

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství

Studijní zaměření: Průmyslové inženýrství a management

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Návrh výrobních a skladovacích prostor

Autor: **Bc. Pavel Vránek**

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

Akademický rok 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Pavel VRÁNEK**

Osobní číslo: **S16N0037P**

Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**

Studijní obor: **Průmyslové inženýrství a management**

Název tématu: **Návrh výrobních a skladovacích prostor**

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

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

1. Výrobní, skladovací a montážní prostory
2. Hmotné toky a prostorové řešení
3. Analýza současného stavu
4. Návrhy na prostorové uspořádání
5. Výběr vhodné varianty
6. Závěr a vyhodnocení

Rozsah grafických prací: 0 výkresů
Rozsah kvalifikační práce: 50 - 70 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná

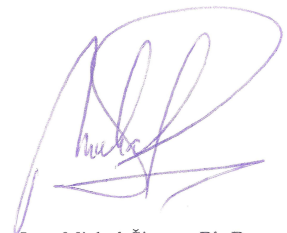
Seznam odborné literatury:

1. HLAVENKA, B. *Projektování výrobních systémů*. Brno: CERM, 2005. ISBN 80-214-2871-6
2. KOŠTURIK, J., FROLÍK, Z. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. 237 s. Management studium. ISBN 80-86851-38-9
3. KOŠTURIK, J. *Projektovanie výrobných systémov pre 21. storočie*. 1. vyd. Žilina: Žilinská univerzita, 2000. 397 s. ISBN 80-7100-553-3
4. MILLER, A., BUREŠ, M., ŠRAJER, V., PEŠL J. *Projektování výrobní základny - praktická část, e book*. Plzeň: SmartMotion, 2013. ISBN 978-80-87539-31-6
5. ŠIMON, M., TRNKOVÁ L. *Logistika - praktická část, e book*. Plzeň: SmartMotion, 2013. ISBN 978-80-87539-36-1

Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.
Katedra průmyslového inženýrství a managementu
Konzultant diplomové práce: Ing. Michal Zoubek
Katedra průmyslového inženýrství a managementu
Datum zadání diplomové práce: 20. září 2017
Termín odevzdání diplomové práce: 21. května 2018



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan



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

V Plzni dne 20. září 2017

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 poděkoval za cenné rady při tvorbě práce mému konzultantovi Ing. Michalovi Zoubkovi, a zároveň i panu vedoucímu práce Doc. Ing. Michalovi Šimonovi Ph.D. Dále bych rád poděkoval mé přítelkyni a rodině za podporu po celou dobu mého studia.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Vránek	Jméno Pavel
STUDIJNÍ OBOR	N2301 „Průmyslové inženýrství a management“	
VEDOUČÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Jméno Michal
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KPV	
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ PRÁCE	
NÁZEV PRÁCE	Návrh výrobních a skladovacích prostor	

FAKULTA	Strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2018
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	87	TEXTOVÁ ČÁST	50	GRAFICKÁ ČÁST	30
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Diplomová práce se zabývá přesunem výroby z jedné haly do druhé. Aby mohl být tento přesun zrealizován, bylo nutné nejprve vypracovat kapacitní propočty pro zadané objemy výroby. Na základě propočtů, pak byly zpracovány varianty přesunu výroby do druhé haly. Celkem bylo zpracováno 5 variant. Po vypracování variant následuje zhodnocení těchto variant a na závěr doporučení varianty přesunu.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	Layout, sklad, kapacitní propočty, výroba, materiálové toky.

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Vránek	Name Pavel
FIELD OF STUDY	N2301 “Industrial Engineering and Management “	
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Name Michal
INSTITUTION	ZČU - FST - KPV	
TYPE OF WORK	DIPLOMA SHEET	
TITLE OF THE WORK	Design of the manufacturing and warehouse area	

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Industrial Engineering and Management	SUBMITTED IN	2018
----------------	------------------------	-------------------	---------------------------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	87	TEXT PART	50	GRAPHICAL PART	30
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The diploma thesis deals with relocation of production from one hall to another. In order to achieve this displacement, it was necessary to do the capacitive calculations for the given production volumes. On the basis of the calculations, the variants of the production shift to the second hall were processed. In total, 5 variants have been processed. After processing the variations, the results were classified and finally proposed the recommendation which variation is the most effective.
KEY WORDS	Layout, warehouse, capacity calculations, production, material flows.

Obsah

PODĚKOVÁNÍ	2
OBSAH	5
SEZNAM OBRÁZKŮ	7
SEZNAM TABULEK	8
SEZNAM PŘÍLOH NA CD	9
SEZNAM ZKRATEK	10
ÚVOD	11
1 VÝROBA A VÝROBNÍ PROSTORY	12
1.1 DRUHY VÝROBY	12
1.1.1 Kusová výroba	12
1.1.2 Sériová výroba	12
1.1.3 Hromadná výroba	13
1.2 PARAMETRY OVLIVŇUJÍCÍ VÝROBNÍ PROSTORY	13
1.3 ČLENĚNÍ VÝROBNÍHO SYSTÉMU	16
1.4 ZÁSADY ROZMÍSTĚNÍ	17
1.5 MANIPULACE S MATERIÁLEM	20
1.5.1 Manipulační ulička a dopravní cesta	20
1.5.2 Manipulační ulička pro zakládání do regálů a stohů	22
1.6 MONTÁŽNÍ PROSTORY	23
2 SKLADOVACÍ PROSTORY	25
2.1 PLOCHY SKLADU:	25
2.2 DRUHY A TYPY SKLADŮ	26
2.3 SKLADOVÉ TECHNOLOGIE - KONVENČNÍ	27
2.3.1 Policové a paletové regály	27
2.3.2 Příhradový regál - úzká ulička	28
2.3.3 Konzolové regály, Regály pro tyčový materiál	29
2.4 MODERNÍ SKLADOVÁ TECHNOLOGIE	30
2.4.1 Pojízdne (podvozkové) regály	30
2.4.2 Push Back regály (Zásuvný regál)	31
2.4.3 Průjezdové (drive-in) regály (Vjezdový / průjezdový regál)	32
2.4.4 Shuttle - regál kanálového skladovacího systému	33
2.4.5 Vertikální výtahové systémy	35
2.4.6 Vertikální karuselový zakladač PRK	36
2.4.7 Automatizované sklady	37
3 PROSTOROVÉ ŘEŠENÍ (USPOŘÁDÁNÍ)	39
3.1.1 Technologické (procesní) uspořádání	40
3.1.2 Předmětné (produkční) uspořádání	40
3.1.3 Další možnosti prostorového řešení	41
3.1.4 Software pro tvorbu layoutu	42
3.1.5 Postup při úpravě starého dispozičního řešení	42

4	HMOTNÉ (MATERIÁLOVÉ) TOKY	43
4.1	TRASY.....	43
4.2	HMOTNÝ TOK.....	43
4.3	ANALÝZA HMOTNÉHO TOKU	44
4.4	ID DIAGRAM	44
4.5	SANKEYŮV DIAGRAM	45
5	PROPOČTY ČASOVÉ	46
5.1	ROČNÍ ČASOVÉ FONDY	46
5.1.1	<i>Roční časový fond dělníka:</i>	46
5.1.2	<i>Roční časový fond stroje:</i>	47
5.2	ROČNÍ ČASOVÝ FOND PRACOVÍŠTĚ:	47
6	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	48
6.1	VISTABLE - PŘEDSTAVENÍ SOFTWARE	48
7	KAPACITNÍ PROPOČTY	49
7.1	KAPACITNÍ VYTÍŽENÍ VÝROBY	49
7.1.1	<i>Kapacitní propočty jednotlivých produktů</i>	52
7.2	BALANCOVÁNÍ JEDNOTLIVÝCH PRACOVÍŠŤ	54
7.2.1	<i>Návrh pracovišť po balancování – minimální objem výroby</i>	57
7.2.2	<i>Návrh pracovišť po balancování – střední objem výroby</i>	59
7.2.3	<i>Návrh pracovišť po balancování – maximální objem výroby</i>	60
8	NÁVRHY NA PROSTOROVÉ USPOŘÁDÁNÍ.....	61
8.1	SOUČASNÝ STAV	61
8.2	VARIANTA 1 – PŘESUN SOUČASNÉHO STAVU	67
8.3	VARIANTA 2 – PLÁNOVANÉ MINIMUM	70
8.4	VARIANTA 3 – PLÁNOVANÝ PRŮMĚR	72
8.5	VARIANTA 4 – PLÁNOVANÉ MAXIMUM	74
8.6	VARIANTA 5 – PLÁNOVANÉ MINIMUM - ÚPRAVY	76
9	VYHODNOCENÍ A VÝBĚR VHODNÉ VARIANTY.....	78
	ZÁVĚR	80
	POUŽITÁ LITERATURA.....	81

Seznam obrázků

OBRÁZEK 1-1 ZÁKLADNÍ TYPY VÝROBNÍCH SYSTÉMŮ [8]	14
OBRÁZEK 1-2 DRUH USPOŘÁDÁNÍ VS. VYRÁBĚNÉ MNOŽSTVÍ [8]	15
OBRÁZEK 1-3 ZÁSADY ROZMÍSTĚNÍ [8]	17
OBRÁZEK 1-4 ZÁSADY ROZMÍSTĚNÍ II [8]	18
OBRÁZEK 1-5 ZÁSADY ROZMÍSTĚNÍ III [8]	18
OBRÁZEK 1-6 ZÁSADY ROZMÍSTĚNÍ IV [8]	19
OBRÁZEK 1-7 ZÁSADY ROZMÍSTĚNÍ V [8]	19
OBRÁZEK 1-8 JEDNOSMĚRNÁ MANIPULAČNÍ ULÍČKA [8]	20
OBRÁZEK 1-9 OBOUSMĚRNÁ MANIPULAČNÍ ULÍČKA [8]	21
OBRÁZEK 1-10 DOPRAVNÍ CESTA OBOUSMĚRNÁ [8]	21
OBRÁZEK 1-11 DOPRAVNÍ CESTA JEDNOSMĚRNÁ [8]	22
OBRÁZEK 1-12 ŠÍŘKA MANIPULAČNÍ ULÍČKY MEZI REGÁLY [8]	23
OBRÁZEK 1-13 MONTÁŽNÍ PRACOVÍŠTĚ [8]	24
OBRÁZEK 2-1 PALETOVÝ REGÁL [13]	28
OBRÁZEK 2-2 PŘÍHRADOVÝ REGÁL [13]	29
OBRÁZEK 2-3 KONZOLOVÉ REGÁLY [13]	30
OBRÁZEK 2-4 POJÍZDNÉ PODVOZKOVÉ REGÁLY [13]	31
OBRÁZEK 2-5 ZÁSUVNÝ REGÁL [13]	32
OBRÁZEK 2-6 PRŮJEZDOVÝ REGÁL [13]	33
OBRÁZEK 2-7 SHUTTLE REGÁL [13]	34
OBRÁZEK 2-8 VERTIKÁLNÍ VÝTAHOVÝ SYSTÉM [13]	35
OBRÁZEK 2-9 VERTIKÁLNÍ KARUSELOVÝ ZAKLADAČ [13]	36
OBRÁZEK 2-10 AUTOMATIZOVANÝ PALETOVÝ SKLAD [13]	38
OBRÁZEK 2-11 AUTOMATIZOVANÝ SKLAD PRO DORBNÉ DÍLY [13]	38
OBRÁZEK 4-1 I-D DIAGRAM [8]	45
OBRÁZEK 4-2 SANKYĚŮV DIAGRAM [8]	45
OBRÁZEK 6-1 UKÁZKA 3D VIZUALIZACE Z PROGRAMU VISTABLE [SOUKROMÉ]	48
OBRÁZEK 8-1 LAYOUT HALY Č. 1	61
OBRÁZEK 8-2 3D VIZUALIZACE HALY Č. 1	62
OBRÁZEK 8-3 SOUČASNÝ STAV – HALA Č. 1	64
OBRÁZEK 8-4 SOUČASNÝ STAV - VÝŘEZ Z LAYOUTU	65
OBRÁZEK 8-5 LAYOUT HALY Č. 11 S VYZNAČENÝMI PLOCHAMI	66
OBRÁZEK 8-6 HALA Č. 2 PŘESUN SOUČASNÉHO STAVU	67
OBRÁZEK 8-7 DETAIL USPOŘÁDÁNÍ VÝROBY VARIANTA 1	68
OBRÁZEK 8-8 VARIANTA 1 – PŘESUN PRACOVÍŠTĚ 10 TLAKOVÁ ZKOUŠKA	69
OBRÁZEK 8-9 VARIANTA 1 – ZMENŠENÍ PRACOVÍŠTĚ Č. 9	69
OBRÁZEK 8-10 VARIANTA 2 – PLÁNOVANÉ MINIMUM	71
OBRÁZEK 8-11 DETAIL PROSTOROVÉHO USPŘÁDÁNÍ VARIANTA 2	71
OBRÁZEK 8-12 VARIANTA 3 – PLÁNOVANÝ PRŮMĚR	73
OBRÁZEK 8-13 DETAIL PROSTOROVÉHO USPOŘÁDÁNÍ VARIANTA 3	73
OBRÁZEK 8-14 VARIANTA 4 – PLÁNOVANÉ MAXIMUM	75
OBRÁZEK 8-15 DETAIL PROSTOROVÉHO USPOŘÁDÁNÍ VARIANTA 4	76
OBRÁZEK 8-16 VARIANTA 5 - PLÁNOVANÉ MINIMUM ÚPRAVY	77
OBRÁZEK 8-17 DETAIL PROSTOROVÉHO USPOŘÁDÁNÍ VARIANTA 5	77
OBRÁZEK 9-1 DETAIL PROSTOROVÉHO USPOŘÁDÁNÍ VARIANTY 1	79

Seznam tabulek

TABULKA 7-1: VÝCHOZÍ DATA PRO KAPACITNÍ PROPOČTY	49
TABULKA 7-2: OBJEMY VÝROBY	50
TABULKA 7-3: DATA A VÝPOČTY PRO PRODUKT VÝROBEK A_36.....	51
TABULKA 7-4: DATA A VÝPOČTY PRO PRODUKT VÝROBEK B_62.....	51
TABULKA 7-5: DATA A VÝPOČTY PRO PRODUKT OVA_8K.....	52
TABULKA 7-6: DATA A VÝPOČTY PRO VŠECHNY VÝROBY	52
TABULKA 7-7: VÝROBNÍ DATA KAPACIT PRO PRODUKT VÝROBEK A_36.....	53
TABULKA 7-8: DATA KAPACIT PRO PRODUKT VÝROBEK A_36	53
TABULKA 7-9: PLÁNOVANÉ OBJEMY VÝROBY	54
TABULKA 7-10: TABULKA CELKOVÁ PRO VŠECHNY VÝROBY	54
TABULKA 7-11: OZNAČENÍ ZKRATEK PRO VÝROBNÍ OPERACE PRO SDRUŽENÍ.....	55
TABULKA 7-12: TEORETICKÁ POTŘEBA PRACOVNÍKŮ	55
TABULKA 7-13: SDRUŽENÉ PRACOVNÍŠTĚ PRO BALANCOVÁNÍ	56
TABULKA 7-14: TEORETICKÁ POTŘEBA PRACOVNÍKŮ PO HRUBÉM SDRUŽENÍ	56
TABULKA 7-15: ROZDĚLNÍ DO SKUPIN ZÁMEČNICTVÍ – MINIMÁLNÍ OBJEM VÝROBY.....	57
TABULKA 7-16: FINÁLNÍ BALANCOVÁNÍ PRO MINIMÁLNÍ OBJEM VÝROBY	58
TABULKA 7-17 VYTÍŽENÍ PRACOVNÍKŮ	58
TABULKA 7-18: FINÁLNÍ BALANCOVÁNÍ PO SJEDNOCENÉM SVAŘOVÁNÍ H A L.....	58
TABULKA 7-19 VYTÍŽENÍ PRACOVNÍKŮ	58
TABULKA 7-20: FINÁLNÍ BALANCOVÁNÍ PRO STŘEDNÍ OBJEM VÝROBY	59
TABULKA 7-21 VYTÍŽENÍ PRACOVNÍKŮ	59
TABULKA 7-22: FINÁLNÍ BALANCOVÁNÍ PO SJEDNOCENÉM SVAŘOVÁNÍ H A L.....	59
TABULKA 7-23 VYTÍŽENÍ PRACOVNÍKŮ	59
TABULKA 7-24: FINÁLNÍ BALANCOVÁNÍ PRO MAXIMÁLNÍ OBJEM VÝROBY	60
TABULKA 7-25 VYTÍŽENÍ PRACOVNÍKŮ	60
TABULKA 7-26: FINÁLNÍ BALANCOVÁNÍ PO SJEDNOCENÉM SVAŘOVÁNÍ H A L.....	60
TABULKA 7-27 VYTÍŽENÍ PRACOVNÍKŮ	60
TABULKA 9-1 SOUHRNNÁ TABULKA	78

Seznam příloh na CD

Příloha č. 1 – *DP_VRANEK_layouty.vtl*

Příloha č. 2 – *DP_VRANEK_layouty.dwg*

Příloha č. 3 – *DP_VRANEK_propocty.xlsx*

Seznam zkratk

2D – dvojrozměrný

3D – trojrozměrný

FIFO – first in first out

LIFO – last in, first out

VZV – vysokozdvihový vozík

Tzn. – to znamená

Atd. – atakdale

Apod. – a podobně

Tzv. – takzvaně

Tzn. – to znamená

Resp. – respektive

Např. – například

Úvod

Tato diplomová práce se zabývá přesunem výroby z jedné haly do druhé pro zadané objemy výroby, které stanovila společnost, pro kterou je tato práce řešena. Ještě než byla zahájena práce na praktické části, předcházelo tomuto kroku zpracování teoretické základny. Teoretická základna obsahuje potřebnou teorii pro tuto práci, dále definuje pojmy, druhy výrob a také různé možnosti prostorového uspořádání. Jelikož součástí práce jsou i kapacitní propočty, jsou rovněž zahrnuty i v teoretické základně.

Praktická část této práce je rozdělena na dva oddíly. Prvním oddílem jsou kapacitní propočty, v kterých je řešen počet potřebných pracovišť a jejich využití, a dále také počet potřebných pracovníků a jejich využití. Po zpracování propočtů a zjištění počtu potřebných pracovišť následovala část druhá, a to samotný přesun výroby. Před tím než byl zahájen samotný přesun, bylo nutné zmapovat a zanalyzovat současný stav výroby společnosti XYZ. Zmapování a analýza současného stavu, probíhalo přímo na výrobní hale, kde bylo nejprve nutné zaměřit celou halu a také jednotlivé pracoviště. Poté následovalo zaměření druhé haly, do které má být výroba přesunuta. Zaměřovaná nebyla pouze pracoviště, ale také potřebné odkladové plochy.

Po zmapování současného stavu, jsem za pomoci softwaru visTABLE vytvořil 2D layout a 3D vizualizaci současného stavu na hale č. 1 s aktuálním rozložením pracovišť a odkladových ploch. Na tento krok navazuje tvorba jednotlivých variant přesunu výroby z jedné haly do druhé. Po vytvoření variant se zabývám vyhodnocením vytvořených variant a výběrem vhodné varianty přesunu. Práce končí shrnutím vytvořených variant a vyhodnocením celé situace s doporučením.

1 Výroba a výrobní prostory

Výroba je základní činností jakéhokoliv průmyslového podniku. Výroba zásadně ovlivňuje efektivnost hospodaření podniku a její konkurence schopnost. Díky těmto skutečnostem výroba zaujímá rozhodující post v rámci činností v podniku. Výroba v průmyslovém podniku představuje oblast, kde se realizují úkoly z daného výrobního programu. Výrobu lze charakterizovat několika možnými definicemi. Jednou definicí výroby je možnost rozdělit výrobu na základní prvky, a to jsou vstupy, transformace a výstupy. Vstupem rozumíme výrobní faktory, jako jsou pracovní síly, výrobní prostředky, apod. Transformační proces je reprezentován jednotlivými výrobními procesy, ve kterých dochází vytváření finálního produktu, který je pro nás výstupem z výrobního procesu. Výstup jsou tedy buď to výrobky, nebo služby, které splňují odbytové požadavky. [7]

Výrobní systémy se skládají z několika navzájem propojených prvků. Tyto prvky je nutné vždy vhodně uspořádat tak, aby systémy účelně fungovaly. Prvky systémů rozdělujeme na komplexní a nekomplexní prvky výrobních systémů. Mezi nekomplexní prvky systému patří pracovníci, materiál (finální produkty, rozpracované kusy) a také sem patří výrobní zařízení. Do výrobních prvků komplexních patří pracoviště, provoz, dílny, závody. Dále existují různé vazby mezi těmito jednotlivými prvky výrobních systémů. Konkrétně se jedná o vazby, jako jsou: technologické postupy, pracovní postupy, vztahy týkající se konstrukčního charakteru součást, organizační vztahy. [8]

1.1 Druhy výroby

Charakter výroby závisí na výrobním programu a druhu použitého technologického procesu. Typ výroby určen množstvím a počtem vyráběných druhů výrobků a také opakovaností výroby. Podle toho rozlišujeme základní typy výroby. Mezi základní typy výroby patří kusová, sériová a hromadná výroba. [1][3][7]

1.1.1 Kusová výroba

V kusové výrobě dochází k výrobě každého kusu samostatně bez závislosti na ostatních výrobcích. Výrobní program je závislý na rozsahu nabídky. Opakovanost se při kusové výrobě nepředpokládá, ale i opakovanost je možná. Výroba probíhá formou zakázkové výroby, tudíž finální produkt je vyroben podle vkusu a potřeby každého zákazníka. Při kusové výrobě se používají především univerzální stroje a zařízení, kde musí být zajištěna pružná automatizace. Pro tento typ výroby je nutné mít zajištěnou kvalifikovanou a flexibilní pracovní sílu. [7]

1.1.2 Sériová výroba

Sériová výroba zajišťuje propojení kusové a hromadné výroby. Sériovou výrobu rozdělujeme podle velikosti série na malosériovou, středně sériovou a velkosériovou výrobu. Výrobní zařízení se využívá pro více typů výrobků, které jsou vyráběny v určitém množství. Výroba je realizována v dávkách. Tato výroba může mít charakter zakázkové výroby nebo výroby na sklad. S rostoucím stupněm sériovosti výroby se odpouští od univerzálních strojů k jednoúčelovým strojům, dokonce až k výrobním linkám. [7]

1.1.3 Hromadná výroba

Hromadná výroba je založena na extrémní opakovanosti výroby. Výrobek je vyráběn v předem neomezeném množství. Jedná se například o výrobu šroubů. U hromadné výroby jsou vyráběny výrobky s vysokým odbytem. Výrobní zařízení vyrábějí v dlouhém časovém horizontu stejnou technologií stejné výrobky. Využívají se především automatizované linky či jednoúčelové stroje. U tohoto typu výroby není potřeba vysoká kvalifikace pracovníků. [7]

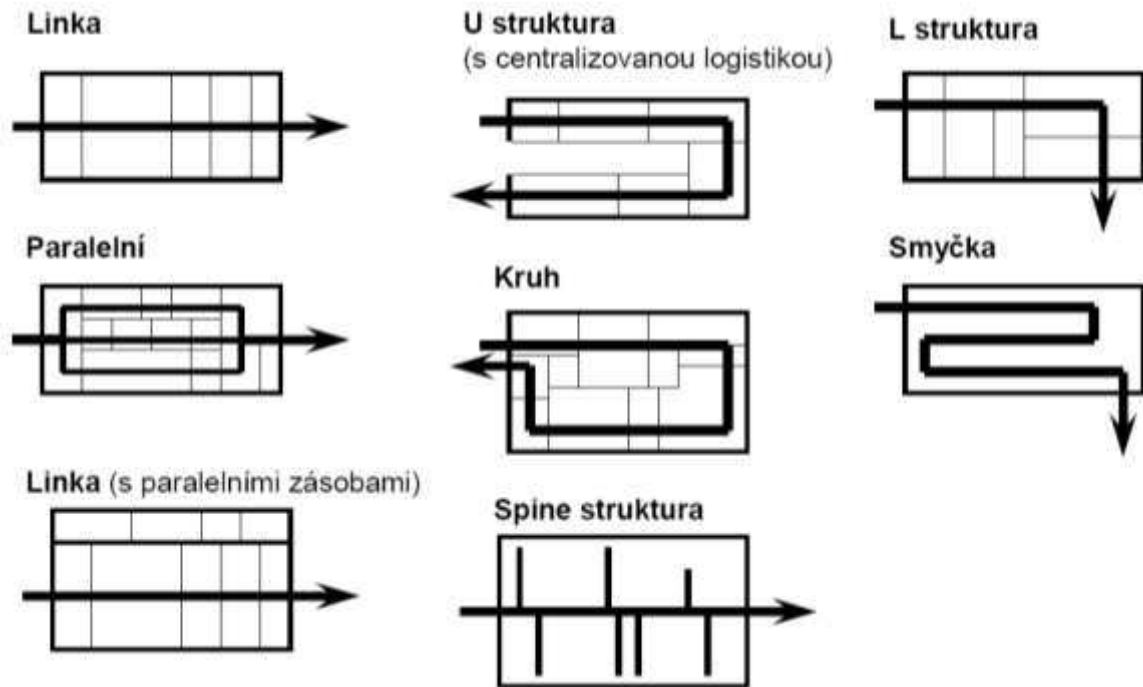
1.2 Parametry ovlivňující výrobní prostory

Ať už se jedná o jakýkoliv typ výroby, vždy pro výrobu potřebujeme mít určité výrobní prostory, v kterých budeme výrobní proces realizovat. Výrobní prostory jsou ovlivňovány nespočetným množstvím parametrů. Projektový pracovník, při návrhu výrobních prostor musí zohledňovat všechny ovlivňující parametry výroby. [1][2][3]

Mezi tyto parametry například patří:

- Struktura výrobního systému,
- manipulační trasy,
- manipulační technologie (tonáže jeřábů, VZV, apod.),
- rozměry vstupního materiálu,
- rozměry výrobků,
- rozvody – vody, technických plynů, elektřiny, vytápění,
- parametry haly (výška budovy, rozteče sloupů, šířky lodí),
- velikosti ploch výrobního systému,
- kapacity dopravních cest pro manipulační prostředky, pohyb osob
- intenzita a složitost hmotných toků,
- bezpečnost práce,
- pracovní postupy,
- a mnoho dalších.

