

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Akademický rok 2015/2016

Bc. Jan HERZER

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: Strojírenská technologie – technologie obrábění

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Návrh prostorového uspořádání výroby při respektování požadavků
výrobních technologií

Autor: **Bc. Jan HERZER**

Vedoucí práce: **doc. Ing. Vladimír DUCHEK, Ph.D.**

Akademický rok 2015/2016

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jan HERZER**

Osobní číslo: **S14N0071P**

Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**

Studijní obor: **Strojírenská technologie - technologie obrábění**

Název tématu: **Návrh prostorového uspořádání výroby při respektování požadavků výrobních technologií**

Zadávací katedra: **Katedra technologie obrábění**

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

1. Prostorové uspořádání a generel
2. Ovlivňující faktory a vazby prostorového řešení
3. Výrobní program společnosti
4. Současné prostorové řešení
5. Analýza výrobních technologií a hmotných toků
6. Návrh uspořádání v nových prostorách



Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah kvalifikační práce: **50 - 70 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

- Zelenka M., Král M.: Projektování výrobních systémů. Praha, ČVUT 1995
- Miller A., Bureš M., Kurkin O., Pešl J.: Projektování výrobní základny - praktická a teoretická část. Plzeň, SmartMotion 2013
- Phillips E.J.: Manufacturing Plant Layout - Fundamentals and fine points of optimum facility design. Dearborn, Society of Manufacturing Engineers 1997
- Zelenka A., Volf L., Poskočilová A.: Projektování výrobních systémů - Návody na cvičení. Praha, ČVUT 2009
- Košturiak J., Gregor M., Mičieta B., Matuszek J.: Projektovanie výrobných systémov pre 21. storočie. Žilina, Žilinská univerzita v Žiline 2000
- Hlavenka B.: Projektování výrobních systémů. Brno, Vysoké učení technické v Brně 2005

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Vladimír Duchek, Ph.D.**

Katedra technologie obrábění

Konzultant diplomové práce: **Doc. Ing. Vladimír Duchek, Ph.D.**

Katedra technologie obrábění

Datum zadání diplomové práce: **18. října 2015**

Termín odevzdání diplomové práce: **20. května 2016**



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan



Doc. Ing. Jan Řehoř, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 20. října 2015

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

Prostřednictvím těchto řádků bych chtěl poděkovat všem, kteří se jakýmkoliv způsobem podíleli na tvorbě mé diplomové práce. Jmenovitě pak jejímu vedoucímu doc. Ing. Vladimíru Duchkovi, Ph.D., jejímu konzultantovi Ing. Antonínu Millerovi, Ph.D a Ing. Marku Bárdymu z Katedry průmyslového inženýrství a managementu na Západočeské univerzitě v Plzni. Bez jejich cenných rad a připomínek by tato práce nemohla vzniknout.

Dále bych zde chtěl poděkovat mé rodině, která mne po celou dobu mého středoškolského a vysokoškolského studia za každé situace plně podporovala.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Herzer	Jméno Jan	
STUDIJNÍ OBOR	2301R016 „Strojírenská technologie – technologie obrábění“		
VEDOUcí PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) doc. Ing. Duchek, Ph.D.	Jméno Vladimír	
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KTO		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Návrh prostorového uspořádání výroby při respektování požadavků výrobních technologií		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KTO	ROK ODEVZD.	2016
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	104	TEXTOVÁ ČÁST	92	GRAFICKÁ ČÁST	12
---------------	-----	---------------------	----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Diplomová práce je zaměřena na tematiku prostorového uspořádání výroby. Její první část je zaměřena na teorii dané problematiky, druhá část pak na praktický návrh prostorového uspořádání. Cílem této práce je zpracování návrhu prostorového uspořádání pro projekt rozvoje nejmenované české společnosti.
KLÍČOVÁ SLOVA	layout, prostorové uspořádání, výrobní systém, dopravní a manipulační technika, skladování, retrack, orbiter

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Herzer	Name Jan		
FIELD OF STUDY	2301R016 „Manufacturing Processes – Technology of Metal Cutting“			
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) doc. Ing. Duchek, Ph.D.	Name Vladimír		
INSTITUTION	ZČU - FST - KTO			
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable	
TITLE OF THE WORK	Spatial design of production while respecting the requirements of production technologies			

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Machining Technology	SUBMITTED IN	2016
----------------	------------------------	-------------------	----------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	104	TEXT PART	92	GRAPHICAL PART	12
----------------	-----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	This diploma thesis deals with the theme of spatial design of production. The first part deals with the theory of the issue, the second part with the practical design of layout. The aim of this work is the processing of spatial design for a project of development an unnamed Czech company.
KEY WORDS	layout, spatial design, production systems, transport and handling equipment, storage, retrack, orbiter

Obsah

1	Úvod	7
2	Prostorové uspořádání a generel	8
2.1	Výrobní systém	8
2.1.1	Významné vlastnosti výrobních systémů	9
2.1.2	Současné požadavky kladené na výrobní systémy	9
2.2	Navrhování výrobních systémů	10
2.2.1	Návrh lokality	10
2.2.2	Generel	11
2.2.3	Projektování výrobního systému	12
2.2.4	Detailní dispozice	13
2.3	Prostorové uspořádání výrobních systémů	14
2.3.1	Tvar materiálových toků	15
2.3.2	Uspořádání pracovišť	15
2.3.3	Oblasti použití jednotlivých druhů uspořádání	19
2.4	Materiálové (hmotné) toky	20
2.5	Způsoby sestavování návrhů prostorového uspořádání	20
2.6	Ovlivňující faktory a vazby prostorového řešení	29
2.6.1	Druh výroby	29
2.6.2	Stavební objekty, v nichž bude umístěna výroba	32
2.6.3	Druh předpokládané manipulace	34
2.6.4	Místo skladování výrobků a materiálu	35
2.6.5	Další možné faktory ovlivňující prostorové řešení	36
3	Výrobní program a představení společnosti	37
3.1	Představení společnosti	37

3.2	Výrobní program společnosti.....	37
4	Současné prostorové řešení	43
4.1	Současné prostorové řešení – jednotlivé stavební objekty	44
4.2	Zjištěné nedostatky v současném prostorovém řešení	50
5	Analýza výrobních technologií a hmotných toků.....	53
5.1	Analýza výrobních technologií	54
5.2	Současně používaná manipulační balení	57
5.3	Analýza hmotných toků	59
5.3.1	Materiálové toky ze skladu vstupních surovin.....	59
5.3.2	Materiálové toky v rámci výroby	61
5.3.3	Materiálové toky hotové výroby	63
6	Cíle řešení praktické části.....	66
7	Návrhy prostorového uspořádání	67
7.1	Prostorové uspořádání pracovišť v 1. lodi	67
7.2	Průběžné návrhy skladovacích prostor ve 2. a 3. lodi.....	69
7.2.1	Průběžný návrh 1	69
7.2.2	Průběžný návrh 2.....	71
7.2.3	Průběžný návrh 3.....	72
7.3	Finální návrh uspořádání.....	73
7.3.1	Systémový vozík	73
7.3.2	Skladování vstupních surovin	74
7.3.3	Rozbor finálního návrhu uspořádání	78
7.3.3.1	Výšková varianta 7 m;10 m;10 m.....	78
7.3.3.2	Výšková varianta 7 m;12 m;12 m.....	79
7.4	Skladování ostatních vstupních surovin.....	80
7.5	Uložení rozpracované výroby	81

8	Zpřesňování variant návrhů a kalkulace finálního návrhu	83
8.1	Průběžný návrh 1	83
8.2	Průběžný návrh 2	84
8.3	Průběžný návrh 3	85
8.4	Finální návrh	87
9	Závěr.....	89
10	Seznam použitých zdrojů informací.....	90
8	Přílohy	I
1.	Přehled součástí jednotlivých výrobků	II - IV
2.	Finální návrh – modifikace 1.....	V - VII
3.	Finální návrh – modifikace 2.....	VIII – IX
4.	Finální návrh – modifikace 3.....	X - XII

Seznam zkratk a symbolů

ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci (International Organization for Standardization)
ČSN	Česká technická norma
PP	Polypropylen
PE	Polyethylen
POM	Polyoxymetylen
PU	Polyuretan
Al	Aluminium (hliník)
Fe	Ferrum (železo)
2D	Dvoudimenzionální
3D	Třídídimenzionální
THP	Technicko-hospodářský pracovník
DP	Diplomová práce
SHV	Sklad hotové výroby
FIFO	First In, First Out (metoda skladování „první dovnitř, první ven“)
EU paleta	EURO paleta

Seznam použitých veličin

[<i>kg</i>]	Kilogram – jednotka hmotnosti
[<i>t</i>]	Tuna – jednotka hmotnosti
[<i>ks</i>]	Kus – jednotka množství
[<i>mm</i>]	Milimetr – jednotka délky
[<i>m</i> ²]	Metr čtvereční – jednotka plochy
[<i>kN</i>]	Kilonewton – jednotka síly
[<i>Kč</i>]	Korun českých – jednotka měny

1 Úvod

Základním cílem každého výrobního podniku je bezesporu být úspěšný na trhu a vytvořit co největší zisk. Dnešní trh je však z hlediska nabídky silně přesycen a tak, chce-li podnik na něm obstát a své cíle naplnit, musí být zejména konkurenceschopný. To znamená, že se musí oproti ostatním výrobcům, zaměřujícím se na stejnou výrobu jako on, něčím lišit, být v něčem lepší a tím pak oslovit potenciálního zákazníka. Zjednodušeně by tedy měl nabízet své produkty co nejlevněji, v požadované kvalitě, v požadovaném množství a co nejdříve po vytvoření poptávky. Přesto by si však měl zachovat co největší zisk.

Aby tyto požadavky podnik naplnil, musí být jeho výroba efektivní a jedním ze způsobů, jak toho docílit, je mít vhodné prostorové uspořádání jak výrobních, tak i nevýrobních technologií. Správné prostorové uspořádání totiž například vede ke zvýšení podílu výrobních činností, které na výrobku tvoří přidanou hodnotu a snížení podílu činností, které naopak na hodnotě výrobku nepřidávají. Tím pak dojde ke snížení výrobních nákladů a díky tomu lze například ponížít prodejní cenu výrobku na trhu. To vše při zachování požadovaného zisku.

A právě prostorovým uspořádáním se proto zabývá tato diplomová práce.

2 Prostorové uspořádání a generel

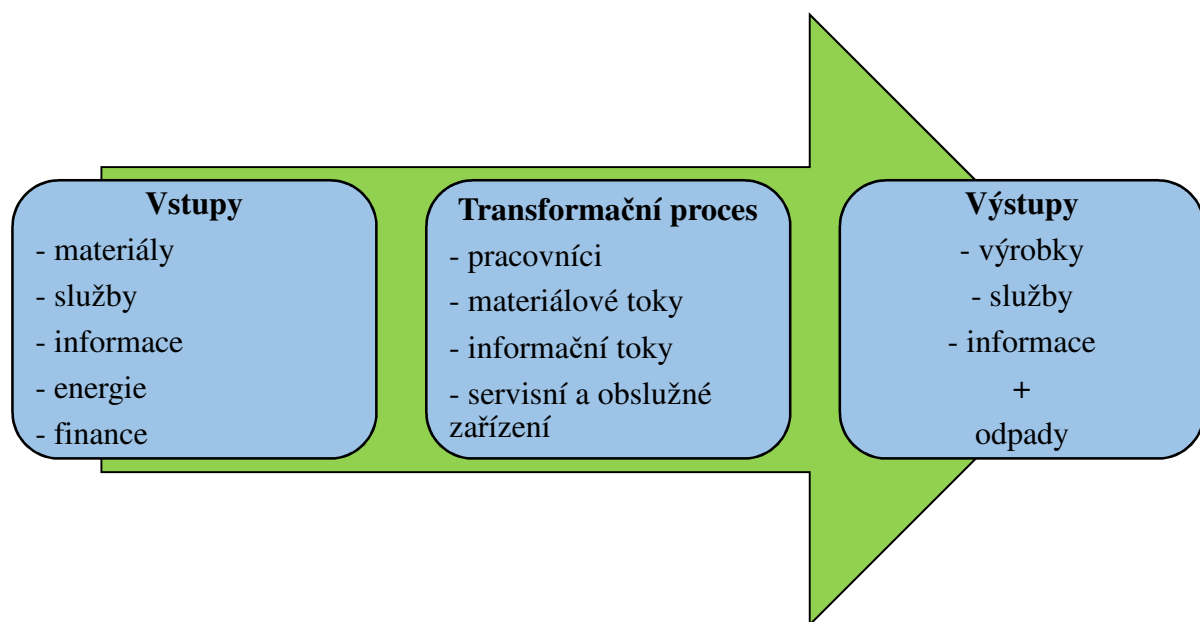
2.1 Výrobní systém

- Vypracováno s použitím [5]

Výrobní systém lze obecně chápat jako v čase a prostoru věcné, technologicky a organizačně jednotné uskupení hmotných zdrojů a pracovních sil. Za hmotné zdroje jsou v tomto případě nejčastěji považovány materiály, energie a výrobní či pracovní prostředky.

V každém výrobním systému pak dochází k tzv. výrobnímu procesu. Tzn., že za pomoci různých postupů a činností dochází k přeměně zdrojů na výstupy s přidanou hodnotou. Ty pak slouží k uspokojení potřeb zákazníka.

Schéma výrobního systému znázorňuje následující obrázek.



Obrázek 2-1: Schéma výrobního systému [4], [8]

Z úvodní definice a z uvedeného schématu lze odvodit, že každý výrobní systém lze rozdělit na následující tři prvky a to **vstupy**, **transformační proces** a **výstupy**.

Vstupy:

- *Výkonový potenciál pro transformační proces*, tzn. pracovní síla, výrobní prostředky, ale i např. veškeré budovy, pozemky atd. Podstatou těchto vstupů je, že v čase neztrácejí svůj účinek.
- *Vstupy opakovaně vyčerpávané*, tj. materiály sloužící pro výrobu, materiály pomocné, materiály režijní a obchodní zboží (zboží, které dodavatel nakupuje a v nepozměněné formě je nabízí svým odběratelům).

Transformační proces:

- je umožněn kombinací několika faktorů při respektování zadaného postupu
- charakterizován následující funkcí:

$$S = (A, P, R, g)$$

- A → počet výrobních úkolů k vyřešení
- B → počet volných výrobních jednotek
- R → matice vztahů mezi výrobními jednotkami
- g → přiřazení výrobních jednotek k výrobním úkolům

Výstupy:

- hmotné
- nehmotné

2.1.1 Významné vlastnosti výrobních systémů

- Vypracováno s použitím [4], [6], [8]

Nejdůležitější vlastností výrobního systému je zejména jeho **kapacita**. Udává nám, jakého výkonu je systém schopen dosáhnout ve sledovaném časovém období a posuzuje se podle následujících hledisek:

kvalitativní hledisko → Udává potenciální možnosti výrobního systému s ohledem na realizaci alternativních druhů výkonů.

kvantitativní hledisko → Udává maximální rozsah výkonů, kterých je výrobní systém schopen za sledované období. Běžně se udává v následujících faktorech:

- maximální intenzita výroby → Udává nejvyšší rychlost výroby vyjádřenou pomocí nejvyššího množství odvedené výroby ve sledovaném období.
- maximální užitečný kapacitní průřez → Udává počet výrobních jednotek.
- maximální možný čas nasazení → Udává maximální možný čas nasazení výrobních jednotek za sledované období.

Vynásobením těchto tří faktorů pak lze získat celkovou maximální kapacitu za sledované období.

Další důležitou vlastností každého výrobního systému je jeho **pružnost** čili elasticita. Ta nám zejména udává, jak rychle je výrobní systém schopný realizovat nestejně výrobní úlohy. Lze ji však použít i pro hodnocení systému z hledisek zcela jiných. Je to například:

- kolik druhů výrobků je výrobní systém schopen vyrábět ve sledovaném období,
- jaká různá výrobní množství je výrobní systém schopen vyrábět ve sledovaném období,
- v jakých různých pořadích lze jednotlivé výrobní dávky zadat výrobě,
- rychlost reakce na požadavek zákazníka.

