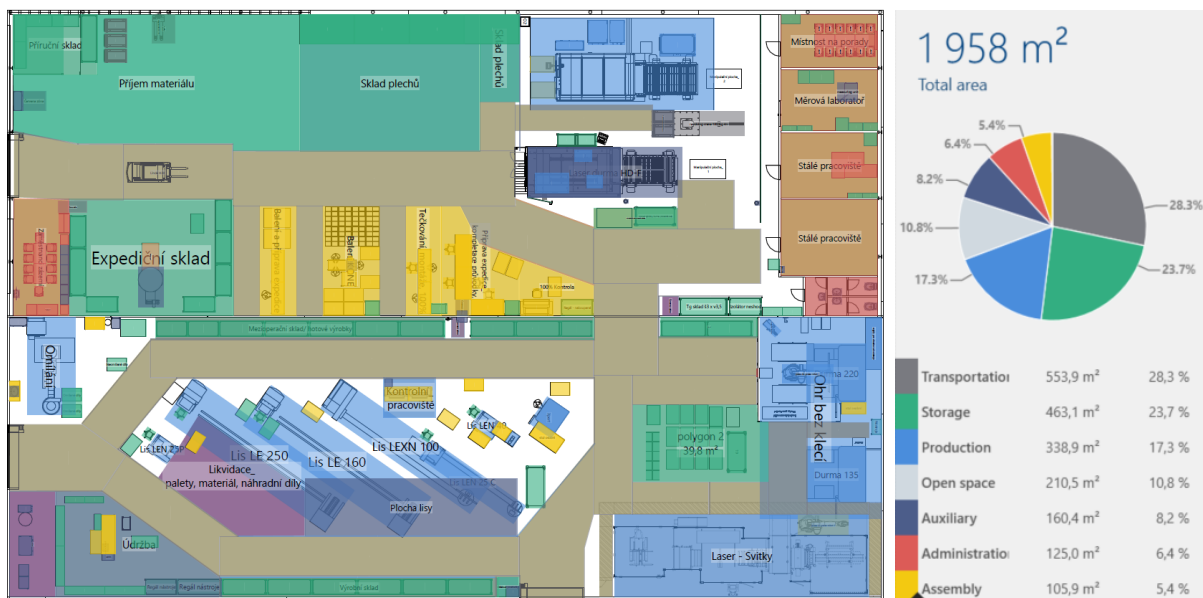
Obrázek 5-10: Sankeyův diagram nakupovaných dílů – Varianta 1



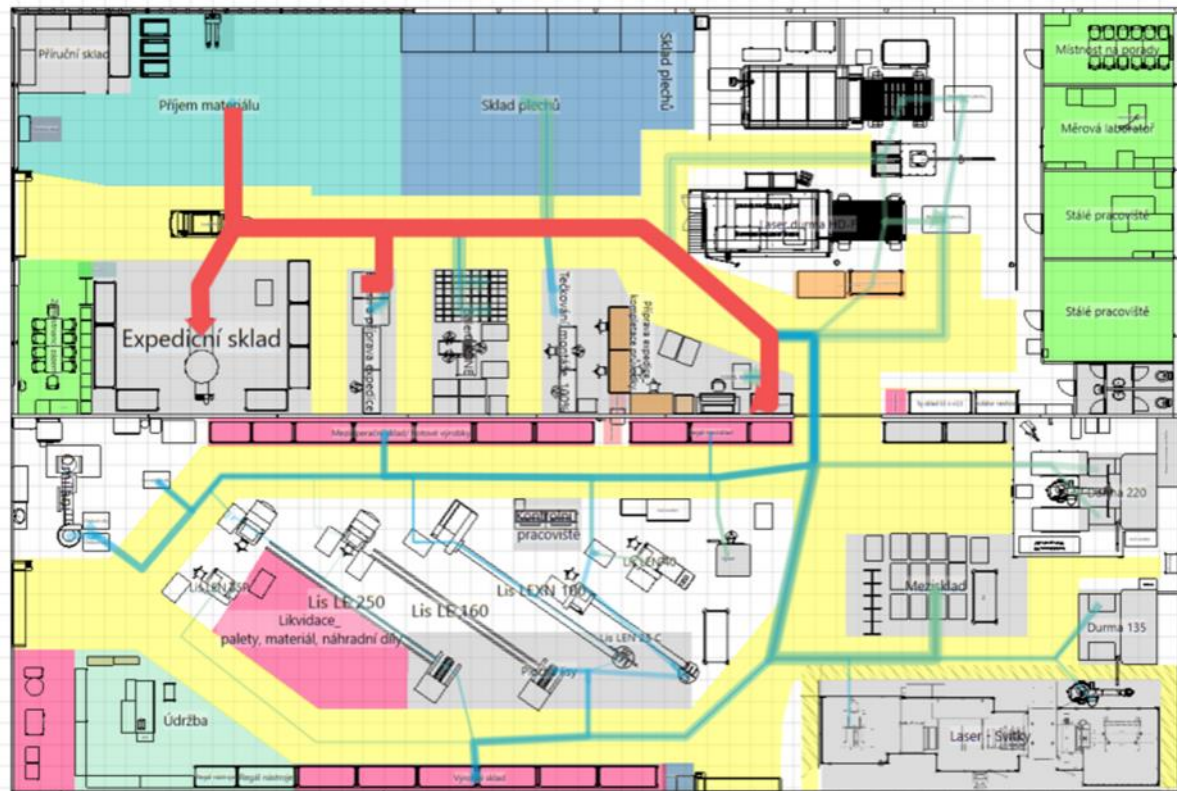
Obrázek 5-11: Sankeyův diagram plechových tabulí – Varianta 1



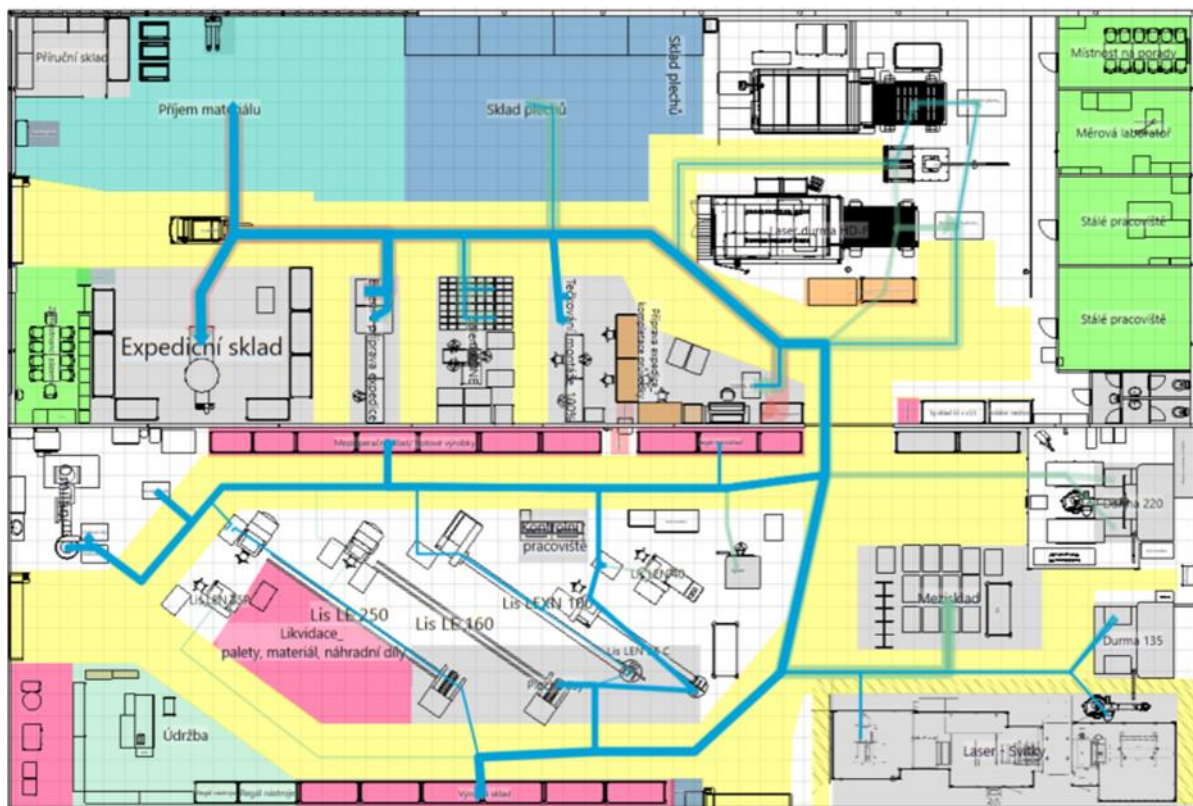
Obrázek 5-13: 3D Layout haly - Varianta 2