Jak již bylo výše zmíněno, výrobní prostory závisí na struktuře výrobních systémů. Mezi základní typy výrobních systémů patří: linka přímá, linka U struktury, L struktury a kruhové struktury. Na obrázku níže (Obrázek 1-1) jsou schematicky zobrazeny jednotlivé typy výrobních systémů.

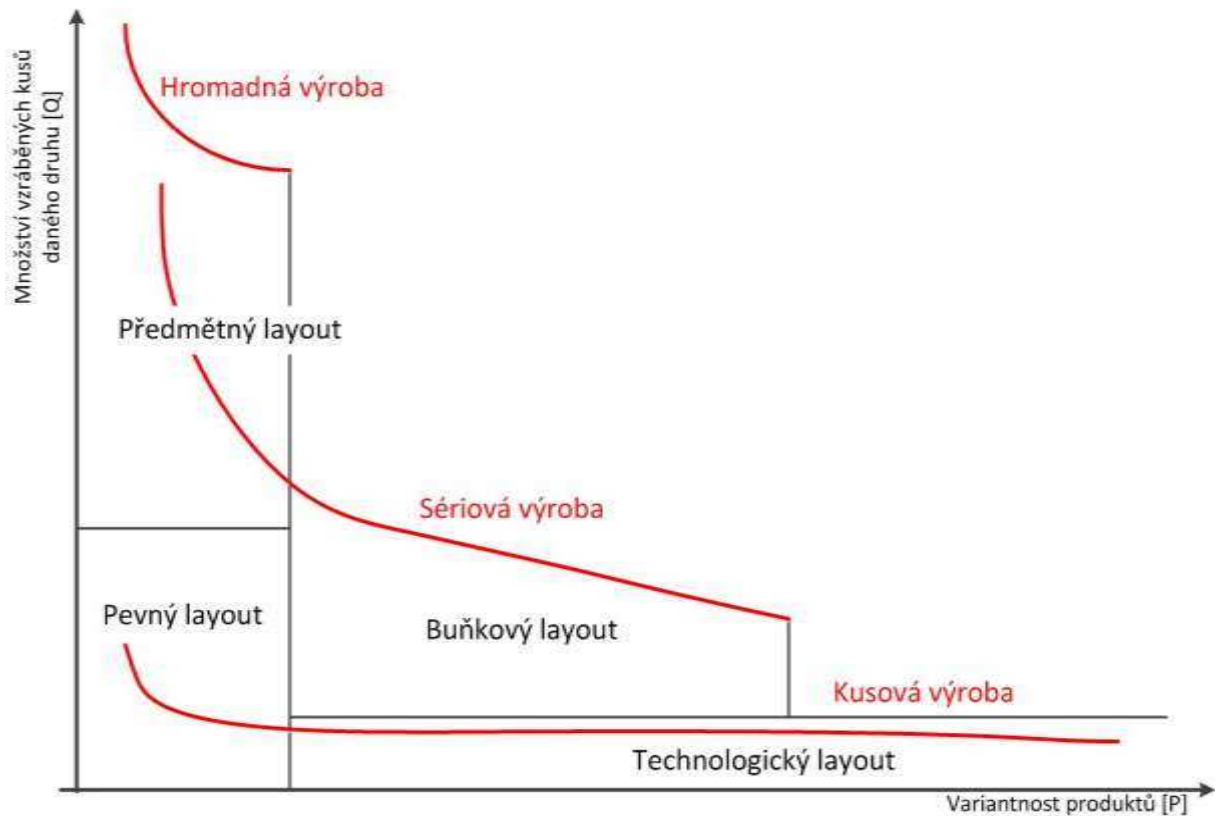


Obrázek 1-1 Základní typy výrobních systémů [8]

Výrobní prostory jsou dále ovlivněny prostorovým uspořádáním výroby. Rozlišujeme čtyři základní prostorového uspořádání výroby. A to:

- Technologické uspořádání,
- předmětné uspořádání,
- volné uspořádání,
- pevné uspořádání.

Mezi prostorovým uspořádáním a vyráběným množstvím je určitá vazba. Každé uspořádání je typické pro určitý objem produkce. Tento vztah názorně zobrazuje Obrázek 1-2.



Obrázek 1-2 Druh uspořádání vs. vyráběné množství [8]

Dále známe a rozeznáváme různá hybridní prostorová uspořádání. Do těchto uspořádání patří dle zdroje [8]:

- Buňkové uspořádání
 - Pružné výrobní systémy
 - Distribuované uspořádání výrobních systémů
 - Modulární uspořádání výrobních systémů
 - Rekonfigurovatelné uspořádání výrobních systémů
 - Agilní uspořádání výrobních systémů
- Modulární uspořádání
- Kombinované uspořádání

Detailní popis výše zmíněných prostorových řešení včetně obrázků je uveden v kapitole 3 Prostorové řešení.

1.3 Členění výrobního systému

Pracovní prostředky jsou ve strojírenském podniku určitým způsobem uspořádány a hovoříme v této souvislosti o prostorové struktuře výroby. Základním prvkem výrobního systému je pracoviště. [12]

Pracoviště

Pracoviště je technologicky a kapacitně určený, prostorově ohraničený a relativně samostatný pracovní prostředek, nebo soubor pracovních prostředků, který tvoří z hlediska řízení výroby základní, dále již nedělitelný prvek výrobního systému. V praxi se někdy pro označení pracoviště používá zjednodušený a nepřesný název stroj. [12]

Výrobní úsek

Výrobní úsek je tvořen soustavou několika pracovišť, které jako celek umožňují výrobu určeného souboru dílů výrobku. V praxi se někdy pro označení výrobního úseku používá také název skupina strojů. [12]

Výrobní jednotka

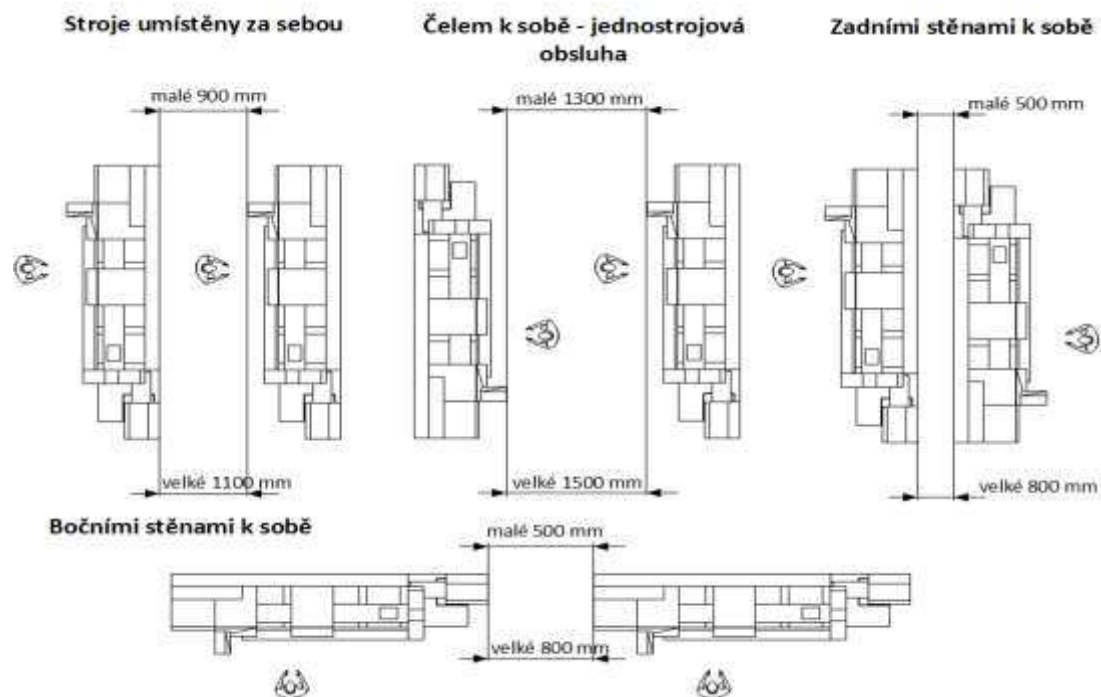
Výrobní jednotka je tvořena soustavou několika výrobních úseků, které jako celek umožňují výrobu kompletního výrobku. V praxi se pro rozlišení různých hierarchických úrovní ve výrobním systému používá několik názvů, které nejsou přesně definovány a podle charakteru výroby mohou být použity jak pro označení výrobního úseku, tak pro označení výrobní jednotky. Jedná se o názvy: dílna, provoz, závod, podnik. [12]

1.4 Zásady rozmístění

Pro výrobní prostory (pracoviště, výrobní úseky) dále platí mnoho norem, které zajišťují bezpečnost pracovníků, dále minimální vzdálenosti od strojů, uliček apod. Dále platí určité zásady rozmístování strojů po výrobní ploše. Pro malé stroje (rozměry obrysu 800 mm x 1500 mm) platí jiné vzdálenosti než pro velké stroje (velkým strojem rozumíme stroj, kde je jedna strana delší jak 3500 mm). Při přemístění strojů je nutné brát ohled i na sloupy, zdi, kde musí být také dodrženy další minimální rozměry. Na obrázcích níže je zachyceno několik možných variant rozmístění strojů i s potřebnými rozměry. [8]

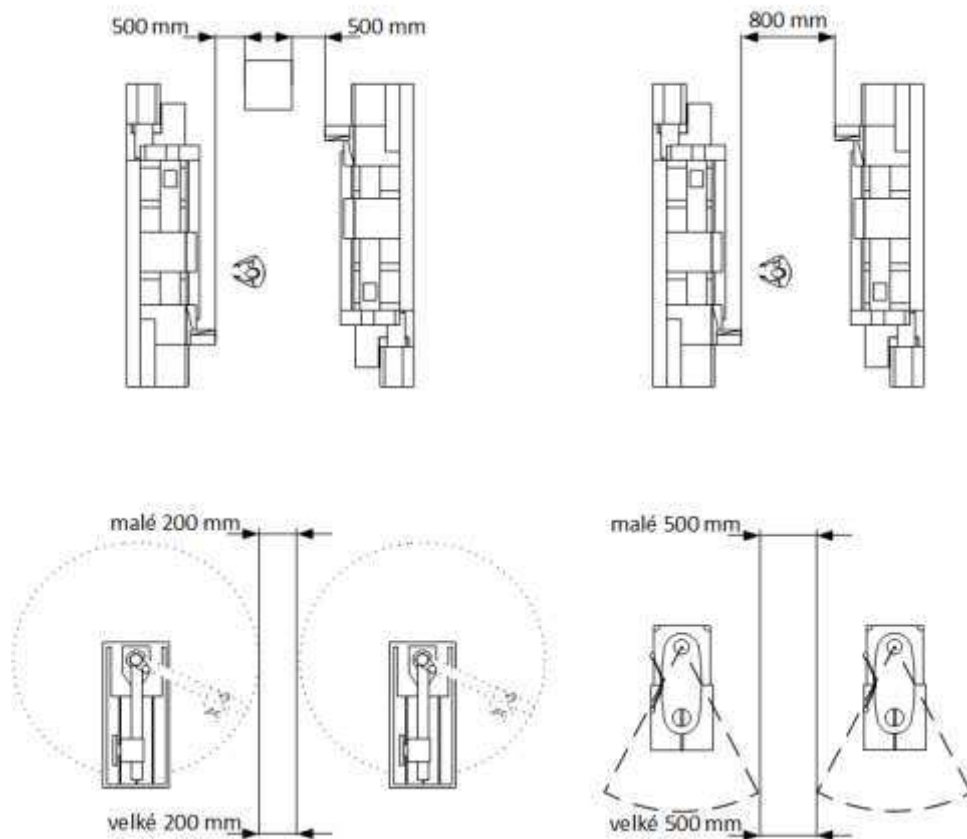
Zásady uplatňované při řešení prostorového uspořádání jsou následující, dle zdroje [12]:

- vytvářet předpoklady pro bezporuchový a spolehlivý chod provozu a výroby,
- respektovat charakter výroby,
- vytvářet předpoklady pro vytváření pružných změn,
- minimalizovat náklady na instalaci, deinstalaci a demontáž,
- minimalizovat materiálové toky a dopravní výkony,
- optimalizovat vnitropodnikové dopravní sítě,
- optimalizovat rozmístění dílčích ploch v rámci základní plochy,
- vyvarovat se případným možným kolizím v toku materiálu mezi jednotlivými dílčími plochami,
- provádět interní optimalizaci v rámci jednotlivých dílčích ploch.

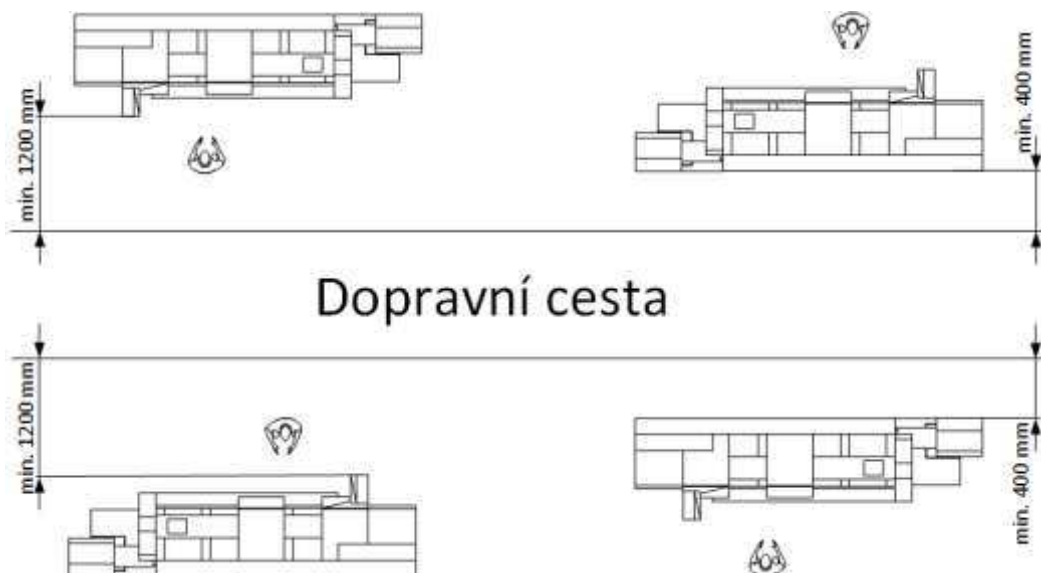


Obrázek 1-3 Zásady rozmístění [8]

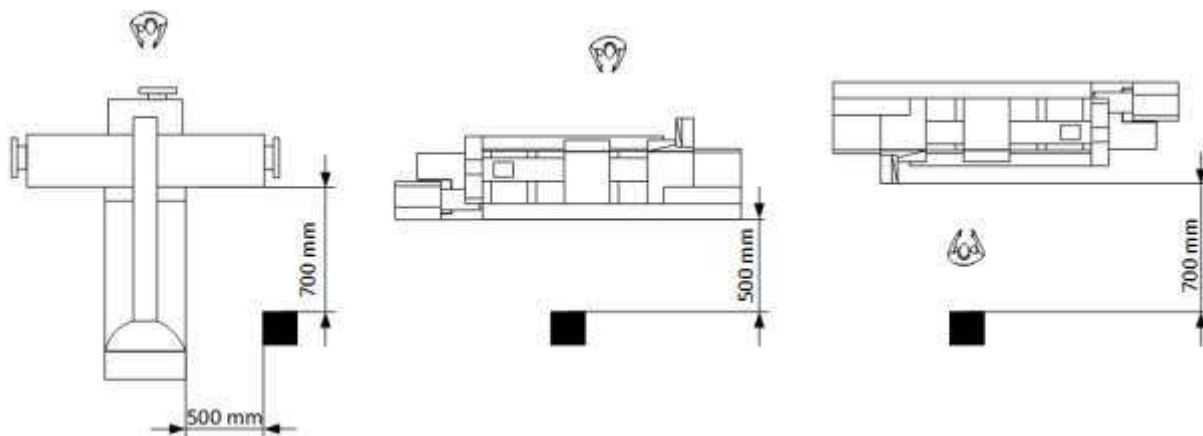
Vícstrojová obsluha



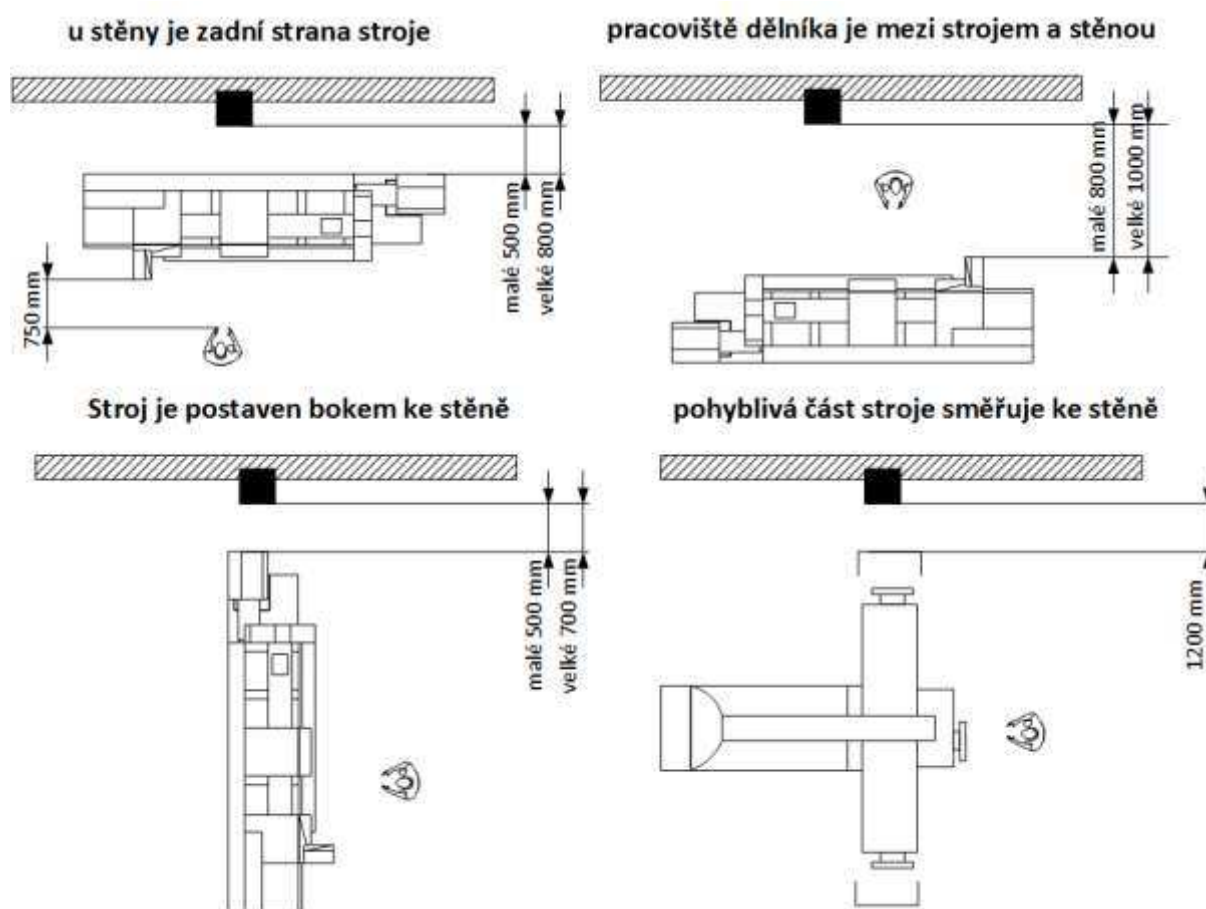
Obrázek 1-4 Zásady rozmístění II [8]



Obrázek 1-5 Zásady rozmístění III [8]



Obrázek 1-6 Zásady rozmístění IV [8]



Obrázek 1-7 Zásady rozmístění V [8]

Výrobní prostory se musí řídit danými předpisy, normami a různými nařízeními, na základě kterých by měla být především zajištěna bezpečnost osob pracujících v daném místě. Do výrobních prostor nepatří pouze stroje a zařízení, ale také manipulační cesty, komunikační koridory. Dále sem také patří různé doplňky k jednotlivým strojům, jako jsou přípravky, bedny, skříně s náradím, odkládací stoly a podobně. [1]

1.5 Manipulace s materiálem

Abychom měli výrobní prostory plně funkční, je zapotřebí mít nadefinované také komunikační koridory. Uličky rozdělujeme do kategorií dle pohybu pracovníků, na manipulační uličky bez pohybu pracovníků a na dopravní cesty. Dále je rozdělujeme podle směru, a to na jednosměrné a obousměrné. Komunikace musí splňovat předepsané normy a to konkrétně ČSN 73 5105 – Výrobní průmyslové budovy (Tato část normy se zabývá především volbou povrchu komunikací, bezpečnostními prvky komunikací a obecným postupem výpočtu šířky komunikace) a ČSN 26 9010 Manipulace s materiálem – šířky a výšky cest a uliček, kde se výpočtem zabývají podrobněji. Šířky manipulačních cest a uliček jsou jednou z velmi zásadních oblastí, na kterou je důležité, při návrhu nového prostorového uspořádání výroby, brát zřetel. [1][4][8][9]

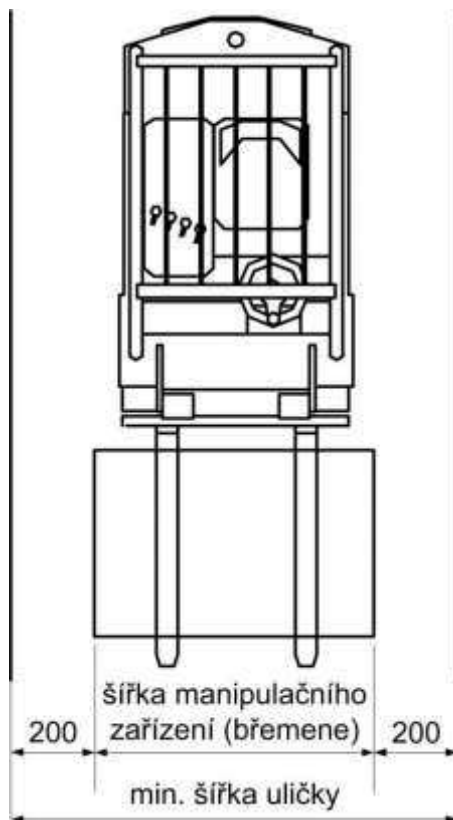
1.5.1 Manipulační ulička a dopravní cesta

Manipulační uličky jsou používány manipulační technikou, tudíž jsou konstruovány pro vysokozdvizné vozíky, mlčunové vláčky, retraky, paletové vozíky ruční i elektrické.

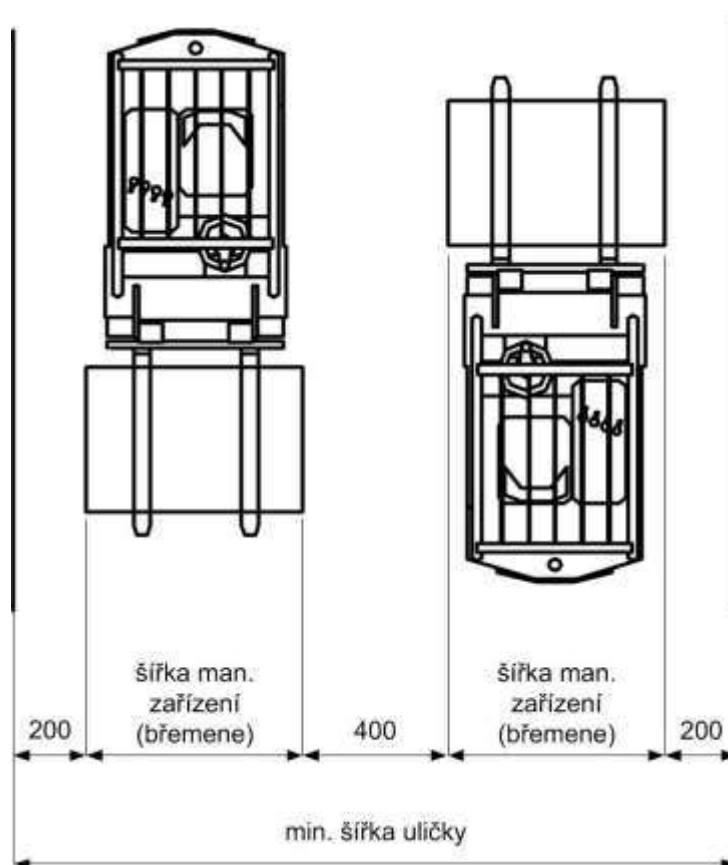
Dopravní cesty jsou konstruovány, jak pro manipulační techniku, tak zároveň pro pohyb pracovníků. [4][8][9]

Tudíž zásadní rozdíl je v šířce komunikace. Dopravní cesta je širší z důvodu přidání pruhu či dvou pro pěší pracovníky. [4][8][9]

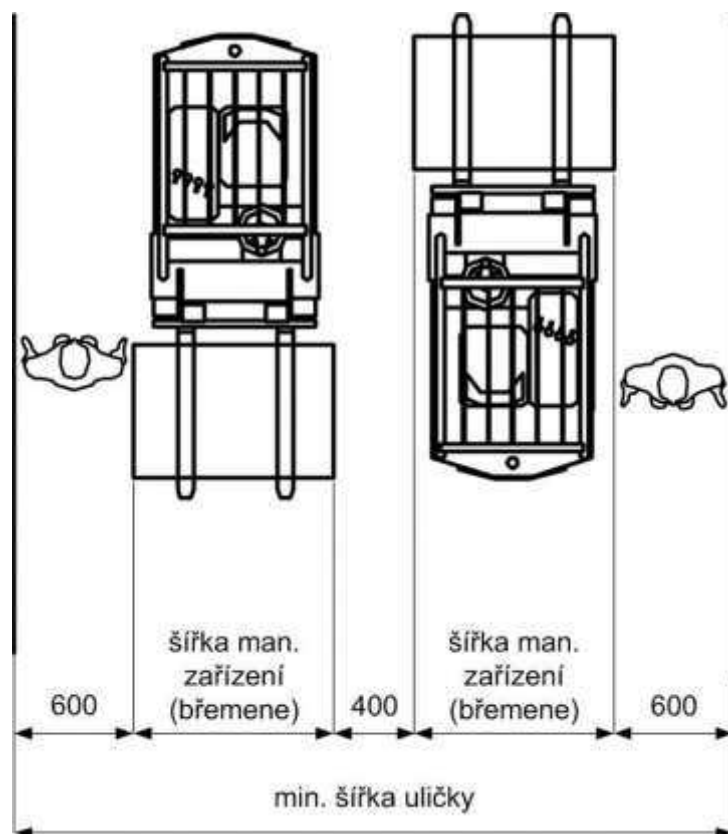
K této problematice jsou níže uvedené obrázky, které názorně ukazují, jak stanovit minimální šířky uliček. Vše vychází z již zmíněných norem.