Pružnost se primárně rozděluje na krátkodobou, která udává schopnost výrobního systému přizpůsobit se změnám plánovaným, a pružnost dlouhodobou. Ta vyjadřuje schopnost systému se přizpůsobit změnám, se kterými nebylo v době vzniku tohoto systému počítáno. Tyto změny jsou prakticky vždy spojeny se vznikem nákladů na přestavbu.

2.1.2 Současné požadavky kladené na výrobní systémy

- Vypracováno s použitím [4]

velká pružnost → Viz předchozí kapitola.

produktivita → Snaha o zvýšení produktivity obvykle znamená snahu o snížení vstupů, snahu o snížení plýtvání (čas, prostory, materiál apod.) a naproti tomu snahu o maximalizování podílu

produktivních činností, které tvoří přidanou hodnotu výrobku. Produktivita je však logicky v přímém rozporu s pružností a proto je při návrhu výrobních systémů nutno počítat s kompromisem. Jistým řešením je v současnosti v tomto ohledu úzká spolupráce mezi více výrobci a jedním odběratelem, kdy každý z výrobců je úzce zaměřen na produkci pouze určité skupiny výrobků. Odběratel je tak okamžitou změnou dodavatele schopen zajistit vysokou pružnost své výroby. Typickým příkladem mohou být automobily, kde ačkoliv jsou vozy vyráběny na stejné montážní lince, přesto má každý jinou vnitřní výbavu.

Kvalita, ekologie a bezpečnost → Jak kvalita, tak i ekologie a bezpečnost se v současné době staly standardem moderních výrobních systémů. Cílem je, aby výrobní systém byl již naprojektován tím způsobem, že tyto vlastnosti jsou jeho nedílnou součástí. Díky tomu pak dojde k minimalizaci nákladů na jejich udržení a zlepšování.

Nástroje zabezpečující tyto vlastnosti jsou ve výrobních systémech spojeny s certifikací *ISO*, konkrétně *ISO* řady 9 000 pro kvalitu, *ISO* řady 14 000 pro ekologii a *ISO* řady 18 000 pro bezpečnost.

2.2 Navrhování výrobních systémů

- Vypracováno s použitím [3]

Až doposud se tato diplomová práce zaměřovala popisem výrobního systému jako takového včetně požadavků na něj kladených. O tom, jestli budou tyto požadavky naplněny, se však rozhoduje mnohem dříve, než je započata vlastní výroba. Rozhoduje se o tom již při samotném návrhu výrobního systému, který lze rozdělit do následujících fází.

- návrh lokality
- návrh generelu
- projektování výrobního systému
- detailní dispozice
- projektování pracovišť
- realizace celého projektu

V této kapitole se pak zaměříme na první dvě fáze řešení projektu.

2.2.1 Návrh lokality

- Vypracováno s použitím [3], [10]

Již při výběru lokality pro výstavbu podniku je nutné uvažovat, že tento systém bude pravděpodobně existovat několik desítek a možná i stovky let. Proto je při jejím výběru nutno brát v úvahu například následující hlediska:

- *Ekonomické hledisko* je reprezentováno ekonomickým potenciálem dané lokality, který vyplývá z předchozího průzkumu. Potenciál může být hodnocen například podle počtu případných pracovníků, podle dostupného energetického připojení (např. kovárna je mnohonásobně energicky náročnější než ruční montáž) v dané lokalitě aj.
- *Sociálně politické hledisko* úzce souvisí s hlediskem ekonomickým a reprezentuje vhodnost lokality z hlediska sociální a politické situace.
- *Hledisko místa stavby* řeší vhodné umístění podniku v rámci dané lokality (průmyslová zóna, mimo obec, u dálnice aj.).

- *Začlenění do územního plánu* řeší vztah mezi výrobním podnikem a jeho okolím, jako například s městem, sídlištěm, blízko protékající řekou, blízkou železniční tratí, stávajícími inženýrskými sítěmi aj.
- *Hledisko obrany státu* řeší vhodné umístění podniku z hlediska případného vzniku válečného konfliktu tak, aby byl relativně v bezpečí a mohl se zapojit do válečné výroby (platí jen pro určité druhy podniků).
- *ekologie, geologie, hydrologie a řada dalších*

2.2.2 Generel

- Vypracováno s použitím [3], [10], [12]

Za generel je považován základní plán výrobního podniku, který určuje základní rozmístění budov, volných ploch, propojení jednotlivých objektů komunikacemi, připojení na zdroje energií atd. Tento plán slouží jak pro výstavbu podniku nového, tak i pro jeho rozšiřování a případnou reorganizaci. Existují následující druhy generelů:

- *výrobní generel* → technologie, ekonomika, řízení
- *urbanistický generel* → plán zástavby a zeleň ...
- *generel komunikací* → veškeré cesty ...
- *vodohospodářský generel* → kanalizace, vody, čističky ...
- *energetický generel* → elektřina, tepelná energie, plyny ...

Jednotlivé plochy podniku se v generelu dělí na následující:

- *plochy hlavní výroby* → Veškeré plochy, které se podílejí na výrobě finálních produktů.
- *plochy pomocných a obslužných výrob* → Veškeré plochy, na kterých sice neprobíhá výroba, avšak jsou nezbytné pro zajištění jejího chodu. Patří sem například výdejna náradí, údržba, dopravní plochy, plochy rozvodů energií, stlačeného vzduchu, plochy pro nakládání s odpady atd.
- *plochy správní* → Do těchto ploch se řadí veškeré kancelářské plochy.
- *plochy skladovací* → Do těchto ploch se řadí veškeré plochy skladů, konkrétně například skladů vstupních surovin, výstupních produktů, sklad olejů a hořlavin, sklad pohonných hmot aj.
- *plochy sociální* → Do těchto ploch se řadí například plochy pro lékařskou péči, pro stravovací zařízení, šatny a umývárny, toalety

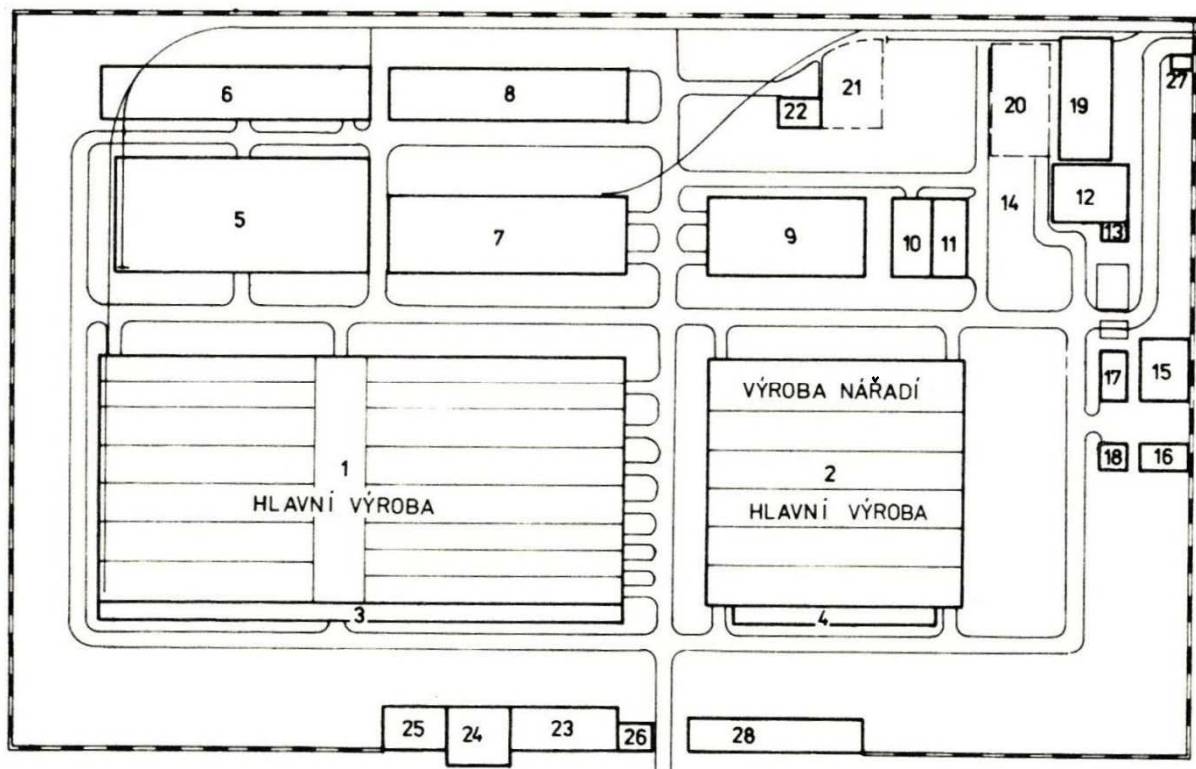
Z hlediska celkové struktury se pak generel dělí na:

- *Členěnou zástavbu* → Plochy jsou členěny mezi více objektů.
- *Monoblok* → Veškeré plochy jsou umístěny tzv. „pod jednou střechou“.



Obrázek 2-2: Struktura monobloku (vlevo) a členěné zástavby (vpravo) [20], [21]

Na následujícím obrázku je pak znázorněn příklad generelu závodu členěné struktury, na kterém jsou číselně označeny jednotlivé zóny (výrobní haly, sklady, údržba, vrátnice, garáže atd.).



Obrázek 2-3: Příklad generelu závodu – členěná zástavba [12]

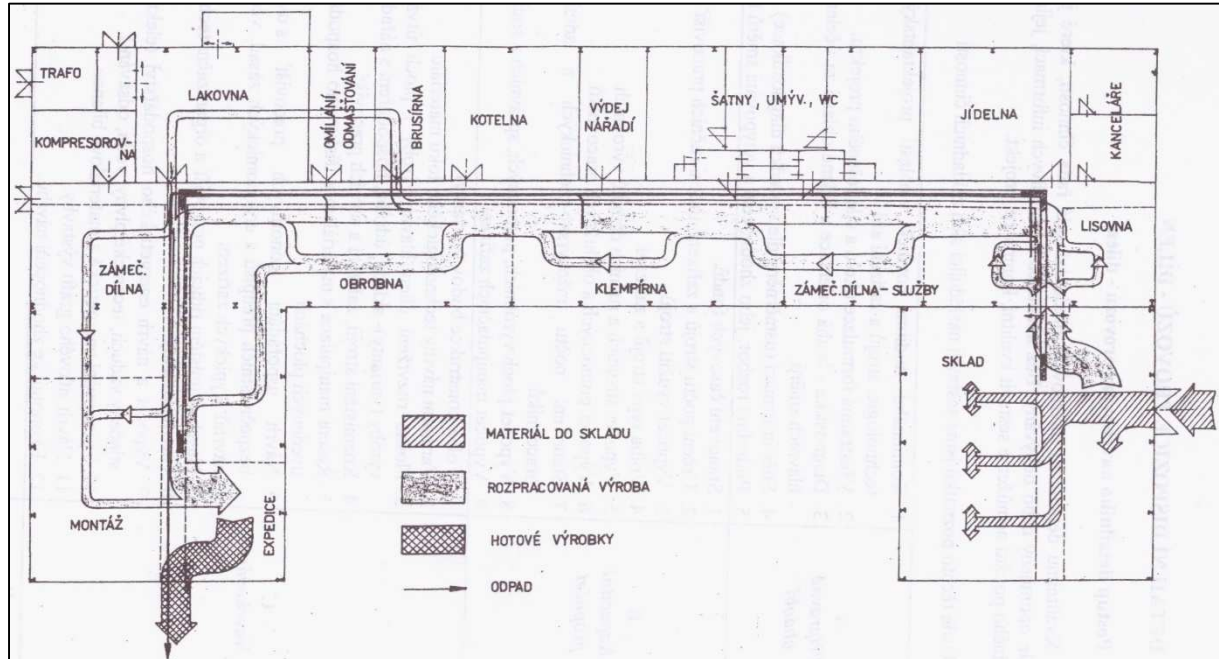
2.2.3 Projektování výrobního systému

- Vypracováno s použitím [3]

Tato fáze je někdy též označována jako řešení výrobních seskupení. Svým způsobem se jedná o obdobu generelu, ovšem jen na úrovni výrobního provozu. Výstupem z této fáze je obvykle:

- *Technická zpráva*, která obsahuje například základní údaje o výrobním programu, údaje o plánu výroby, kapacitní bilance materiálu, energií, ploch, pracovníků či strojů a zařízení, údaje o organizaci a řízení a ekonomické hodnocení.

- *Grafický návrh výrobního seskupení*, který určuje hrubé rozdělení a rozmístění výroby včetně pomocných ploch a obslužného hospodářství. Tento návrh je obvykle zpracován v měřítku 1:200 a mimo to by na něm měly být znázorněny i zdroje nebezpečí a zhoršení pracovního prostředí.



Obrázek 2-4: Příklad grafického řešení výrobního seskupení [3]

2.2.4 Detailní dispozice

Vypracováno s použitím [3]

V této fázi projektování je cílem vytvoření podrobného návrhu výrobních provozů. Předmětem řešení jsou celkem 4 etapy:

- přípravné období
 - nastudování současného trendu v oblasti projektantských metod, technologií, strojů a zařízení
 - formulace cílů řešeného projektu
 - orientace v řešené oblasti za účelem určení hlavního směru
 - sbírání informací a potřebných dat
 - rozbor informací s ohledem na směr řešení
- výpočty kapacit
 - výpočet časových fondů (časový fond stroje, pracoviště, pracovníka)
 - výpočet počtu strojů a pracovišť
 - výpočet procentuálního využití strojů
 - výběr vhodných typů strojů a zařízení
 - výpočet počtu dělníků a úředníků
 - výpočet výrobních, pomocných, sociálních a správních ploch
 - výpočet manipulačních zařízení

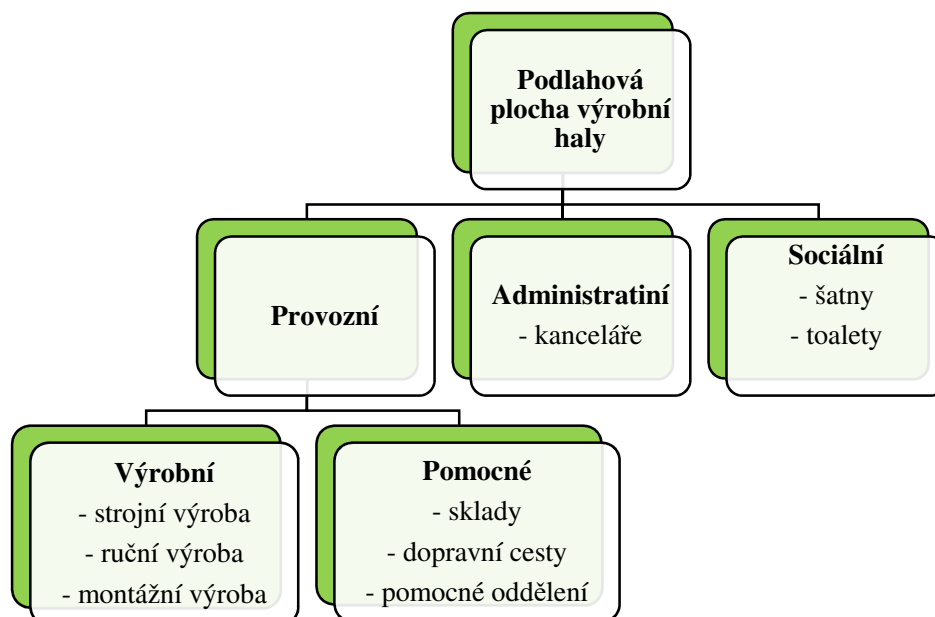
- vlastní návrh
 - výběr konstrukce budovy
 - tvorba variant technologického materiálového toku
 - rozvržení výroby a ostatních útvarů v plochách
 - tvorba dispozičního řešení v rámci výrobních ploch (rozmístění strojů a pracovišť)
 - návrh manipulace s materiálem a odpadem
 - návrh řešení jednotlivých pracovišť z hlediska bezpečnosti a ergonomie
 - rozmístění organizační techniky a řídicích pracovišť
 - návrh kontroly
 - výpočet energií (vody, plyn, elektrické energie, odsávání, technické plyny atd.)
 - vytvoření bilance energií a materiálů
 - vytvoření síťového grafu výstavby
 - ekonomické zhodnocení a výběr varianty
- formalizace návrhu
 - vytvoření výkresové dokumentace a technické zprávy

Další teoretická kapitola této diplomové práce bude vzhledem k zadání a následné praktické části zaměřena na 3. část této fáze, konkrétně pak na prostorové uspořádání.