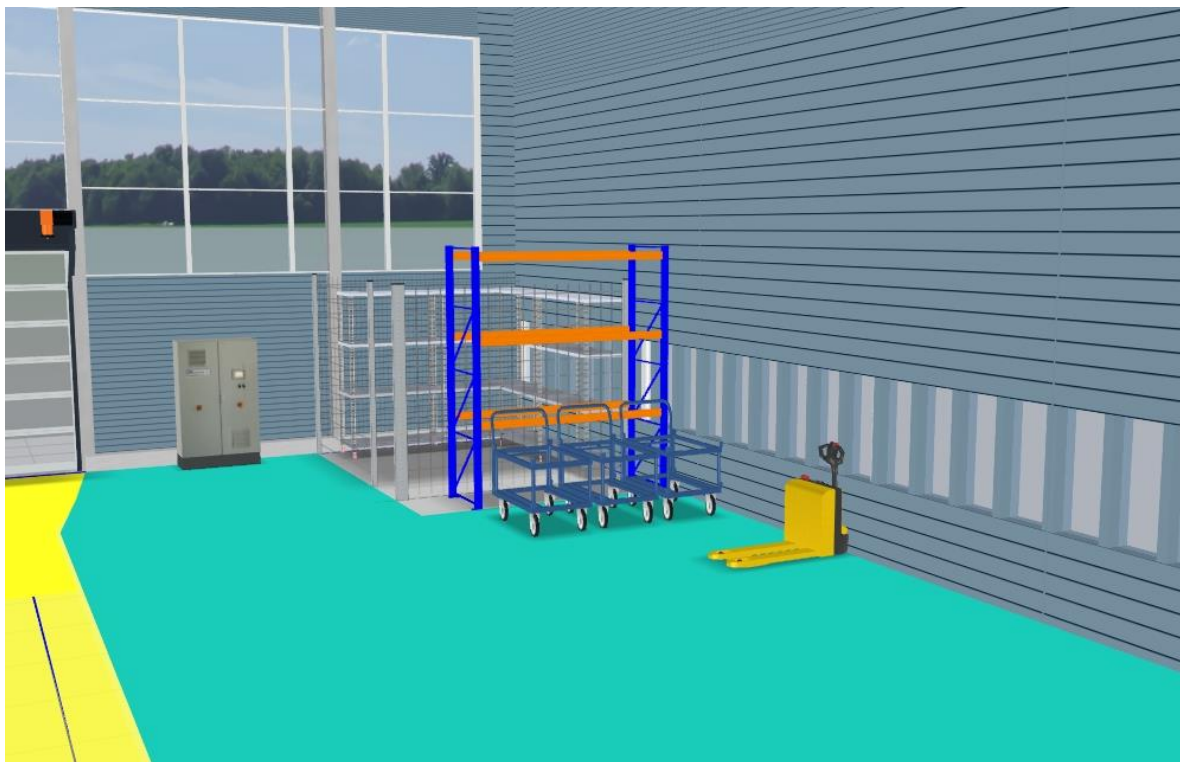
Obrázek 5-14: 2D Layout haly včetně využitých ploch - Varianta 2



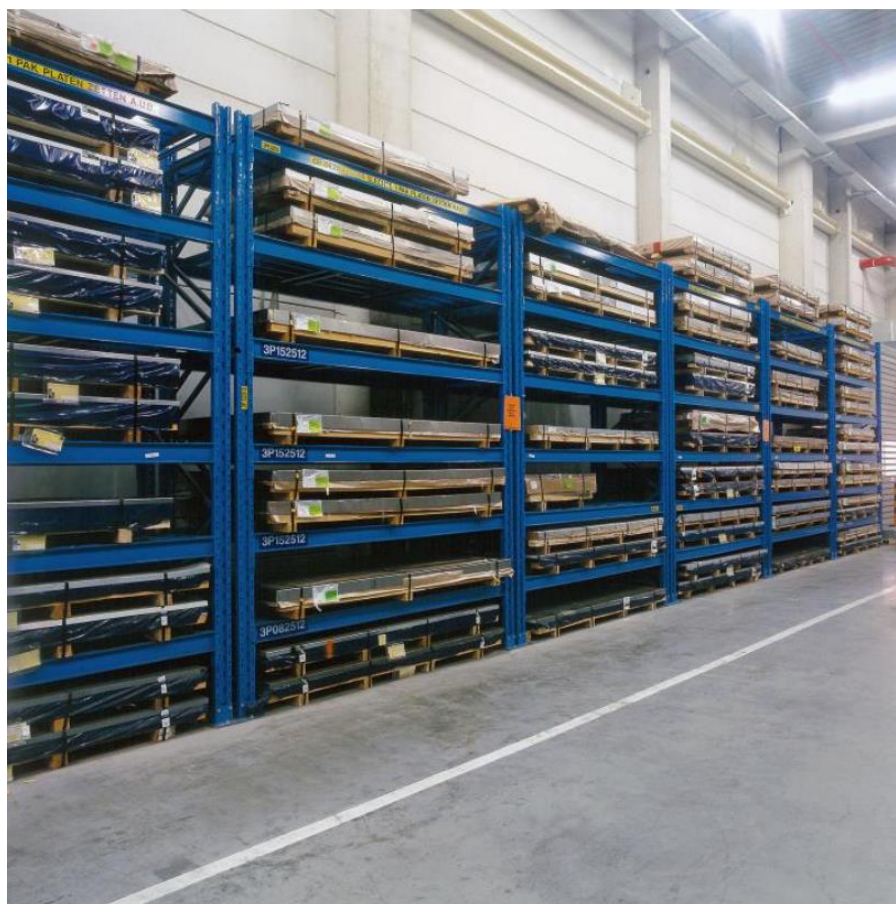
Obrázek 5-15: Sankeyův diagram nakupovaných dílů – Varianta 2



Obrázek 5-16: Sankeyův diagram svitků – Varianta 2



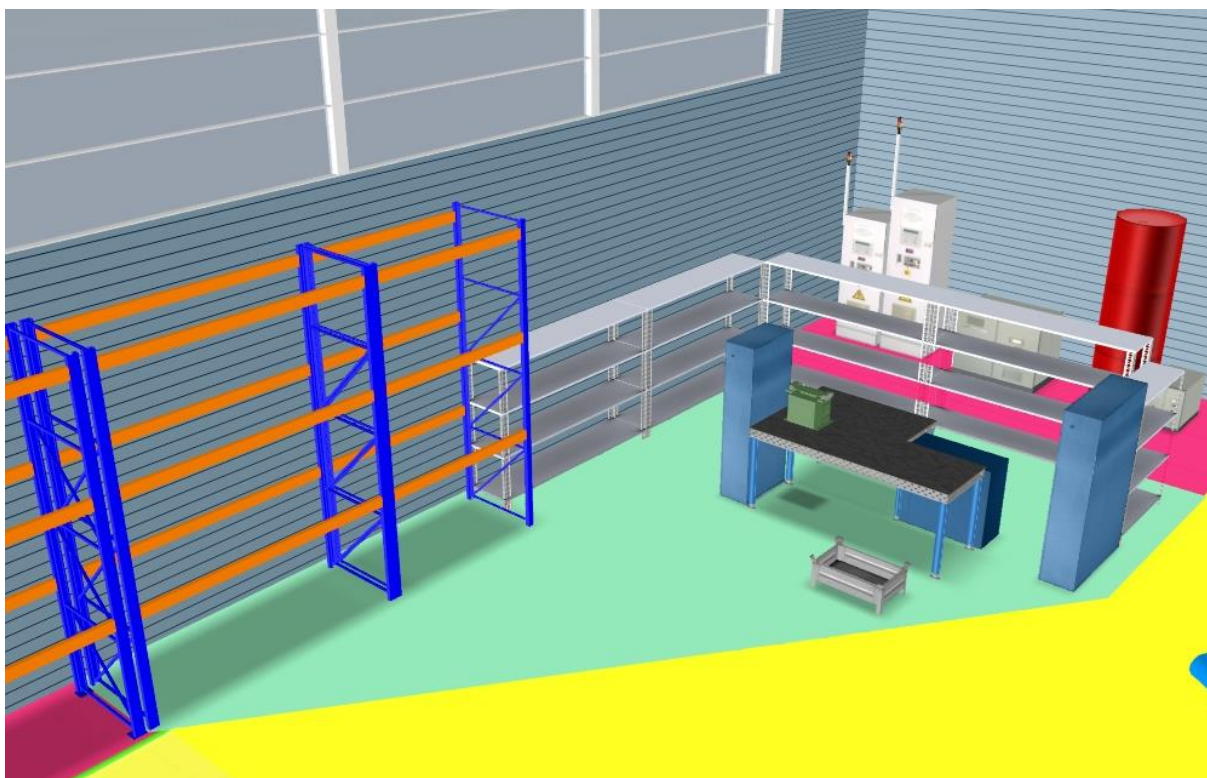
Obrázek 5-19: Příručí sklad – Varianta 2



Obrázek 5-20: Regál s vysokou nosností [35]



Obrázek 5-21: Implementace stroje Xpert 40 a robota u ohraňovacího lisu – Varianta 2



Obrázek 5-22: Pracoviště údržby – Varianta 2

5.3 Varianta 3

Třetí varianta je podobná předchozí variantě v tom, že počítá s přesunem lisu LEN 25P a implementací stroje Xpert 40 a zařízení pro odporové svařování, nového laseru pro řezání plechů ze svítků a robota Comau 110. V tomto řešení je přesunut příruční sklad do prostoru příjmového skladu, odstraněn lis PVE 100S/1M (inv. č. 12) a pracoviště údržby je přesunuto na místo náhradních dílů a likvidace.