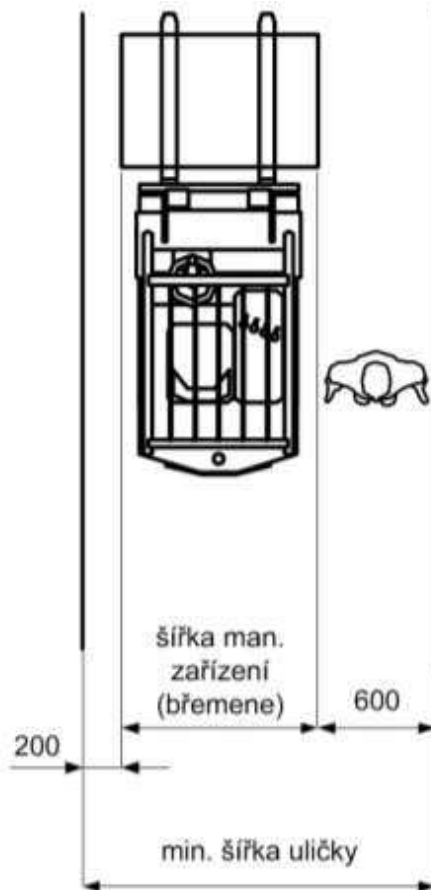
Obrázek 1-8 Jednosměrná manipulační ulička [8]



Obrázek 1-9 Obousměrná manipulační ulička [8]



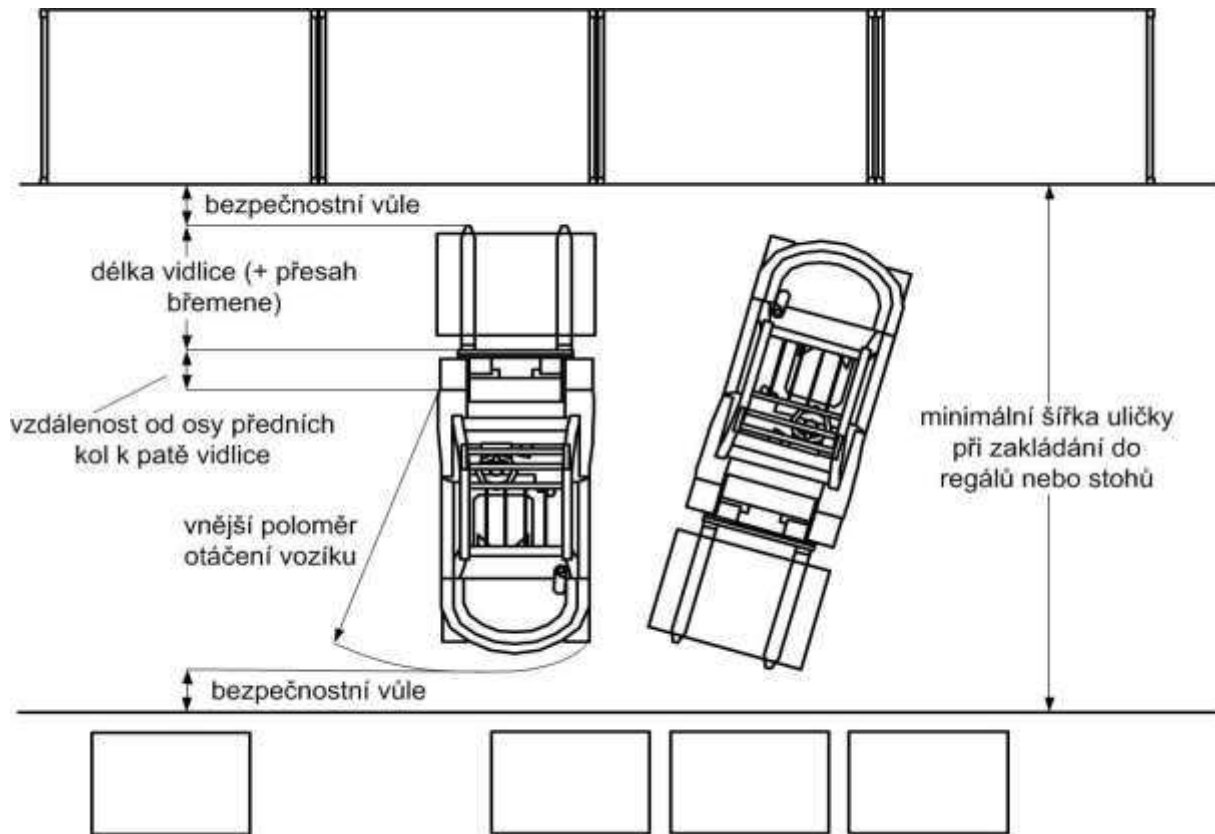
Obrázek 1-10 Dopravní cesta obousměrná [8]



Obrázek 1-11 Dopravní cesta jednosměrná [8]

1.5.2 Manipulační ulička pro zakládání do regálů a stohů

Pro manipulační uličky mezi regály platí také předpisy. Důležitým bodem pro šířku uličky ve skladu je vnější poloměr otáčení manipulační techniky. Konkrétní stanovení rozměru vychází z obrázku uvedeného níže.



Obrázek 1-12 Šířka manipulační uličky mezi regály [8]

1.6 Montážní prostory

Montážní prostory jsou často součástí výrobních prostor, ale zároveň jsou často budovány pouze montážní závody, kde nedochází k žádné výrobě, ale pouze montáži = sestavení, smontování dílů a tím vznikne finální produkt.

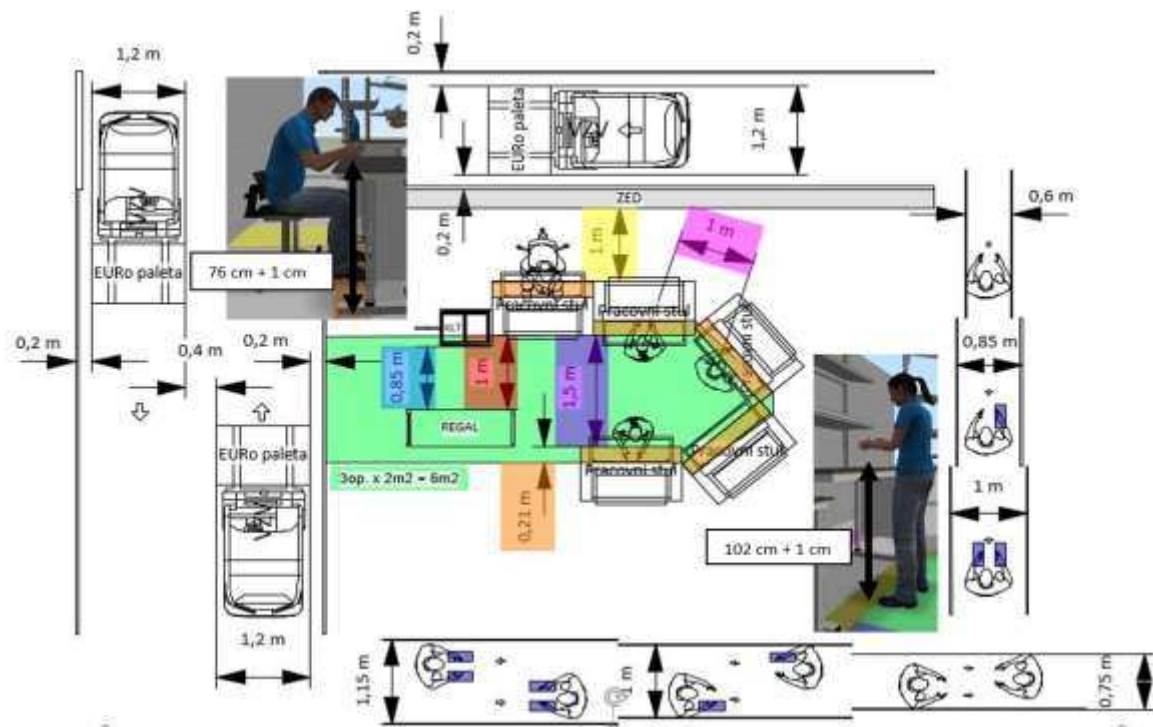
V montážních prostorech by mělo být pracoviště přizpůsobeno montážnímu pracovníkovi, který na daném stanovišti pracuje. Opět nám organizaci pracoviště určují normy, ať už se jedná o ČSN, DIN či ISO normy. Při návrhu pracoviště dbáme na ergonomičnost, tedy snažíme se vytvořit pracoviště přesně danému pracovníkovi na míru, popřípadě, vytvořit takové pracoviště, kde bude možné snadno a rychle změnit polohu, výšku či posed a tím přizpůsobit dané pracoviště rozdílným pracovníkům. Cílem je, aby se každý pracovník cítil komfortně a nedocházelo k přílišnému namáhání dělníka. [13]

Pracovní prostor je prostor, kde je možné a vhodné vykonávat příslušnou činnost. V pracovním prostoru musíme zabezpečit určitou velikost podlahové plochy, např. při denním osvětlení minimálně 2 metry čtvereční. Dále pracovní prostor musí splňovat předepsané parametry jako je výška pracoviště nad podlahou, vzdušný prostor, výška pracovní desky, atd. Rozlišujeme různé prostory na pracovišti, a to konkrétně [13]:

- Zorný – dobré zrakové vnímání
- Manipulační – dobrá práce rukou
- Pedipulační prostor – vhodný pro práci nohou

Níže na obrázku, je uvedeno několik názorných ukázek, které se týkají uspořádání pracovišť a

dodržování nutných parametrů a rozměrů. Součástí obrázku (Obrázek 1-13) je také legenda, která vysvětluje jednotlivé barvy a dále odkazuje na normu či nařízení. Obrázek je převzat ze zdroje [8].



- Osová vzdálenost: 1m**
Není právně závazné pro ČR., na přání operátorů může být vzdálenost zmenšena na min.0,8M
Zdroj:doporučení – DIN 33406
- Minimální průchod: min.0,85m**
Materiál a pevná překážka nebo dva materiál Zdroj:ČSN 269010
- S jedním břemenem: min.1m**
Mezi dvěma pevnými překážkami Zdroj:N.V: 361/2007 § 48
- Prostor za zády: 1m**
Od hrany pracovní desky Zdroj:ČSN EN ISO 14738
- Prostor mezi pracovními deskami: min 1,5m**
(2 pracovníci zády k sobě) Zdroj:ČSN EN ISO 14738
- Volná podlahová plocha: 2m²**
21cm pro chodidla pod hranou stol Zdroj:N.V: 361/2007 § 48,ČSN ISO 14738
- Výška prac. plochy při práci ve stoje: 102cm + 1cm**
Prac. plocha pro vizuální kontrolu 102cm + 15cmv Zdroj: ČSN EN ISO 14738, N.V. 361/2007 § 47
- Výška prac. plochy při práci v sedě: 76cm + 1cm**
Při práci vsedě je optimální výška pracovní roviny nad sedákem u mužů 220 až 310 mm, u žen 210 až 300 mm.
Základní výška sedáku nad podlahou je 400 + 50 mm. Zdroj: ČSN EN ISO 14738, N.V. 361/2007 § 47

Obrázek 1-13 Montážní pracoviště [8]

Pro hodnocení ergonomičnosti pracoviště se používají různé ergonomické metody, kterými jsme schopni odhalit přetížení pracovníků, konkrétně odhalit slabé místo pracoviště. Na základě ergonomické analýzy můžeme reorganizovat či navrhnout změnu pracoviště a okamžitě pomocí ergonomických metod či ergonomického softwaru ověřit vhodnost návrhu.

2 Skladovací prostory

Skladování patří do logistického systému každého podniku. Skladování je považováno, dle zdroje [10] za velmi důležitý článek mezi výrobcem a zákazníkem. Sklad může mít několik funkcí. Podle zdroje [10] rozeznáváme tři základní funkce:

- **Přesun produktů**
 - Příjem zboží - zahrnuje fyzické vyložení či vybalení zboží, aktualizaci záznamů, kontrolu stavu zboží a překontrolování průvodní dokumentace.
 - Transfer či ukládání zboží - zahrnuje fyzický přesun produktů do skladu, uskladnění a jiné přesuny.
 - Kompletace zboží podle objednávky - zahrnuje přeskupování produktů podle požadavků zákazníka.
 - Překládka zboží (cross-docking) - vynechává se uskladnění produktů, zboží se překládá přímo z místa příjmu do místa expedice; tento způsob uskladnění se stal díky příznivým dopadům na náklady již velmi rozšířenou záležitostí, podle Lamberta přibližně 75 % distribuce potravin v USA zahrnuje překládku typu Crossdocking při přesunu produktů od dodavatele do maloobchodních prodejen.
 - Expedice zboží [10]
- **Uskladnění produktů**
 - Přechodné uskladnění - nezbytné uskladnění pro doplňování základních hladin.
 - Časově omezené uskladnění – nadměrné zásoby vzhledem k potřebám běžného doplnění zásob. Jedná se o nárazníkové nebo pojistné zásoby. Nejčastější důvody k časově omezenému uskladnění zásob patří: sezónní poptávka, kolísavá poptávka, úprava výrobků (např. ovoce, masa), spekulativní nákupy nebo nákupy do zásoby, zvláštní podmínky obchodu (např. množstevní slevy). [10]
- **Přenos informací o skladových produktech**
 - Jedná se o třetí hlavní součást skladování, dochází k němu současně s přenosem a uskladněním produktů. Zjišťujeme tím stav zásob, stav zboží v pohybu, umístění zásob, vstupní a výstupní dodávky, zákazníky, personál a využití skladových prostor. [10]

2.1 Plochy skladu:

Pod pojmem plochy skladu se nám neskrývá pouze ložná plocha (neboli užitečná skladovací plocha), ale také manipulační, dopravní uličky a mnoho dalšího. Plochy skladu rozdělujeme podle zdroje [10] na:

1. Provozní plochy

A. Skladovací pole:

- a. užitečná skladovací plocha,
- b. manipulační a dopravní uličky.

B. Manipulační plochy:

- příjem,
- expedice,
- sklad obalů,
- rampy.

C. Pomocné provozní místnosti.

2. Neprovozní plochy (např. dílny aj.)

- Administrativní plochy.
- Sociální plochy (budovy, zeleň).
- Pozemní komunikace.

Pomocí výše uvedených ploch jsme schopni provádět i hodnocení správného využití skladu. Nemusí se týkat pouze skladové plochy, ale i kompletně celého objektu, zastavěných ploch, komunikací a dalších. [10]

2.2 Druhy a typy skladů

Níže je uveden popis druhů a typů skladů podle zdroje [10]:

1) Podle funkce:

- obchodní sklady - velký počet dodavatelů i odběratelů, základní funkcí kromě skladování je i změna sortimentu,
- odbytové sklady (alokace u výroby) - určitá forma obchodního skladu, charakterizovaný jedním výrobcem, velmi malým počtem výrobků a větším počtem odběratelů
- veřejné a nájemní sklady - zajišťují pro zákazníky skladování zboží nebo propůjčení skladové kapacity, v prvním případě vykonává sklad skladové funkce podle objednávky zákazníka, tzn. zboží přijímá, skladuje a vydává podle obdržených pokynů, ve druhém případě se pronajímá část skladu, většinou včetně příslušného manipulačního zařízení, a veškeré další činnosti se zbožím si zajišťuje zákazník,
- tranzitní sklady - na místech velké překládky zboží, tzn. v přístavech, na železničních překladištích atd., základní funkcí je zboží přijmout, rozdělit a naložit na dopravní prostředek
- konsignační sklady - sklady dodavatele u odběratele, zboží je skladováno na účet a riziko dodavatele, odběratel má právo si zboží odebrat podle potřeby a v určitém časovém odstupu zboží platí, popř. upozorňuje na potřebu obsah skladu doplnit,
- zásobovací sklady výroby. [10]

2) Podle zařazení skladu ve výrobním procesu:

- vstupní sklady,
- příruční sklady,
- mezisklady,
- expediční sklady. [10]

3) Z hlediska času:

- sklady k dlouhodobému skladování (sklady hmotných rezerv),
- sklady k běžnému provoznímu skladování,
- sklady ke krátkodobému vyrovnávání, resp. držení pojistné zásoby (tzv. buffery, „nárazníkové“ sklady). [10]

4) Podle skladovaného materiálu (zboží), resp. podle skladové technologie:

- skládky - dočasně vymezené prostory pro skladování, zpravidla volné - nezakryté,
- složiště - (trvale vymezené prostory pro skladování pod širým nebem),
- zásobníky - pro sypké materiály (nízké - bunkry, vysoké - sila, podzemní - jímky, pro kapalné materiály - tanky),
- sklady kusových materiálů - paletizovaných, nepaletizovaných, svazkovaných, paketizovaných, sklady hutního materiálu, sklady kapalných materiálů, sklady sypkých materiálů,
- sklady uzavřené - s kryptoklimatem regulovatelným nebo ovlivnitelným zcela nebo zčásti nezávisle na klimatických podmínkách vně skladu, sklady s běžnou teplotou, sklady chladírenské a mrazírenské,
- sklady nebezpečných materiálů - hořlavin, výbušnin apod.,
- sklady širokosortimentní (plnosortimentní) a sklady specializované,
- sklady odlehčovací - pro dlouhodobé skladování materiálu s malou četností manipulací, vybavené obvykle jen minimální technikou,
- sklady s vozíkovou nebo zakladačovou technologií, se stohovacími jeřáby, s gravitačním vyprazdňováním (sila) a další. [10]

5) Podle stupně centralizace:

- Centralizované,
- Decentralizované. [10]

2.3 Skladové technologie - konvenční

V této části se zabývám skladovými technologiemi - konvenčními. Jsou zde popsány klasické (konvenční) skladové technologie, které jsou zcela běžné k dostání na trhu. Pro informace a rozdělení skladových technologií využívám přední výrobce regálů, jako jsou společnosti Jungheinrich, Linde, Kardex Remstar a další.

2.3.1 Policové a paletové regály

Paletové regály jsou vhodné zvláště při velkém množství na položku a současně při rozsáhlém sortimentu a při požadavku na vysoký manipulační výkon. Výhodami paletového regálu jsou přímý přístup ke všem položkám a dobré využití výšky. Paletový regál je však vždy vázán na určitý ukládací prostředek. Stupeň využití plochy leží mezi 40 a 65 % v závislosti na způsobu obsluhy a na rozměrech manipulační jednotky. [13]

Základní vlastnosti dle zdroje [13]

- Přímý přístup ke všem položkám
- Volné přiřazení skladovacího místa
- Lze dodat pro ruční/automatickou obsluhu regálu
- Možnost záměnné či nahodilé (tzv. chaotické) volby skladového místa



Obrázek 2-1 Paletový regál [13]

2.3.2 Příhradový regál - úzká ulička

Příhradové regály patří k nejpoužívanějším regálovým systémům. Lze je doporučit při skladování nepaletovaného zboží s rozsáhlým sortimentem a s malým až středním množstvím na položku. Jedná se o propracovaný systém nabízející rozmanité možnosti využití, který neslouží pouze k ukládání standardizovaných europalet, ale nabízí možnosti uskladnění velké škály zboží. [13]

Základní vlastnosti dle zdroje [13]:

- Výborné využití prostoru
- Malé šířky pracovní uličky
- Vysoký výkon překládky
- Možnost stupňovitého dovybavení až po plnou automatiku



Obrázek 2-2 Příhradový regál [13]

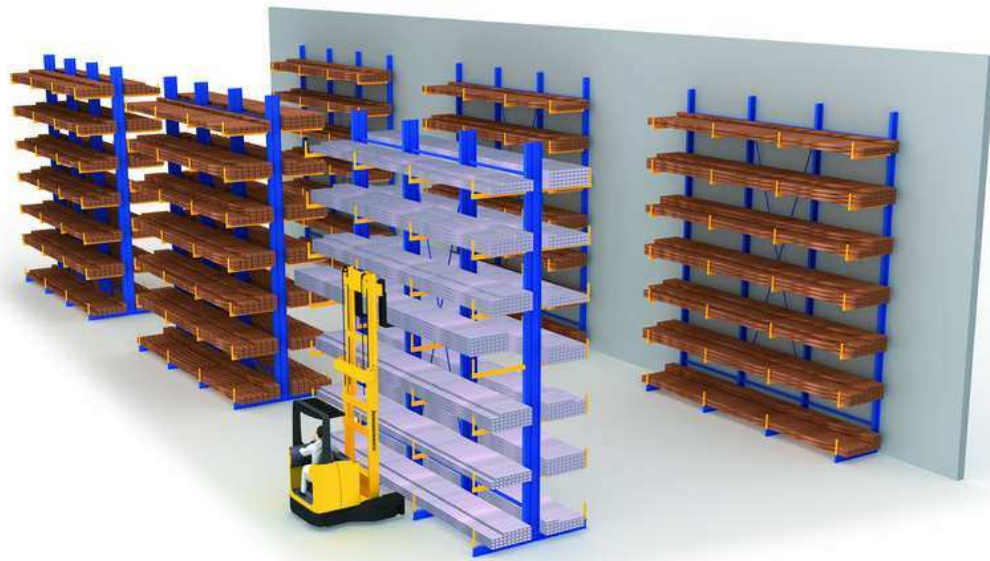
2.3.3 Konzolové regály, Regály pro tyčový materiál

Jsou vhodnou variantou pro **ukládání rozměrného sortimentu** - od standardního tyčového materiálu přes velkoplošný materiál a stavební profily až po svitky plechu. Případné osazení policovou výplní nabízí univerzální řešení ve skladech se širokou škálou palet a balení, kde jsou stojiny paletových regálů omezujícím faktorem. Konzolové regály lze dodat jako mobilní systém či venkovní zastřešenou variantu. [13]

Základní vlastnosti dle zdroje [13]:

- Lze upravit na regálový zakladač
- Rychlé přizpůsobení změnám sortimentu
- Libovolně prodlužitelné a rozšířitelné

Vlastnostem konzolových regálů se v podstatě žádné meze nekladou. Tyto regály jsou vhodné k uskladnění dlouhých břemen, jako jsou tyče, trubky a desky, je možné pomocí doplňkových prvků libovolně prodlužovat. Každá stojna regálu je vybavená několika konzolami (nosníky), které nesou náklad. Vzdálenosti mezi jednotlivými stojnami přitom závisí na hmotnosti skladovaných břemen. Volitelné ohraničující prvky k umístění na konzolách náklad zajišťují. [13]



Obrázek 2-3 Konzolové regály [13]

2.4 Moderní skladová technologie

V této části navazují na výše uvedené konvenční technologie. Zde se zabývám moderními skladovými technologiemi jako např. vertikálními karusely, páternostery.