2.3 Prostorové uspořádání výrobních systémů

– Vypracováno s použitím [10]

Jednou z nejdůležitějších částí při navrhování jakéhokoliv výrobního systému je návrh jeho dispozičního řešení a zejména pak uspořádání jednotlivých pracovišť. Prvním krokem při tvorbě návrhu je vždy vytvoření vize o celkovém rozvržení dostupného prostoru, tzn., kde se budou nacházet plochy sociální, plochy administrativní a plochy provozní. Rozpad všech těchto ploch ve výrobním systému je znázorněn na následujícím schématu.



Obrázek 2-5: Rozpad ploch ve výrobním systému [13]

- respektování charakteru výroby,
- vytvoření předpokladů pro případné pružné změny,
- minimalizace nákladů na instalaci a případnou demontáž,
- minimalizování přepravního výkonu a délky materiálových toků,
- optimalizace dopravních sítí,
- předejití kolizím materiálových toků (např. křížení atd.).

V současné době jsou rozlišovány následující způsoby uspořádání pracovišť včetně jejich kombinací.

Technologické uspořádání

- Vypracováno s použitím [3], [4]

Při tomto způsobu uspořádání jsou jednotlivá pracoviště situována pospolu podle své technologické specializace, čímž jsou vytvářeny skupiny těchto strojů. Například obrábění pak probíhá na obrobě, svařování na svařovně apod. Tento typ uspořádání je proto zejména vhodný pro výrobu různorodých výrobků, z nichž každý má zcela jiný směr materiálového toku.

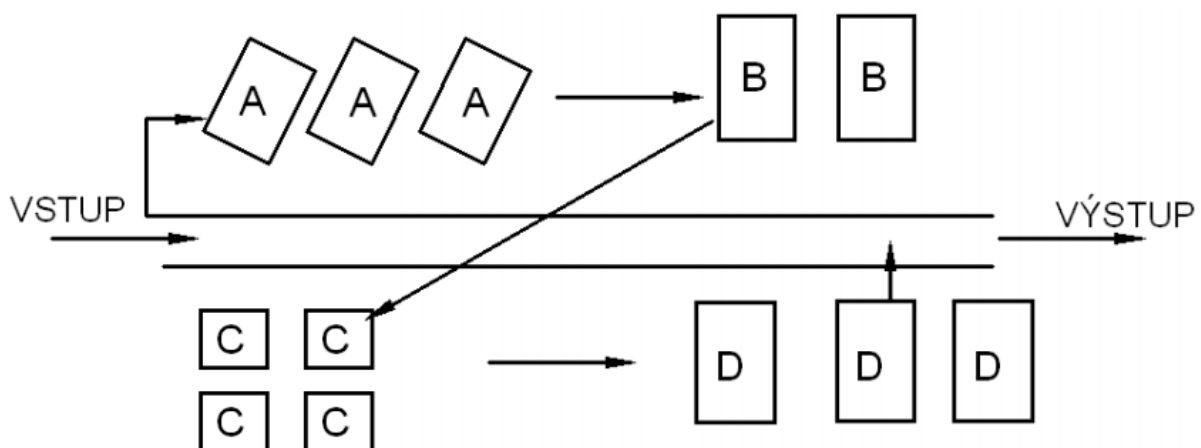
Tento způsob uspořádání jde většinou ruku v ruce se složitými materiálovými toky, složitějším plánováním a řízením, velkými zásobami apod.

Výhody

- vhodné pro měnící se výrobní program
- vhodné pro vícestrojovou obsluhu
- velké využití strojů
- porucha jednoho stroje nenaruší výrobu
- snadnější údržba
- nižší spotřeba nástrojového vybavení
- vhodné pro kusovou výrobu

Nevýhody

- dlouhé a komplikované materiálové toky
- velké náklady na přepravu
- delší doba výroby výrobku
- větší plošné nároky provozních ploch
- větší objem oběžných prostředků



Obrázek 2-7: Schéma technologického uspořádání pracovišť se znázorněnými materiálovými toky [15]

Předmětné uspořádání

- Vypracováno s použitím [3], [4]

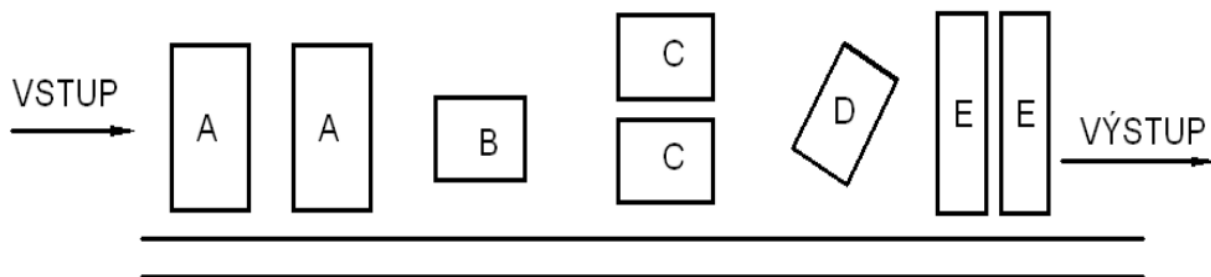
Při tomto způsobu uspořádání jsou jednotlivá pracoviště rozmístěna podle technologického postupu výroby (podle operací) určité součásti. Z podstaty věci je tento způsob uspořádání vhodný pro produkci velkého množství stejných výrobků – typicky sériová výroba. Ideálním představitelem tohoto typu uspořádání je výrobní linka.

Výhody

- menší rozpracovanost výroby
- krátké materiálové toky
- menší náklady na přepravu
- úspora oběžných prostředků
- menší plošné nároky provozních ploch

Nevýhody

- nevhodné pro měnící se výrobní program
- snížení objemu vyr. - nižší využití strojů
- potřeba jednoúčelových strojů



Obrázek 2-8: Schéma předmětného uspořádání pracovišť se znázorněnými materiálovými toky [15]

Buňkové uspořádání

- Vypracováno s použitím [3], [4], [13]

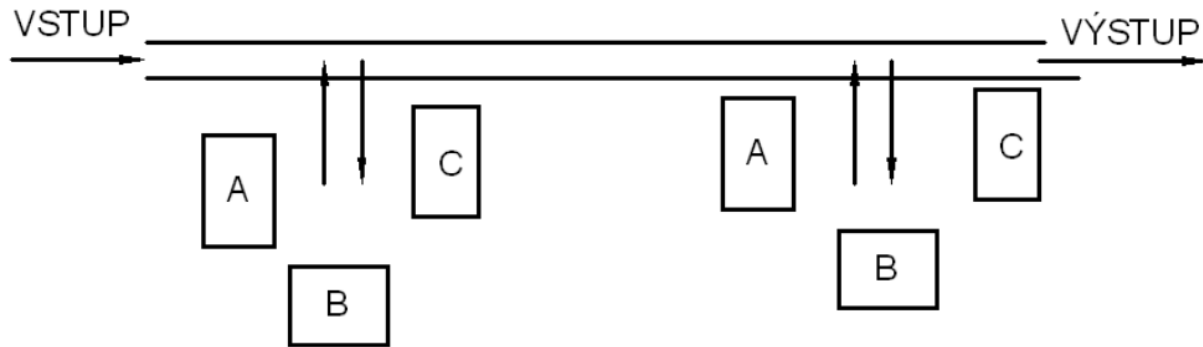
Základní myšlenkou buňkového uspořádání je modulární rozdělení pracovišť, která jsou pak v rámci buňky schopna plnit definované výrobní úkoly. Zjednodušeně lze tedy každou buňku ve výrobním systému popsat jako zmenšenou verzi předmětného uspořádání výroby, na které lze vyrábět konkrétní typ součásti a součásti tomuto typu technologicky blízké. Toto uspořádání v rámci každé buňky zaručuje pro součásti v ní vyráběné minimální délku materiálových toků. Někdy je také označováno jako uspořádání hnízdové.

Výhody

- vysoká produktivita
- minimální manipulace s materiálem
- vhodné pro automatizaci a robotizaci
- úspora oběžných prostředků
- zkrácení průběžné doby výroby

Nevýhody

- velké nároky na TPV
- nákladné stroje a zařízení



Obrázek 2-9: Schéma buňkového uspořádání pracovišť se znázorněnými materiálovými toky [15]

Volné uspořádání

- Vypracováno s použitím [3]

Při tomto druhu uspořádání jsou jednotlivé stroje a pracoviště náhodně rozmístěny ve výrobním systému. Své uplatnění může najít u kusové či prototypové výroby, u které předem nebylo možno určit jak technologický postup, tak materiálové toky. Z dnešního pohledu je tento způsob uspořádání nedostačující.

Pevné uspořádání

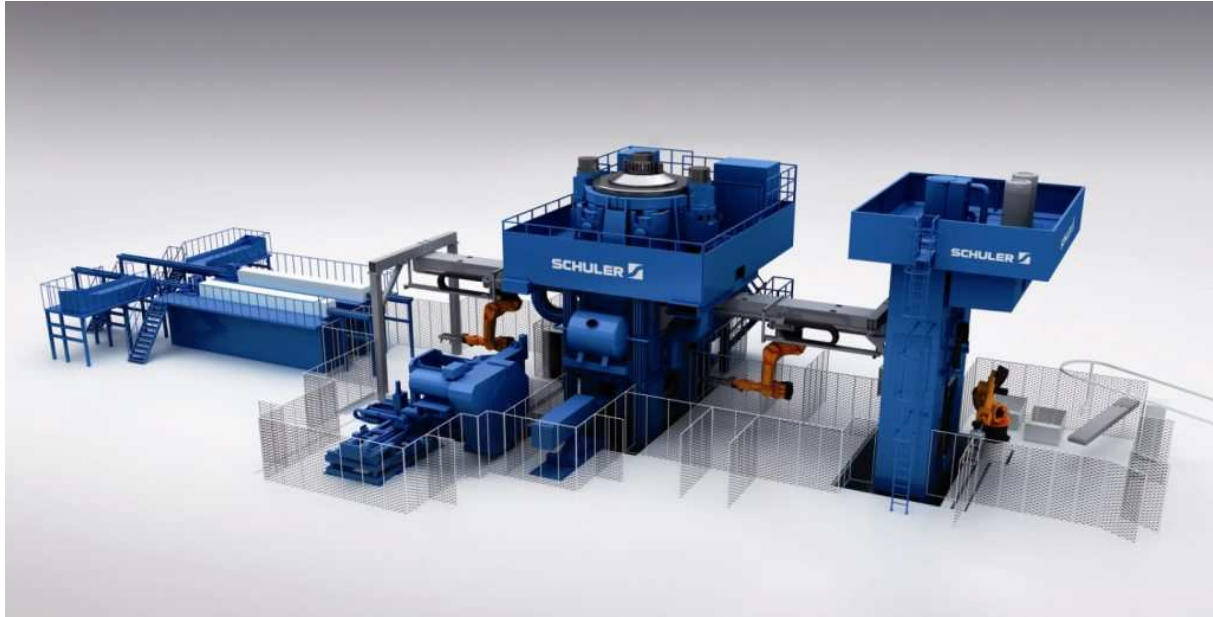
- Vypracováno s použitím [13], [14]

Pevné uspořádání je charakteristické pro výrobu velkých, prostorově náročných výrobků. Tento výrobek je vzhledem ke ztížené, či dokonce nemožné manipulaci pevně umístěn a veškeré technologie potřebné pro jeho výrobu se k němu přesouvají. Tento typ uspořádání je vhodný pro kusovou, velmi specializovanou výrobu. Typickým představitelem je například výroba letadel.

Pružné výrobní systémy

- Vypracováno s použitím [10], [13], [14]

Za pružný výrobní systém je označována plně automatická, počítačem řízená buňková výroba. Člověk do této výroby zasahuje pouze v malém měřítku a plní spíše funkci kontrolního článku. Cena pružného výrobního systému je v porovnání s ostatními, člověkem řízenými výrobními systémy velmi vysoká a proto se tyto systémy používají v oblasti malých a opakujících se výrobních dávek. Typickým příkladem může být například kovací linka.



Obrázek 2-10: Příklad pružného výrobního systému - kovací linka [16]

2.3.3 Oblasti použití jednotlivých druhů uspořádání

- Vypracováno s použitím [3], [10]

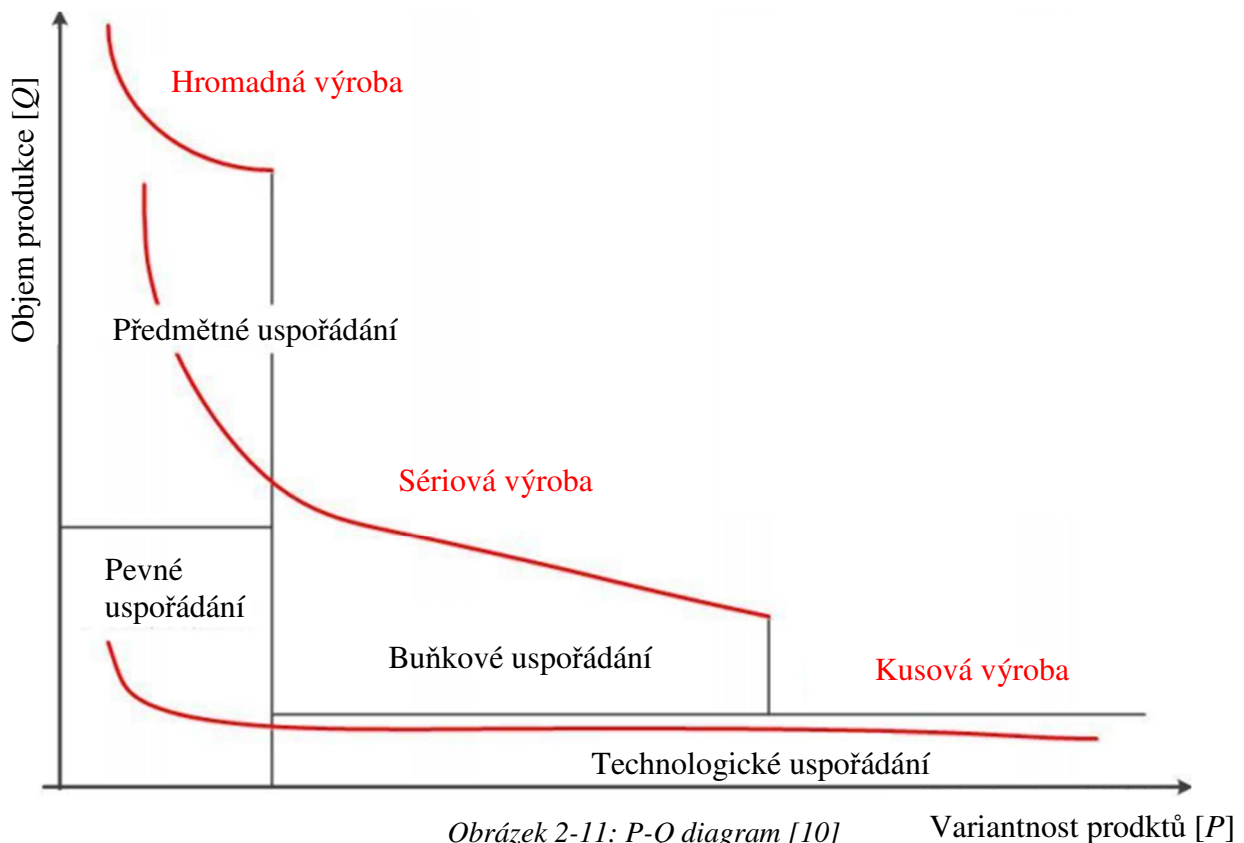
Oblast použití jednotlivých druhů uspořádání, které byly představeny v předchozí kapitole, závisí zejména na následujících faktorech:

- druh výroby z hlediska jejího objemu $[Q]$,
- variantnost druhů výrobků $[P]$.