Tato varianta dále počítá s automatizovaným skladovým systémem pro skladování plechů, viz Obrázek 5-26. Pro lepší manipulaci s plechovými tabulemi k laserům byly lasery otočeny o 180°. Pro lepší manipulaci došlo k eliminaci jeřábu. Jeřáb byl nahrazen manipulátorem LiftMaster od společnosti Trumpf, který je primárně určený k manipulaci plechů. Vzhledem k hrubému návrhu a rozsahu aplikovaných změn, tato varianta neřeší materiálové toky, nýbrž jen využití ploch. Zázemí pro zaměstnance bylo přesunuto do patra nad kanceláři. Díky tomu došlo k rozšíření plochy pro expedici.

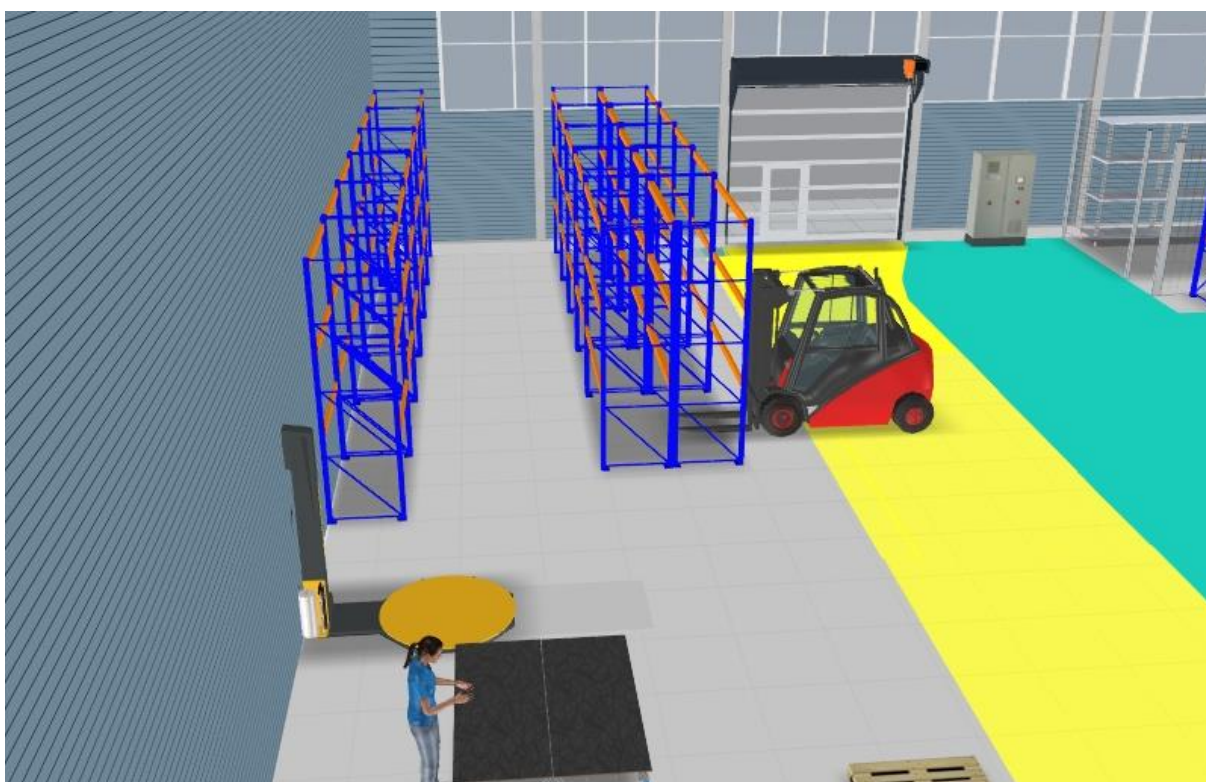
Sklad je vybaven regály, které jsou obsluhovány vysokozdvizným vozíkem Obrázek 5-25. Změny se týkají také pracoviště 100 % kontroly, montáže, balení a balení Z1. Prostor zmíněných pracovišť je koncipován tak aby tvořil tzv. linku, ta je tvořena stoly, jež jsou spojeny a prostor mezi nimi je dostačující pro projetí manipulačního zařízení, jež veze europaletu. Sklad je nově tvořen 15 regály s umístěním ovinovacího zařízení na začátku skladu, tak aby byl v souladu s pracovním postupem. Toto prostorové uspořádání skladu zajišťuje jednodušší přístup pro skladníky, a to přístupem z uličky. Dále je sklad přiblížen dveřnímu otvoru. Schéma a změny materiálového toku viz příloha č. 2.