2.4.1 Pojízdné (podvozkové) regály

Mobilní regály v porovnání s klasickými regálovými systémy dokáží zvýšit využití plochy skladu až na cca 80 %, což je ve srovnání s konvenčními policovými regály až o 25 % více. Mobilní regály totiž nepoužívají klasického rozdělení skladu na regálové řady a uličky, ale regálové řady jsou na podvozcích. Za klidového stavu jsou regálové řady umístěny u sebe a teprve když přijde požadavek na naskladnění nebo vyskladnění zboží, regály mezi sebou vytvoří uličku, aby mezi ně mohl vozík vjet a příslušný manipulační krok provést. [13]

Základní vlastnosti dle zdroje [13]:

- Úspora až 90 % regálových uliček
- Princip „FIFO“ (first in first out) realizovatelný
- Krátké trasy
- Lepší využití plochy
- Mechanizovatelný
- Pro paletové regály, regálové zakladače a konzolové regály

Pojízdné regálové systémy sestávají z paletových regálů (jednomístných / příhradových regálů) nebo konzolových regálů, montovaných na pojízdných podstavcích. Jsou vybavené motory a

Ize je tak prostřednictvím vedení lištou dovézt tam, kde je právě potřeba vytvořit regálovou uličku. Díky tomuto pojízdnému principu je možné ušetřit 9 z 10 pracovních uliček, ze kterých lze získat nový skladovací prostor. Řízení přitom může probíhat centrálně ze skříňového rozvaděče, decentrálně z jednotlivých regálů nebo pomocí dálkového ovládání. [13]



Obrázek 2-4 Pojízdné podvozkové regály [13]

2.4.2 Push Back regály (*Zásuvný regál*)

Nejlepší využití prostoru pro princip LIFO. Paletové zásuvné regály se skládají z regálových stojen řazených za sebou a tvořících tak kanál. Sklon dráhy je 3% až 5%. Zboží je do kanálů regálů vkládáno většinou pomocí vozíků s výsuvným sloupem. [13]



Obrázek 2-5 Zásuvný regál [13]

2.4.3 Průjezdové (drive-in) regály (Vjezdový / průjezdový regál)

U konzolových DRIVE-IN regálů se skladuje více břemen za sebou v hloubce regálu na dvou průběžných nosnících. Při zakládání a vykládání je třeba u každého regálového pole dodržet cyklus „seshora dolů“ (nebo opačně). Vozíky mohou do regálových polí vjíždět. U neprůjezdných regálů lze regál obsluhovat jen z jedné strany (princip LIFO -last-in-first-out). Oproti tomu je u konzolových DRIVE-IN regálů možné z jedné strany zboží vkládat a z protilehlé strany zároveň vykládat (princip FIFO - first-in-first-out). Výkon obrátky skladu je tak u průjezdových regálů ve srovnání s vjezdovými vyšší. [13]

Základní vlastnosti podle zdroje [13]:

- Vysoký stupeň využití prostoru
- Vhodný zejména pro sezónní sklad. prostory
- Nezávislé zakládání a vykládání u průjezdových regálů
- Snadno rozšířitelný
- Vhodný pro velký počet břemen stejné položky



Obrázek 2-6 Průjezdový regál [13]

2.4.4 Shuttle - regál kanálového skladovacího systému

Nosiče samostatně pojíždějící v paletovém kanálu jsou přitom hlavním článkem kompaktního skladovacího Shuttle systému Jungheinrich – komplexního řešení, sestávajícího z modulů kanálový regál, nosný vozík a nosič (vozík IPC - In Pallet Carrier - nebo vozík UPC - Under Pallet Carrier). Řešení, které umožní rozšířit výkonové spektrum Vašeho klasického kompaktního skladovacího systému – tj. zvýšit úsporu místa eliminací pracovních uliček – a realizovat optimalizační potenciál týkající se stupně plnění, obrátky skladu, rozmanitosti položek, stupně využití prostoru a šetrnosti při manipulaci se zbožím. [13]

Dle zdroje [13] jsou základní vlastnosti tyto:

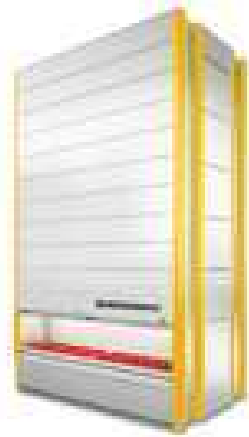
- Výborné využití ploch a prostoru
- Manipulace šetrná k nabíjení
- Princip „LIFO“ (last in first out) a „FIFO“ (first in first out) realizovatelné s oběma variantami
- Maximální výkon překládky
- Různé typy palet použitelné ve stejném regálovém systému



Obrázek 2-7 Shuttle regál [13]

2.4.5 Vertikální výtahové systémy

Modulární výtahový zakladač je uzavřený systém, u kterého se z obou stran vertikálně zakládají police. Po načtení čárového kódu nebo stiskem tlačítka se podložky automaticky posunou na extraktor umístěný uprostřed zakladače a z něj se pak přepraví k obslužnému otvoru. [13]



Obrázek 2-8 Vertikální výtahový systém [13]

Díky modulární konstrukci je možné výtahový zakladač LRK výškově přizpůsobit před i po jeho instalaci konkrétním potřebám použití. LRK automaticky načítá každou polici. Zboží určenému k založení je pak v odstupech po 25 mm přiřazeno ideální skladovací místo. Podle výšky skladu lze ve srovnání s běžnými skladovými systémy ušetřit s tímto systémem až 85 % plochy skladu. Modulární konstrukce výtahového zakladače LRK zajišťuje téměř neomezenou flexibilitu při využití různě vysokých skladů. [13] Výšku zakladače lze zvolit v krocích po 100 mm tak, aby vždy splňoval konkrétní požadavky a vyhovoval daným kapacitním podmínkám. Snadné je kromě toho i jeho případné přemístění - odstranění, resp. přidáním modulů lze systém velmi rychle a snadno přizpůsobit změněným podmínkám.[13]

Při použití zakladače LRK přes více podlaží je možné na libovolném místě v přední i zadní stěně zakladače integrovat až šest obslužných otvorů. Jejich polohu lze následně bez problémů měnit. Zvedací dvířka u každého obslužného otvoru zabraňují průvanu a chrání obsluhu zakladače i zboží. [13]

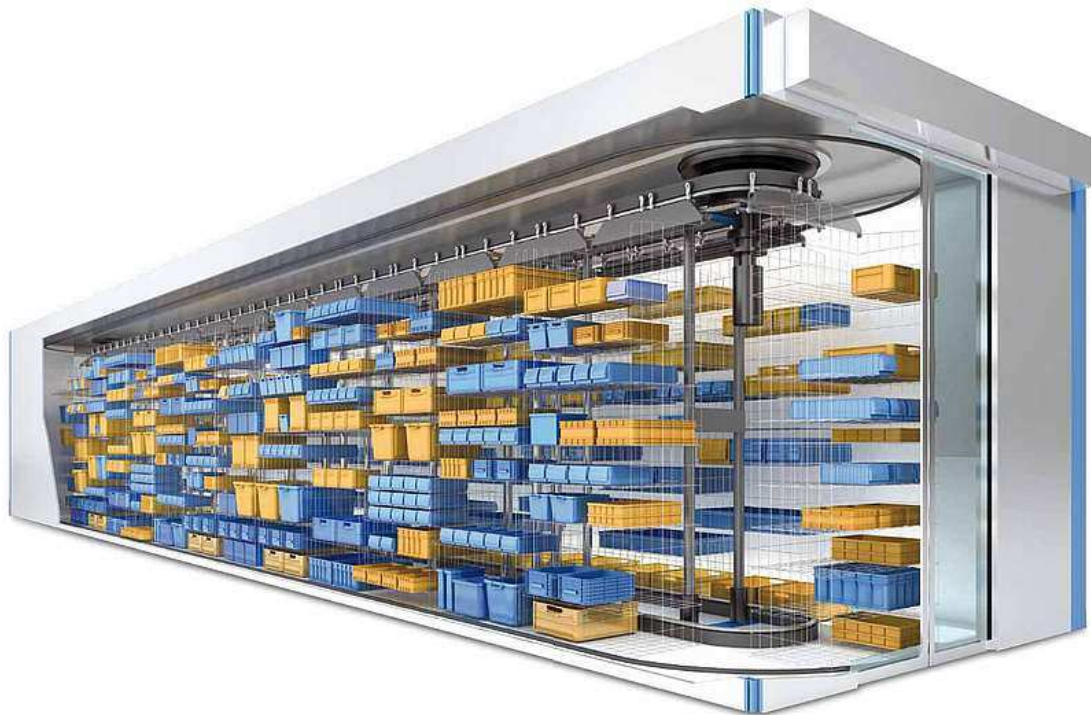
Mezi základní vlastnosti patří dle zdroje [13]:

- Nejvyšší možné využití skladové plochy pro drobné položky
- Více bezpečnosti a ochrany pro personál i skladované zboží
- Vysoká efektivita díky možnosti napojení na libovolný systém řízení skladu
- Modulární rozšiřitelnost
- Díky téměř kontinuálnímu umístění systémových polic v krocích po pouhých 25 mm ušetříte až 85 % skladovací plochy

2.4.6 Vertikální karuselový zakladač PRK

Vertikální karuselový zakladač PRK (pátersonster) tvoří patra, která se přepravují vždy nejkratší cestou k uživateli. Přes ergonomicky umístěné obslužné okénko se uskladněné zboží vydává automaticky. Každý PRK zakladač lze používat jako stand alone řešení a v případě potřeby jej v rámci systému rozšiřovat. K zajištění maximální bezpečnosti je PRK zakladač vybaven fotobuňkami k identifikaci osob i zboží. Uzavíratelnými dvířky je uskladněné zboží chráněno proti neoprávněnému přístupu. Vedle této mechanické ochrany proti krádeži je možné alternativně použít zajištění celého systému nebo jeho částí pomocí individuálně přiřazeného hesla či systémem sledování transakce. Díky principu „zboží k člověku“ odpadá čas nutný k přemístování obsluhy nebo hledání dílů. Díky dodávce dílů k pracovnímu místu je možné zvýšit produktivitu až o 65 %. Všechny nosiče se dodávají v ergonomicky pohodlné výšce, obsluha se již nemusí ke zboží namáhavě ohýbat nebo natahovat. Využitím dosud nevyužitě výšky prostoru ušetří karuselový zakladač oproti regálovým a zásuvkovým systémům až 85 % místa. Nově získané místo na podlaze skladu tak lze využít k jiným výrobním či kontrolním účelům. [13]

Integrovat lze také různé Pick-by-Light technologie a zvýšit tím přesnost pracovních procesů až na 99,9 %. Transakční informační centrum na pracovišti informuje o přesné poloze požadovaného zboží, číslech dílů a počtech kusů určených k vyskladnění. [13]



Obrázek 2-9 Vertikální karuselový zakladač [13]

2.4.7 Automatizované sklady

Automatizovaných skladů je opět velká škála. Nabídka je velice rozsáhlá. V dnešní době jsou prodejci (výrobci), schopni provést automatizaci téměř u jakékoliv skladové technologie v jakémkoliv rozsahu. Výrobci dodávají jak obrovské plně automatizované sklady, zároveň tak jsou schopni zrealizovat i automatické skladování plechů a trubek či jakýchkoliv profilů. [13]

- Automatizované paletové sklady
- Automatizované sklady pro drobné zboží
- Automatizované sklady s vysokými regály
- Automatizované sklady plechů
- Automatizované sklady profilů

Automatické sklady jsou realizovatelné jako pevně instalovaná či samostatně stojící skladová konstrukce typu „silo“. Automatické skladování palet, klecí a individuálních nosných systémů. [13]

Základní vlastnosti podle zdroje [13] jsou:

- Konstr. výška až 45 m
- Provedení pro použití jen v jedné uličce, anebo různých uličkách
- Použití za normálních teplot i za mrazu možné
- Úložné místo - nosnost do 7 000 kg
- různá provedení pro jednoduchou, dvojnásobnou a vícenásobnou hloubku skladování
- Regálová obslužná zařízení: rychlost pojezdu do 240 m/min a rychlost zdvihu do 100 m/min

Automatické paletové sklady se využívají ke skladování velkého množství jednoho artiklu při vysokém výkonu obrátky skladu. Využití skladových prostor ve vysokých výškách. Vestavěné sklady se montují do nových, resp. stávajících budov. Ušetření nákladů na haly a budovy. Regálové konstrukce typu „silo“ jsou samonosné konstrukce skladů, na které jsou připevněny stěny a střecha. Regálový systém se obsluhuje automatickými obslužnými zařízeními. Regálová obslužná zařízení dosahují do výšky až 45 m. [13]



Obrázek 2-10 Automatizovaný paletový sklad [13]



Obrázek 2-11 Automatizovaný sklad pro dorbné díly [13]

3 Prostorové řešení (uspořádání)

Nezbytným členem řízení výrobního procesu je volba optimálního prostorového uspořádání. Základem prostorového řešení je analýza materiálových toků. Veškeré zásady spojené s materiálovým tokem jsou složkou logistiky, která nám poskytuje mnoho variant z hlediska výrobního procesu, jak přizpůsobit pohyb materiálu, organizaci meziskladů, skladů a plynulost technologických operací, abychom dosáhli optimálního materiálového toku. Abychom určili vhodné prostorové řešení, je nám k dispozici celá skupina základních analytických metod. [11]

Mezi základní analytické metody patří dle zdroje [11]:

- Šachovnicová metoda
- Trojúhelníková metoda
- Souřadnicová metoda
- Sankeyův diagram

Mezi další možnosti, jak dosáhnout účelného řešení, patří použití metody síťové analýzy, metody CRAFT, která je založena na příbuzném principu k síťové analýze. Dále lze využít různé optimalizační metody, lineární programování či simulace. [11]

V dnešní době, nejnovějších počítačových softwarů, se používá tvorba tzv. layoutu. Layout prostorového řešení, pokud se jedná o výrobní podnik, je grafický koncept uspořádání výrobního systému, hal, skladů. Vytvořením layoutu si vyhotovíme návrh prostorového řešení jednotlivých pracovišť a nadefinujeme dopravní trasy. Jednotlivým pracovištěm rozumíme stroje, různá zařízení i manipulační pracoviště. Při spojení s výrobními procesy nám layout stanovuje délku, tvar a intenzitu materiálového toku. Tvorba layoutu má dvě přednosti, kterých chceme dosáhnout. Jedná se o optimalizaci rozmístění výrobních zařízení, pracovních center, oddělení. Hlavním rysem optimalizace je produktivita. Druhá priorita klade důraz na minimální materiálové toky a na jejich plynulou návaznost. [11]

Při tvorbě layoutu jsme závislí na informacích, které se týkají výrobního procesu. Mezi tyto informace patří, o jaký druh výroby se jedná, jestli se vyrábí na sklad, na zakázku. Taktéž záleží, jaký druh layoutu budeme vytvářet. V první řadě je rozdělujeme na různé druhy zejména podle typu výroby. [11]

Rozlišujeme 4 základní typy výrobního layoutu [11]:

- **Technologické (procesní) uspořádání**
- **Předmětné (produkční) uspořádání**
- **Pevné uspořádání**
- **Volné uspořádání**

V praxi se setkáváme především s kombinací těchto typů. Je to zapříčiněno podmínkami trhu a specifickými provozu. Tímto míšením vznikly nové typy výrobních layoutů. [11]

- **Buňkové uspořádání**
 - Pružné výrobní systémy
 - Distribuované uspořádání výrobních systémů
 - Modulární uspořádání výrobních systémů
 - Rekonfigurovatelné uspořádání výrobních systémů

- Agilní uspořádání výrobních systémů
- **Modulární uspořádání**
- **Kombinované uspořádání**

Po stanovení výrobního procesu, musíme vytvořit objemové propočty, které nám stanoví požadavky na stroje, pracovníky, výrobní i nevýrobní plochy. Prostory layoutu rozdělujeme podle účelu. Hlavním prostorem je výrobní plocha, kterou dělíme na výrobní plochy strojní, ruční práce a montážní. Tyto plochy jsou propojeny dopravními cestami a společně se sklady a pomocnými prostory vytváří plochy pomocné. Většina výrobních soustav obsahuje, kromě výrobních prostor, také plochy pro kanceláře, jídelnu, šatny, sociální zařízení, které dohromady tvoří sociální plochu. [11]

3.1.1 Technologické (procesní) uspořádání

Patří k nejstarším možnostem uspořádání. Stroje jsou řazeny podle operací v technologických postupech. U této možnosti uspořádání slučujeme stroje stejného druhu do skupin. Nelze zde určit jednotný směr hmotného toku, protože sortiment vyráběných produktů je velmi rozmanitý.

Tento typ řešení se vyskytuje především v kusové a malosériové výrobě těžkého a středního strojírenství.

Výhody dle zdroje [9]:

- pružnější výrobní proces (množství, změna sortimentu, čas)
- snadnější přizpůsobení pracovišť při změně výrobního programu
- vyšší odolnost proti poruchám
- snazší zajištění provozuschopnosti výrobního zařízení
- lepší využití kapacit výrobních strojů a zařízení

Nevýhody dle zdroje [9]:

- vyšší náročnost na operativní řízení výroby (vytěžování jednotlivých pracovišť s ohledem na maximální využití kapacit)
- vyšší náročnost na manipulaci s materiálem (delší materiálové toky)
- prodloužení výrobního cyklu
- vyšší zásoby rozpracované výroby
- potřeba univerzálnějších výrobních zařízení
- vyšší podíl času přerušení

3.1.2 Předmětné (produkční) uspořádání

Předmětné uspořádání je specifické tím, že se pracoviště řadí podle operací technologické postupu výrobku. Materiálový tok má shodný směr, čímž se vytvoří výrobní proud. Optimální produkční řešení, je možné uspořádat pro kategorii technologicky a tvarově podobných součástí nebo jen pro jednu specifickou součást. Pokročilejší úrovní předmětného uspořádání je výrobní linka. A dále vrcholem produkčního řešení je automatická synchronizovaná linka, která obsahuje specifické jednoúčelové stroje propojené dopravníkem řízené ovládacím panelem. Toto řešení se používá především při sériové výrobě (př. opakovaná výroba malých sérií, vyšší sériovost výroby, velkosériová a hromadná výroba). Zastoupení najde ve všeobecném a středně

těžkém strojírenství. [11]

Výhody řešení dle zdroje [9]:

- zkrácení manipulačních drah
- snížení rozpracovanosti
- zkrácení průběžné doby výroby
- menší potřeba výrobní plochy
- nižší náklady na skladování (není potřeba centrální mezisklad)
- zlepšení operativního řízení výroby

Nevýhody dle zdroje [9]:

- snížením objemu výroby poklesne využití strojů
- změna výrobního programu vyvolá značné změny ve strojním zařízení i uspořádání strojů
- vysoké nároky na řízení

3.1.3 Další možnosti prostorového řešení

- **Volné uspořádání**

Nahodilé uspořádání pracovišť a strojů. Řešení tohoto typu se používá tam, kde není možné stanovit hmotné toky, posloupnost procesu výroby. Volné upořádání je charakteristické pro údržbářské dílny s kusovou výrobou. Dnes se od tohoto druhu řešení upouští, neboť je z dnešního hlediska nevyhovující. [11]

- **Modulární uspořádání**

Patří mezi nově vzniklé prostorové uspořádání. Rozvoje dosáhlo se zavedením novější techniky NC a CNC strojů. Charakteristickou vlastností je uspořádání do technologických bloků, které jsou schopny plnit více funkcí. Výrobní hala je pak složena ze shodných nebo analogických modulů – skupin pracovišť. Díky vyšší produktivitě práce je vhodné modulární pracoviště použít ve vícesměnném provozu. [11]

- **Pevné uspořádání**

Pevné uspořádání je řešení, kde nelze pohybovat s výrobkem. Jedná se především o velmi rozměrné produkty jako např. výroba nákladního letadla. Jelikož nemůžeme pohybovat s výrobkem kvůli nedostatečným rozměrům haly, musíme mít pohyblivé stroje, které budeme přemisťovat dle potřeby výrobního postupu. [11]

- **Kombinované uspořádání**

Při navrhování pracovišť nelze využít jen jeden druh prostorového řešení. Aby bylo zajištěno optimální upořádání, dochází k vhodné kombinaci dvou i více druhů řešení. [11]

3.1.4 Software pro tvorbu layoutu

V dnešní době moderních technologií je nám k dispozici mnoho softwarových produktů, které nám pomáhají vytvářet výrobní základu. Díky těmto softwarům jsme schopni si vytvořit virtuální model fabriky neboli digitální podnik. Softwary rozdělujeme dle zdroje [9] na 3 skupiny. [11]

- komplexní nástroje digitálního podniku:
 - Dassault Systemes Delmia
 - Tecnomatix: Siemens PLM Software
- specializované nástroje:
 - visTable
 - CEIT TABLE
- univerzální nástroje:
 - AutoCAD
 - MS Visio

3.1.5 Postup při úpravě starého dispozičního řešení

Postup tvorby výrobní základny lze shrnout do 5 bodů dle zdroje [9].

- **Diagnostika** - V této části jde o první seznámení se s předmětem řešení. Pozornost se směřuje na hlavní části dané problematiky. Provádějí ji většinou nejostřílenější pracovníci, kteří rozumí různým závislostem a příčinám.
- **Sběr informací** – Velmi důležitým krokem je sběr informací. Podstatné je organizovat sběr dat. Na základě získaných informací sestavíme rozbor.
- **Rozbor stávajícího stavu** – Z rozboru nám vyjde mnoho možných variant řešení. Nutností je řešit všechny faktory výrobního celku.
- **Návrh** – Zde musíme sestavit vzorové řešení, podložené rešeršemi literatury a na základě nejnovějších poznatků zvolit nejvhodnější variantu.
- **Realizace** – Jedná se o zavedení a instalaci vypracovaného projektu do podniku [11]

4 Hmotné (materiálové) toky

Základním kamenem výrobního procesu je pohyb. Pohyby rozdělujeme na 2 části, a to na pohyb technologický (vlastní operace) a pohyb netechnologický. Netechnologický pohyb většinou tvoří větší část pohybu. Tento pohyb označujeme jako materiálový (hmotný) tok. Hmotný tok je dán objemem, frekvencí, a směrem. Délka a profil je určen prostorovým uspořádáním. Díky těmto kritériím lze hmotné toky měřit, hodnotit a optimalizovat. Materiálové toky začínají již vykládkou materiálu. Dále postupují přes sklady, výrobu, mezisklady, do skladů hotových výrobků a končí expedicí výrobků a odpadu. [8][11]

Základem pro projektování manipulace je analýza pohybů materiálu. Proto bychom měli znát informace o všech prvcích, které nám ovlivňují daný tok materiálu. [8][11]

Musíme mít informace o těchto činitelích [11]:

- materiál
 - fyzické charakteristické znaky
 - ostatní charakteristické znaky
- trasy
 - fyzický stav trasy
 - délka pohybu materiálu
- tok materiálu
 - intenzita toku
 - frekvence toku
 - ostatní podmínky toku

4.1 Trasy

U tras je podstatné nadefinování počáteční a konečné polohy, tedy vstupu a výstupu, které jsou dány prostorovým uspořádáním (řešením). Dalším kritériem je vzdálenost mezi počátečním a konečným bodem. Tuto vzdálenost měříme, buď jako přímočarou vzdálenost, nebo jako reálnou vzdálenost (distanci), kterou urazí manipulační prostředek. Musíme také určit fyzickou situaci stavu trasy. Do fyzické situace stavu trasy patří rovnost, přímočarost (vodorovná, šikmá,...), zaplnění cest (frekvence, překážky, povrch,...), povrch dráhy (asfaltový, betonový,...), prostředí (venkovní, vnitřní plochy,...) a další podmínky (čistě, nebezpečné,...) a také situace ve výchozích bodech (rozložení nakládky, počet míst,...). [11]

4.2 Hmotný tok

Na pohyb v hmotném toku má vliv intenzita toku materiálu. Dále je také ovlivňován dalšími podmínkami, jako je délka trasy, apod. Intenzita materiálového toku nám vyjadřuje množství přepravovaného materiálu za jednotku času po určité dráze. Jednotkou intenzity toku jsou měrné jednotky (tuny, metry krychlové, kusy,...) za nějakou dobu (za hodinu, směnu, den,...). [11]

Předpoklady hmotného toku jsou důležitým údajem. Ovlivňují nám obzvláště volbu přepravních a manipulačních metod, apod. Mezi další ovlivňující podmínky patří dle zdroje [9]:

- množství - skladba materiálu (počet, velikost přepravní dávky), frekvence (periodická, plynulá, příležitostní), množství za určité období (sezónnost) a pravidelnost těchto podmínek
 - podmínky provozu - udržovat teplotu přepravovaného materiálu
 - časové podmínky - naléhavost (okamžitě, podle dohody, signálů...), priority přepravy, výrobní takt
- [11]

4.3 Analýza hmotného toku

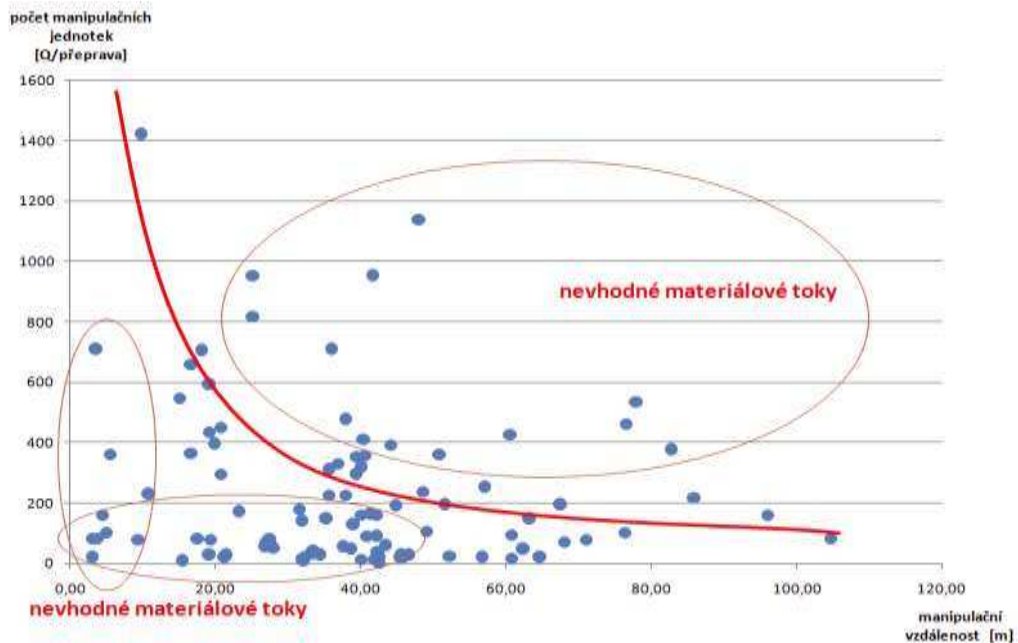
Pro sestavování analýzy materiálového toku, máme na výběr několik druhů rozborů. [11]

- **Rozbor předmětný**
Je založen na principu shromažďování informací o jednotlivých materiálech nebo skupinách materiálů v závislosti na čase a pozorování pohybu materiálu výrobní linkou na všech dopravních trasách. [11]
- **Rozbor podle výrobních postupů**
Pro tento rozbor nám stačí pouze jeden rozbor pro každý výrobek nebo skupinu výrobků. Využíváme ji při malém objemu typů výrobků. [11]
- **Rozbor vstupů a výstupů**
V tomto rozboru se zajímáme o trasy nebo plochy. Buď provádíme analýzu každé trasy samostatně a pozorujeme tok materiálu na vybrané trase, nebo provádíme rozbor plochy a jsme zaměřeni pouze na tok materiálu po ploše, nehledě na jeho cesty. [11]

4.4 ID diagram

I-D diagram představuje nástroj pro vyhodnocení vztahů v materiálových tocích a tudíž slouží jako pomůcka pro návrh dispozice pracovišť. Plné využití tohoto diagramu je však jen u dílenské výroby. [8] [11]