Kde druhy výroby z hlediska jejího objemu jsou následující:

- *Kusová výroba* → Jednotlivé výrobky se velmi často vyrábějí pouze jednou, nejčastěji za pomoci univerzálních strojů a nástrojů. Vyžaduje kvalifikovanou pracovní sílu.
- *Sériová výroba* → Její charakteristikou je větší počet výrobků, který je vyráběn ve výrobní dávce. Dle počtu kusů se dělí na malosériovou (cca 5-50 ks), středně sériovou (cca 50-500 ks) a velkosériovou (500+ ks). Stroje i nástroje jsou více specializované a potřebná kvalifikace pracovníků je o něco nižší než u výroby kusové.
- *Hromadná výroba* → Taková výroba, kdy je dlouhodobě vyráběn velký počet stejných výrobků a jednotlivé operace jsou rozloženy tak, aby je bylo možno provádět na jednom pracovišti v konkrétním taktu. Jak strojní park, tak i nástroje jsou jednoúčelové a velmi specializované, kvalifikace pracovníků naproti tomu nízká.

Oblasti použití jednotlivých druhů uspořádání pak udává tzv. *P-Q* diagram.



2.4 Materiálové (hmotné) toky

- Vypracováno s použitím [13],

Za hmotný tok se označuje veškerý netechnologický pohyb v rámci výrobního procesu, jinými slovy tedy reprezentuje průchod materiálu skrze výrobní systém. Mezi základní parametry každého hmotného toku se řadí jeho počátek, konec, směr, intenzita a frekvence. Výstupními parametry jsou pak jeho charakter a zejména délka. Díky tomu hmotné toky slouží pro hodnocení a případnou optimalizaci výrobního systému z hlediska uspořádání a manipulace s materiálem. Za optimální hmotný tok lze potom považovat takový, kde materiálový pohyb je co nejrychlejší, nejlevnější a nejefektivnější a dochází při něm k přesunu co největšího objemu materiálu. Z toho vyplývají následující požadavky:

- dopravní cesty jsou co nejkratší, bez nutnosti zbytečných pohybů a pokud možno se nekříží,
- materiálové toky jsou co nejplynulejší, rytmické a ideálně nepřetržité,
- materiálové toky zvyšují vhodnost použití mechanizace.

2.5 Způsoby sestavování návrhů prostorového uspořádání

Sankeyův diagram

- Vypracováno s použitím [8], [10], [13]

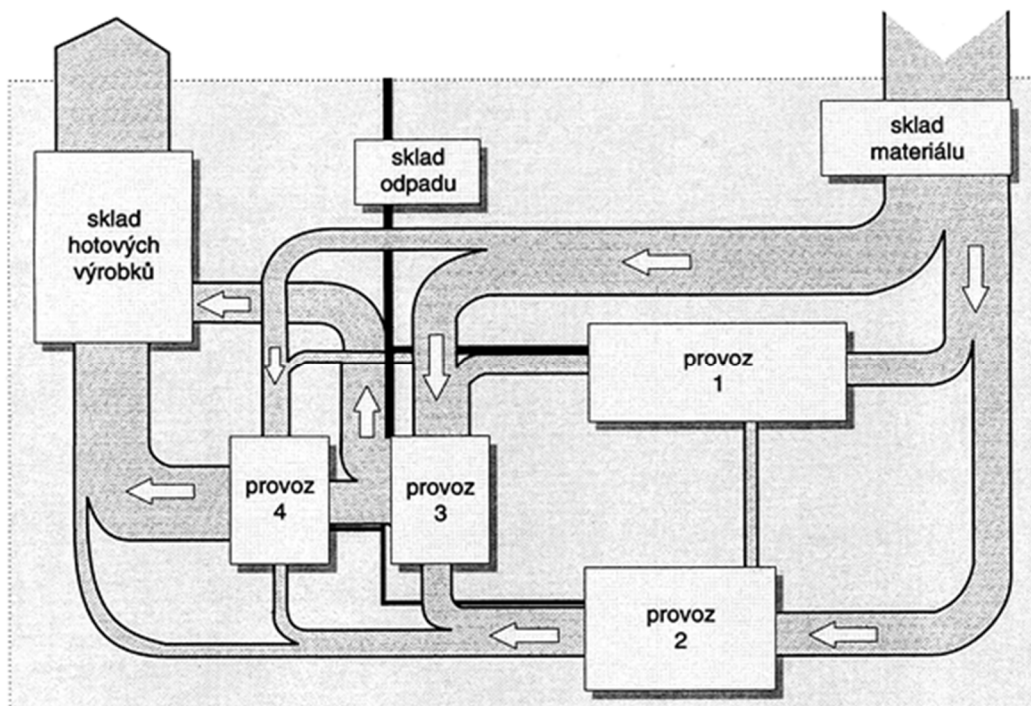
Sankeyův diagram je metoda grafického znázornění hmotných toků do půdorysného výkresu výrobního systému. Mezi pracovišti, kde dochází k přesunu materiálu, jsou vyneseny šipky,

kteří svojí orientací určují směr toku materiálu, svojí délkou určují vzdálenost přepravy a svojí tloušťkou pak intenzitu materiálového toku. Ta představuje objem materiálu, který byl přepraven za určitou časovou jednotku a je zadáván v následujících jednotkách:

- hmotnost přepraveného materiálu,
- počet přepravených kusů,
- počet přepravených palet,
- počet přepravených manipulačních jednotek.

Tzv. přepravní výkon je pak určen součinem přepraveného objemu a vzdáleností, po níž je nutné tento objem přepravit (délka hmotného toku). Jednotky, ve kterých je přepravní výkon uváděn, jsou analogické k jednotkám přepraveného objemu a jsou to tedy:

- tunometry ($t.m$) - základní objemovou jednotkou je přepravená hmotnost materiálu,
- kusometry ($ks.m$) - základní objemovou jednotkou je počet přepravených kusů,
- paletometry ($p.m$) - základní objemovou jednotkou je počet přepravených palet,
- počet přepravených manipulačních jednotek ($MJ.m$) - základní objemovou jednotkou je počet přepravených manipulačních jednotek.



Obrázek 2-12: Sankeyův diagram [8]

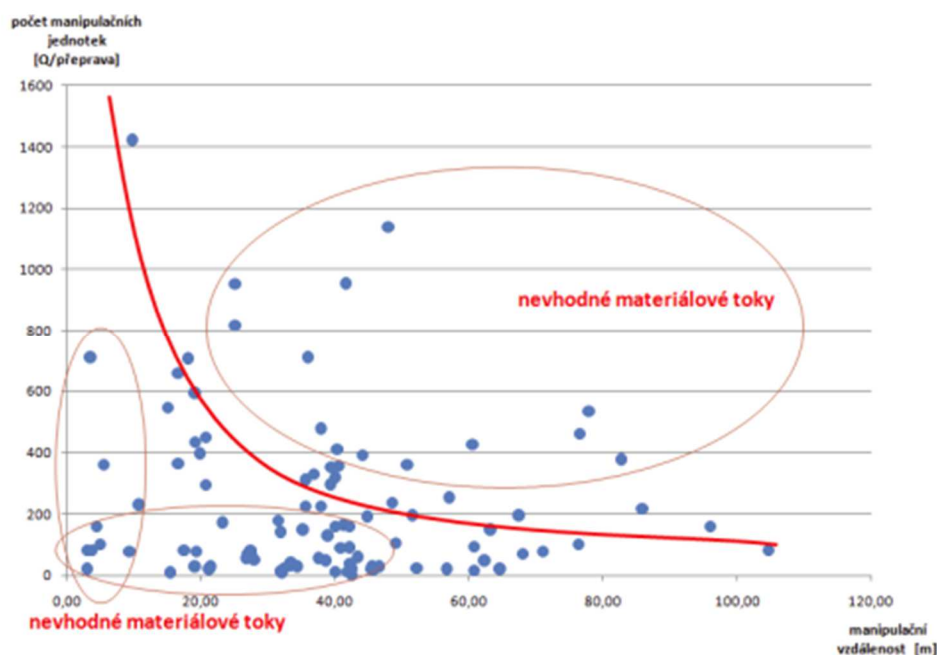
Cílem této metody je sestavení návrhu prostorového uspořádání s co nejmenším přepravním výkonem.

I-D diagram

- Vypracováno s použitím [10]

Jedná se o jednoduchý bodový graf, kde osa y reprezentuje intenzitu přepravy (Intensity) materiálu mezi zdrojovým a cílovým místem přepravy a osa x reprezentuje vzdálenost

(Distance) mezi těmito místy. Veškeré materiálové toky ve výrobním systému pak v tomto grafu vytvoří bodové mračno, které je proloženo křivkou.



Obrázek 2-13: I-D diagram - názorný příklad [17]

Červená křivka na obrázku výše představuje tzv. ideální křivku, jelikož body v její blízkosti představují materiálové toky, u kterých byla dodržena následující filosofie, která zajišťuje vyváženost materiálových toků:

- velká intenzita materiálového toku → přepravovat na co nejmenší vzdálenost,
- malá intenzita materiálového toku → přepravovat na velkou vzdálenost.

Šachovnicová tabulka

– Vypracováno s použitím [3], [8], [10]

Jedná se o jednu ze základních metod pro tvorbu návrhů prostorového uspořádání, která se nejčastěji kombinuje s některou z dalších metod. Jejím principem je vytvoření tabulky, ve které jsou přehledně seřazena posuzovaná pracoviště podle určitého kritéria (nejčastěji množství přepravovaného materiálu mezi pracovišti). Nevýhodou této metody ovšem může být to, že ji lze použít pouze tehdy, je-li jedno porovnávací kritérium výrazně rozhodující oproti ostatní kritériím.

Pořadí		1.	2.	3.	4.	5.
Posuzovaná pracoviště	Pracoviště č.	2	1	1	6	6
	Pracoviště č.	6	6	2	7	3
Velikost kritéria		8000	7500	6700	4000	2100

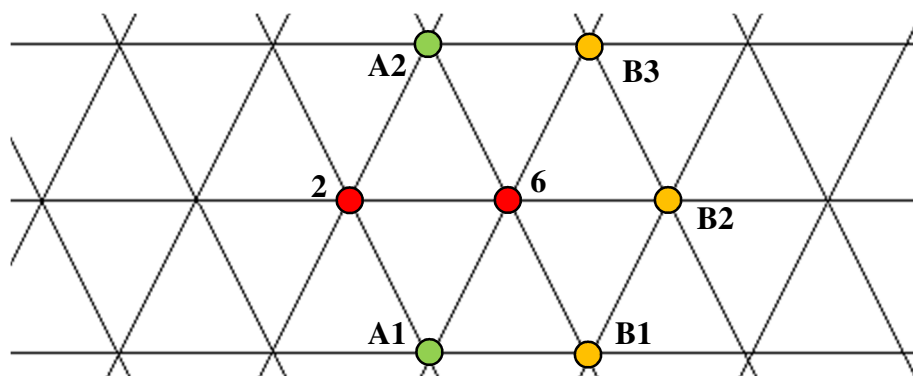
Tabulka 2-1: Příklad šachovnicové tabulky [3]

Trojúhelníková metoda prostá

- Vypracováno s použitím [3], [8], [10]

Tato metoda přímo navazuje na metodu šachovnicové tabulky. Jejím principem je rozmisťování pracovišť do připravené trojúhelníkové sítě, přičemž se dodržuje následující postup:

- Umístění pracovišť s největší velikostí kritéria z šachovnicové tabulky (viz *Tabulka 2-1*) do dvou sousedících vrcholů libovolného trojúhelníka (nejlépe však uprostřed obrazce). Pro příklad výše uvedené šachovnicové tabulky se jedná o pracoviště 2 a 6.
- Hledání pracoviště s vazbou k oběma již umístěným pracovištím z předchozího kroku. Tyto pracoviště se pak umístí do některého z vrcholů trojúhelníka (např. *A1*, *A2* k pracovištím č. 2 a 6).
- Nalezení pracovišť s vazbou pouze k jednomu pracovišti umístěnému v prvním kroku. Následně jsou do sítě umístěna tak, aby s daným pracovištěm tvořila ramena dalších trojúhelníků (např. body *B1*, *B2*, *B3* k pracovišti č. 6).
- Rozmístění všech ostatních pracovišť totožným způsobem.
- Převedení vzniklého schématu na reálné rozmístění pracovišť v dostupném půdorysném prostoru.



Obrázek 2-14: Trojúhelníková metoda – schéma [3]

Metoda těžiště

- Vypracováno s použitím [3]

Tato metoda využívá jeden z poznatků statiky tuhého tělesa, konkrétně výpočet těžiště. Ještě před započítáním samotného výpočtu je však nutné si vytvořit přehlednou tabulku se vstupními daty. Ta může vypadat například následovně.

Pracoviště	Číslo operace						Kapacita [h/rok]	Počet prac.
	1.	2.	3.	4.	5.	6.		
Pracoviště 1	B-300/15 E-125/5 425/20	C-350/10 D-1250/25 1600/35					2052	1
Pracoviště 2		A-625/20	B-400/15 D-500/25 E-200/5 1100/45	C-150/10			1875	1
Pracoviště 3		B-1125/15		A-1300/20	C-700/10 E-415/5 1115/15	D-2050/25	5590	3

Tabulka 2-2: Vstupní data pro metodu těžiště [3]

Kde:

- Sloupce udávají maximální počet technologických operací pro naplnění výrobního programu na jednotlivých pracovištích.
- Obsah jednotlivých buněk udává např. B-300/15: Díl B se bude vyrábět 300 normohodin/rok, přičemž je vyrobeno 15 t. Dále jsou v těchto buňkách uvedeny součtové hodnoty těchto parametrů pro všechny součásti procházející na tomto pracovišti danou operací (např. 425/20).

Pro každé pracoviště se pak provede pro každou operaci následující výpočet:

$$M_{op} = \left| \sum_{i=1}^n \pm (K_i \cdot Vz d_i) \right|$$

M_{op} → moment sledované operace na daném pracovišti (např. operace č. 3)

K_i → velikost sledovaného kritéria (např. hmotnost dílů/rok) na i -té operaci na témže pracovišti (např. u operace č. 2)

$Vz d_i$ → vzdálenost i -té operace od sledované operace na témže pracovišti (brán rozdíl mezi čísly operací, např. $3 - 2 = 1$)

\pm → znaménko je voleno podle pozice i -té operace vůči sledované operaci (smysl momentu)

Rozmístění pracovišť je pak provedeno podle kritéria minimálních momentů, tzn., že sled pracovišť je dán podle vzestupného seřazení velikostí nejmenších momentů na každém z nich.

Metoda souřadnic

- Vypracováno s použitím [3]

Jedná se o matematicko-grafickou metodu, která slouží zejména k určení polohy jednoho (centrálního) objektu, který má vztah k více pracovištím, jejichž umístění je již známo. Proto se toto řešení používá např. pro určení polohy skladů, či výdejny náradí.

Princip je následující:

- Zanesení stávajících pracovišť do souřadnicového systému X - Y , kde X a Y představují souřadnice umístění daného pracoviště v prostoru.