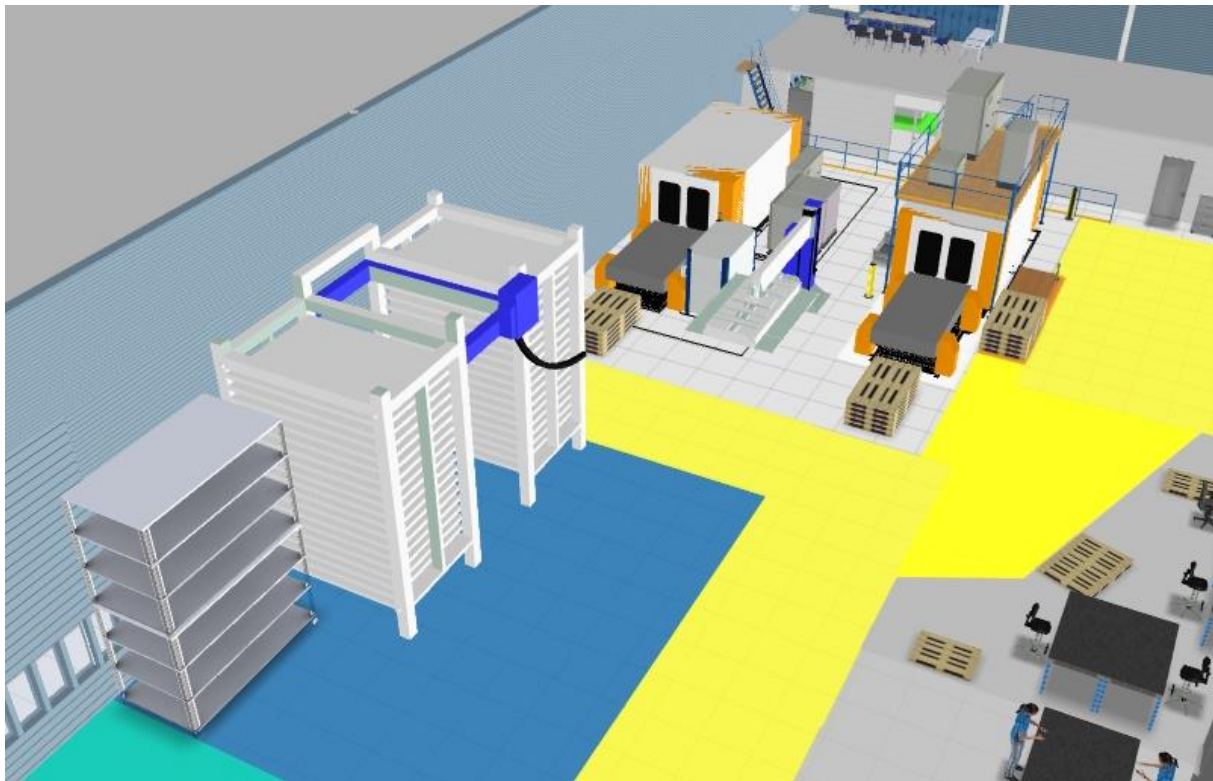
Obrázek 5-23: 2D Layout - Varianta 3



Obrázek 5-24: 3D Layout - Varianta 3



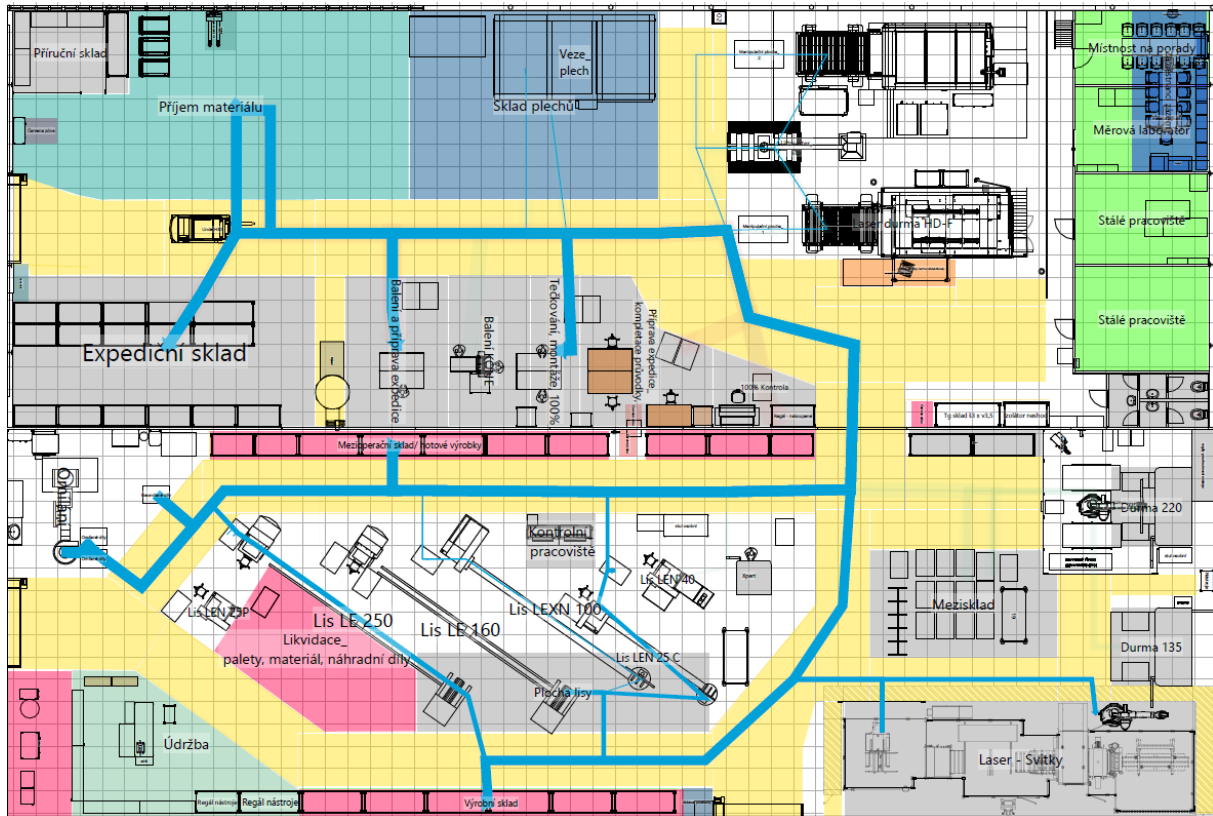
Obrázek 5-25: Expediční sklad – Varianta 3



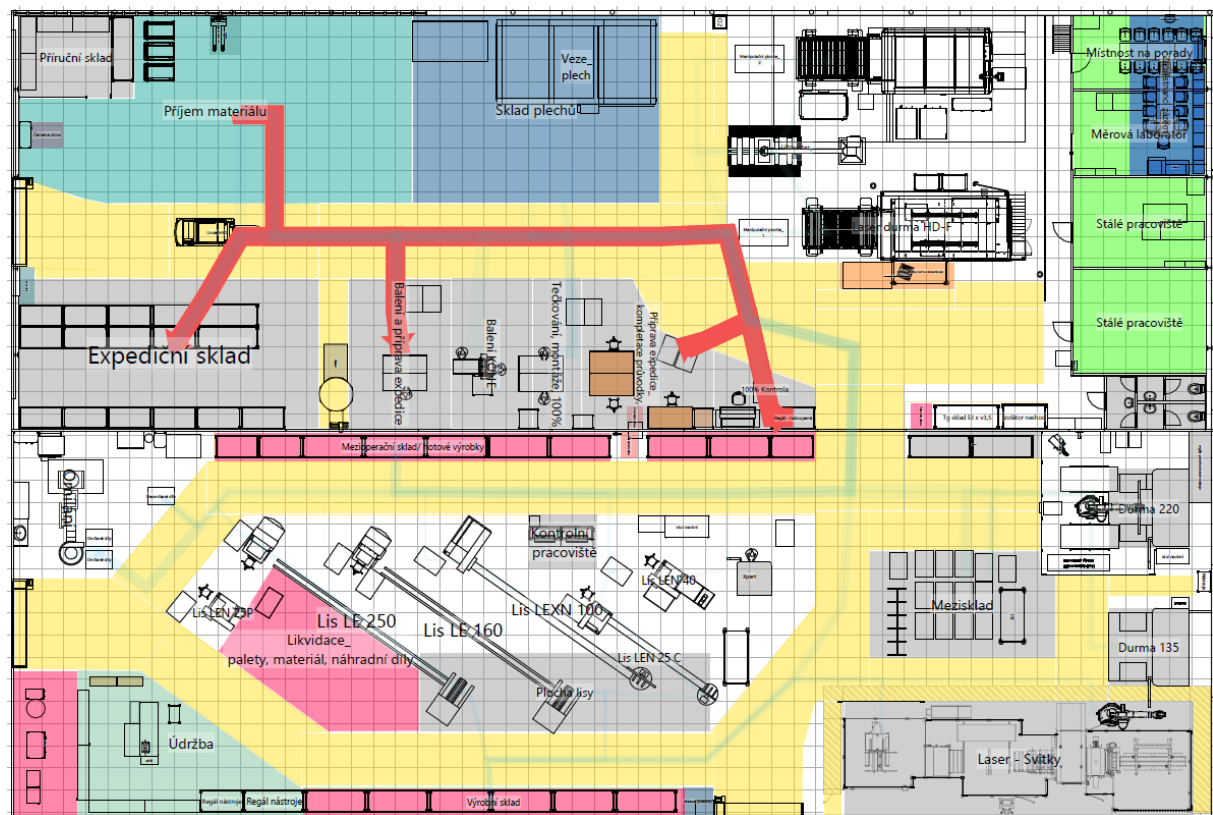
Obrázek 5-26: Sklad plechových tabulí – Varianta 3



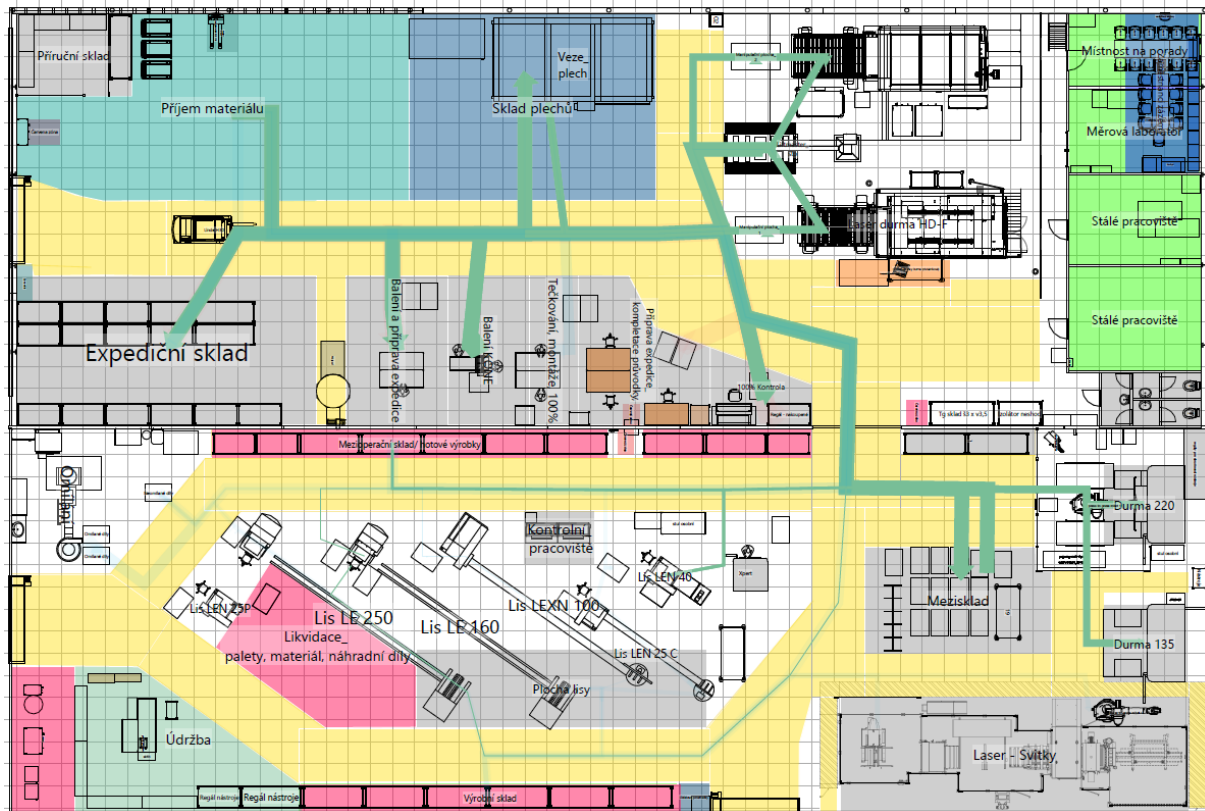
Obrázek 5-27: Layout haly včetně využitých ploch - Varianta 3



Obrázek 5-28: Sankeyův diagram světků – Varianta 3



Obrázek 5-29: Sankeyův diagram nakupovaných dílů – Varianta 3



Obrázek 5-30: Sankeyův diagram plechových tabulí – Varianta 3

6 Vyhodnocení a doporučení

Tato kapitola představuje jednotlivé parametry, které byly sledovány při sestavování prostorového uspořádání, jedná se o materiálové toky, kapacita paletových míst a na základě dílčích kritérií představuje vícekritériální analýzu variant. Na základě jednotlivých analýz vzniká závěrečné doporučení nejvýhodnější varianty.