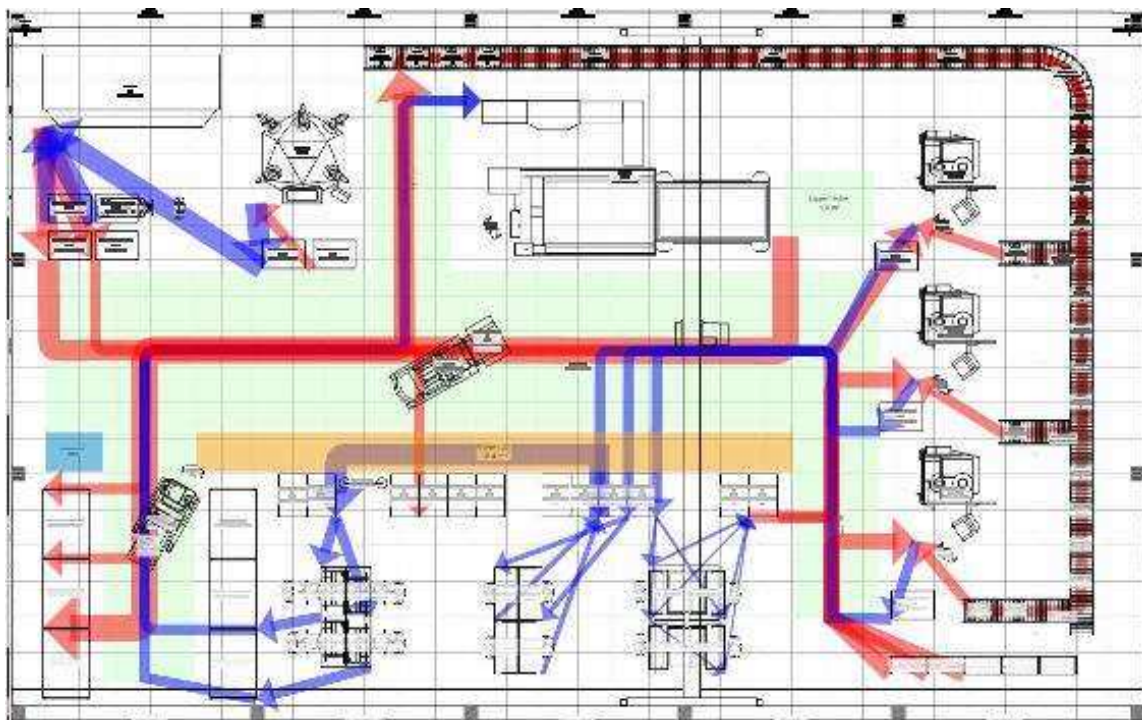
Jedná se o graf zobrazující závislost intenzity přepravy (I-intensity); tj. množství přepravovaného materiálu na dané pracoviště za jednotku času a vzdálenosti (D-distance) daného pracoviště od zdroje dodávky. Pracovníkovi poskytuje informaci o materiálových tocích, a tím i informaci o efektivním rozmístění jednotlivých pracovišť. Základním požadavkem je, aby pracovní místa, vyžadující vysokou intenzitu zásobování, byly umístěny co nejbližší k zásobujícímu pracovišti (co nejkratší vzdálenost pro zásobování). Protože v reálné výrobě probíhá mnoho zbytečných pohybů, je optimalizace obtížná a úpravy často vedou pouze k sub optimálnímu řešení (je zapotřebí výkony přepočítat a vyhledat výhodnější variantu). I přesto, je tato pomůcka vhodná pro optimalizaci layoutu podniku. [8] [11]



Obrázek 4-1 I-D diagram [8]

4.5 Sankeyův diagram

Sankeyův diagram graficky znázorňuje délku, tvar, směr, druh a intenzitu materiálového toku. Délka jeho čar vyjadřuje vzdálenost přepravovaného množství. Tvar každé čáry zobrazuje přímočarost, popřípadě členitost, různorodost materiálového toku. Šipka nám zobrazuje směr a šrafování nám označuje druh přepravovaného materiálu (suroviny, polotovary, hotové výrobky, odpad ...), a tloušťka pak označuje objem přepravy za určité období. Grafické znázornění diagramu je zobrazeno na obrázku níže. [8] [11]



Obrázek 4-2 Sankeyův diagram [8]

5 Propočty časové

Výpočtová část při projektování výrobních systémů je rozdělena do několika částí. V první fázi je nejdříve nutné časově ohodnotit náročnost výroby, určit roční časový fond pracovníka (resp. Pracovníků) a pracovišť. Tyto hodnoty nám slouží jako vstupní data do kapacitního plánování výrobního systému – to znamená, kolik budeme potřebovat pracovišť (strojů) a pracovníků. [4]

5.1 Roční časové fondy

Časové fondy nám určují kolik minut (hodin) je nám k dispozici, buď to pracoviště, nebo pracovník v určitém časovém období (rok, měsíc,...). V praxi se nejčastěji používají roční časové fondy, protože sledované období u většiny projektů je min 1 rok.

Při stanovení ročních časových fondů vycházíme z počtu kalendářních dnů v roce (365 dní). Od této od hodnoty odečteme soboty (52 dní), neděle (52 dní) a státní svátky. Tato hodnota se nazývá počet pracovních dnů v roce. Počet pracovních dnů v roce najdeme v pracovním kalendáři. Počet pracovních dní v roce se pohybuje přibližně okolo 250 dní. Pokud hodnotu pracovních dní v roce vynásobíme délkou pracovní doby (7,5 hodiny, 15 hodin při dvousměnném provozu, atd.), dostaneme nominální roční časový fond. Nominální časový fond neuvažuje dovolenou, nemocnost, poruchy strojů, atd. Těmito faktory se zabývají následující roční časové fondy. [4]

5.1.1 Roční časový fond dělníka:

U ročního časového fondu dělníka musíme od všech pracovních dnů odečíst výši dovolené, předpokládanou nemocnost, hodiny strávené u lékaře, atd. Velikost ročního časového fondu dělníka je obvykle okolo 1700hodin/rok. Vzorec pro výpočet je následující [4]:

$$E_d = ((d_p - d_d - d_a) * H)$$

Legenda k výše uvedenému vzorci [4]:

Ed - časový fond dělníka

dp - počet pracovních dnů v roce (250 dní v roce 2018)

dd - průměrná výše dovolené (20-25 dnů)

da - průměrná neplánovaná absence ve dnech (4-12 dnů)

H - počet pracovních hodin při n-směnném provozu

- jednosměnný provoz = 7,5 hodin
- dvousměnný provoz = 15 hodin

5.1.2 Roční časový fond stroje:

U ročního časového fondu stroje musíme od všech pracovních dnů odečíst celozávodní dovolenou, plánované i neplánované opravy. Velikost ročního časového fondu stroje je obvykle cca 1900hodin/rok (1 směnný), cca 3800 hodin/rok (2 směnný), cca 5700 hodin/rok (3 směnný). Vzorec pro výpočet je následující [4]:

$$E_d = ((d_p - d_{cd} - d_{op} - d_{np}) * H)$$

Význam jednotlivých proměnných [4]:

Efs - efektivní časový fond stroje

dp - počet pracovních dnů v roce (250 dní v roce 2018)

dcd - průměrná výše celozávodní dovolené (obvykle 10 dní)

dop - počet dní v roce pro plánované opravy

don - počet dní v roce pro neplánované opravy

H - počet pracovních hodin při n-směnném provozu

5.2 Roční časový fond pracoviště:

U ročního časového fondu pracoviště musíme od všech pracovních dnů odečíst celozávodní dovolenou. Velikost ročního časového fondu stroje je obvykle cca 2000hodin/rok (1 směnný), cca 4000 hodin/rok (2 směnný), cca 6000 hodin/rok (3 směnný). Vzorec pro výpočet je následující: [4]

$$E_{fp} = (D_p - D_{CD}) * H \text{ [hod/rok]},$$

kde jednotlivé proměnné jsou:

Efp - efektivní časový fond pracoviště

Dp - počet pracovních dnů v roce (252 dní v roce 2012)

Dcd - průměrná výše celozávodní dovolené (obvykle 10 dní)

H - počet pracovních hodin při n-směnném provozu

6 Analýza současného stavu

Ve své studii se budu zabývat přesunem výroby produktů A, B, C, z haly č. 1 do haly č. 2. Tento projekt je realizován pro společnost XYZ. Neuvedení názvu společnosti je zde z důvodu podepsání dohody o mlčenlivosti. Dohoda o mlčenlivosti se týká celého projektu, proto zde nejsou uvedeny žádné konkrétní výrobky, ani specifická pracoviště. Firma XYZ vyrábí na hale č. 1 produkty, které jsou rozměrově různorodé. Pohybují se v rozmezí 3 – 14 metrů na délku a 2 – 2,5 metru na šířku. Vedení společnosti, na základě této práce, provede rozhodnutí, zdali výrobu přesunout či nikoliv. Výrobu těchto produktů by chtělo vedení společnosti přesunout z haly č. 1 do haly č. 2 z důvodu seskupení výroby pod jednoho ředitele. Jedná se o to, že ředitel divize haly č. 2 má v pronájmu část haly č. 1 a zároveň, ředitel divize haly č. 1 je v pronájmu v hale č. 2. Tento přesun má za cíl koncentrovat výrobu do haly pod daného ředitele.

Cílem práce je zaměření současného stavu na hale č. 1 a zaměření haly č. 2, dále je nutné provést ověření přesunu výroby, zdali je vůbec možné výrobu do této haly přesunout, jestli je hala disponuje dostatečným prostorem, popřípadě zmapovat problematická místa či úskalí přesunu. Poté, co bude provedeno ověření možnosti přesunu, se budu zabývat tvorbou jednotlivých variant možného uspořádání na hale č. 2. Poté bude vybrána optimální varianta prostorového uspořádání a nakonec vše bude shrnuto v závěru této studie.

6.1 visTABLE - Představení softwaru

V praktické části této studie jsem používal software visTABLE od německé společnosti Plavis GmbH. Software slouží k vytváření layoutů ve 2D zobrazení, ale zároveň tvoří i 3D vizualizaci daného stavu. Program visTABLE disponuje základní knihovnou modelů, kterou je možno rozšířit o vlastní vytvořené modely. V programu je možné vytvářet plánování výroby, montážní prostory a analyzovat materiálové toky. Můžeme zde řešit buď to samostatné pracoviště, nebo klidně i celý výrobní systém i s přílehlým okolím.



Obrázek 6-1 Ukázka 3D vizualizace z programu visTABLE [Soukromé]

7 Kapacitní propočty

První z oblastí projektu jsou kapacitní propočty. Veškeré výpočty vychází především z analýzy kusovníků, technologických postupů, technických výkresů a dalších dat poskytnutých pracovníky společnosti XYZ. Jak již bylo výše zmíněno, z důvodu podepsání dohody o mlčenlivosti nemohu uvádět konkrétní data, jako jsou kusovníky, technologické postupy, technické výkresy. Společnost si chce zachovat své know-how, jelikož není jediným výrobcem vyráběných produktů, tímto se snaží předejít úniku citlivých informací.

7.1 Kapacitní vytížení výroby

Jedním z cílů projektu bylo identifikovat kapacitní vytížení jednotlivých pracovišť a pracovníků. Při hodnocení kapacity vytížení pracovišť a pracovníků jsem vycházel z celkového ročního efektivního pracovního fondu pracoviště nebo pracovníka, které byly přepočteny na jeden měsíc, a z konkrétního vytížení pracovišť a pracovníků dle časů připadající na jednotlivé operace. Hodnoty byly zjištěny z poskytnutých dat od společnosti XYZ.

Pro výpočet pracovních fondů byly využity standardně používané hodnoty, jako jsou počet pracovních dnů, pracovní doba a počet pracovních směn, počet dnů dovolené, nemocnost, určena na základě předchozích let.). Poskytnutá data od fiktivní společnosti XYZ jsou uvedena v tabulce 7-1. Tabulka obsahuje výchozí data pro kapacitní propočty, které budou sloužit jako podklad v druhé části této práce.

Počet pracovních dnů v roce 2018	250 dní
Dovolená	25 dní
Nemocnost	10 dní
Pracovní doba [h]	7,5 hodin
Počet pracovních směn [počet směn]	1

Roční efektivní fond pracovníka [h]	1612,5 hodin
Roční efektivní fond pracoviště [h]	1875,0 hodin

Tabulka 7-1: Výchozí data pro kapacitní propočty

Další vstupní data, pro tuto studii, se týkají jednotlivých objemů výroby pro tři produkty. Tyto objemy jsou zadané společností. Objemy neodpovídají skutečnosti, ale jedná se o výhledové (plánované) hodnoty objemů výroby, kam by se chtěla společnost během pěti následujících let dostat. Jedná se o tři hlavní produkty reprezentující danou výrobu. Jak již bylo uvedeno výše, z důvodu podepsání mlčenlivosti, není možné uvést přesné označení produktů. Proto jsou produkty označeny Výrobek A_36, Výrobek B_62, Výrobek C_8K. Zadané objemy výroby se nachází v tabulce pod tímto odstavcem. Jsou zde uvedeny počty kusů, které by měly být v budoucnu vyrobeny během jednoho roku a to ve třech kategoriích. První kategorie minimální objem výroby, kterého by mělo být dosaženo během prvního roku po přesunu výroby. Druhá

kategorie: průměrný objem výroby. Tohoto objemu, by společnost, ráda dosáhla okolo třetí roku v nových prostorech. Nakonec třetí kategorie: maximální objem výroby. Při maximálním objemu výroby se plánuje vyrobit celkem 260 kusů produktů za rok. A tohoto stavu by společnost ráda dosáhla již po 5 letech v nových prostorech. Tento popisný text, tabulky níže uvedené, vychází ze zadání společnosti a reprezentuje jejich představu o růstu objemu výroby v horizontu pěti let. Společnost by ráda zorganizovala přesun výroby dokonce tohoto roku, za předpokladu, že tento projekt dopadne kladně, a potvrdí se zde, záměry pro rozvoj této výroby.

Plánovaný objem výroby [ks]			
Produkt	Minimum	Průměr	Maximum
Výrobek A_36	50	100	150
Výrobek B_62	20	30	80
Výrobek C_8K	10	20	30
Celkem	80	150	260

Tabulka 7-2: Objemy výroby

Celá problematika kapacitních propočtů, byla hodnocena ve dvou částech, a to z hlediska vytížení pracovníků, a zároveň z hlediska vytížení pracovišť. Výpočet efektivních časových fondů byl upraven na základě vstupních dat. Pro výpočet efektivního časového fondu pracovníka byl použit následující vzorec, kde byly rozvedeny neplánované absence pracovníka a zohledněn současný počet pracovníků ve středisku:

$$E_{fp} = ((D_V - D_D) * H - D_{AN} * H) * P * 60 \text{ [min/rok]}.$$

Jednotlivé parametry ve vzorci jsou:

E_{fp} - efektivní časový fond pracovníka

D_V - počet pracovních dní za dané období (252 dní)

D_D - počet dní dovolené pracovníka (25 dní)

D_{AN} - počet dní nemoci všech pracovníků (ve dnech)

H - počet pracovních hodin za směnu (7,5 hodiny)

P - počet pracovníků ve středisku

Pro výpočet efektivního časového fondu stroje (pracoviště) byl použit následující vzorec, jelikož ve sledovaném období není uvažována celozávodní dovolená a na pracovištích nejsou uvažovány plánované ani neplánované odstávky, byl vzorec upraven následovně:

$$E_{fs} = D_P * H * 60 \text{ [min/rok]},$$

kde jednotlivé parametry jsou:

E_{fs} - efektivní fond stroje (pracoviště)

D_P - počet pracovních dnů za dané období (253 dní)

H - počet pracovních hodin za směnu (7,5 hodiny)

Vyhodnocení vyřízení jednotlivých pracovišť s ohledem na plánované počty pracovníků a s uvedením navrhovaných změn je uvedeno v následujících tabulkách, které jsou v elektronické příloze této práce pod názvem „DP_propocty“. Vzhledem k velkému množství dat, jsou v této práci uvedeny pouze obrázkové tabulky.

V tabulce 7-3 jsou data týkající se produktu Výrobek A_36. Tento produkt se vyrábí na 12 pracovištích. V propočtech vždy kalkulujeme se třemi zadanými objemy výroby – minimální, průměrný a maximální objem. Dále je také znám celkový čas výrobní operace v minutách týkající se daného pracoviště. V tabulce jsou barevně vybarvené pole, která se týkají potřeby pracovišť.

Produkt	Pracoviště	Vstupní data		Minimální objem výroby			Průměrný objem výroby			Maximální objem výroby		
		Název pracoviště	Poč. pracovišť	Celk min [min]	Využití pracovišť	Potřeba pracovišť	Celk prum [min]	Využití pracovišť	Potřeba pracovišť	Celk max [min]	Využití pracovišť	Potřeba pracovišť
Výrobek A_36	1	Válce - stáčení	1	48909	51%	1	97818	101%	2	146727	152%	2
	2	Podélné svařování lubů	1	15065	16%	1	30130	31%	1	45195	47%	1
	3	Sestavení lubů a obvodové svaření	1	39380	41%	1	78760	81%	1	118140	122%	2
	4	Sestavení a svaření kuželů	1	68845	71%	1	137690	142%	2	206535	213%	3
	5	Sestavení a svaření nádobý tlakové	1	131705	136%	2	263410	272%	3	395115	408%	5
	6	Výroba rámu	1	69556	72%	1	139112	144%	2	208669	216%	3
	7	Sestavení a svaření nádobý úplné	1	153797	159%	2	307593	318%	4	461390	477%	5
	8	Pracoviště náprav včetně zavaření	1	23903	25%	1	47806	49%	1	71709	74%	1
	9	Výroba příslušenství	1	114840	119%	2	229680	237%	3	344520	356%	4
	10	Tlaková zkouška	1	32320	33%	1	64640	67%	1	96960	100%	2
	11	Dokompletace před nátěrem	1	120585	125%	2	241169	249%	3	361754	374%	4
	12	Dokompletace po nátěru	1	71443	74%	1	142886	148%	2	214329	222%	3

Tabulka 7-3: Data a výpočty pro produkt Výrobek A_36

V tabulce 7-4 jsou data týkající se produktu označeného jako Výrobek B_62, Postup vytvoření tabulky je totožný s předchozí tabulkou.

Produkt	Pracoviště	Vstupní data		Minimální objem výroby			Průměrný objem výroby			Maximální objem výroby		
		Název pracoviště	Poč. pracovišť	Celk min [min]	Využití pracovišť	Potřeba pracovišť	Celk prum [min]	Využití pracovišť	Potřeba pracovišť	Celk max [min]	Využití pracovišť	Potřeba pracovišť
Výrobek B_62	1	Válce - stáčení	1	8906	9%	1	13360	14%	1	35626	37%	1
	2	Podélné svařování lubů	1	19396	20%	1	29094	30%	1	77584	80%	1
	3	Sestavení lubů a obvodové svaření	1	12904	13%	1	19356	20%	1	51616	53%	1
	4	Sestavení a svaření kuželů	1	12505	13%	1	18758	19%	1	50021	52%	1
	5	Sestavení a svaření nádobý tlakové	1	79082	82%	1	118622	123%	2	316326	327%	4
	6	Výroba rámu	1	73191	76%	1	109786	113%	2	292762	303%	4
	7	Sestavení a svaření nádobý úplné	1	0	0%	0	0	0%	0	0	0%	0
	8	Pracoviště náprav včetně zavaření	1	4576	5%	1	6864	7%	1	18303	19%	1
	9	Výroba příslušenství	1	75876	78%	1	113814	118%	2	303504	314%	4
	10	Tlaková zkouška	1	14040	15%	1	21060	22%	1	56160	58%	1
	11	Dokompletace před nátěrem	1	75444	78%	1	113166	117%	2	301776	312%	4
	12	Dokompletace po nátěru	1	53749	56%	1	80624	83%	1	214996	222%	3

Tabulka 7-4: Data a výpočty pro produkt Výrobek B_62

V tabulce 7-5 jsou data týkající se produktu označeného jako Výrobek C_8K. Vypočtené údaje v tabulkách jsou založeny na stejném výpočtu.

Produkt	Pracoviště	Vstupní data		Minimální objem výroby			Průměrný objem výroby			Maximální objem výroby		
		Název pracoviště	Poč. pracovišť	Celk min [min]	Využití pracovišť	Potřeba pracovišť	Celk prům [min]	Využití pracovišť	Potřeba pracovišť	Celk max [min]	Využití pracovišť	Potřeba pracovišť
Výrobek C_8K	1	Válec - stáčení	1	8644	9%	1	17289	18%	1	25933	27%	1
	2	Podélné svařování lubů	1	0	0%	0	0	0%	0	0	0%	0
	3	Sestavení lubů a obvodové svaření	1	2300	2%	1	4600	5%	1	6900	7%	1
	4	Sestavení a svaření kuželů	1	9933	10%	1	19865	21%	1	29798	31%	1
	5	Sestavení a svaření nádoby tlakové	1	117477	121%	2	234955	243%	3	352432	364%	4
	6	Výroba rámu	1	18982	20%	1	37964	39%	1	56946	59%	1
	7	Sestavení a svaření nádoby úplné	1	42542	44%	1	85084	88%	1	127626	132%	2
	8	Pracoviště náprav včetně zavaření	1	0	0%	0	0	0%	0	0	0%	0
	9	Výroba příslušenství	1	11721	12%	1	23442	24%	1	35163	36%	1
	10	Tlaková zkouška	1	8445	9%	1	16890	17%	1	25335	26%	1
	11	Dokompletace před nátěrem	1	23985	25%	1	47970	50%	1	71955	74%	1
	12	Dokompletace po nátěru	1	0	0%	0	0	0%	0	0	0%	0

Tabulka 7-5: Data a výpočty pro produkt OVA_8K.

Celková tabulka pro všechny výroby je uvedena níže. Jedná se o souhrnnou tabulku, z které vyplývá potřeba jednotlivých pracovišť.

Celkem za všechny výroby	1	Válec - stáčení	1	66460	69%	0	128466	133%	1	208286	215%	2
	2	Podélné svařování lubů	1	34461	36%	0	59224	61%	0	122779	127%	1
	3	Sestavení lubů a obvodové svaření	1	54584	56%	0	102716	106%	1	176656	183%	1
	4	Sestavení a svaření kuželů	1	91283	94%	0	176313	182%	1	286353	296%	2
	5	Sestavení a svaření nádoby tlakové	1	328264	339%	3	616987	638%	6	1063874	1100%	10
	6	Výroba rámu	1	161729	167%	1	286862	296%	2	558377	577%	5
	7	Sestavení a svaření nádoby úplné	1	196339	203%	2	392677	406%	4	589016	609%	6
	8	Pracoviště náprav včetně zavaření	1	28479	29%	0	54670	57%	0	90012	93%	0
	9	Výroba příslušenství	1	202437	209%	2	366936	379%	3	683188	706%	7
	10	Tlaková zkouška	1	54805	57%	0	102590	106%	1	178455	184%	1
	11	Dokompletace před nátěrem	1	220014	227%	2	402305	416%	4	735485	760%	7
	12	Dokompletace po nátěru	1	125192	129%	1	223510	231%	2	429325	444%	4

Tabulka 7-6: Data a výpočty pro všechny výroby

7.1.1 Kapacitní propočty jednotlivých produktů

Úkolem této části bylo zjistit kapacitní vytížení jednotlivých pracovišť a pracovníků s cílem, zda není nutné některá pracoviště znásobit (respektive, zdali není potřeba navýšit počet stejných pracovišť, např. zdvojit), anebo na pracovišti změnit počet pracovníků nebo počet směn. Vzhledem k plánovanému objemu produkce je naopak vhodné využívat pro některá pracoviště společné pracovníky.

Další část se týká detailních propočtů pro jednotlivé produkty, Výrobek A_36, Výrobek B_62, Výrobek C_8K. Zde jsou uvedené jednotlivá data, která vstupují do celkové sestavy, jak je vidět ve výpisu níže. Jedná se o tyto údaje:

- Výkres
- Název dílů
- Pracoviště
- Výrobní čas
- Přípravný čas
- Nadřazený výkres
- Název pracoviště
- Počet pracovníků
- Procentuální podíl
- Průběžná doba operace
- Potřebný čas pro operaci

Veškerá data jsou součástí přílohy, která již byla zmíněna výše. V příloze jsou uvedeny všechny tabulky s kompletními daty, součástí jsou také grafy, atd. V této práci je jen naznačen postup a ukázka těchto dat, pro lepší přehlednost a pochopitelnost kompletních dat, je nicméně nutné

orientovat se ve zpracovaném souboru pomocí nástroje Microsoft Office Excel.

Výkres	Název	Pracoviště	Výrobní čas [min]	Přípravný čas [min]	Nadřazený výkres	Název pracoviště	Počet pracovníků	Procentuální podíl	Průběžná doba operace	Potřebný čas pro operaci
K398100 0	NAVES NCEA 36	0942001	50	5	K398100 0	11	2	70%	35,00	70,00
		0942001	465	29		11	2	70%	325,50	651,00
		1876501	204	29		11	1	100%	204,00	204,00
		0942001	180	20		11	2	70%	126,00	252,00
		0942001	19,4	9		11	1	100%	19,40	19,40
		0942001	90	5		12	2	70%	63,00	126,00
S387473 1	NADOBA UPL NCEA 36	0942001	1240	58	K398100 0	7	2	70%	868,00	1736,00
		1275301	910	7		7	1	100%	910,00	910,00
		1273301	15,5	7		7	1	100%	15,50	15,50
		0942001	276	5		7	2	70%	193,20	386,40
		0985301	450	0		7	1	100%	450,00	450,00
		0942001	131	29		7	2	70%	91,70	183,40
		0942001	131	0		10	1	100%	131,00	131,00
		0942001	262	9		10	1	100%	262,00	262,00
		0942001	262	0		10	1	100%	262,00	262,00
S388083 2	NAPRAVA NCEA 36	0942001	189	21	K398100 0	8	2	60%	113,40	226,80
		1275104	74	7		8	1	100%	74,00	74,00
		0942001	175	11		11	2	70%	122,50	245,00
		1275104	57	7		11	1	100%	57,00	57,00
S384573 8	ZARIZENÍ - BOCNÍ OCHRANNE	0942001	60	9	K398100 0	11	2	70%	42,00	84,00
S316811 6	KRYT HAD NCG 40	0942001	19,4	9	K398100 0	12	1	100%	19,40	19,40

Tabulka 7-7: Výrobní data kapacit pro produkt Výrobek A_36

V další uvedené tabulce 7-7 můžeme vidět všech 12 pracovišť a k nim příslušné časy výrobní, přípravné, celkové, apod.