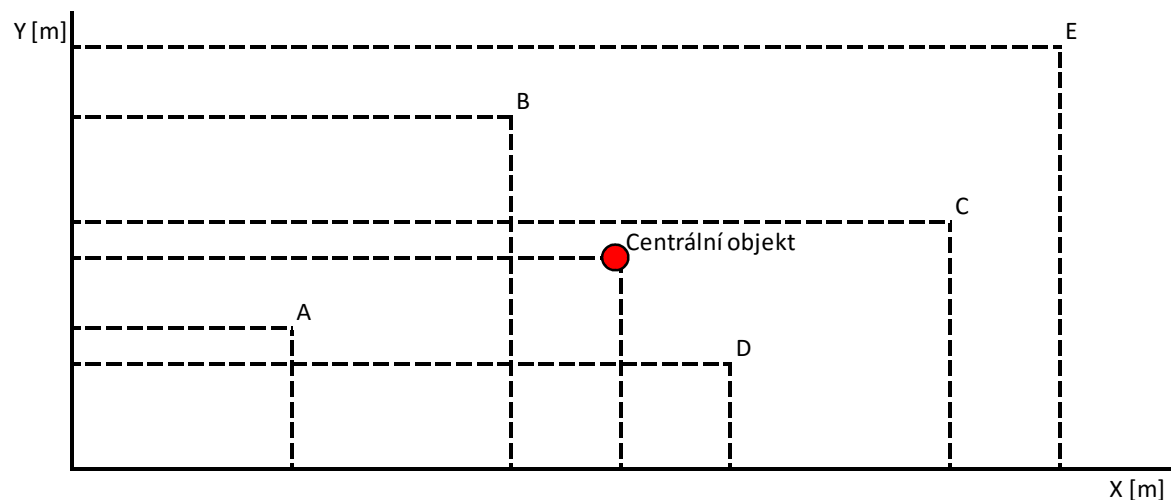
- Číselné ohodnocení vztahu (např. četnost spojení) mezi centrálním objektem a stávajícími pracovišti.
- Provedení výpočtů.

$$X = \frac{\sum_1^n (x_i \cdot q_i)}{\sum_1^n (q_i)} \qquad Y = \frac{\sum_1^n (y_i \cdot q_i)}{\sum_1^n (q_i)}$$

X, Y → souřadnice centrálního objektu

x_i, y_i → souřadnice stávajících pracovišť

q_i → číselné ohodnocení vztahu mezi centrálním objektem a i-tým pracovištěm



Obrázek 2-15: Schéma metody souřadnic [3], [8], [18],

Metoda CRAFT

- Vypracováno s použitím [3], [8]

Jedná se čistě o výpočetní metodu sloužící k ideálnímu rozmístění elementů v řešené množině. Díky tomu ji lze použít k rozmístění nejen pracovišť, ale i např. dílen, budov v průmyslovém areálu apod. Podmínkou této metody však je, aby jednotlivé elementy mezi sebou měly jasně daný a vyčíslitelný vztah.

Cílem matematického řešení je nalezení minima matematické funkce, v tomto případě pro nalezení minimálních nákladů na mezioperační manipulaci s materiálem, která se skládá z následujících prvků:

n → počet elementů (pracoviště, budovy, dílny atd.)

v_{ij} → Počet zatěžujících jednotek mezi činnostmi i a j

u_{ij} → manipulační náklady na zatěžující jednotku, které jsou vztaženy na jednotkovou vzdálenost mezi činnostmi i a j

l_{ij} → vzdálenost mezi činnostmi i a j

Jak prvky v_{ij} , tak i u_{ij} nejsou jakkoliv ovlivněny změnou polohy činností i a j vůči sobě, tudíž je lze sloučit a sestavit z nich následující matici Y .

$$y_{ij} = u_{ij} \cdot v_{ij} \rightarrow Y = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_{n1} & y_{n2} & \dots & y_{nn} \end{bmatrix}$$

Vzdálenost mezi činnostmi i a j při jakémkoliv rozmístění jsou pak reprezentovány následující maticí.

$$L = \begin{bmatrix} l_{11} & l_{12} & \dots & l_{1n} \\ l_{21} & l_{22} & \dots & l_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ l_{n1} & l_{n2} & \dots & l_{nn} \end{bmatrix}$$

Z logické úvahy pak vyplývá, že celkové náklady na manipulaci při každém prostorovém uspořádání lze určit vztahem za tímto odstavcem. Dělení 2 je ve vztahu způsobeno tím, že každá manipulace je při výpočtu uvažována dvakrát.

$$TC = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=n} (u_{ij} \cdot v_{ij} \cdot l_{ij})}{2} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \sum_{j=1}^{j=n} (y_{ij} \cdot l_{ij})}{2}$$

Jak bylo zmíněno v úvodu kapitoly, cílem je zjištění minima této funkce a to v rámci všech možných prostorových uspořádání, což vzhledem k velké výpočtové náročnosti této metody probíhá výhradně za pomoci počítače.

Metoda systematického projektování (S.L.P)

- Vypracováno s použitím [3], [10]

Základní myšlenka této metody je shodná s metodou trojúhelníkovou, tedy že pracoviště s nejméně vzájemným kritériem musí být umístěna co nejbližší sobě. Tato metoda však umožňuje provádět hodnocení uspořádání i podle více kritérií najednou.

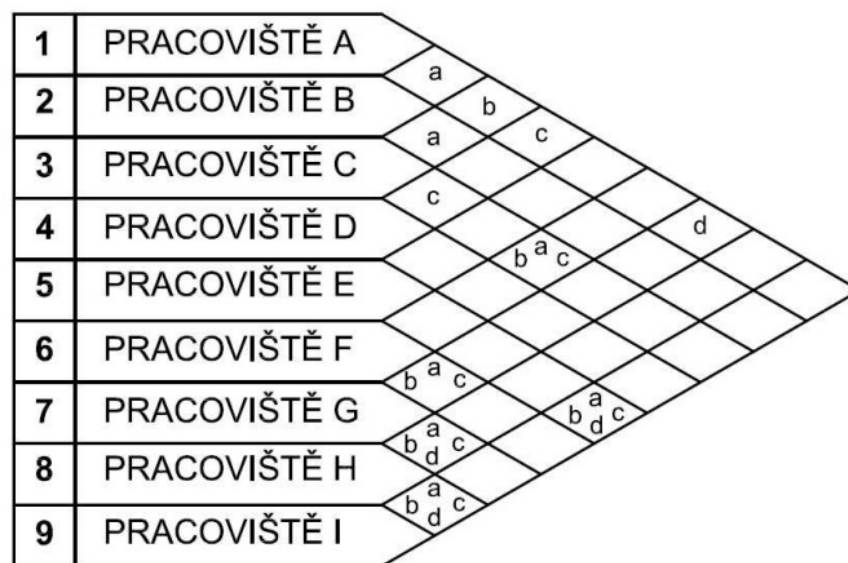
Postup zpracování této metody je následující:

- uspořádání veškerých pracovišť k rozmístění do trojúhelníkové tabulky (relačního diagramu),
- stanovení značek, barev a grafického propojení pro vyjádření jednotlivých velikostí vzájemných vztahů,
- vyplnění trojúhelníkové tabulky zlomky, např. ve tvaru $\frac{A}{1}$, kde:
čitatel představuje značku určité velikosti vzájemného vztahu (stanoveno v předchozím bodě)
jmenovatel představuje značku důvodu, kvůli kterému byla zvolena významnost A ,
- vytvoření grafického návrhu prostorového uspořádání tak, aby pracoviště, mezi kterými je významný vzájemný vztah, byla co nejbližší sobě.

metody pak je navržení takového uspořádání pracovišť, které nevede ke křížování materiálových toků a hromadění výrobků, ale naopak vede k tokům plynulým a co nejkratším.

Princip této metody je následující:

- Do trojúhelníkové tabulky, která je totožná s tabulkou představenou v předchozích kapitolách, do vodorovných políček vepíšeme všechna výrobní pracoviště a do průsečíkových čtverečků mezi nimi pak zkratkou součásti, které mezi těmito pracovišti mají následný postup.
- Tabulku logicky vyhodnotíme podle nejsilnějších návazností. Tzn., že pracoviště, mezi kterými procházejí všechny součásti, umístíme co nejbližše sobě a tímto způsobem pak pokračujeme ke slabším návaznostem.



Obrázek 2-18: Trojúhelníková tabulka metody návaznosti operací [3]

Další metody pro tvorbu návrhu prostorového uspořádání a porovnání

- Vypracováno s použitím [3], [8], [10]

Kromě metod popsanych v předchozích kapitolách existuje řada metod dalších. Jsou to například:

- Metoda vážených průměrů,
- Analýza toku produkce,
- Metoda vyhodnocování mezidíleňských vztahů,
- Metoda posuzování možnosti vytváření specializovaných dílen.

Metoda	Vzdálenost přepravy	Přepravní objem	Náklady na přepravu
Sankeyův diagram	●	●	
Šachovnicová tabulka	●	●	
Trojúhelníková metoda	●	●	
Metoda těžiště	●	●	
Metoda souřadnic	●	●	
Metoda CRAFT	●	●	●
S.L.P.	(●)	(●)	(●)
Postupové schéma	●		
Metoda návaznosti operací			
Metoda vážených průměrů	●		

Tabulka 2-3: Porovnání jednotlivých metod (● – metoda uvažuje dané kritérium)[14]

2.6 Ovlivňující faktory a vazby prostorového řešení

- Vypracováno s použitím [8], [10], [11], [14], [40],

Na zpracování technologického projektu, ale také na ostatní body tvorby projektu, jako je výběr strojního parku a zařízení, výběr manipulačních prostředků či celkové dispoziční řešení, má vliv mnoho faktorů. Každý z nich pak do procesu návrhu projektu přináší různé vazby a omezení, které je nutno respektovat. Na projektantovi pak je, aby určil míru důležitosti každého z faktorů a v návaznosti na to vytvořil optimální návrh prostorového řešení. To však kromě vytříbených znalostí vyžaduje značnou zkušenost a logiku myšlení. Ne vše se totiž dá podložit výpočtem a aplikovat na každý navrhovaný výrobní systém. V této kapitole proto bude zaměřeno na vybrané faktory a vazby, které mohou ovlivnit návrh prostorového řešení.

2.6.1 Druh výroby

Faktor, který možná nejvíce ovlivní prostorové uspořádání je druh výroby. Výrobní systém se může zaměřovat buď na produkci jednoho typu výrobků, ale častěji se v praxi můžeme setkat s tím, že je vyráběno druhů více. V tom případě se pak při tvorbě návrhu vychází z výroby převládající. Existuje několik pohledů, z nichž lze výrobu rozčlenit, z nichž každý do procesu návrhu prostorového uspořádání vnáší své požadavky a omezení:

- **Podle míry plynulosti**

Plynulá výroba je taková výroba, při níž nedochází k přerušení a to ani v případě dní pracovního klidu (sobota, neděle). Výroba tedy probíhá tzv. 24/7, což znamená 24 hodin denně po 7 dní v týdnu a výrobek zpravidla po dokončení výroby na jednom pracovišti plynule přechází na pracoviště jiné. K odstávce výroby dochází pouze tehdy, vyskytne-li se nutnost oprav či jiných akutních zásahů. Výhodou tohoto typu je například potřeba menších zásob, krátké průběžné doby výroby, konstantní výkonnost, ovšem na úkor nižšího stupně údržby výrobních zařízení, což zvyšuje riziko vzniku poruchy. Typickým představitelem může být například výroba v hutích či chemickém průmyslu.

Přerušovaná výroba je obvyklý typ výroby ve strojnictví a stavebnictví. Probíhá v předem určených časech, například od 6:00 do 22:00 pouze v pracovní dny a výrobní proces je obvykle rozdělen na několik operací, přičemž výroba je přerušena na každém pracovišti a poté pokračuje jinou operací na pracovišti jiném. Výhodou tohoto typu výroby může být například vysoký stupeň údržby strojů a zařízení, avšak na úkor kolísavosti výkonnosti, prodloužení průběžných dob, potřeby vyšších zásob aj. Přesná definice přerušované výroby pak zní: Technologický proces, který je přerušovaný řadou netechnologických procesů, např. dopravou, upnutím, vyjmutím atd.

Toto rozdělení je důležité zejména z hlediska výrobní logistiky.

- **Podle charakteru použitých technologií**

Mechanicko-fyzikální procesy, jejichž podstatou je změna vlastností látkové podstaty vstupních materiálů či polotovarů. Typickým představitelem je strojírenská výroba.

Chemické procesy, jejichž podstatou je změna látkové podstaty zpracovávaných surovin a materiálů. Do těchto procesů lze typicky zařadit výrobu ropy.

Biologické a biochemické procesy, které využívají různé biologické procesy či živé organismy ke změně látkové podstaty. Tento typ výroby lze najít typicky v potravinářství.

Přírodní procesy, které využívají působení přírodních sil.

- **Podle fází výrobního systému**

Předzhotovující, kdy dochází k výrobě základních dílů. Typicky obrábění, tváření či kování.

Zhotovující, kdy dochází k výrobě základní podsestav a sestav.

Dohotovující, kdy dochází k výrobě finálních výrobků.

Jednotlivé výrobní systémy se mohou zabývat jak jednou, tak i více fázemi dle tohoto rozdělení.

- **Podle rozsahu výroby a opakovatelnosti**

Opakovatelnost výroby je opět významnou charakteristikou pro výrobní logistiku, která ve velké míře ovlivní i celkové prostorové uspořádání. Podle rozsahu výroby a opakovatelnosti výrobku se výroba dělí do 3 typů.

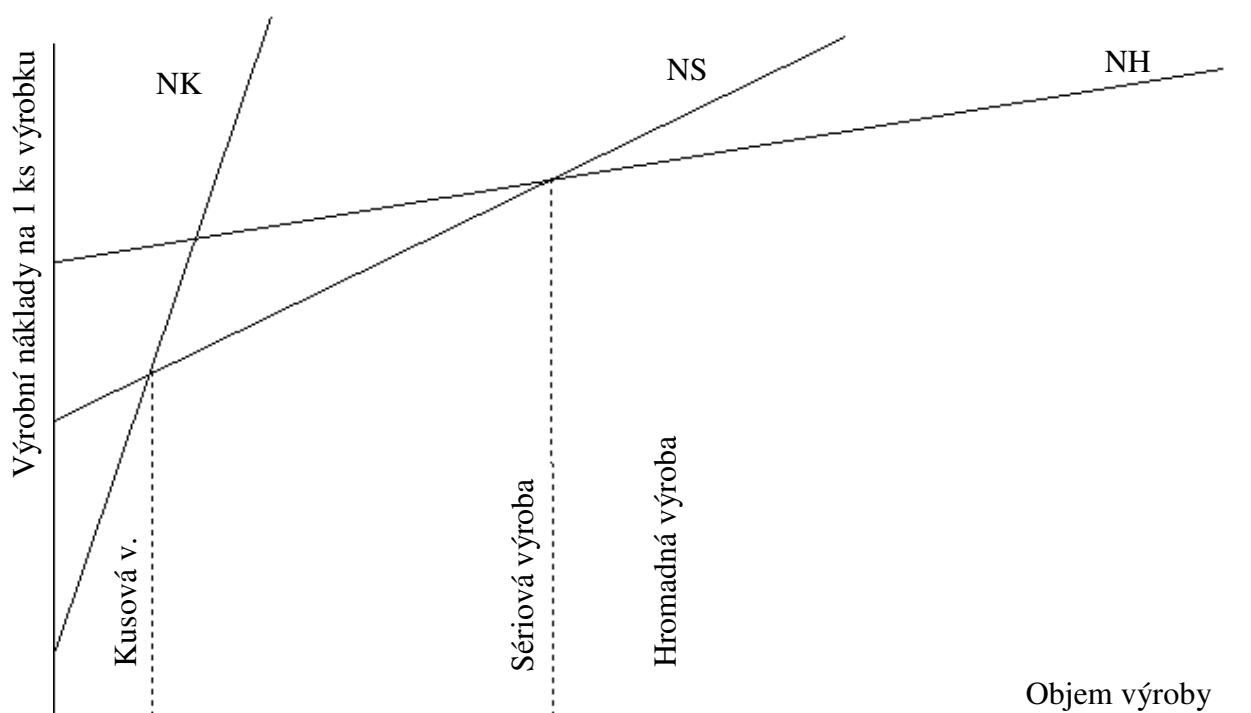
Kusová výroba představuje ten typ výroby, kde je podle dané technologické dokumentace vyráběno široké spektrum konstrukčně odlišných výrobků, avšak v malém množství (typicky 1 ks). Téměř vždy se jedná o zakázkovou výrobu, která nejčastěji probíhá na univerzálním strojním parku, s univerzálním náradím z čehož ovšem pramení požadavek na vysokou kvalifikaci pracovníků, kteří musí velmi často výrobní postup řešit až tzv. „za pochodu“ podle svých schopností a znalostí. Neustále se měnící výrobní program také klade vysoké nároky na řízení a plánování. Ze stejného důvodu se pro tento typ výroby hodí technologické uspořádání pracovišť.