Materiálové toky

Na základě posbíraných dat a vytvoření dílčích návrhů prostorového uspořádání bylo vytvořeno srovnání délek jednotlivých materiálových toků. Varianta 1 se zde jeví jako nejlepší varianta, z důvodu implementace nových zařízení, nicméně postrádá implementaci laseru, jež zpracovává plechové svitky. Materiálový tok (tabule) pro variantu 1 nabývá na délce, zejména díky implementaci nových zařízení uvedených v kapitole 5.1. Z pohledu materiálového toku pro svitky dochází k optimalizaci a redukuje se délka o 29 metrů. Materiálový tok nakupovaného materiálu je zkrácen o 3 metry oproti celkovému stavu, je tomu díky uspořádání pracovišť v úseku kontroly, montáže a balení. Celková suma materiálových toků varianty 1 poukazuje na prodloužení materiálového toku o 42 metrů oproti současnému stavu.

Varianta 2 nabývá vyšších hodnot, díky implementaci laseru pro zpracování plechových svitků, o celých 120 metrů. Prodloužení vzniká potřebou manipulace plechových svitků z výrobního skladu přímo k zařízení. Dále dochází i k prodloužení materiálového toku tabulí, kde je větší vzdálenost od meziskladu pro ohraňovací lis Xpert 40 než ve variantě 1. Celková suma dílčích vzdáleností materiálových toků, poukazuje na prodloužení o 217 metrů.

V případě analýzy materiálových toků tabulí dochází ve variantě 3 k úspoře 29 metrů oproti současnému stavu. Je tomu díky otočení laserů směrem ke skladu plechů a implementaci manipulačního ramene Liftmaster. V případě materiálového toku svitků dochází k drobné změně oproti variantě 2, a to díky odlišnému rozložení úseku montáže, kontroly, přípravy. Celková suma těchto vzdáleností poukazuje na prodloužení o 69 metrů.

Tabulka 4 – Vzdálenosti materiálových toků

Materiálový tok [m]	Tabule	Svitky	Spojovací mat.	Celkem	Srovnání s výchozím stavem
Současný stav	484	630	93	1208	0,00%
Varianta 1	560	601	89	1250	3,54%
Varianta 2	586	750	89	1425	17,98%
Varianta 3	455	733	89	1277	5,71%

V rámci sledování využití dílčích ploch, bylo sestaveno vyhodnocení znázorňující zjištěné úspory, či rozšíření rozdílných kategorií ploch, viz Tabulka 5. Výchozím stavem hodnocení je současný stav, číslice označené zeleně dosahují určité pozitivní změny. Červené čísla se nacházejí zejména u varianty 1. U varianty 1 nelze s požadavkem minima přesunů dosáhnout úspory pomocných ploch. Žluté hodnoty značí neutrální změnu oproti současnému stavu.

Tabulka 5 – Srovnání využití ploch jednotlivých variant

Druh plochy [m ²]	Současný stav	V1	V2	V3
Přepravní	564,9	551,6	553,9	531,5
Úložný prostor	540,8	521	463,1	474,7
Volná	223,5	205,4	210,5	206,3
Výroba	213,7	260,3	338,9	354,3
Pomocné	170,8	170,7	160,4	159,5
Administrace	143,5	144,2	143,5	101,2
Montáž a balení	100,5	104,5	105,9	129,9

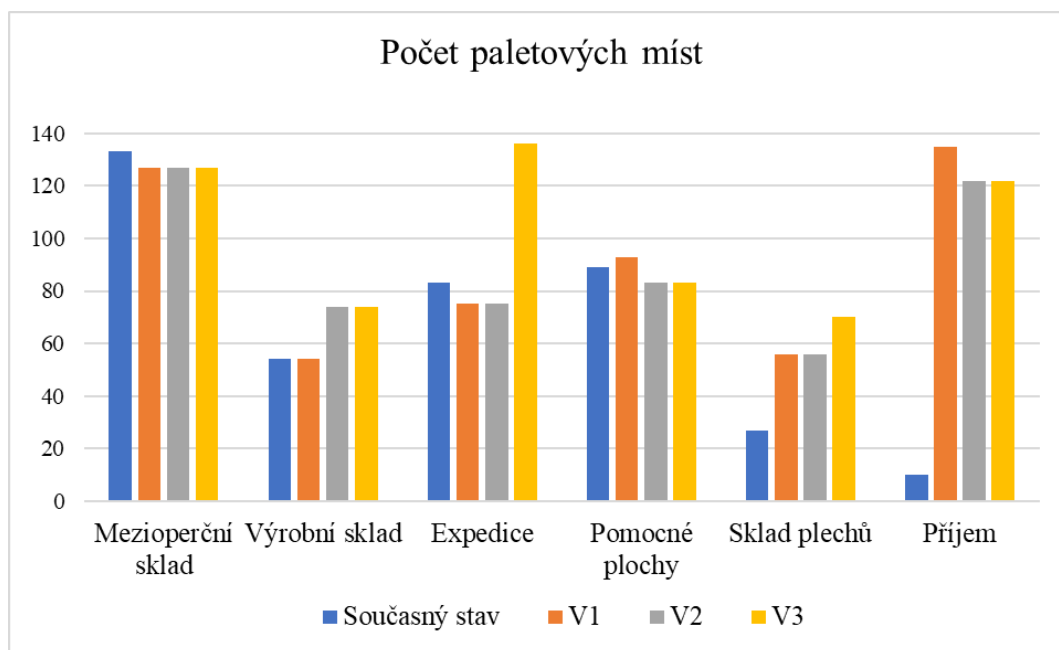
Paletová místa

Další oblastí pro hodnocení zefektivnění prostorového uspořádání, je změna počtu paletových míst vzhledem k současnému stavu. Ve všech variantách dochází ke zvýšení paletových míst. Ke zvýšení dochází zejména kvůli navýšení kapacity příjmu, kde v současné době je skladován přebytečný materiál, jako jsou prázdné palety, stroje určené pro implementaci a materiál pro likvidaci.

Tabulka 6 – Počet paletových míst

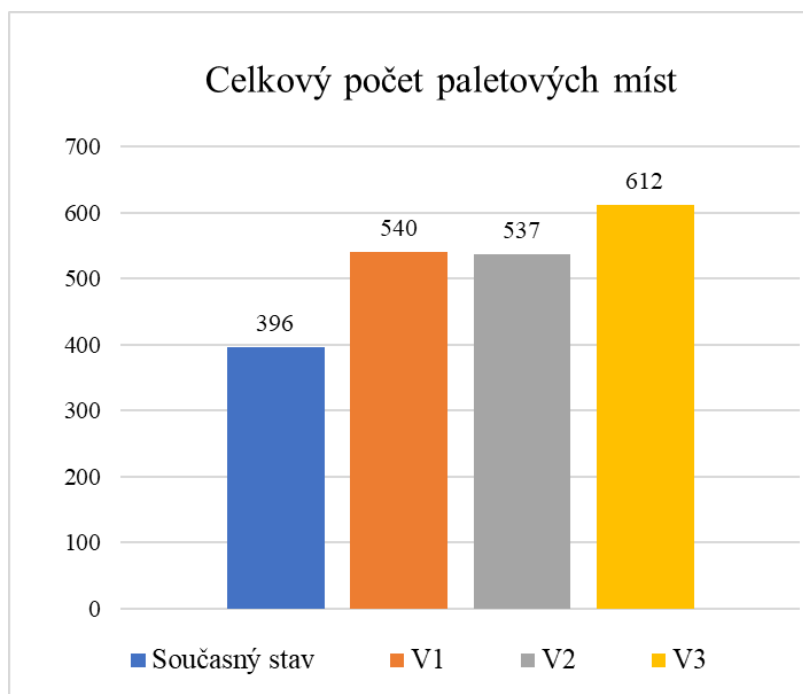
	Současný stav	V1	V2	V3
Mezioperační sklad	133	127	127	127
Výrobní sklad	54	54	74	74
Expedice	83	75	75	136
Pomocné plochy	89	93	83	83
Sklad plechů	27	56	56	70
Příjem	10	135	122	122
Celkem	396	540	537	612
Navýšení	0%	36,36 %	35,61 %	54,55 %

Je nutno také zmínit paletová místa v prostorách expedice, kde dochází k poklesu počtu paletových míst u variant 1 a 2. Pokles nastává vzhledem k racionalizaci procesu skladování výrobků určených k expedici, jedná se o změnu skladování z volného skladování na skladování v regálech. Varianta 3 udává prudký vzrůst, počtu paletových míst viz . Nárůst je zapříčiněn přesunutím administrativní plochy, jež je definovaná jako zaměstnanecké zázemí. Toto zázemí bylo přesunuto nad zasedací místnost do druhého patra, viz Obrázek 5-26.



Graf 7 – Počet paletových míst

Sklad plechů, jež v současném stavu podléhá špatné organizaci skladování, ve variantních řešeních dosahuje více jak dvojnásobné kapacity díky zavedení regálu s vysokou nosností, speciálně určených pro skladování plechů. Varianta 3 zároveň díky své větší míře automatizace dosahuje větší kapacity paletových míst díky zavedení automatizovaného skladového systému.