Pracoviště	Název pracoviště	Výrobní čas [min]	Přípravný čas [min]	Celkem [min]	Výrobní čas [hod]	Přípravný čas [hod]	Celkem [hod]	Výrobní čas [směn]	Přípravný čas [směn]	Celkem [směn]
1	Válce - stáčení	772	206	978	13	3	16	2	0	2
2	Podélné svařování lubů	239	62	301	4	1	5	1	0	1
3	Sestavení lubů a obvodové svaření	695	93	788	12	2	13	2	0	2
4	Sestavení a svaření kuželů	1214	163	1377	20	3	23	3	0	3
5	Sestavení a svaření nádoby tlakové	2482	152	2634	41	3	44	6	0	6
6	Výroba rámu	1101	290	1391	18	5	23	2	1	3
7	Sestavení a svaření nádoby úplné	2561	515	3076	43	9	51	6	1	7
8	Pracoviště oprav včetně zavaření	342	136	478	6	2	8	1	0	1
9	Výroba příslušenství	1554	743	2297	26	12	38	3	2	5
10	Tlaková zkouška	637	9	646	11	0	11	1	0	1
11	Dokompletace před nátěrem	2103	309	2412	35	5	40	5	1	5
12	Dokompletace po nátěru	1309	119	1429	22	2	24	3	0	3
		15009	2798	17807	250	47	297	33	6	40

Tabulka 7-8: Data kapacit pro produkt Výrobek A_36

Ve stejném principu pokračovaly výpočty a zpracování dat i pro ostatní produkty. Pro lepší přehlednost a čitelnost, této práce, jsou již tyto tabulky pouze součástí přílohy.

7.2 Balancování jednotlivých pracovišť

Další součástí tohoto projektu bylo balancování pracovišť. Balancování pracovišť bylo provedeno pro všechny 3 zadané plánované objemy výroby, viz tabulka 7-9.

Plánovaný objem výroby [ks]			
Produkt	Minimum	Průměr	Maximum
Výrobek A_36	50	100	150
Výrobek B_62	20	30	80
Výrobek C_8K	10	20	30
Celkem	80	150	260

Tabulka 7-9: Plánované objemy výroby

Pracuji zde s určitým vstupním nápadem a teoretickou podobou, protože detailní balancování by muselo být provedeno v reálném prostředí a s konzultací zástupce společnosti. Nejdříve bylo provedeno sjednocení pracovišť u výrobního procesu svařování. Zde jsou dva hlavní druhy, svařování mobilní a svařování stacionární.

Dalším krokem pro další sjednocení bylo sdružování zámečnických operací, typu vrtání, ohýbání, atd.

Před finálním vyčíslením a výpočty byla rozdělena ještě část týkající se zámečnictví. To je separováno do dvou skupin – zámečnictví speciální a zámečnictví obecné.

Pro balancování pracovišť vycházíme z celkové tabulky pro všechny výroby. Tabulka 7-10.

Celkem za všechny výroby	942001	zámečnické práce	2	1598558	826%	15	2962545	1531%	29	5264816	2721%	53
	1876501	laserové měření rovnoběžnosti náprav AWF 2 D Josam	2	15640	8%	-1	29830	15%	-1	49820	26%	-1
	1275301	svařování pulzní MIG/MAG (hliník a jeho slitiny)	1	244983	253%	2	464181	480%	4	786519	813%	8
	1273301	svařování hliníku argonem WIG/TIG	1	35065	36%	0	63295	65%	0	118865	123%	1
	985301	kontrola	1	41150	43%	0	76950	80%	0	134150	139%	1
	1275104	svařování MIG/MAG	1	22191	23%	0	42347	44%	0	70643	73%	0
	464501	vrtačka otočná VR-4	1	40165	42%	0	70249	73%	0	140660	145%	1
	3321101	ohnout - jiná loď	1	40745	42%	0	73856	76%	0	137503	142%	1
	983401	těsnění - jiná loď	1	5420	6%	0	9130	9%	0	19680	20%	0
	1384301	zkružovací stroj Roundo	2	87706	45%	-1	166037	86%	0	281868	146%	1
	382801	ohnout - jiná loď	1	12680	13%	0	24091	25%	0	40578	42%	0
	1273201	svařování AKV argonem WIG/TIG	1	1874	2%	0	3622	4%	0	5874	6%	0
	1385301	rovnat - jiná loď	1	1623	2%	0	2952	3%	0	5457	6%	0
	5273201	svařovací automat LHT	1	12980	13%	0	21200	22%	0	48460	50%	0
	5273601	svařovací automat HEISS	1	8125	8%	0	14420	15%	0	28035	29%	0
	3294402	pálit - jiná loď	1	3930	4%	0	7860	8%	0	11790	12%	0
	5273101	svařovací automat na nastavení plechů BUG-O	1	18820	19%	0	37640	39%	0	56460	58%	0
	462702	vrtačka sloupová - VS 32	1	306	0%	0	511	1%	0	1120	1%	0
	1294201	pálit - jiná loď	1	2360	2%	0	3540	4%	0	9440	10%	0
	333301	ohnout tvar	1	300	0%	0	450	0%	0	1200	1%	0

Tabulka 7-10: Tabulka celková pro všechny výroby

Pro další postup balancování byly jednotlivé výrobní operace pojmenovány zkratkovitě. Konkrétní data jsou uvedena v tabulce níže.

zámečnické práce	zam
laserové měření rovnoběžnosti náprav AWF 2 D Josam	mer
svařování pulzní MIG/MAG (hliník a jeho slininy)	svr-mob
svařování hliníku argonem WIG/TIG	svr-mob
kontrola	knt
svařování MIG/MAG	svr-mob
vrtačka otočná VR-4	vrt
ohnout - jiná loď	ohn
těsnění - jiná loď	tes
zkružovací stroj Roundo	zkr
ohnout - jiná loď	ohn
svařování AKV argonem WIG/TIG	svr-mob
rovnat - jiná loď	rvn
svařovací automat LHT	svr-lht
svařovací automat HEISS	svr-heiss
pálit - jiná loď	pal
svařovací automat na nastavení plechů BUG-O	svr-bug
vrtačka sloupová - VS 32	vrt
pálit - jiná loď	ohn
ohnout tvar	ohn

Tabulka 7-11: Označení zkratk pro výrobní operace pro sdružení

Dále byl proveden výpočet teoretické potřeby pracovníků na pracovištích, do toho výpočtu vstupuje celkový čas pro danou operaci a časový efektivní fond. Výpočet byl zpracován pro všechny 3 objemy výroby - minimální střední, maximální.

$$\text{Počet pracovníků} = T_{celk} / E_{fs}$$

Počet pracovníků TEORETICKÝ		
MIN	STŘ	MAX
16,52	30,62	54,42
0,16	0,31	0,51
2,53	4,80	8,13
0,36	0,65	1,23
0,43	0,80	1,39
0,23	0,44	0,73
0,42	0,73	1,45
0,42	0,76	1,42
0,06	0,09	0,20
0,91	1,72	2,91
0,13	0,25	0,42
0,02	0,04	0,06
0,02	0,03	0,06
0,13	0,22	0,50
0,08	0,15	0,29
0,04	0,08	0,12
0,19	0,39	0,58
0,00	0,01	0,01
0,02	0,04	0,10
0,00	0,00	0,01

Tabulka 7-12: Teoretická potřeba pracovníků

Pro další sdružování pracovišť byly použity tyto zkratky pracovišť a tyto hlavní skupiny.

<i>zámečnictví</i>	zam
<i>měření</i>	mer
<i>sváření</i>	svr
<i>zkružování</i>	knt
<i>vrtání</i>	vrt
<i>ohýbání</i>	ohn
<i>těsnění</i>	tes
<i>zkružování</i>	zkr
<i>rovnání</i>	rvn
<i>pálení</i>	pal

Tabulka 7-13: Sdružené pracoviště pro balancování

Z výrobních operací, které jsou součástí výroby, byly vybrány operace svařování do dvou hlavních skupin, svařování mobilního a statického. Svařování mobilní bylo sjednoceno do jedné skupiny, podobně také operace ohýbání, vrtání. Automaticky se nám mění i teoretická potřeba pracovníků po tomto hrubém sjednocení několika skupin. To vše vidíme v tabulce 7-14.

Skupiny	Rozsah výroby		
	MIN	STŘ	MAX
zam	16,52	30,62	54,42
mer	0,16	0,31	0,51
svr-mob	3,14	5,93	10,15
knt	0,43	0,80	1,39
vrt	0,42	0,73	1,47
ohn	0,58	1,05	1,95
tes	0,06	0,09	0,20
zkr	0,91	1,72	2,91
rvn	0,02	0,03	0,06
svr-lht	0,13	0,22	0,50
svr-heiss	0,08	0,15	0,29
pal	0,04	0,08	0,12
svr-bug	0,19	0,39	0,58

Tabulka 7-14: Teoretická potřeba pracovníků po hrubém sdružení

Další potenciál pro sjednocení byl u pracovišť zámečnictví. Zde se vytvořily dvě hlavní skupiny:

- Svařování obecné
- Svařování speciální

Právě do skupiny „Svařování speciální“ byly zařazeny operace:

- 1) Kontroly
- 2) Vrtání
- 3) Ohýbání
- 4) Skružování
- 5) Pálení

Po tomto sjednocení máme číselné vyjádření v tabulce 7-15. Číselné vyjádření máme jak pro zámečnictví obecné, tak sdružené speciální. I zde se jedná o ukázkou pro minimální objem výroby.

	ODHAD Výroby		
	Počet lidí	Zámeč. spec.	Zámeč. obec.
zam	16,52		
mer	0,16		
svr-mob	3,14		
knt	0,43	0,43	
vt	0,42	0,42	
ohn	0,58	0,58	
tes	0,06		
zkr	0,91	0,91	
rvn	0,02		
svr-lht	0,13		
svr-heiss	0,08		
pal	0,04	0,04	
svr-bug	0,19		
		2,37	16,52

Tabulka 7-15: Rozdělní do skupin zámečnictví – minimální objem výroby

Právě toto je tedy vstupem pro detailní vyčíslení počtu pracovišť a pracovníků po provedeném balancování pracovišť a lidí. Výpočty byly provedeny pro všechny objemy výroby.

7.2.1 Návrh pracovišť po balancování – minimální objem výroby

Výpočet má tyto hlavní skupiny:

- a) Po veškeré přípravě bylo provedeno finální balancování. Je zde 9 skupin pracovišť
 - Zámečnictví speciální
 - Zámečnictví obecné
 - Měření
 - Svařování mobilní
 - Těsnění
 - Rovnání
 - Svařování stacionární L
 - Svařování stacionární H
 - Svařování stacionární B
- b) U těchto skupin je uveden i počet, který byl vhodně zvolen, kde je větší kapacitní vytížení.
- c) Dále je uveden počet pracovníků na jednom pracovišti.
- d) Tam, kde je uveden větší počet pracovišť, jde to do součinu s počtem pracovníků a tím je spočten celkový počet pracovníků.
- e) Poslední částí jsou využitelnosti pracovníků, které jdou poté převést na procenta, a jsme schopni říci konkrétní využití pracovníka.

Celkový počet pracovníků pro minimální objem výroby je 34.

Návrh pracovišť - minimální objem výroby					
		Pracoviště	Pracovníci1	Pracovníci celk.	Využití pracovníka
zam SP	2,3704643	1	3	4	0,592616072
zam OB	16,522563	4	5	20	0,826128165
mer	0,1616537	1	1	1	0,161653747
svr-mob	3,1432868	2	2	4	0,785821705
tes	0,0560207	1	1	1	0,056020672
rvn	0,0167752	1	1	1	0,016775194
svr-lht	0,1341602	1	1	1	0,134160207
svr-heiss	0,0839793	1	1	1	0,083979328
svr-bug	0,194522	1	1	1	0,194521964
			Počet lidí	34	

Tabulka 7-16: Finální balancování pro minimální objem výroby

Vytížení celkové je, v tomto případě, přibližně 67%.

Min pracovníků	22,68342553
Skutečný počet	34
Vytížení	0,667159574

Tabulka 7-17 Vytížení pracovníků

Zde je ještě uvedena poslední možnost ohledně sjednocení. A to, kdyby se sjednotily pracoviště svařování L a H. Celkový počet pracovníků by byl 32.

zam SP	2,3704643	1	4	4	0,592616072
zam OB	16,522563	4	5	20	0,826128165
mer	0,1616537	1	1	1	0,161653747
svr-mob	3,1432868	2	2	4	0,785821705
svr lht+heiss	0,2181395	1	1	1	0,218139535
svr-bug	0,194522	1	1	1	0,194521964
tes + rvn	0,0727959	1	1	1	0,072795866
			Počet lidí	32	

Tabulka 7-18: Finální balancování po sjednoceném svařování H a L

V tomto případě došlo ke zvýšení vytížení na 71%.

Min. pracovníků	22,68342553
Skutečný počet	32
Vytížení	0,708857048

Tabulka 7-19 Vytížení pracovníků

7.2.2 Návrh pracovišť po balancování – střední objem výroby

Stejným principem byl proveden finální výpočet pro střední plánovaný objem výroby. Ukázány jsou pouze finální tabulky. Celkový počet pracovníků je u této varianty 54.

Návrh pracovišť - střední objem výroby					
		Pracoviště	Pracovníci1	Pracovníci celk.	Využití pracovníka
zam SP	4,3777156	1	5	6	0,729619259
zam OB	30,620618	6	6	36	0,850572725
mer	0,3083204	1	1	1	0,308320413
svr-mob	5,9270801	2	3	6	0,987846684
tes	0,0943669	1	1	1	0,094366925
rvn	0,0305116	1	1	1	0,030511628
svr-lht	0,2191214	1	1	1	0,219121447
svr-heiss	0,1490439	1	1	1	0,149043928
svr-bug	0,3890439	1	1	1	0,389043928
			Počet lidí	54	

Tabulka 7-20: Finální balancování pro střední objem výroby

Celkové vytížení je tedy přibližně 78%.

Min pracovníků	42,11582202
Skutečný počet	54
Vytížení	0,77992263

Tabulka 7-21 Vytížení pracovníků

Po spojení svařování H a L je celkový počet 52 pracovníků.

zam SP	4,3777156	1	6	6	0,729619259
zam OB	30,620618	6	6	36	0,850572725
mer	0,3083204	1	1	1	0,308320413
svr-mob	5,9270801	2	3	6	0,987846684
svr lht+heiss	0,3681654	1	1	1	0,368165375
svr-bug	0,3890439	1	1	1	0,389043928
tes + rvn	0,1248786	1	1	1	0,124878553
			Počet lidí	52	

Tabulka 7-22: Finální balancování po sjednocení svařování H a L

Tímto spojením jsem dosáhl zvýšení vytížení na téměř 81%.

Min. pracovníků	42,11582202
Skutečný počet	52
Vytížení	0,809919654

Tabulka 7-23 Vytížení pracovníků

7.2.3 Návrh pracovišť po balancování – maximální objem výroby

Stejným principem byl proveden finální výpočet pro maximální plánovaný objem výroby. Ukázány jsou zde opět pouze finální tabulky. Celkový počet pracovníků pro maximální objem výroby je 90 lidí (pracovníků).

Návrh pracovišť - maximální objem výroby					
		Pracoviště	Pracovníci1	Pracovníci celk.	Využití pracovníka
zam SP	7,8378189	1	8	9	0,870868768
zam OB	54,416707	9	7	63	0,863757254
mer	0,5149354	1	1	1	0,514935401
svr-mob	10,148848	2	6	12	0,845737295
tes	0,2034109	1	1	1	0,203410853
rvn	0,0564031	1	1	1	0,056403101
svr-lht	0,5008786	1	1	1	0,500878553
svr-heiss	0,2897674	1	1	1	0,289767442
svr-bug	0,5835659	1	1	1	0,583565891
			Počet lidí	90	

Tabulka 7-24: Finální balancování pro maximální objem výroby

Vytížení celkové je tedy přibližně 82% při 90 pracovnících.

Min pracovníků	74,55233468
Skutečný počet	90
Vytížení	0,828359274

Tabulka 7-25 Vytížení pracovníků

Po spojení svařování H a L je celkový počet pracovníků na počtu 88. Uspořili bychom tímto krokem 2 pracovníky.

zam SP	7,8378189	1	9	9	0,870868768
zam OB	54,416707	9	7	63	0,863757254
mer	0,5149354	1	1	1	0,514935401
svr-mob	10,148848	2	6	12	0,845737295
svr lht+heiss	0,790646	1	1	1	0,790645995
svr-bug	0,5835659	1	1	1	0,583565891
tes + rvn	0,259814	1	1	1	0,259813953
			Počet lidí	88	

Tabulka 7-26: Finální balancování po sjednoceném svařování H a L

Zároveň také došlo k navýšení vytížení na téměř 85%.

Min. pracovníků	74,55233468
Skutečný počet	88
Vytížení	0,847185621

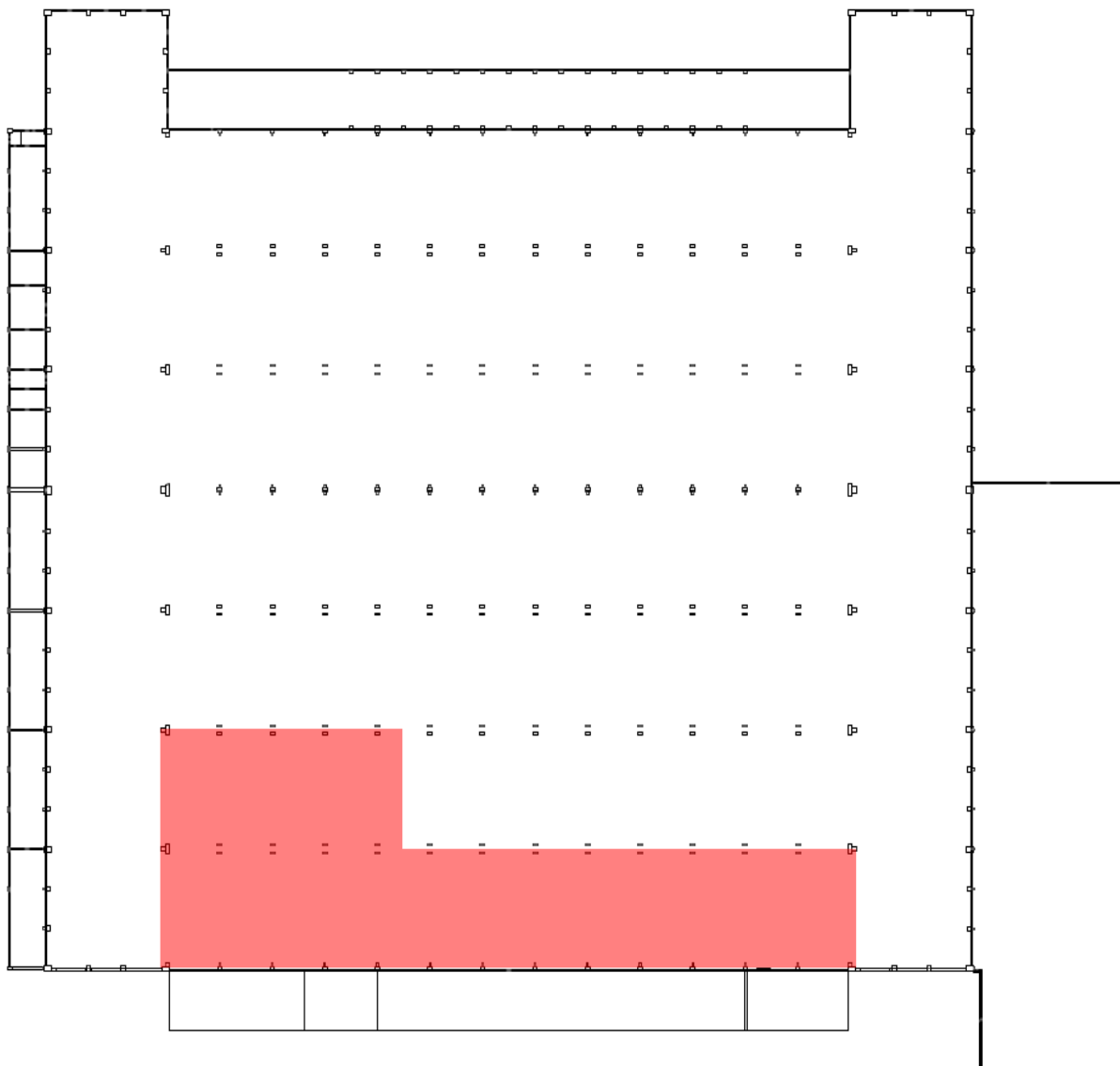
Tabulka 7-27 Vytížení pracovníků

8 Návrhy na prostorové uspořádání

Druhou oblastí projektu je prostorové uspořádání a přesun výroby z haly č. 1 do haly číslo 2. Základem pro tuto druhou oblast projektu se stala předchozí část s kapacitními propočty. Z kapacitních propočtů vychází, kolik potřebují pracovišť pro dané objemy výroby a zároveň potřebný počty pracovníků. Během této studie, bylo vytvořeno celkem pět variant, které ověřují přesun pro jednotlivé plánované objemy produkce, které byly zadány.

8.1 Současný stav

V současné době se produkty Výrobek A_36, Výrobek B_62, Výrobek C_8K, vyrábějí v hale č. 1. V této hale se výroba rozprostírá v jedné celé výrobní lodi haly č. 1, a zároveň zabírá ještě část druhé výrobní lodi. Na obrázku níže (Obrázek 8-1) je zobrazen layout haly č. 1, v kterém je červeně zvýrazněna výrobní plocha pro již zmíněné výrobky. Dále, pod již zmíněným obrázkem, se nachází 3D vizualizace daného prostoru.



Obrázek 8-1 Layout haly č. 1



Obrázek 8-2 3D vizualizace haly č. 1

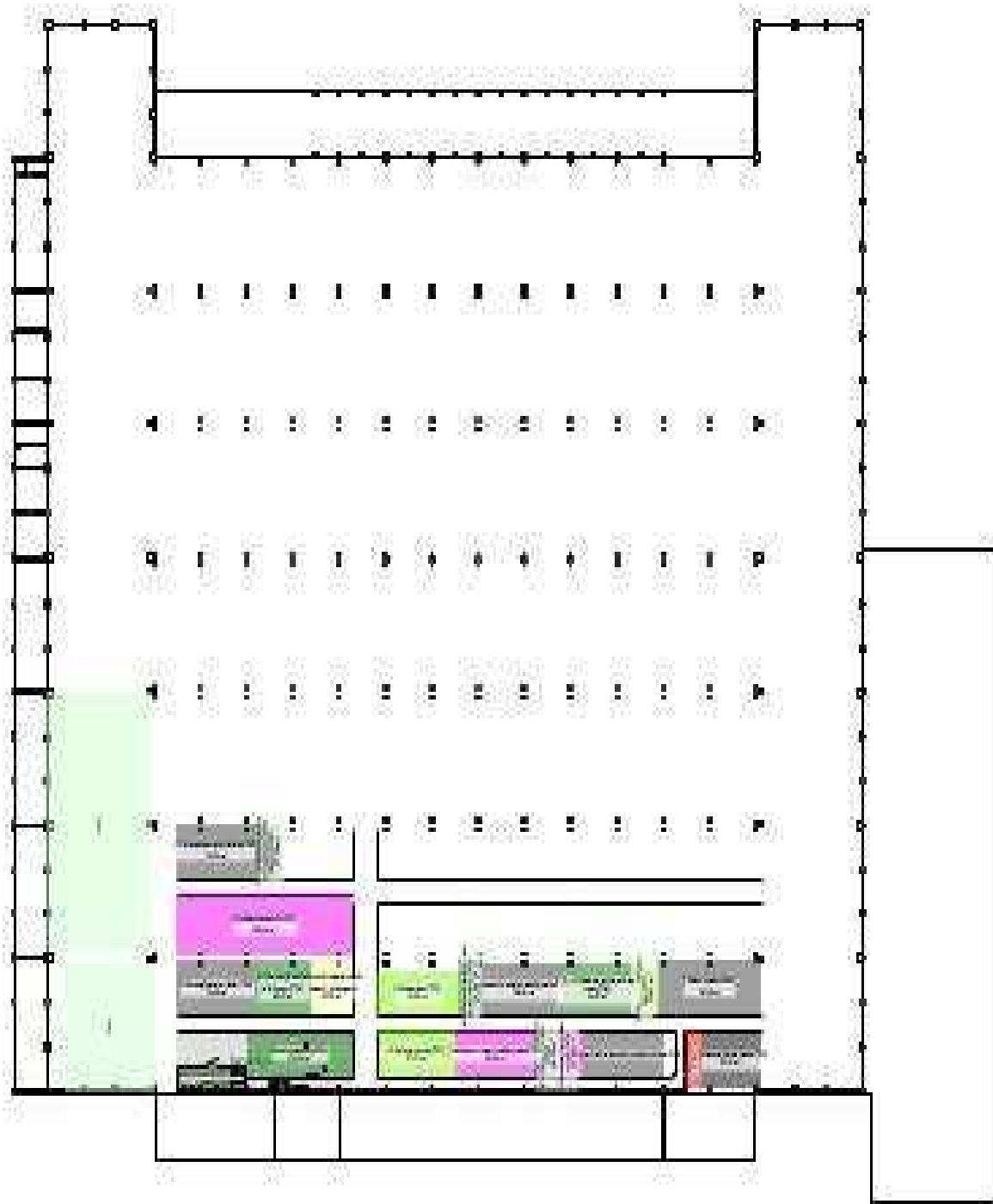
Výroba těchto produktů se skládá z celkem dvanácti pracovišť + z několika odkladových míst, která jsou potřebná pro dané pracoviště. Jedná se o tyto pracoviště:

- 1 - Válce - stáčení
- 2 - Podélné svařování lubů
- 3 - Sestavení lubů a obvodové svaření
- 4 - Sestavení a svaření kuželů
- 5 - Sestavení a svaření nádoby tlakové
- 6 - Výroba rámu
- 7 - Sestavení a svaření nádoby úplné
- 8 - Pracoviště náprav včetně zavaření
- 9 - Výroba příslušenství
- 10 - Tlaková zkouška
- 11 - Do kompletace před nátěrem
- 12 - Do kompletace po nátěru
- + Servisní pracoviště

Jednotlivá pracoviště nemají téměř přesně stanoveno místo, kde by docházelo k výrobě, ale jsou pohyblivá. A to tak, že se přizpůsobují velikostem daných produktů a zároveň dochází k přesunu pracovišť, podle aktuálního stavu a volného místa. Při zaměřování pracovišť jsem vycházel ze stavu, který byl aktuálně na hale a dále podle zkušeností mistra a dělníků na pracovištích. V 2D layoutu (Obrázek 8-3) jsou zobrazeny jednotlivá pracoviště ke dni zaměřování. Všechny pracoviště, která jsou zobrazena v níže uvedeném obrázku, jsou maximalizovaná, tudíž jsou uzpůsobena největšímu produktu, kde jeho délka dosahuje téměř 14,5 m a šířky cca 2,5 m. Hmotnost jednotlivých výrobků se pohybuje do 5 tun. S výjimkou pracoviště tlakové zkoušky, kdy dochází napuštění produktu vodou. Na tomto pracovišti u největšího produktu, dosahuje hmotnosti až 70 tun. Nejmenší produkty, které prochází výrobou na hale č. 1, dosahují přibližně délky 3 metrů a šířky cca 2,5 metru. Manipulace s výrobky

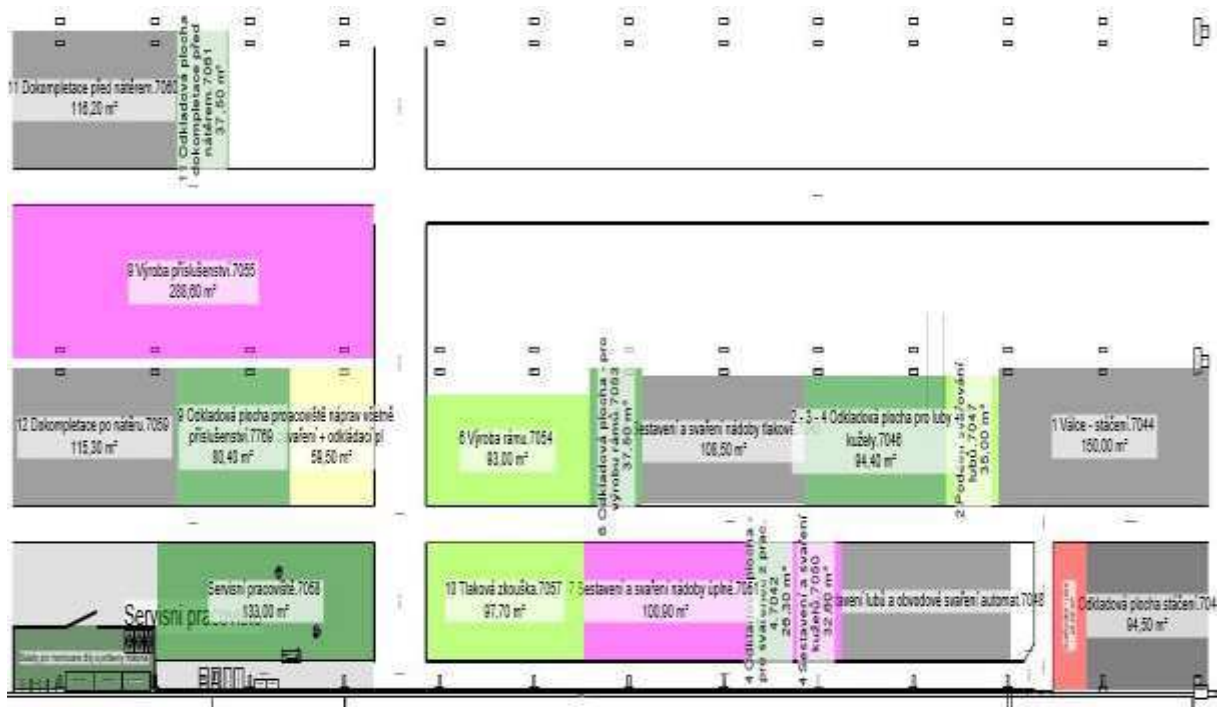
probíhá buď to ručně, jeřábem, anebo tahačem (traktorem). Pro manipulaci jeřábem dostačuje jeřáb s tonáží do 5 tun.

Stěhování výroby není nikterak nákladné, s výjimkou pracoviště tlakové zkoušky. Pracoviště jsou složena s volně ložených přípravků, které se naloží na podvalník a převezou do vedlejší haly. Cílem tohoto projektu, ale není řešit finanční stránku přesunu, neboť pro společnost je důležité tento přesun zrealizovat i za cenu toho, že na hale č. 2 bude muset být udělána nová podlaha, kde, v případě přesunu bude muset být vyměněna betonová podlaha za dřevěnou. V rámci této přestavby, by bylo zrealizováno i pracoviště tlakové zkoušky, čímž by se výše nákladů eliminovala.



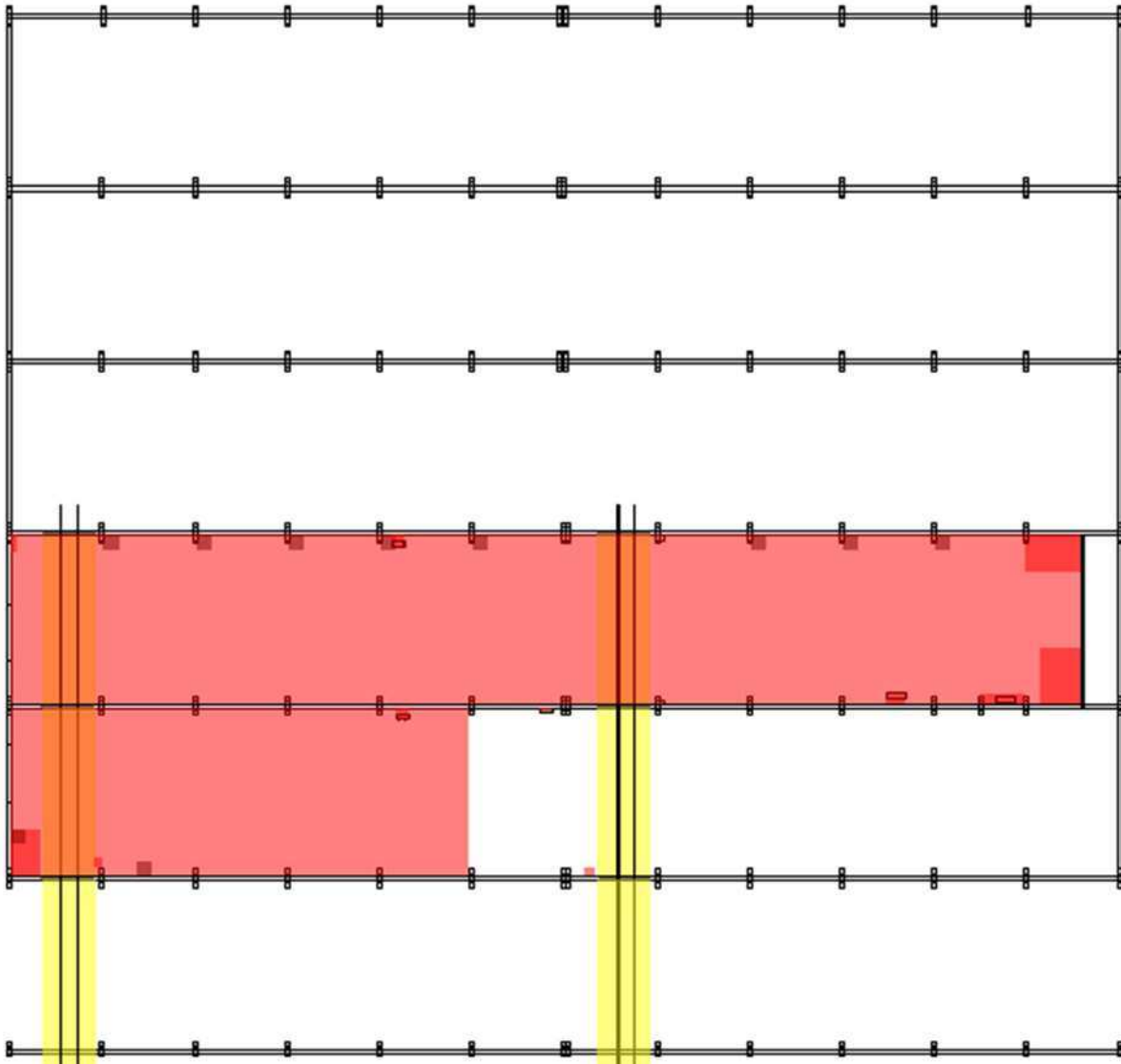
Obrázek 8-3 Současný stav – hala č. 1

Jelikož se zabývám přesunem této výroby z haly číslo 1 do haly číslo 2, musím pracovat s maximálními rozměry pracovišť, z důvodu zajištění dostatečného místa pro největší výrobek. Současný stav rozložení pracovišť je zobrazen na (Obrázek 8-4).



Obrázek 8-4 Současný stav - výřez z layoutu

Během řešení této studie bylo vytvořeno celkem pět variant. Varianty vychází ze zadaných objemů výroby a prostorových možností. Ještě před tím, než byly vytvořeny jednotlivé varianty, bylo nutné zaměřit prostory v hale číslo 2, tudíž bylo nutné kompletně zmapovat všechny prostory haly č. 2, kam má být výroba přesunuta. Zaměřování probíhalo na základě výkresové dokumentace, kde jsem ověřoval jednotlivé rozměry. Po zaměření prostorů určených k přesunu výroby byl vytvořen 2D layout haly, a současně také 3D vizualizace dané haly. Layout je zobrazen na obrázku (Obrázek 8-4). V layoutu jsou červeně zvýrazněny plochy pro přesun výroby. V současné době se v daných prostorách nachází také výroba nadrozměrných a těžkých dílů (cca 10 tunové produkty). Tato výroba by měla být přesunuta do jiných prostor. Přesun této výroby, ale není předmětem této studie. V této hale se také nachází jeřáby s vyšší tonáží než na hale číslo 1. Jeřáby, zde mají tonáž 12,5 tuny, což nemá vliv na přesun výroby do této haly, neboť výrobky jsou lehčí, ale jeřáby poté nebudou plně vytíženy. Nebudou splňovat účel, pro který byly prvotně postaveny.



Obrázek 8-5 Layout haly č. 11 s vyznačenými plochami

Byly vytvořeny tyto varianty:

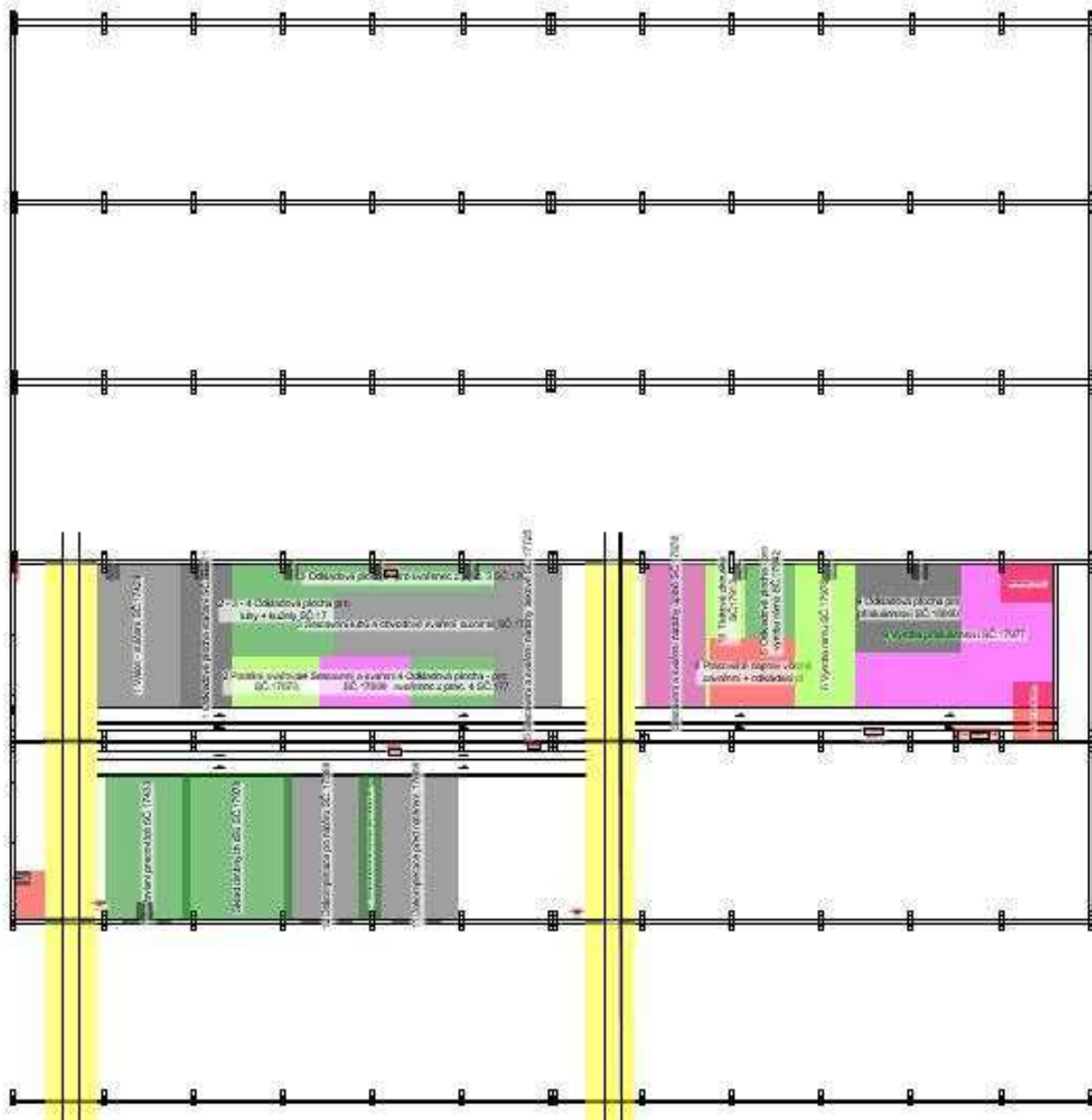
- Varianta 1 – Přesun současného stavu
- Varianta 2 – Plánované minimum
- Varianta 3 – Plánovaný průměr
- Varianta 4 – Plánované maximum
- Varianta 5 – Plánované minimum II – úprava pracovišť

Všechny navržené varianty jsou uvedeny a popsány dále v textu. Všechny varianty byly zpracovány pomocí programu visTABLE od firmy Plavis GmbH. Součástí této diplomové práce je elektronická příloha, která obsahuje všechny layouts jednotlivých variant. Jedná se o přílohu *DP_VRANEK_layouty.vtl* a *DP_VRANEK_layouty.dwg*.

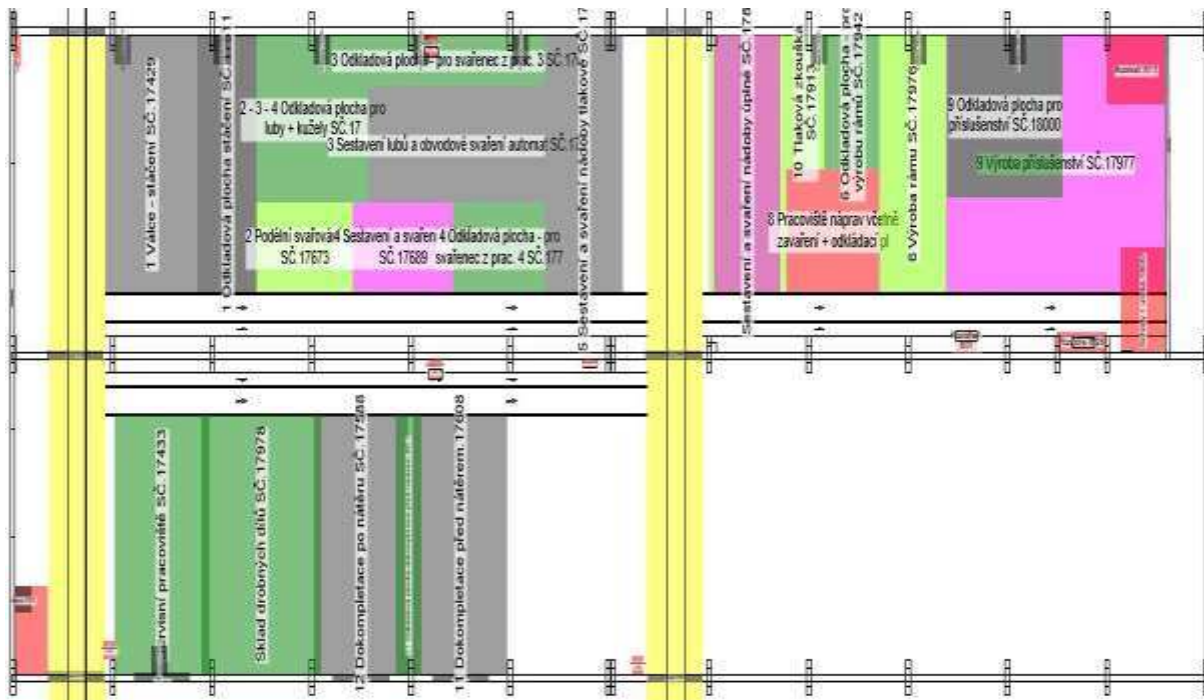
8.2 Varianta 1 – Přesun současného stavu

Tato varianta vznikla jako první, z důvodu ověření, zdali je vůbec možné realizovat přesun současného stavu výroby do této haly. Pro tuto variantu nebyly počítány žádné kapacitní propočty z důvodu vyházení ze současného stavu výroby. V navrhované variantě pracujeme s počtem pracovišť, tak jak jsou rozdělena na hale číslo 1. Rozměry pracovišť jsou maximalizovány pro největší možný rozměr vyráběného produktu.

Každá navrhovaná varianta byla zkeslena v programu visTable. Vytvořen byl vždy 2D a 3D layout varianty. Vytvořený layout varianty 1 – Přesun současného stavu, je zobrazen na obrázku níže (Obrázek 8-6).



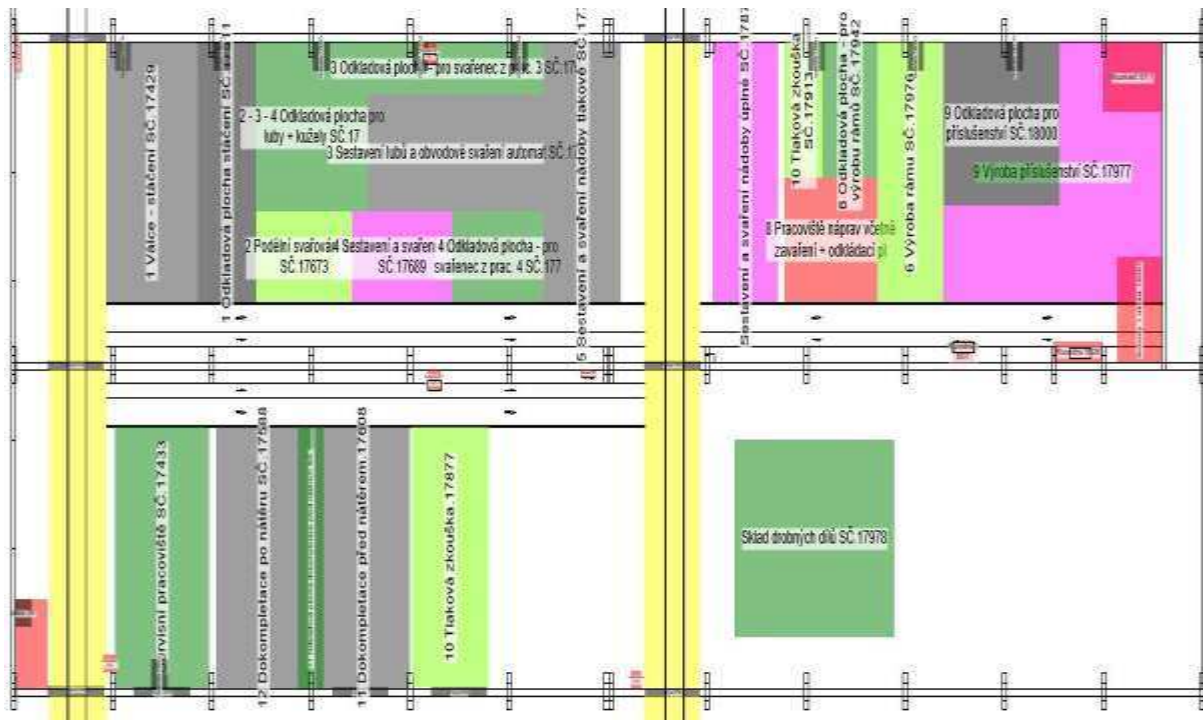
Obrázek 8-6 Hala č. 2 Přesun současného stavu



Obrázek 8-7 Detail uspořádání výroby varianta 1

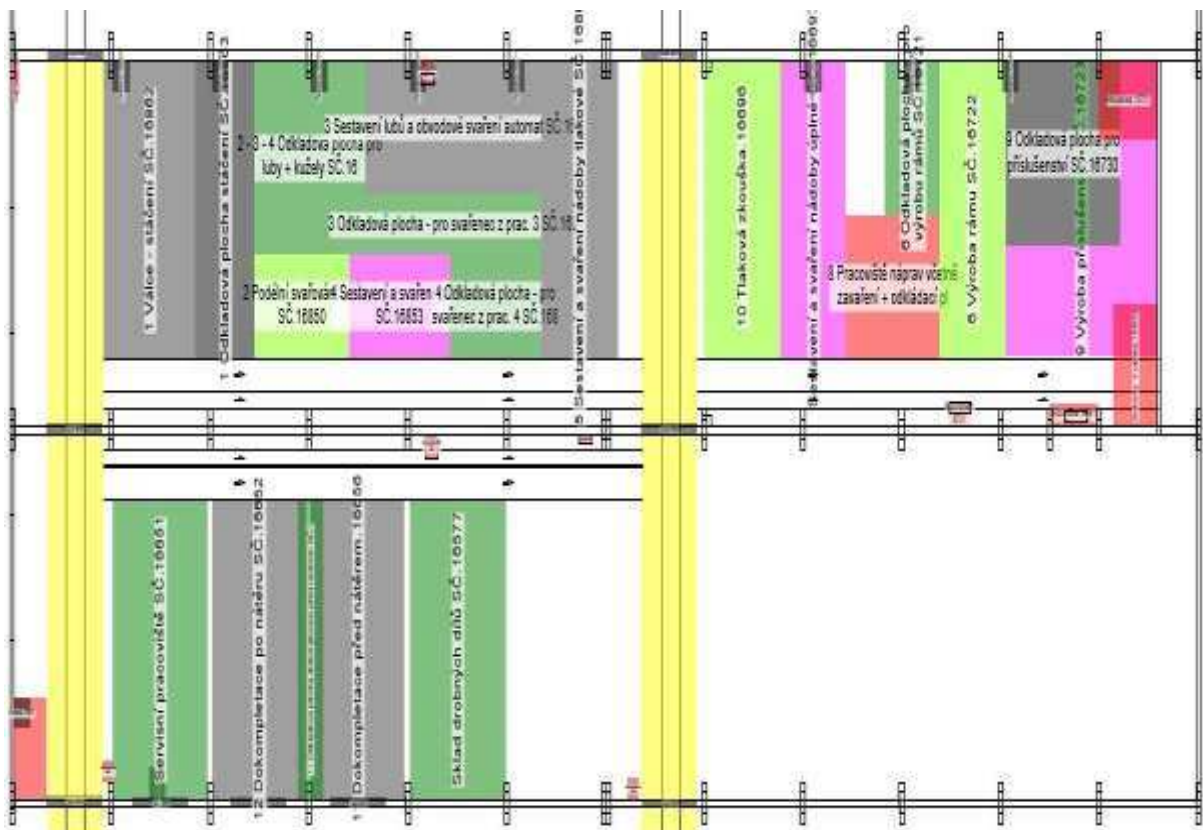
Výše uvedený layout, nám ukázal, že jsme schopni přesunout současný stav výroby z haly č. 1 do haly číslo 2. Tento přesun jsme schopni zrealizovat za určitého předpokladu. Pracují zde s myšlenkou sloučení pracoviště 7 sestavení nádoby úplné a pracoviště číslo 10 tlaková zkouška do jednoho, kde by bylo možné po do svařování ihned nádobu odzkoušet Z hlediska materiálového toku je to ideální stav, z důvodu ušetření manipulace. Po svaření nádoby úplné dojde rovnou k na tlakování produktu a ihned k otestování. Pokud by toto byl problém, lze vyřešit pracoviště odděleně a to tak, že tlaková zkouška by se nacházela vedle pracoviště 11 Dokompletace před nátěrem. Viz obrázek (Obrázek 8-8). Ale tímto krokem nám vyplývá nedostatek přesunu.

Nedostatkem tohoto přesunu je sklad drobných dílů, který bohužel nemůžeme přesunout ani do jedné z lodí. Tudíž bude muset dojít ke změně zásobování pracovišť, které pracují s díly z tohoto skladu. Dále lze tento nedostatek eliminovat tím, že bychom změnili skladování drobných dílů, a použili pro jejich uskladnění moderní skladové technologie např. vertikální výtahový systém. Poté by bylo možné sklad drobných dílů umístit vedle pracoviště 11 Dokompletace před nátěrem. Další možností řešení tohoto problému je změna uložení dílů na pracovišti č. 9 Výroba příslušenství. Pokud bychom zde použili pro uskladnění drobných dílů opět moderní skladovou technologii, jako např. páternoster či výtahový vertikální systém, došlo by k úspoře potřebného místa pro pracoviště č. 9, čímž by se uvolnilo místo pro sklad drobných dílů, které by musely být skladovány taktéž pomoci moderní technologie. Lze tento problém, řešit také tím, že pracoviště 9 Výroba příslušenství, bude v jiných prostorách a potřebné díly budou dováženy např. JIT (Just in time) přímo na pracoviště, které toto příslušenství používá.