Sériová výroba představuje typ výroby, kdy je vyráběno velké množství (přibližně od 100 do 100 000 ks) podobných či stejných výrobků. Ty jsou vyráběny v dávkách, které jsou někdy označovány také jako série, z čehož pramení název této výroby. Při této výrobě se často používají standardizované součásti či díly a navíc je tento druh výroby ze své podstaty vhodný pro nasazení progresivnějších výrobních technologií, jako jsou například roboty, automaty, či celé montážní linky. Kvalifikace pracovníků tak již nemusí být tak vysoká jako u výroby kusové. Její průběh je oproti výrobě kusové stabilnější, méně proměnlivý, avšak vyžaduje přesné plánování a řízení, což je dnes prakticky vždy zajištěno za pomoci řízení počítači se

specializovaným softwarovým vybavením. Z podstaty stabilního výrobního programu se pro tento druh výroby nejvíce hodí předmětné uspořádání pracovišť.

Hromadná výroba představuje typ výroby, kdy je vyráběno „neomezené“ množství mála druhů výrobků a výrobní program se prakticky nemění. Z toho důvodu je více než vhodné nasazení pokrokových a často i jednoúčelových strojů a zařízení, robotů, montážních automatů aj. Naproti tomu není zapotřebí vysoké kvalifikace pracovníků, kteří v tomto případě tvoří spíše kontrolní článek výrobního procesu. Tento typ výroby klade ze všech druhů výroby největší požadavky na přesné řízení a racionalizaci. Vzhledem k vysoké produkci totiž každý byt' minimální ztrátový čas při výrobě jednoho výrobku vytvoří obrovské finanční ztráty v rámci celkové produkce. K zajištění potřebné efektivity je jednoznačným předpokladem předmětné uspořádání pracovišť.

K tomuto druhu rozdělení lze shrnout následující skutečnost. Čím univerzálnější a potažmo levnější strojní park je při výrobě použit, tím vyšší je flexibilita pro případné změny výrobního programu. Bohužel, o to vyšší jsou náklady na produkci jednoho kusu výrobku. A naopak, jednoúčelová výrobní linka má oproti univerzálnímu stroji sice mnohem vyšší pořizovací náklady, vzhledem k její efektivitě jsou však výrobní náklady na jeden kus výrobku velmi malé. Tuto skutečnost shrnuje následující obrázek, kde jsou znázorněny náklady na jeden kus výrobku v závislosti na vzrůstajícím objemu produkce.



Obrázek 2-19: Závislost nákladů na výrobu v závislosti na vzrůstajícím objemu produkce [41]

Následující tabulka pak reprezentuje podrobné porovnání jednotlivých typů výroby.

Kritérium	Kusová výroba	Sériová výroba	Hromadná výroba
Počet výrobků jednoho typu / rok	desítky	stovky až tisíce	stovky tisíc
Počet druhů výrobků	stovky	desítky	jednotky
Počet typů výrobků	desítky	max. 10	max. 3
Opakování výroby výrobku téhož typu	minimální, spíše výjimka	pravidelné	nepřetržitá výroba až v řádu let
Prostorové uspořádání	technologické	spíše předmětné	předmětné
Výrobní zařízení	univerzální	univerzální i jednoúčelové	jednoúčelové
Kvalifikace pracovníků	vysoká	dobrá	minimální
Průběžná doba výroby	měsíc až rok	týden až měsíc	den až týden
Specializace pracovišť	malá	střední	úplná
Předpoklad změny výrobního programu	vysoký	obtížný	velmi obtížný až vyloučený
Požadavky na řízení a plánování	vysoké	středně obtížné	malé
Využití strojního parku	malé	dobré	maximální
Náklady na jeden ks výrobku	vysoké	střední	malé
Výrobní zásoby	vysoké	malé	minimální
Materiálové toky	dlouhé, kříží se	krátké	minimální

Obrázek 2-20: Porovnání typů výroby podle výrobního množství [14]

2.6.2 Stavební objekty, v nichž bude umístěna výroba

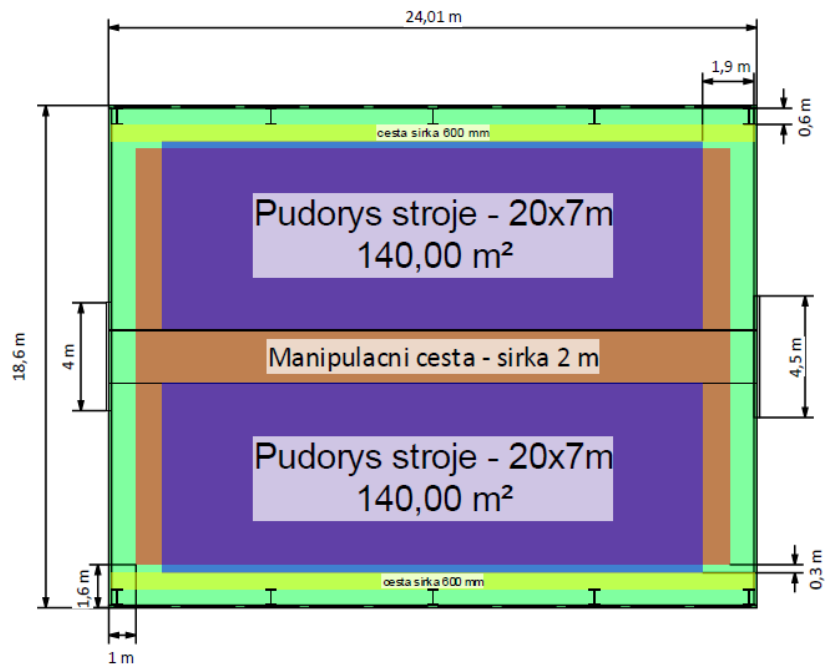
To, že největší vliv na volbu prostorového řešení výroby má její druh, je víceméně logické. Při návrhu je však nutné respektovat i další omezení a jedním z nich je například řešení výrobní haly, ve které má budoucí výroba probíhat. Z tohoto hlediska se lze v praxi setkat s následujícími situacemi:

- *Výrobní hala ještě nebyla postavena*

Tento stav je z hlediska návrhu uspořádání tou lepší možností. Je při něm postupováno následovně. Projektant nejdříve na základě vstupní analýzy vytvoří hrubý návrh prostorového uspořádání, který zohledňuje například druh a typ výroby, předpokládanou lokaci výrobní haly, předpokládané strojní vybavení, potřebnou velikost skladů apod. Na základě tohoto návrhu jsou pak stanovena vyplývající omezení a požadavky a za následné úzké spolupráce s architekty je navržena tzv. „výrobní hala na míru“. Teprve poté je přistoupeno k detailnímu dispozičnímu řešení.

Příklad zmíněného hrubého návrhu je znázorněn na obrázcích pod tímto odstavcem. Zde bylo nutné na základě znalosti předpokládaného umístění výrobní haly do již

existujícího areálu podniku a znalosti výrobního programu vytvořit návrh vhodných rozměrů haly, které budou sloužit jako podklad pro práci architektů.



Obrázek 2-21: Hrubý návrh rozměrů výrobní haly [1]



Obrázek 2-22: Hrubý návrh umístění výrobní haly v areálu [1]

- Výrobní hala již existuje

V praxi se lze také velmi často setkat se situací, kdy je nutné vyřešit prostorové uspořádání v již existující výrobní hale. K tomu nejčastěji dochází buď ve snaze zefektivnit výrobu

stávající, nebo při snaze o zavedení výroby nové. Projektant musí v tomto případě nejdříve velmi pečlivě provést komplexní analýzu současného stavu. Ta se zabývá například následujícími body:

- rozměry dostupných prostor a to jak plošné, tak výškové,
- konstrukce haly (využitelná výška, rozmístění sloupů, ...),
- umístění skladů pro vstupy a výstupy,
- dopravní a manipulační technika (její rozměry, výkon, počet, ...),
- jeřáby (nosnost, dosah, ...),
- používané manipulační cesty a možnost jejich zatížení z hlediska intenzity přepravy,
- napojení nové výroby na současnou výrobu,
- bezpečnost a ergonomie na pracovištích při potenciálním umístění výroby do nových prostor (hluk, kvalita osvětlení, odvětrávání ...).

Teprve po stanovení všech omezení vyplývajících z analýzy je možno přistoupit k vlastnímu návrhu prostorového uspořádání.

2.6.3 Druh předpokládané manipulace

- Vypracováno s použitím [42]

Pro každý výrobek, jehož výrobou se podnik zabývá, je kvůli jeho tvaru, hmotnosti a ostatním vlastnostem vhodný jiný druh manipulace. Z toho následně vyplývají jistá omezení, která s sebou konkrétní druh manipulace přináší. Například s velkými a těžkými výrobky je velmi často manipulováno za pomoci jeřábu, či dokonce za pomoci kolejových dopravních prostředků. Pro jiný typ výrobků je například vhodná manipulace za pomoci vysokozdvížného vozíku a pro další typ je vhodná například manipulace ruční. Pro každý typ manipulace je pak při návrhu nutno počítat s jistými omezeními a doporučeními. Ty jsou velmi často stanoveny příslušnou normou ČSN.

Například norma ČSN 26 9010 stanovuje šířky a výšky cest při manipulaci s materiálem (například za pomoci vysokozdvížného vozíku) následujícím způsobem:

Manipulační uličky bez pohybu pracovníků

$$\text{Jednosměrná} \rightarrow \text{min. šířka} = A + 200 + 200$$

A → největší šířka přepravního prostředku včetně břemena [mm]

200 + 200 → bezpečnostní vůle [mm]

$$\text{Obousměrná} \rightarrow \text{min. šířka} = 2 * A + 200 + 200 + 400$$

A → největší šířka přepravního prostředku včetně břemena [mm]

200 + 200 → bezpečnostní vůle [mm]

400 → potkávácí odstup [mm]

Hlavní dopravní cesty (jak přeprava materiálu, tak i pohyb pracovníků)

- S jedním jízdním pruhem

$$\text{a jedním postranním pruhem} \rightarrow \text{min. šířka} = B + 600 + 200$$

$B \rightarrow$ šířka jízdního pruhu včetně břemena [mm]

600 \rightarrow šířka postranního pruhu pro občasný pohyb pracovníků bez břemen [mm]

200 \rightarrow bezpečnostní vůle [mm]

a dvěma postranními pruhy \rightarrow min. šířka = $B + 600 + 600$

$B \rightarrow$ šířka jízdního pruhu včetně břemena [mm]

600 + 600 \rightarrow šířka dvou postranních pruhů pro občasný pohyb pracovníků bez břemen [mm]

- Se dvěma jízdními pruhy

*a jedním postranním pruhem \rightarrow min. šířka = $2*B + 600 + 400 + 200$*

$B \rightarrow$ šířka jízdního pruhu včetně břemena [mm]

600 \rightarrow šířka postranního pruhu pro občasný pohyb pracovníků bez břemen [mm]

400 \rightarrow potkávací odstup [mm]

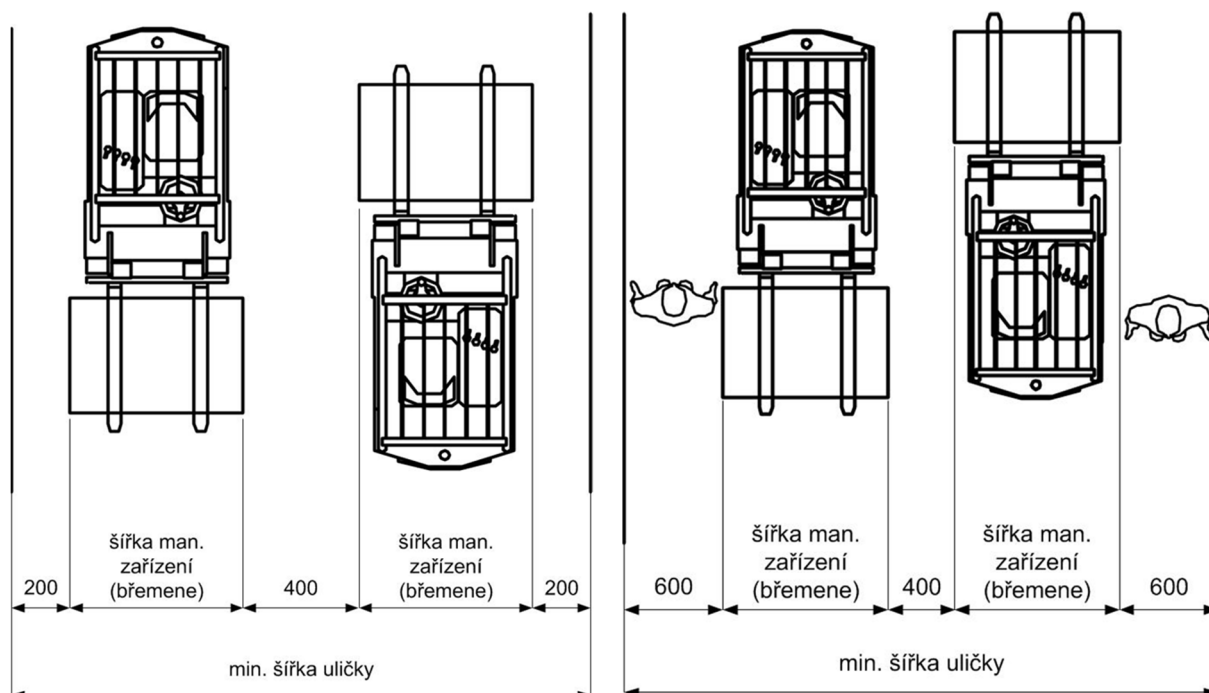
200 \rightarrow bezpečnostní vůle [mm]

*a dvěma postranními pruhy \rightarrow min. šířka = $2*B + 600 + 600 + 400$*

$B \rightarrow$ šířka jízdního pruhu včetně břemena [mm]

600 + 600 \rightarrow šířka dvou postranních pruhů pro občasný pohyb pracovníků bez břemen [mm]

400 \rightarrow potkávací odstup [mm]

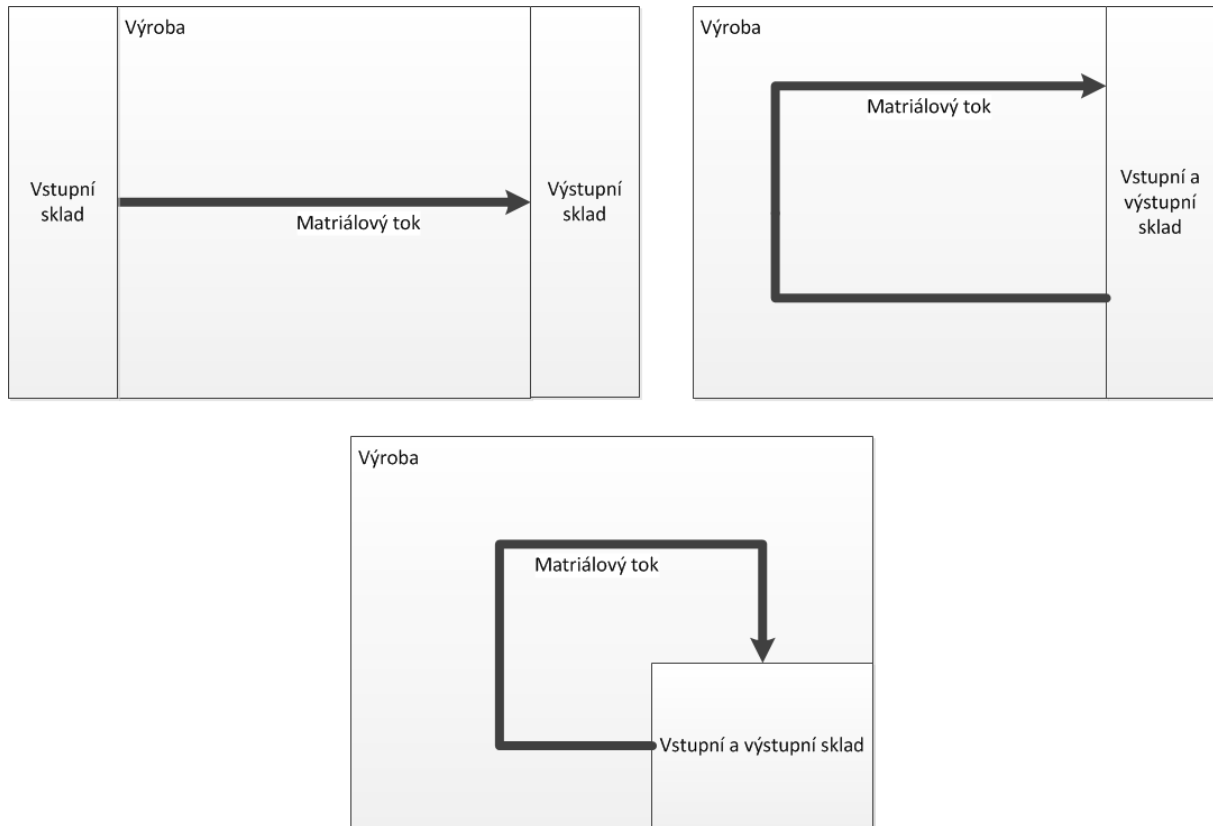


Obrázek 2-23: Obousměrná manipulační ulička (vlevo) a hlavní dopravní cesta s dvěma postranními pruhy (vpravo) [43]

2.6.4 Místo skladování výrobků a materiálu

Vzhledem k tomu, že cílem optimálního prostorového řešení je minimalizace přepravního výkonu, má na uspořádání vliv i umístění skladů pro vstupní suroviny, rozpracovanou výrobu a výrobu hotovou. V praxi se lze setkat například s následujícím umístěním skladů:

- samostatné sklady pro vstupní suroviny a hotovou výrobu,
- jeden sklad pro vstupní suroviny i hotovou výrobu.