Graf 8 – Celkový počet paletových míst

K největšímu nárůstu kapacit paletových míst, dochází u varianty 3, oproti současnému stavu dochází k navýšení kapacit o 54,55 %. Téměř podobně dochází k navýšení o 36,31 % u varianty 1 a navýšení o 35,61 % vůči současnému stavu u varianty 2.

Zhodnocení variant

Zhodnocení variant se zaměřuje na vícekritériální analýzu. Pro určení nejlepší varianty, je využita metoda váženého součtu. Prvním krokem při této analýze je definování důležitosti jednotlivých kritérií viz Tabulka 7 – Stanovení váhy dílčích kritérií. Následně se přiřadí bodové ohodnocení, a to tak, že nejvíce bodů dostává nejdůležitější kritérium, například kritérium „investiční náklady“ – 7 bodů, „implementace strojů“ – 6 a tak dále. Dále jsou stanoveny podílem celkového počtu bodů a bodového ohodnocení jednotlivé varianty jednotlivé váhy.

Tabulka 7 – Stanovení váhy dílčích kritérií

Hodnotící kritérium (k_n)	Pořadí důležitosti	Body	Váhy
Implementace strojů	2.	6	0,21429
Míra automatizace	7.	1	0,03571
Materiálové toky	5.	3	0,10714
Využití výrobní plochy	6.	2	0,07143
Kapacity paletových míst	3.	5	0,17857
Náročnost reorganizace	4.	4	0,14286
Investiční náklady	1.	7	0,25
Celkem		28	1

V Tabulka 8 jsou zobrazeny hodnoty pro dílčí kritéria. Dalším krokem této analýzy je určení povahy daného kritéria, rozdělujeme mezi maximalizační a minimalizační povahou o dle výše požadovaných hodnot. Zároveň jsou tyto hodnoty výchozími údaji pro sestavení kritériální matice (Obrázek 6-1).

Tabulka 8 – Hodnoty dílčích variant

	Imp. strojů [ks]	Míra automatizace [body]	Hmotné toky [%]	Využití plochy [poč. klad. změn]	Kapacity palet. míst [p. míst]	Náročnost reorganizace [body]	Investiční náklady [body]
V1	3	5	3,54	4	540	3	3
V2	4	8	17,98	5	537	7	7
V3	4	10	5,71	7	612	12	12
Povaha kritérií	max	max	min	max	max	min	min

Kriteriální matice nicméně musí být upravena, tak že veškerá kritéria musí mít maximalizační charakter. Pro minimalizační kritéria určíme nejhorší hodnoty: $k_3 = 17,98$, $k_6 = 12$, $k_7 = 12$. Tyto hodnoty jsou následně odečteny a dochází k přetvoření minimalizačního ohodnocení na maximalizační.

Upravená kriteriální matice Y' má tvar:

$$Y' = \begin{matrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \end{matrix} \begin{bmatrix} 3 & 5 & 14,44 & 4 & 540 & 9 & 9 \\ 4 & 8 & 0 & 5 & 537 & 5 & 5 \\ 4 & 10 & 12,27 & 7 & 612 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Obrázek 6-1 – Kriteriální matice

Dalším krokem je stanovit:

Hypotetické ideální varianty $H = (4; 10; 14,44; 7; 612; 9; 9)$,

Hypotetické bazální varianty $D = (3; 5; 0; 4; 537; 0; 0)$

Příklad výpočtu: Prvek $r_{33} = \frac{y_{33}-D_3}{H_3-D_3} = \frac{12,27-0}{14,44-0} = 0,849$

Normalizovaná kriteriální matice R má tvar:

$$R = \begin{matrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \end{matrix} \begin{bmatrix} 0,00 & 0,00 & 1,00 & 0,00 & 0,04 & 1,00 & 1,00 \\ 1,00 & 0,60 & 0,00 & 0,33 & 0,00 & 0,56 & 0,56 \\ 1,00 & 1,00 & 0,85 & 1,00 & 1,00 & 0,00 & 0,00 \end{bmatrix}$$

Obrázek 6-2 – Normalizovaná kriteriální matice R

V této fázi je nutné vypočítat hodnoty funkce užitku jednotlivých variant. Každý prvek v řádku dané varianty vynásobíme konkrétní vahou z tabulky 7.

Vzorec poté bude vypadat takto:

$$u(V_1) = 0 * 0,25 + 0 * 0,2143 + 1 * 0,1786 + 0 * 0,1429 + 0,04 * 1071 + 1 * 0,07143 + 1 * 0,0357 = 0,507143$$

Tabulka 9 – Hodnoty funkce užitku jednotlivých variant

Hodnoty funkce užitku jednotlivých variant	
$u(V_3)$	0,591042
$u(V_1)$	0,507143
$u(V_2)$	0,477778

Výslednými hodnotami dle metody váženého součtu jsou hodnoty dílčí funkcí užitku, ty jsou seřazeny od nejvyšší po nejnižší (Tabulka 9). Maximální hodnoty užitku dosahujeme u varianty 3 a zároveň je zvolena jako nejlepší možná varianta.

Doporučení

Výsledkem hodnocení dílčích variant pomocí metody váženého součtu je varianta 3, je nutno podotknout subjektivní uvážení váhy jednotlivých kritérií. Jako ideální variantu lze tedy pokládat variantu 3, jež splňuje veškeré požadavky na zefektivnění prostorového uspořádání a rozšíření výroby, implementování všech strojů, kde se zároveň klade velký důraz na automatizaci. Nicméně z hlediska výše investičních nákladů a náročnosti reorganizace je stále nejhorší mezi všemi posuzovanými variantami.

Obecně lze stanovit využití všech variant v delším časovém horizontu, tím pádem odpadá vysoká počáteční investice a dochází k rozložení všech investic spojených se změnou prostorového uspořádání, počínaje investicemi spojenými s realizací varianty 1 a dále navázat investicemi spojenými s realizací varianty 2 a 3.

V rámci výsledků doporučených variant vzniká doporučení z hlediska problémů s obsazením pracovních míst co nejvíce automatizovat výrobu a tím snížit počty pracovníků v rámci výrobního procesu. Automatizace výroby z hlediska návratnosti investice je ideální, když výroba jede v třísměnném provozu nebo nepřetržitě, zde se lze dostat s každým uspořené člověkem na směnu do kladných čísel. V rámci XYZ podniku a charakteristiky jejího provozu, je vhodné uvažovat o automatizaci. Automatizace se obecně v nepřetržitých provozech vyplácí a návratnost investice se pohybuje v rozsahu od 1,5 roku až 3 let.

Závěr

V rámci studie dle zadaných parametrů od společnosti XYZ, byl vytvořen layout současného stavu 2D a 3D formě, který byl založen na přeměření rozměrů a vzdáleností dílčích objektů ve dvou výrobních halách. Dále byly zachyceny materiálové toky, jež byly definovány pro tři kategorie zpracovaných materiálů, jednalo se o materiál: Tabule, svitky, spojovací materiál. Dále byl zachycen aktuální počet paletových míst pro obě výrobní haly. Na základě zhodnocení současného stavu byly vytvořeny 3 varianty prostorového uspořádání.

Navržené varianty byly vytvořeny mimo jiné pomocí identifikace nedostatků, získané pozorováním jednotlivých pracovišť, využití ploch, norem a bezpečnostními nařízeními. Varianty byly porovnány vůči současnému stavu pomocí dílčích kritérií. První varianta prostorového uspořádání je sestavena na základě požadavku na nízký počet přesunů stávajících objektů. Tato varianta navrhuje prostorové uspořádání, které do jisté míry automatizuje stávající ohraňovací zařízení. Zároveň implementuje další stroje jako je zařízení pro odporové svařování, manipulačního robota, ovinovačku, malý ohraňovací lis.

Druhá varianta počítá s velkým počtem přesunů, díky tomu je finančně náročnější, ale za to mimo výše zmíněných strojů umožňuje implementaci zařízení pro zpracování plechových svitků. V důsledku byly přesunuty plochy údržby, skladu, odstranění lisu PVE 100S/1M aj. V rámci porřízení ovinovacího zařízení byl reorganizován expediční sklad. Dále byl upraven sklad plechů, s doporučením o rozšíření pomocí vysoko zátěžových regálů pro

Třetí varianta je obdobou druhé varianty a řeší implementaci automatického skladového systému s manipulačním robotem pro plechové tabule, došlo k otočení sestavy laserů o 180°. Tato varianta dále řeší problém se zázemím pracovníků, představuje dvě varianty pro reorganizaci úseku pro balení a výstupní kontrolu i expedičního skladu.

Cílem této studie bylo navrhnout dílčí varianty, jež zefektivňují prostorové uspořádání ve společnosti. Na závěr této diplomové práce bylo zpracováno vyhodnocení dílčích variant, s účelem stanovit a doporučit nejvýhodnější variantu. Na základě tohoto hodnocení vzniklo doporučení z dvou hledisek. Z hlediska ideální varianty, se jedná o doporučení varianty 3. Z časového hlediska vzniká doporučení postupné implementace všech variant, počínaje variantou 1. Varianty jsou koncipovány, tak aby si při postupné implementaci co nejméně odporovali.