Obrázek 8-8 Varianta 1 – Přesun pracoviště 10 tlaková zkouška

Další možnou úpravou je zmenšení prostoru pracoviště 9 výroby příslušenství a tím by došlo k uvolnění prostoru pro pracoviště 10 tlaková zkouška a pracoviště 7 a 10 by se nacházely v těsné blízkosti sebe. Tato situace je zachycena na obrázku (Obrázek 8-9).



Obrázek 8-9 Varianta 1 – Zmenšení pracoviště č. 9

Předpokladem pro přesun výroby je úprava jedné z výrobních lodí. Kde bude nutné vytvořit tři

prostupy (sekční vrata) pro pracoviště servisu, pracoviště č. 11 Dokompletace před nátěrem a č. 12 Dokompletace po nátěru. Vybudovaná vrata budou sloužit jak pro odvoz produktů, a zároveň i pro přívoz. Ale s touto investicí společnost počítá a považuje ji za velmi užitečnou.

8.3 Varianta 2 – Plánované minimum

Jako druhá v pořadí, vznikla varianta 2 – Plánované minimum. V této variantě se zabývám prostorovým upořádáním výroby pro plánovaný minimální objem výroby. Podkladem pro variantu 2, jsou kapacitní propočty pro minimální plánovaný objem produkce, kde mne vyšla celkem 3 přetížená pracoviště. Proto je tu rozdíl oproti variantě 1, kde jsme přesouvali pouze současný stav. Pro minimální objem produkce je kapacita třech pracovišť přetížena, a tím musí zákonitě dojít k navýšení počtu pracovišť. Mezi přetížená pracoviště patří:

- 5 Sestavení a svaření nádoby tlakové (1 krát)
- 7 Sestavení a svaření nádoby úplné (1 krát)
- 11 Dokompletace před nátěrem (1 krát)

Na níže uvedených obrázcích (Obrázek 8-10, Obrázek 8-11) je zobrazen layout pro minimální plánovaný objem produkce. Do layoutu bylo zapotřebí přidat nově vzniklá pracoviště (5, 7, 11) a zapracovat do zbylého volného prostoru.

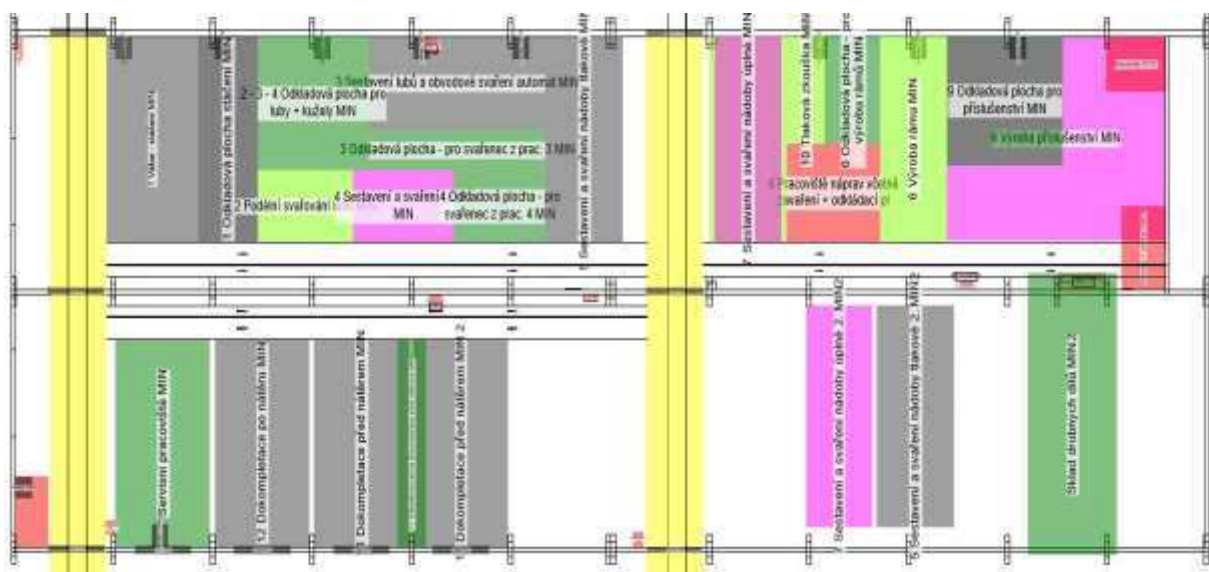
Z výše zmíněných pracovišť se mi povedlo zasadit do layoutu pouze jedno z těchto pracovišť. Konkrétně je to pracoviště 11 Dokompletace před nátěrem, které bylo přiřazeno vedle stávajícího pracoviště 11.

Poté bylo nutné zvážit, kam zbylé dvě pracoviště zapracovat. Dostupný prostor, určený k dispozici přesunu, byl již vyčerpaný a důsledkem této situace je nemožnost realizace výroby pro plánovaný objem produkce na hale č. 2.

Plánované minimum



Obrázek 8-10 Varianta 2 – plánované minimum



Obrázek 8-11 Detail prostorového uspřádání varianta 2

8.4 Varianta 3 – Plánovaný průměr

Ve variantě 3 pracuji s počty pracovišť podle kapacitních propočtů pro průměrný objem produkce. Předpokladem této varianty bylo taktéž přetížení některých pracovišť, jelikož již při minimálním plánovaném objemu produkce byla některá pracoviště přetížena. Předpoklad se naplnil a z kapacitních propočtů vyplývá, že opět kapacita pracovišť v současném stavu je nedostatečná, tudíž musí dojít k navýšení počtu pracovišť, která jsou přetížena. Do layoutu jsem musel zapracovat další potřebná pracoviště, a to v počtu celkem 9 pracovišť.

Jedná se o navýšení těchto pracovišť:

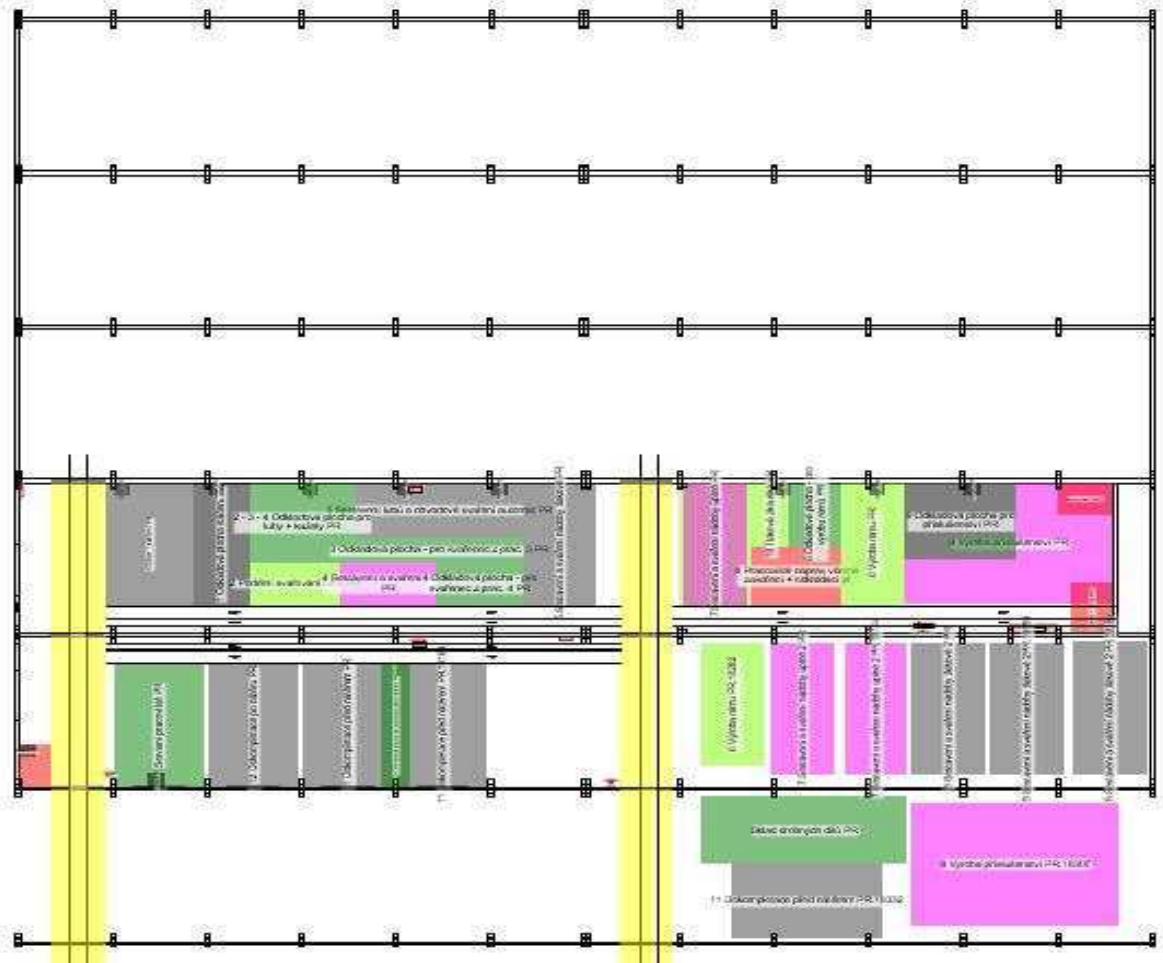
- 5 Sestavení a svaření nádoby tlakové (3 krát)
- 6 Výroba rámu (1 krát)
- 7 Sestavení a svaření nádoby úplné (2 krát)
- 11 Dokompletace před nátěrem (1 krát)

Na obrázku (Obrázek 8-12) je zobrazen 2D layout, který znázorňuje rozmístění jednotlivých pracovišť pro průměrný plánovaný objem výroby.

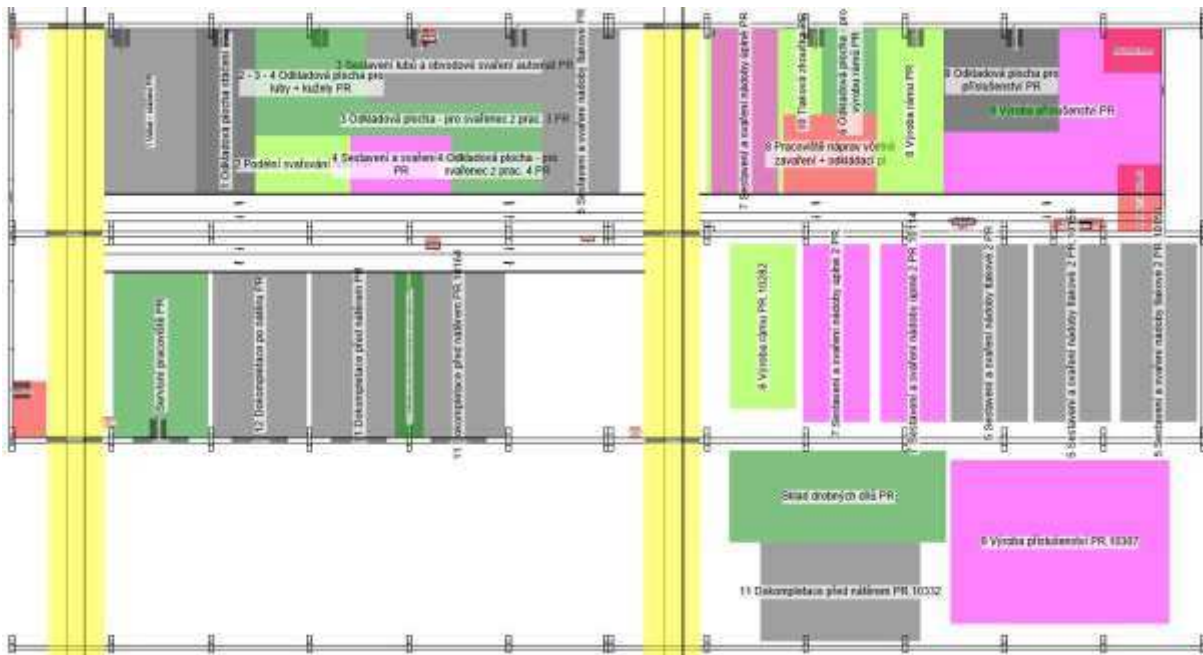
Opět zde nastává situace s nedostatkem volného prostoru pro zasazení potřebných pracovišť do layoutu. Povedlo se mi zapracovat pracoviště číslo 11 Dokompletace před nátěrem, stejně jako v předchozí variantě. Pro plánovaný průměrný objem produkce na hale číslo 2, bychom potřebovali mít uvolněnou přibližně jednu celou výrobní loď z této haly, nebo by muselo dojít k opláštění a zastřešení krajní lodi haly číslo 2, která je v současné době otevřená.

Z výše uvedených informací vyplývá nemožnost přesunu, a zároveň realizace výroby pro průměrný objem produkce, který činí celkem 150 kusů ročně, z důvodu nedostatečného dostupného prostoru haly číslo 2.

Plánovaný průměr



Obrázek 8-12 Varianta 3 – Plánovaný průměr



Obrázek 8-13 Detail prostorového uspořádání varianta 3

8.5 Varianta 4 – Plánované maximum

V této variantě, pracuji s počty pracovišť podle kapacitních propočtů. Jedná se o uspořádání pracovišť pro maximální objem výroby. Ještě před tím, než byly provedeny kapacitní propočty pro maximální plánovaný objem výroby, bylo jasné, že i v tomto případě budou pracoviště současného stavu značně přetížena. A to proto, že jsem předpokládal velký nárůst počtu pracovišť oproti předchozím variantám. Pro zkruslení tohoto layoutu, bylo nutné přidat potřebná pracoviště navíc. Celkem bylo přidáno 18 pracovišť.

Jednalo se o navýšení těchto pracovišť:

- 5 Sestavení a svaření nádoby tlakové (5 krát)
- 6 Výroba rámu (3 krát)
- 7 Sestavení a svaření nádoby úplné (3 krát)
- 9 Výroba příslušenství (3 krát)
- 11 Dokompletace před nátěrem (3 krát)
- 12 Dokompletace po nátěru (1 krát)

Níže uvedený layout zobrazuje všechna potřebná pracoviště. Jak je na obrázku (Obrázek 8-14) vidět, pro realizaci tohoto plánovaného objemu výroby by nám nestačily ani kompletní tři výrobní lodě.

Z toho vyplývá, že variantu 4 – plánované maximum, nelze uskutečnit. Z důvodu nedostatečného prostoru nutného pro realizaci výroby pro maximální plánovaný objem na hale číslo 2.

O této variantě, lze uvažovat v momentě, kdy bychom se rozhodli pro zastřešení nejspodnější výrobní lodě, uvolnění druhé poloviny druhé výrobní lodě a zároveň bychom museli provést racionalizaci pracoviště 9, kde by bylo nutné změnit systém skladování dílů, popřípadě změnit celý systém výroby příslušenství nebo zvážit přesun pracoviště do jiných míst v objektu společnosti a dodávat potřebné díly např. JIT na každé pracoviště, které pracuje s těmito díly.

9 Vyhodnocení a výběr vhodné varianty

V této kapitole mé práce se zabývám vyhodnocením a výběrem vhodné varianty. Společnost XYZ na základě tohoto vyhodnocení bude schopna rozhodnout o tom, zdali výrobu přesunout z haly č. 1 do haly č. 2 či nikoliv, což by znamenalo zůstat v současných prostorech. Všechny zpracované varianty byly představeny a popsány v kapitole výše.

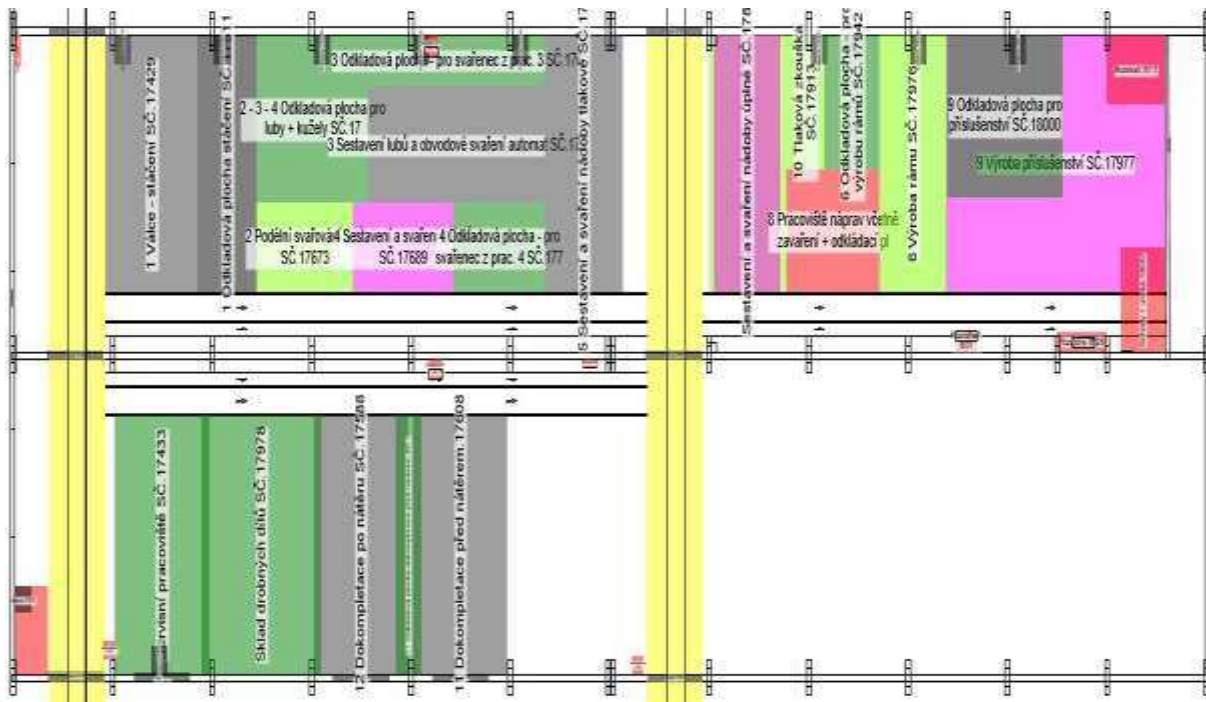
V tabulce níže je uvedeno závěrečné shrnutí možností přesunu. Tabulka je rozdělena do 3 sloupců, kde první sloupec je nazván Ano, lze přesunout. Pokud v tomto sloupci je ANO, tak lze výrobu přesunout bez omezujících parametrů. Pokud zde nebude nic přesun nelze bez problémů zrealizovat. Druhý sloupec reprezentuje záporné hodnocení, tedy NE, nelze přesunout. Pokud se v tomto sloupci objeví NE, Nelze, výrobu u dané varianty nelze přesunout. A nakonec třetí sloupec, který je nazván Ano, lze za předpokladu. Pokud zde bude Ano, lze za předpokladu, výrobu je možné přesunout, za určitého předpokladu či omezujícího parametru.

Varianty	Ano, lze přesunout	Ne, nelze přesunout	Ano, lze za předpokladu
Varianta 1			Ano, za předpokladu
Varianta 2		Nelze	
Varianta 3		Nelze	
Varianta 4		Nelze	
Varianta 5			Ano, za předpokladu

Tabulka 9-1 Souhrnná tabulka

Shrnutí možností přesunu jednotlivých variant, uvádí tabulka výše, kde je popsáno, zdali je možné danou variantu zrealizovat či nikoliv nebo lze přesunout za určitého předpokladu. Téměř v každé variantě je problém s nedostatkem volného prostoru. Jak můžeme vidět v tabulce, z 5 variant, nelze přesun výroby uskutečnit u 3 z výše zmíněných variant. Tudíž plánovaný rozvoj výroby do budoucnosti je v ohrožení, pokud společnost nenajde pro tuto výrobu dostatečně velké prostory (Pro představu: pro maximální objem cca 3 výrobní lodě haly č. 2). Dále zde nemáme ani možnost přesunu jedné z variant bez omezujících podmínek či předpokladů. Zbylé dvě varianty, lze za určitého předpokladu, popsaného u každé varianty výše, je možné přesunout.

Jelikož dané předpoklady u varianty 1 a 5, byly konzultovány s vedením společnosti a zároveň jimi potvrzeny. Tudíž obě varianty lze považovat za možné. S tím, že varianta 1 je pro ně bezproblémová. Sloučení pracoviště tlakové zkoušky s pracovištěm svařování nádoby úplně je možné a dokonce je společností považováno za ideální řešení. Na základě tohoto tvrzení se dostávám do situace, kde je možné variantu 1, zrealizovat. Níže je zobrazen detail daného prostorového uspořádání varianty 1.



Obrázek 9-1 Detail prostorového uspořádání varianty 1

Dále varianta č. 5, je také z realizovatelná, za daného předpokladu, ale v současné době, nemá společnost možnost výrobu příslušenství přesunout do jiných prostor. Na základě tohoto tvrzení, se dostávám do situace, kde tato varianta nepřipadá v úvahu.

Z výše navržených variant, je možná realizace pouze jedné varianty a to přesunu současného stavu. Na základě tohoto výstupu, bude muset vedení společnosti provést rozhodnutí, zdali je opravdu nutné výrobu přesunout, ačkoliv nebudou schopni v daných prostorech vyrobit takové množství, jaké plánovaly.

Závěr

Podle zadaných parametrů společnosti XYY, byly zpracovány kapacitní propočty pro plánované objemy výroby. V kapacitních propočtech byly řešeny jak počty pracovišť a jejich využití, tak zároveň počty pracovníků a jejich využití. Na tuto část dále navazovalo seznámení a analýza současného stavu výroby a zaměření jednotlivých pracovišť i s odkladovými plochami. Poté co byla analýza současného stavu hotova, bylo vytvořeno celkem 5 variant přesunu výroby z jedné haly do druhé, konkrétně se jednalo o přesun z haly číslo 1 do haly číslo 2.

Na vytvořené varianty navazuje vyhodnocení, již zmíněných variant přesunu, a výběr vhodné varianty. Jelikož z vytvořených variant vyšlo možné přesunutí výroby pouze u současného stavu, je tedy na zvážení vedení společnosti, zdali je vůbec nutné tento přesun realizovat. Přesun by znamenal značnou investici – podlahy, pracoviště tlakové zkoušky, vrata, s čímž společnost počítá. Problémem ale je, že v hale číslo 2, není možné realizovat plánované objemy výroby s pravidelným navyšováním a cílem do pěti let vyrábět 260 kusů. Tudíž tato práce bude sloužit jako posudek možného přesunu a podklad pro rozhodnutí vedení společnosti, zdali vůbec přesun realizovat.

Cílem této studie bylo vytvoření kapacitních propočtů pro zadané plánované objemy výroby, a na základě těchto propočtů byl organizován přesun výroby, z haly číslo 1 do haly číslo 2, pomocí vytvoření variant přesunu pro jednotlivé objemy. Následovalo zhodnocení a doporučení pro společnost. Společnost tuto diplomovou práci schválila, čímž považují cíl práce za splněný. Nyní vedení společnosti řeší, zdali výrobu současného stavu přesunout i bez možného zvětšování objemu výroby, či ponechat výrobu v současných prostorech, anebo nechat postavit novou halu speciálně pro daný typ výroby.

Použitá literatura

- [1] HLAVENKA, B.: Projektování výrobních systémů. CERM, Brno, 2005, ISBN 80-214-2871-6
- [2] KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. Management studium. ISBN 80-86851-38-9
- [3] KOŠTURIÁK, J. Projektovanie výrobných systémov pre 21. storočie. 1. vyd. Žilina: Žilinská univerzita, 2000, 397 s. ISBN 80-7100-553-3
- [4] MILLER, A., BUREŠ, M., KURKIN, O. a PEŠL, J., "Projektování výrobní základny - praktická část," Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň, 2013
- [5] ŠIMON, M., TRNKOVÁ, L. Logistika praktická část, e-book, Plzeň, SmartMotion, 2013, ISBN: 978-80-87539-36-1
- [6] ZELENKA, A., KRÁL, M.: Projektování výrobních systémů. Praha: ČVUT, 1995, ISBN 80-01-01302-2
- [7] KLEINOVÁ, J.: Ekonomické hodnocení výrobních procesů. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2005, 90 s. ISBN 80-7043-364-7
- [8] MILLER, A.: *Prezentace z předmětu: Průmyslové inženýrství*, Plzeň, Západočeská univerzita v Plzni
- [9] MILLER, A., BUREŠ, M., KURKIN, O. a PEŠL, J., "Projektování výrobní základny - teoretická část," Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň, 2013
- [10] ŠIMON, M., TRNKOVÁ, L. Logistika teoretická část, e-book, Plzeň, SmartMotion, 2013
- [11] VRÁNEK, P.: Návrh principu zásobování a skladové kapacity. [Bakalářská práce] Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2016

Online zdroje

- [12] Prostorové uspořádání pracovišť, [cit. 2017-11-29]. [Online]. Dostupné z: http://www.utb.cz/file/35242_1_1. [Přístup získán Listopad 2017].
- [13] BUREŠ, M.: *Prezentace z předmětu: Řízení a organizace práce*, [Online]. Plzeň, Západočeská univerzita v Plzni
- [14] Jungheinrich – skladové technologie, [online]. [cit. 2017-12-2]. Dostupné z: <http://www.jungheinrich.cz/>
- [15] Linde – skladová technologie, [online]. [cit. 2017-12-2]. Dostupné Z: <http://www.linde-mh.cz/>

ELEKTRONICKÁ PŘÍLOHA č. 1

DP_VRANEK_layouty.vtl

ELEKTRONICKÁ PŘÍLOHA č. 2

DP_VRANEK_layouty.dwg

ELEKTRONICKÁ PŘÍLOHA č. 3

DP_VRANEK_propocty.xlsx