Obrázek 2-24: Příklad umístění skladů pro vstupní suroviny a hotové výrobky [10]

2.6.5 Další možné faktory ovlivňující prostorové řešení

V praxi je návrh prostorového uspořádání vždy ovlivněn kombinací mnoha faktorů, které jsou jedinečné pro každý výrobní systém. Může se jednat například o následující:

- časový charakter zakázek (krátkodobé, střednědobé, dlouhodobé),
- bezpečnost práce,
- ergonomie práce,
- způsob řešení nové výstavby (přístavba, samostatná hala),
- poloha skladů (ve výrobní hale, v externím objektu),
- druh dopravy pro zavážení vstupních surovin a pro expedici hotové výroby (automobilová, nákladní, železniční, ...),
- nakládání s odpady a nebezpečnými surovinami,
- zajištění potřebných energií (voda, vzduch, technické plyny),
- úroveň řízení a použitá řídicí technika,
- technický stav základních prostředků,
- úroveň mechanizace a automatizace,
- mnoho dalších podle konkrétních požadavků a konkrétního výrobního systému.

3 Výrobní program a představení společnosti

Ještě než bude přikročeno k podrobnému popisu výrobního programu, je vhodné v krátkosti představit společnost, ve které byla řešena praktická část této diplomové práce. Dříve je však nutné uvést jisté omezení, které se této práci týká. Z důvodu publikování citlivých informací a dat si společnost nepřeje být jakýmkoliv způsobem s touto prací jmenovitě spojována. Po vzájemné dohodě tak ve zbylých kapitolách bude nazývána pouze jako „společnost“.

3.1 Představení společnosti

- Vypracováno s použitím [2]

Založení původem české společnosti se datuje až do roku 1947, přičemž až do současných dní si ponechala svůj jedinečný název a místo své působnosti. Její prvotní výrobní program byl zaměřen na produkci knoflíků, které byly zhotoveny z umělé rohoviny.

Za první výrazný milník lze bezesporu označit rok 1951. V tomto roce společnost zahájila výrobu dílů z plastických hmot, která zde zůstala až do současnosti a stále tak tvoří podstatnou část výrobního programu. Dalším milníkem může být například rok 1957. V tomto roce byla zavedena výroba plastových hraček, která byla spolu se zmíněnou produkcí knoflíků udržována až do druhé poloviny 60. let. Na přelomu 60. a 70. let minulého století došlo pravděpodobně k nejvýraznější změně ve výrobním programu společnosti. Výroba knoflíků a hraček byla nahrazena výrobou aerosolových ventilů, rozprašovačů a potřebného plastového příslušenství. Touto oblastí produkce se společnost zabývá až do současných dní a díky svému kontinuálnímu rozvoji patří k nejvýraznějším světovým představitelům v daném výrobním odvětví.

V současnosti je zde zaměstnáno přibližně 170 pracovníků a výrobky jsou expedovány do celkem 25 převážně evropských zemí.

3.2 Výrobní program společnosti

- Vypracováno s použitím [2]

Současný výrobní program lze rozdělit do následujících kategorií:

- aerosolové ventily,
- aplikátory, rozprašovače,
- spraycapy, víčka,
- mechanické rozprašovače,
- ostatní sortiment,
- výroba vstřikovacích forem.

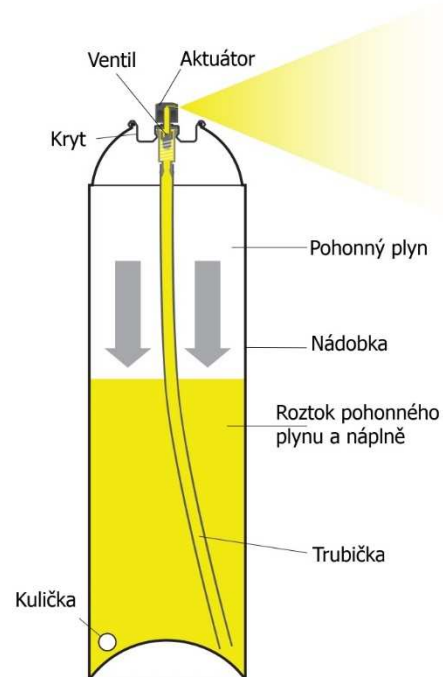
Aerosolové ventily

- Vypracováno s použitím [2], [22]

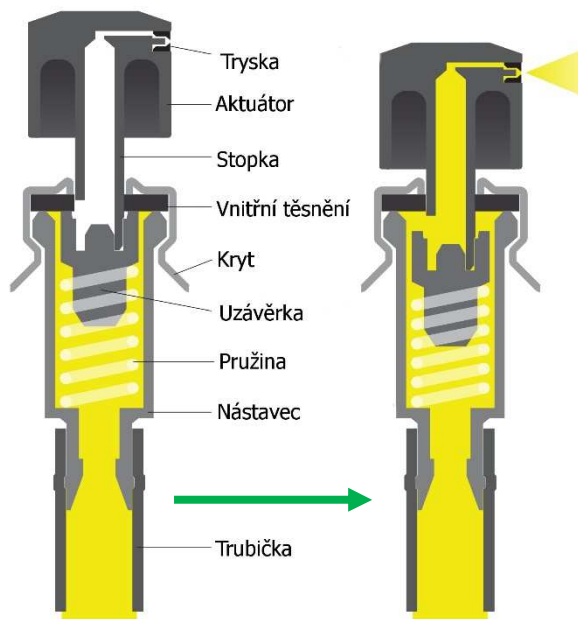
Aerosolové ventily tvoří největší část produkce, přibližně okolo 60 %. Jedná se o důmyslné zařízení, které je součástí tzv. aerosolových rozprašovačů. Schéma aerosolového rozprašovače, včetně označení jeho základních částí, je znázorněno na obrázku vpravo.

Nejdůležitější částí aerosolového rozprašovače je pak zmíněný aerosolový ventil (viz *Obrázek 3-2*). Při jeho otevření je obsah nádoby ven vytlačován přes malý otvor, díky čemuž dojde k vytvoření tzv. aerosolu, čili směsi pevných či kapalných částic rozptýlených v plynném prostředí. Uzavření ventilu pak vytlačování obsahu z nádoby opět přeruší.

Společnost má ve svých produktech celkem 3 základní druhy aerosolových ventilů, „Muž“, „Žena“ a ventily pro speciální použití. Od každého typu je dále nabízeno několik poddruhů.



Obrázek 3-1: Aerosolový rozprašovač [23]



Obrázek 3-2: Aerosolový ventil - typ žena [25]

Aerosolový ventil – typ muž a typ žena

- Vypracováno s použitím [2]

Jak ventil typu muž, tak ventil typu žena se vzájemně liší pouze v konstrukčním řešení. Ventil typu muž má stopku součástí uzávěrky, kdežto ventil typu žena má stopku jako součást aktuátoru. Pro řešení praktické části této diplomové práce však tato skutečnost byla stejně jako fakt, že od každého typu je nabízeno několik poddruhů, zcela nepodstatná. Co ovšem podstatné bylo, je fakt, že jak ventil typu muž, tak i ventil typu žena se skládají ze stejného počtu částí, z nichž některé si společnost vyráběla svépomocí, a některé byly nakupované. Díly jsou navíc v obou variantách vyrobeny ze stejných materiálů. Jejich přehled včetně jejich materiálu a původu reprezentuje *Tabulka 1 v Příloze 1*.

Ventil BOV

- Vypracováno s použitím [2]

BOV je prvním typem speciálního aerosolového ventilu, jehož produktové označení vyplývá z anglického spojení „Bag on Valve“. Oproti běžným aerosolovým ventilům se tento typ vyznačuje tím, že k samotnému ventilu je navařen vak z několikavrstvé hliníkové fólie. Tento vak slouží k uložení náplně, která je tak oddělena od pohonného plynu, který se nalézá v prostoru mezi vakem a nádobkou. Výhodou tohoto typu je fakt, že při jeho použití je zapotřebí

mnohem menší množství pohonné látky a je zajištěno prakticky 100 % využití náplně. Využívá se proto zejména v oblasti kosmetiky, potravinářství a ve farmaceutickém průmyslu.

Ve společnosti probíhá výroba tohoto typu ventilu na plně automatizované montážní lince. Přehled jeho dílů součástí včetně původu reprezentuje *Tabulka 2* v *Příloze 1*.



Obrázek 3-3: Aerosolový ventil BOV [26]

Ventil pro PU pěnu

- Vypracováno s použitím [2]

Dalším speciálním typem ventilu, jež je vyráběn celkem ve 2 variantách, je ventil pro dávkování PU pěny. Jeho konstrukční řešení i skladba dílů je od předchozích typů ventilů, které již byly zmíněny, odlišná. Přehled jeho součástí včetně původu reprezentuje *Tabulka 3* v *Příloze 1*.

Aplikátory

- Vypracováno s použitím [2]

Aplikátor je určitým typem aktuátoru. Společnost má v nabízeném sortimentu celkem 6 druhů tohoto typu: Aplikátory pěnové, gelové, rozmrazovací, pro plnění zapalovačů, ústní aplikátory a aplikátory k ventilům pro PU pěnu.

Všech 6 druhů je jednodílných, sestávajících pouze ze základního tělesa různé konstrukce, nejčastěji vyrobeného z PP. Pouze aplikátory k ventilům pro PU pěnu jsou doplněny o PE aplikační trubičku. Přehled jejich součástí včetně původu reprezentuje *Tabulka 4* v *Příloze 1*.



Obrázek 3-4: Ústní aplikátor nasazený na aerosolovém ventilu [26]

Rozprašovače

- Vypracováno s použitím [2]

Rozprašovače jsou opět druhem aktuátoru, který se používá pro tlaková balení aerosolů. Jako od všech produktů, tak i od tohoto produktu je nabízeno velké množství konstrukčně značně odlišných variant, které jsou určeny pro různé oblasti použití. Základem každé varianty je však těleso aktuátoru, které je vyrobené z PP a ve většině případů je doplněno o POM trysku. Oba tyto díly jsou vyráběny a vstupní surovinou pro jejich výrobu je plastový granulát.



Obrázek 3-5: Vybrané druhy rozprašovačů [27], [28]

Víčka

- Vypracováno s použitím [2]

Tento výrobek plní funkci krytu nádobek s aerosolem. Jedná se o produkt, který je vyráběn technologií vstřikování plastů, přičemž vstupní surovinou pro výrobu je PP granulát.



Obrázek 3-6: Víčko na nádobku s aerosolem [29]

Spraycapy

- Vypracováno s použitím [2]

Jako tzv. „Spraycap“ je označován typ aktuátoru, který zároveň plní funkci víčka na nádobku s aerosolem. Vyráběn je ve dvou konstrukčně odlišných provedeních, vertikálním (typicky osvěžovače vzduchu) a horizontálním (např. lak na vlasy). Přehled součástí, z nichž se obě varianty vyrábí, včetně původu reprezentuje *Tabulka 5 v Příloze 1*.



Obrázek 3-7: Horizontální (vlevo) a vertikální (vpravo) spraycap [31], [30]

Mechanické rozprašovače

- Vypracováno s použitím [2]

Mechanický rozprašovač, někdy označovaný jako mechanická pumpa, je aplikační zařízení, které je používáno pro netlakové balení. Tzn., že v nádobce (viz *Obrázek 3-1*) je pouze vlastní náplň bez pohonného plynu. Sestávají z následujících dílů: Aktuátor (viz *Kapitola 3.2.3*), kryt, těsnění, plastové komponenty, pružina, kulička, trubička a případně Al kroužek. Jejich přehled včetně původu reprezentuje *Tabulka 6 v Příloze 1*.

Princip použití mechanického rozprašovače je následující: Při stisku aktuátoru dojde ke zvýšení tlaku v malé komoře mechanického rozprašovače, což způsobí „vyaplikování“ náplně, která se v ní nachází. Při následném uvolnění aktuátoru, je komora rozprašovače opět zaplněna daným množstvím náplně, která je přivedena z nádoby přes PE trubičku, a je tak připravena pro další aplikaci při opětovném stisku aktuátoru.



Obrázek 3-8: Mechanický rozprašovač [32]

Ostatní výrobní sortiment a výroba vstřikovacích forem

Kromě již představených výrobků jsou nabízeny i výrobky zcela odlišného charakteru, než jsou aerosolové ventily, mechanické rozprašovače a potřebné plastové příslušenství. Jedná se však pouze o zlomek z celkového objemu produkce. Navíc všechny výrobky z této kategorie jsou vyráběny pouze technologií vstřikování plastů. Jsou to například pneumatická šroubení, zátky, rohovníky pro zapáskované palety a mnoho dalších. Při této výrobě je velmi hojně jako vstupní surovina využíván tzv. regranulát, který vznikne rozemletím již jednou vyrobených dílů či zbytků rozvodů vtokové soustavy.

Společnost navíc disponuje vlastní nástrojárnou, ve které jsou vyráběny vstřikovací formy jak pro interní výrobu, tak i vstřikovací formy zakázkové pro externí odběratele. Kromě zmíněného jsou zajišťovány také opravy a modernizace těchto forem.

4 Současné prostorové řešení

– Vypracováno s použitím [2]

V současnosti využívaném areálu situuje společnost svoji výrobu již od roku 1987. Bohužel lze konstatovat, že od té doby technologický vývoj probíhal v mnohem větším tempu, než modernizace stavebních objektů uvnitř tohoto areálu. Současné prostorové řešení tak nedostačuje dnešním požadavkům výroby a skladů.

Prvním krokem při analýze současného prostorového řešení byla důkladná osobní prohlídka všech využívaných prostor. Tato prohlídka byla vedena odpovědnou osobou, jež byla dodána společností, a která zároveň byla schopna reagovat na všechny dotazy a požadavky na informace, které byly potřebné pro praktické řešení této diplomové práce. Při této prohlídce také došlo ke konzultacím jak s vedoucími osobami jednotlivých oddělení, tak i s výrobními dělníky, jejichž pohled na současné prostorové řešení byl také přínosný. Každý využívaný objekt v areálu byl fotograficky zdokumentován a byly zjištěny jeho přednosti a nedostatky z hlediska současného prostorového řešení. Celý areál pak lze rozdělit do celkem 10 pro výrobu a skladování důležitých stavebních objektů. Jsou to tyto následující:

- 1) správní budova,
- 2) budova nástrojárny, lisovny krytů a montáže mechanických rozprašovačů,
- 3) sklad polotovarů a vstupních surovin pro BOV včetně skladu pro vadné výrobky,
- 4) budova montáže BOV spolu s technologickým zázemím,
- 5) výrobní hala,
- 6) sklad pro hotovou výrobu 1,
- 7) sklad pro hotovou výrobu 2,
- 8) sklad olejů a hořlavin,
- 9) sklad vstupních surovin,
- 10) venkovní sklad,
- 11) venkovní odkladiště palet.