Seznam použitých zdrojů literatury

- [1] MICHALKO, Milan a HÁDEK, Ladislav. *Řízení výroby a logistika*. Ostrava: Vysoká škola podnikání v Ostravě, 2007. ISBN 978-80-86764-68-9. Dostupné také z: <https://ndk.cz/uuid/uuid:a151c280-5e0b-11e6-8336-005056827e52>
- [2] HLAVENKA, Bohumil. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty I*. Brno: VUT, 1990. ISBN 80-214-0144-3. Dostupné také z: <https://ndk.cz/uuid/uuid:4d8530b0-52a6-11e3-ac69-005056827e51>
- [3] ŠRAJER, Vladimír. *Uspořádání výrobního systému s ohledem na konstrukčně-technologické řešení produktu*. Plzeň, 2014. Disertační práce (Ph.D.). Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní.
- [4] Nejznámější metody analýzy materiálového toku – Astrajs. *Astrajs* [online]. Copyright ©2020 Astrajs [cit. 12.11.2020]. Dostupné z: <https://www.astrajs.cz/nejznamsi-metody-analyzy-materialoveho-toku/>
- [5] ČECHURA, Richard. *Analýza výrobního procesu elektrotechnické firmy*. V Plzni, 2015. Diplomová práce (Ing.). Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta elektrotechnická. Vedoucí práce Tomáš Řeřicha.
- [6] NĚMEC, Norbert. *Optimalizace skladového hospodářství a materiálových toků ve společnosti*. Praha, 2017. Diplomová práce (Ing.). České vysoké učení technické v Praze. Fakulta strojní, ústav technologie obrábění, projektování a metrologie. Vedoucí práce Libor Beránek.
- [7] MILLER, Antonín et al. *Projektování výrobní základny - teoretická část* [CD-ROM]. [Plzeň]: SmartMotion, 2013. ISBN 978-80-87539-30-9.
- [8] SKÁLOVÁ, Petra a Ekonomická fakulta. *Podniková ekonomika I*. V Plzni: Západočeská univerzita, 2008. ISBN 978-80-7043-726-1. Dostupné také z: <https://ndk.cz/uuid/uuid:e4cfdc10-aff6-11e3-b833-005056827e52>
- [9] DANĚK, Jan a PLEVNÝ, Miroslav. *Výrobní a logistické systémy*. Plzeň: Západočeská univerzita, 2005. ISBN 80-7043-416-3. Dostupné také z: <https://ndk.cz/uuid/uuid:10786a50-e855-11e6-8a71-005056827e52>
- [10] HORVÁTH, Gejza. *Logistika ve výrobním podniku*. 1. vyd. V Plzni: Západočeská univerzita, 2007. 215 s. ISBN 978-80-7043-634-9.
- [11] Materiálový tok. *Fokus Industry* [online]. Copyright © Všechna práva vyhrazena. 2016 [cit. 18.11.2020]. Dostupné z: <https://fokusindustry.cz/i/?Dopravn%C3%ADkov%C3%A9+syst%C3%A9my/materi%C3%A1lov%C3%BD+tok>
- [12] Šíře uliček a komunikací na pracovišti BOZPinfo.cz. *BOZPinfo – Časopis JOSTRA* [online]. [cit. 3.12.2020] Dostupné z: <https://www.bozpinfo.cz/sire-ulicek-komunikaci-na-pracovisti>
- [13] Xpert 40 / 1030 – LMC Laser. *LMC Laser – Laser cutting machine* [online]. Copyright © 2020 [cit. 03.12.2020]. Dostupné z: https://www.lmclaser.com.au/xpert-40-1030/?fbclid=IwAR31eA2NsrZulbytKcBcAyEQZdPZR_mpM_Gx7jfHxk3gM1nB6rExth5IT_Oo

- [14] INVERTER SPOT AND PROJECTION WELDERS 6121N..6129N. [online]. Dostupné z: <https://www.atlamberti.com/en/inverter-spot-and-projection-welders-items-6121n-6129n?fbclid=IwAR0k-Z1zPrLqJLWHaSFSeVVv92gId1sMwPK3IstMSHcAi0Q1ygBg5Fj2fZg>
- [15] *Strančice: Titulní stránka* [online]. Copyright © [cit. 03.12.2020]. Dostupné z: https://www.strancice.cz/assets/File.ashx?id_org=15606&id_dokumenty=97254
- [16] Štíhlá logistika. ŠIMON, MILLER, Systemonline [online]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/it-pro-logistiku/stihla-logistika.htm>
- [17] 3. část: Úvod do BPMN. *BPM prakticky* [online]. Dostupné z: <http://bpm-sme.blogspot.com/2008/03/3-uvod-do-bpmn.html>
- [18] SVOBODOVÁ, Hana. *Produkční a operační management*. Praha: Vysoká škola ekonomie a managementu, 2008. ISBN 978-80-86730-35-6. Dostupné také z: <https://ndk.cz/uuid/uuid:649b94c0-0b6d-11ea-a20e-005056827e51>
- [19] DRDA, Michal. *Datová analýza v dodavatelském řetězci = Data analysis in supply chain*. Plzeň, 2019. Diplomová práce (Ing.). Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta ekonomická. Vedoucí práce Mikuláš Gangur.
- [20] MACUROVÁ, Pavla, KLABUSAYOVÁ, Naděžda a Ekonomická fakulta. *Logistika I*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, Ekonomická fakulta, 2007. ISBN 978-80-248-1419-3. Dostupné také z: <https://ndk.cz/uuid/uuid:89afd150-00e2-11e8-b1a1-005056827e52>
- [21] NĚMEC, František. *Výrobní logistika: distanční studijní opora*. Karviná: Slezská univerzita v Opavě, Obchodně podnikatelská fakulta v Karviné, 2006. ISBN 80-7248-375-7. Dostupné také z: <https://ndk.cz/uuid/uuid:3f614660-9ae7-11e4-94a8-005056827e51>
- [22] LAMBERT, Douglas M., ELLRAM, Lisa M. a STOCK, James R. *Logistika*. 1. vyd. Praha: ComputerPress, 2000. 589 s. Business books. ISBN 80-7226-221-1
- [23] PRECLÍK, Vratislav. *Průmyslová logistika*. Vyd. 2., přeprac. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002. 164 s. ISBN 80-01-02556-X.
- [24] ABC analýza. *IPA Czech, s.r.o.* [online]. [cit. 2021-10-06]. Dostupné z: <https://www.ipaslovakia.sk/clanok/abc-analyza>
- [25] ČERNÁ TEREZA. *Analýza skladových zásob a nastavení řízení zásob pro společnost Travel Service*. Praha, 2019. Diplomová práce (Ing.). České vysoké učení technické v Praze. Dopravní fakulta, Ústav logistiky a managementu dopravy.
- [26] SIXTA, Josef a ŽIŽKA, Miroslav. *Logistika: metody používané pro řešení logistických projektů*. Vyd. 1. Brno: ComputerPress, 2009. 238 s. Praxe manažera. Business books. ISBN 978-80-251-2563-2.
- [27] ŠIMON M., TRNKOVA L., *Logistika - teoretická část*, [E-learning] Plzeň: ZČU
- [28] *Analýza skladových zásob. ROI Management Consulting AG*. [online]. [cit. 2020-03-12] Dostupné z <http://www.lean-fabrika.cz/terminologie/analýza-skladovych-zasob#.XAFJQ2hKhYE>
- [29] RUSHTON, A., CROUCHER, P., BAKER, P. *The handbook of logistics and distribution management*, 5. vyd. Londýn: KoganPage, 2014. ISBN 9780749466275
- [30] NĚMEČEK, P. *Audit procesu: Výrobní prostředky: proces realizace produktu /kusová výroba/*, 2 vyd. Praha: Česká společnost pro jakost, 2013.

- [31] MLADÝ, Karel. *Odstranění úzkých míst v logistických procesech*. V Plzni, 2019. Bakalářská práce (Bc.). Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní.
- [32] INVERTER SPOT AND PROJECTION WELDERS 6121N..6129N. [online]. Dostupné z: <https://www.atslamberti.com/en/inverter-spot-and-projection-welders-items-6121n-6129n?fbclid=IwAR0k-Z1zPrLqJLWHaSFSeVVv92gId1sMwPK3IstMSHcAi0Q1ygBg5Fj2fZg>
- [33] NJ-110-3.0: characteristics and technical specifics Comau . *Object moved* [online]. Dostupné z: <https://www.comau.com/en/our-competences/robotics/robot-team/nj-110-30>
- [34] Xpert 40 / 1030 – LMC Laser. *LMC Laser – Laser cutting machine* [online]. Copyright © 2020 [cit. 03.12.2020]. Dostupné z: https://www.lmclaser.com.au/xpert-40-1030/?fbclid=IwAR31eA2NsrZuIbytKcBcAyEQZdPZR_mpM_Gx7jfHxk3gM1nB6rExth5ITOo
- [35] Skladování plechu – regály s vysokou nosností - stow. *Redirecting to https://www.stow-group.com/en* [online]. Copyright © 2021 stow [cit. 11.04.2021]. Dostupné z: <https://www.stow-group.com/cz/reseni/skladovani-plechu>

Seznam použitých obrázků

Obrázek 1-1 – Materiálový tok [9].....	11
Obrázek 1-2 – Přepravní řetězec [9]	12
Obrázek 1-3 - Logistický řetězec – model toku materiálu a informací v podniku [10].....	12
Obrázek 1-4 – Tabulka přepravovaného množství [2]	15
Obrázek 1-5 – Příklad rozdělení pracovišť do trojúhelníkové sítě [2].....	15
Obrázek 1-6 – Příklad návrhu úpravy uspořádání pracovišť [2].....	16
Obrázek 1-7 Příklad Sankeyova diagramu [5]	16
Obrázek 1-8 Příklad I-D Diagramu [6]	17
Obrázek 1-9: Typy jednotlivých uliček [31]	18
Obrázek 1-10: Příklad dvousměrné uličky[31]	19
Obrázek 1-11: Bezpečnostní vůle ve ztísněných prostorech [31]	20
Obrázek 3-1: Pracoviště pro lisování	31
Obrázek 3-2: Pracoviště vypalovacích laserů Nukon/Durma	32
Obrázek 3-3: Stroj pro odporové svařování EME SDP60 HF-400 (vlevo) [32], Robotické rameno Comau 110 (vpravo) [33].....	33
Obrázek 3-4: Ohraňovací lis Xpert 40 [34].....	33
Obrázek 4-1 – Příklad vyhodnocení pracovního snímku dne [autor]	35
Obrázek 4-2 – Grafické zastoupení souhrnných činností operátora Lisu 25 C [autor].....	36
Obrázek 4-3 – Spaghetti diagram pro Lis 25C [autor].....	36
Obrázek 4-4 – Procesní mapy pro příjem materiálu (Příloha č. 1)	37
Obrázek 4-5: Lis LEN 25C	39
Obrázek 4-6: Kontrolní pracoviště	39
Obrázek 4-7: Neomílané díly	40
Obrázek 4-8: Spaghetti diagram pracovníka lisu LEN25C.....	40
Obrázek 4-9: Pracovnice u ohraňovacího stroje	41
Obrázek 4-10 – Ohraňovací stroj – Durma 220	42
Obrázek 4-11: Spaghetti diagram pracovníka na ohraňovacím stroji Durma	43
Obrázek 4-12: Spaghetti diagram – Laser	44
Obrázek 4-13: Pracoviště laseru.....	45
Obrázek 4-14: Odkládání zbytků z laseru na paletu	45
Obrázek 4-15: Spaghetti diagram – Balení Z1	46
Obrázek 4-16: Připravené krabice k balení na pracovišti Z1	46
Obrázek 4-17: Spaghetti diagram – Skládání krabic.....	47

Obrázek 4-18: Pracoviště skládání krabic	47
Obrázek 4-19: Spaghetti diagram – Výstupní kontrola.....	48
Obrázek 4-20: Pracoviště výstupní kontroly u vratového otvoru	49
Obrázek 4-21: Skříň neexpedovaných dílů	49
Obrázek 4-22: Spaghetti diagram – Příjem materiálu.....	50
Obrázek 4-23: Vyložení palety s přijímaným materiálem	51
Obrázek 4-24: Spaghetti diagram – Expedice.....	51
Obrázek 4-25: Spaghetti diagram – Logistik	52
Obrázek 4-26: 2D layout společnosti XYZ.....	53
Obrázek 4-27: Příjem materiálu	54
Obrázek 4-28: Výrobní sklad	55
Obrázek 4-29: 100% Kontrola (vpravo), Nakupovaný materiál (vlevo)	55
Obrázek 4-30: Mezioperační sklad	56
Obrázek 4-31: Mezisklad (volné skladování)	56
Obrázek 4-32: Ukázka – ABC analýza, nejvíce obrátkové položky.....	58
Obrázek 4-33: Sankeyův diagram – Nakupovaný materiál	59
Obrázek 4-34: Materiálový tok – Nakupované díly (Příloha č. 2).....	59
Obrázek 4-35: Přepavní vzdálenost, objem výroby	59
Obrázek 4-36: Sankeyův diagram – Tabule	60
Obrázek 4-37: Přepavní vzdálenost, objem výroby	60
Obrázek 4-38: Ukázka materiálového toku – tabule (Příloha č. 2).....	61
Obrázek 4-39: Sankeyův diagram – Svitky.....	61
Obrázek 4-40: Přepavní vzdálenost, roční objem	62
Obrázek 4-41: Ukázka materiálového toku – svitky (Příloha č. 2).....	62
Obrázek 4-42: 2D layout haly včetně využití ploch.....	63
Obrázek 4-43: Identifikace problémových míst.....	64
Obrázek 5-1: 2D Layout haly - Varianta 1	66
Obrázek 5-2: 3D Layout haly - Varianta 1	66
Obrázek 5-3: Expediční sklad – Varianta 1	67
Obrázek 5-4: Pracoviště Z1 – Varianta 1	67
Obrázek 5-5: Regálový skladový systém – Varianta 1	68
Obrázek 5-6: Pracoviště s ohraňovacími lisami – Varianta 1	68
Obrázek 5-7: Pracoviště údržby – Varianta 1	69
Obrázek 5-8: 2D Layout haly včetně využitých ploch - Varianta 1.....	69

Obrázek 5-9: Sankeyův diagram svitků – Varianta 1	70
Obrázek 5-10: Sankeyův diagram nakupovaných dílů – Varianta 1	70
Obrázek 5-11: Sankeyův diagram plechových tabulí – Varianta 1	71
Obrázek 5-12: 2D Layout haly - Varianta 2	72
Obrázek 5-13: 3D Layout haly - Varianta 2	73
Obrázek 5-14: 2D Layout haly včetně využitých ploch - Varianta 2	73
Obrázek 5-15: Sankeyův diagram nakupovaných dílů – Varianta 2	74
Obrázek 5-16: Sankeyův diagram svitků – Varianta 2	74
Obrázek 5-17: Sankeyův diagram plechových tabulí – Varianta 2	75
Obrázek 5-18: Expediční sklad – Varianta 2	75
Obrázek 5-19: Příruční sklad – Varianta 2	76
Obrázek 5-20: Regál s vysokou nosností [35]	76
Obrázek 5-21: Implementace stroje Xpert 40 a robota u ohraňovacího lisu – Varianta 2	77
Obrázek 5-22: Pracoviště údržby – Varianta 2	77
Obrázek 5-23: 2D Layout - Varianta 3	78
Obrázek 5-24: 3D Layout - Varianta 3	79
Obrázek 5-25: Expediční sklad – Varianta 3	79
Obrázek 5-26: Sklad plechových tabulí – Varianta 3	80
Obrázek 5-27: Layout haly včetně využitých ploch - Varianta 3	80
Obrázek 5-28: Sankeyův diagram svitků – Varianta 3	81
Obrázek 5-29: Sankeyův diagram nakupovaných dílů – Varianta 3	81
Obrázek 5-30: Sankeyův diagram plechových tabulí – Varianta 3	82
Obrázek 6-1 – Kriteriaální matice	87
Obrázek 6-2 – Normalizovaná kriteriaální matice R	87

Seznam tabulek

Tabulka 1 – Počet paletových míst v současném stavu	53
Tabulka 2 – Plánované a aktuální objemy výroby za měsíc	57
Tabulka 3 – Kalkulovaný roční objemy výroby rozděleny dle materiálu	57
Tabulka 4 – Vzdálenosti materiálových toků	83
Tabulka 5 – Srovnání využití ploch jednotlivých variant	84
Tabulka 6 – Počet paletových míst	84
Tabulka 7 – Stanovení váhy dílčích kritérií	86
Tabulka 8 – Hodnoty dílčích variant	86
Tabulka 9 – Hodnoty funkce užítka jednotlivých variant	87

Seznam grafů

Graf 1: Příklad obecného průběhu stavu zásob v čase [27]	23
Graf 2: Princip ABC analýzy, Lorenzova křivka [autor], [26]	26
Graf 3: Spotřeba charakteristických dílů skupin X, Y, Z za čas. [28]	28
Graf 4: Průběh týdenní spotřeby položek X [autor]	29
Graf 5: Průběh týdenní spotřeby položek Y [autor]	29
Graf 6 : Průběh týdenní spotřeby položek Z [autor]	30
Graf 7 – Počet paletových míst	85
Graf 8 – Celkový počet paletových míst	85

Seznam použitých zkratk

EDI – Elektronická výměna dat (Electric Data Interchange)

JIT – Just in Time

JIS – Just in sequence

I-D – Intensity (intenzita), D – Vzdálenost

MT – materiálový tok

2D - dvojrozměrný

3D – trojrozměrný

VZV – vysokozdvizný vozík

Tzn. – to znamená

Atd. – a tak dále

Tzv. - Takzvaně

Např. - Například

Aj. – a jiné

Apod. a tak podobně

Seznam příloh vložených na STAG

Příloha č. 1 – *DP_MLADY_procesní_mapy.pdf*

Příloha č. 2 – *DP_MLADY_Schéma_MT.rar*

ELEKTRONICKÁ PŘÍLOHA č. 1

DP_MLADY_procesní_mapy.pdf

ELEKTRONICKÁ PŘÍLOHA č. 2

DP_MLADY_Schéma_MT.rar