Druhým krokem při analýze současného prostorového řešení bylo vytvoření jednoduchého a přehledného 2D layoutu tohoto uspořádání. Jelikož zadavatel již disponoval několika verzemi stavebních výkresů areálu, které byly ve vhodném souborovém formátu *dwg*, nabízela se tedy možnost tyto výkresy použít jako podkladový dokument pro tvorbu layoutu nového. Díky tomu byla u tohoto layoutu současného prostorového řešení zajištěna vysoká přesnost a věrohodnost vůči realitě. Samotná jeho tvorba pak probíhala za pomoci softwarového nástroje s názvem *visTABLE@touch*.

Na následujícím obrázku je znázorněn zmíněný 2D layout současného prostorového řešení. Číselné označení v obrázku pak odpovídá jednotlivým stavebním objektům z přehledu na této stránce. Kvůli velikosti obrázku bylo bohužel nemožné zachovat dobrou čitelnost jednotlivých popisek, shodné schéma v čitelné formě je tedy součástí elektronické přílohy této diplomové práce a to pod názvem:

layout_soucasny_stav.pdf [1]



Obrázek 4-1: Layout současného prostorového řešení [1]

4.1 Současné prostorové řešení – jednotlivé stavební objekty

Ad 1: Správní budova

Tento objekt plní funkci jak správní, čili se v něm vyskytují jak kanceláře a zasedací místnosti, tak i funkci oficiálního vstupu do závodu včetně vjízdny. Dále se v něm také nachází závodní kuchyně včetně jídelny.

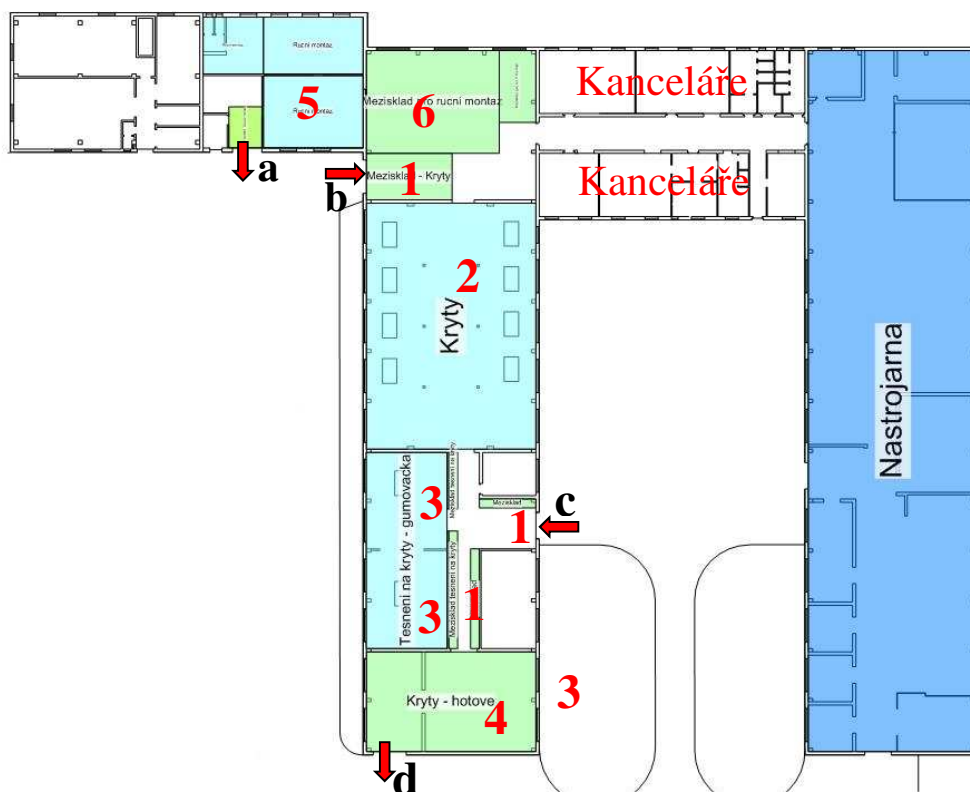
Ad 2: Budova nástrojárny, lisovny krytů a montáže mechanických rozprašovačů

Co se rozlohy týče, jedná se o jeden ze dvou největších současných objektů v celém areálu. Uvnitř pak značnou rozlohu zaujímají prostory nástrojárny včetně jejího technologického zázemí, které se nachází v pravém křídle budovy. Zde lze nalézt jak strojní park, tak i pracoviště pro jemnou ruční nástrojařskou práci. Ve spojovací uličce mezi pravým a levým křídlem budovy se pak nachází kancelářská zázemí pro THP. V levém křídle budovy je situována kompletní výroba krytů na aerosolové ventily, tzn. mezisklad pro vstupní suroviny (1), lisovna krytů (2), pracoviště nasazování gumových těsnění na kryty (3) a mezisklad pro kryty hotové (4).

V bočním přístavku této budovy jsou prostory používané pro tzv. ruční montáž, čili montáž mechanických rozprašovačů. Tyto prostory jsou na obrázku vyznačeny světle modrou barvou (6) a náleží k nim i zeleně označený mezisklad plastových dílů pro ruční montáž (5).

Při prohlídce tohoto objektu bylo dále důležité pro budoucí analýzu materiálových a hmotných toků zjistit, kterými vchody jsou do objektu přiváženy vstupní suroviny pro výrobu a přes které vchody jsou odváženy hotové kryty a díly z montáže. Vstupní suroviny jsou zaváženy přes vchody **b** (kryty - páskovina, montáž), **c** (kryty - těsnění) a hotové výrobky jsou vyváženy přes vchody **a** (montáž), **d** (kryty).

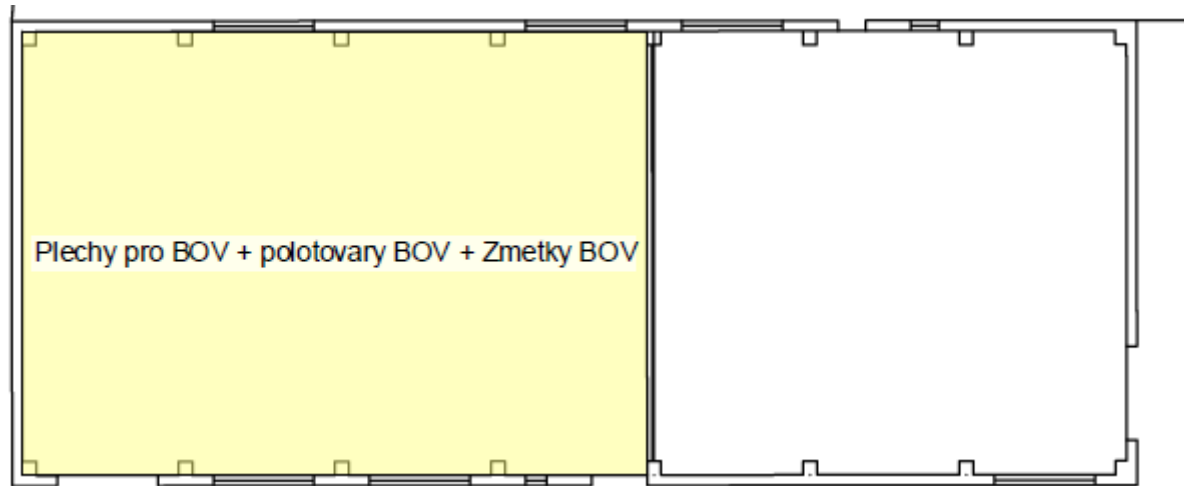
Způsob materiálové obslužnosti nástrojárny nebyl uvažován. V rámci řešení praktické části této diplomové práce totiž nebyly zadavatelem plánovány žádné zásahy do těchto prostor a ani nebylo nutné s materiálovou obslužností nástrojárny operovat za účelem návrhů uvedených v dalších kapitolách této DP.



Obrázek 4-2: Budova nástrojárny, lisovny krytů a montáže mechanických rozprašovačů [1]

Ad 3: Sklad polotovarů a vstupních surovin pro BOV včetně skladu pro vadné výrobky

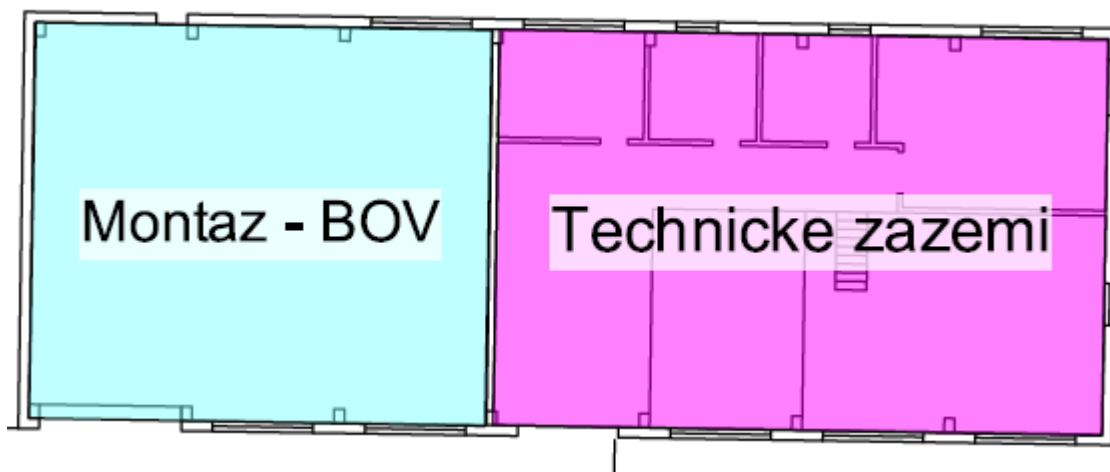
V této budově je v současnosti využívána pouze jedna její část, a to ta žlutou barvou označená na *Obrázku 4-3*. Slouží zejména jako sklad vstupních surovin a polotovarů pro montážní pracoviště BOV. Dále je zde skladována neshodná, oddělením kvality vyřazená, výroba.



Obrázek 4-3: Sklad polotovarů a vstupních surovin pro BOV včetně skladu pro vadné výrobky [1]

Ad 4: Budova montáže BOV spolu s technickým zázemím

Tato budova je rozdělena na 2 části. První část jsou prostory pro potřebné technické zázemí, které jsou na *Obrázku 4-4* označeny fialovou barvou. Pro řešení praktické části DP tyto prostory byly nedůležité, protože do nich stejně jako v případě nástrojárny nebyl v rámci řešení projektu plánován jakýkoliv zásah. Druhá část budovy je místnost, ve které je situován montážní automat pro výrobu aerosolových ventilů s vakem, tzv. ventil BOV.



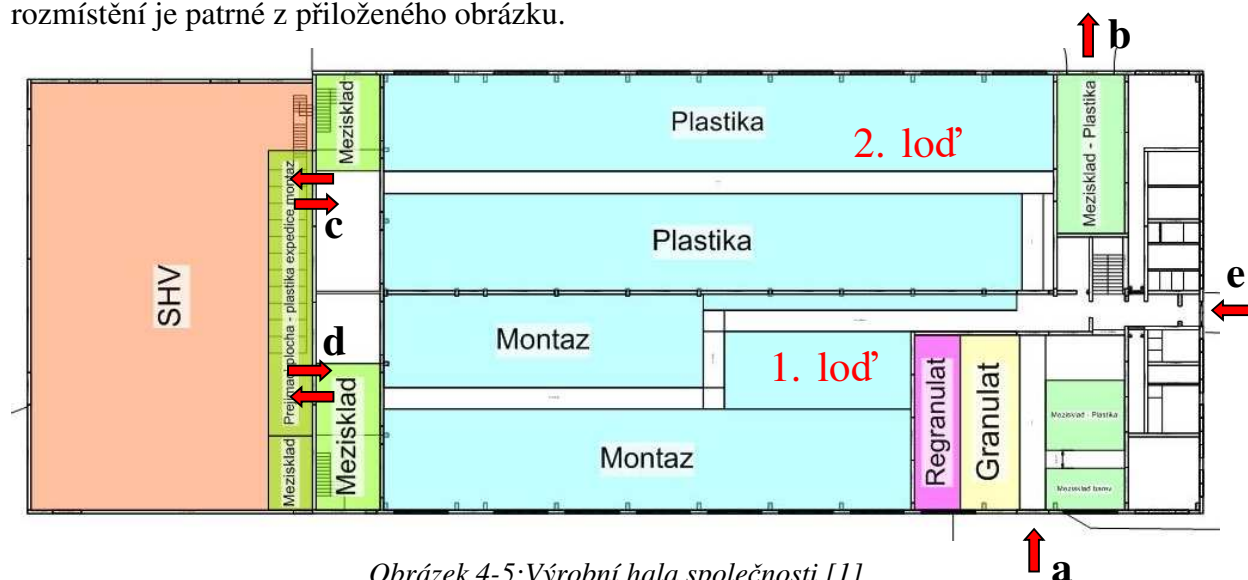
Obrázek 4-4: Budova montáže BOV spolu s technickým zázemím [1]

Ad 5 + Ad 6: Výrobní hala a současný sklad hotové výroby

Společnost v současnosti disponuje 1 výrobní halou, která se skládá ze dvou „lodí“, a to lodi výroby plastů a lodi montážní (viz *Obrázek 5-5*). Její součástí je také plechový přístavek plnící funkci skladu hotových výrobků. Výrobní hala má celkem 5 vchodů a východů, z nichž jeden („e“) slouží pouze pro přístup pracovníků. Ostatní slouží pro pohyb materiálů. Vchod „a“ je v současnosti hlavní zásobovací bod do výrobní haly. Přes tento bod jsou zaváženy veškeré

skladové položky, které jsou potřebné jak pro výrobu plastových dílů, tak i pro montáž. Hned u tohoto vchodu je také vytvořen mezisklad pro potřeby výroby plastů, tzv. plastiky. Vchod „b“ se nachází v místnosti, která slouží jako mezisklad plastových dílů. Používán je tak pouze pro vyvážení polotovarů z výrobní haly k pracovištím mimo tuto halu. Vchody „c“ a „d“ pak plní funkci propojení výroby plastů, montáže a skladu hotové výroby. Jsou tedy využívány jak pro mezioperační pohyb materiálu mezi výrobnou plastů a montáží, tak pro vyvážení hotových dílů do expedičního skladu.

Ve výrobní hale se také nachází několik meziskladů pro rozpracovanou výrobu, jejichž rozmístění je patrné z přiloženého obrázku.

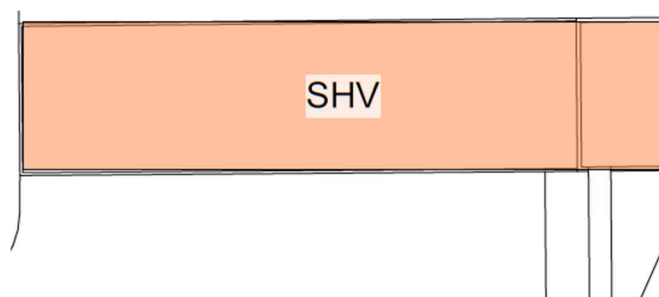


Obrázek 4-5: Výrobní hala společnosti [1]

V případě skladu hotové výroby (SHV) se jedná pouze o plechový přístavek k výrobní hale, ve kterém se nachází ocelové konstrukce pro zakládání palet s hotovými výrobky. V současnosti je možno při zachování předepsaného systému skladování do tohoto skladu vměstnat přibližně 550 palet s hotovými výrobky, jejichž rozměry jsou 1200 x 800 x 1800 [mm] a 1200 x 800 x 2 200 [mm] přibližném poměru 50:50.

Ad 7: Sklad hotové výroby

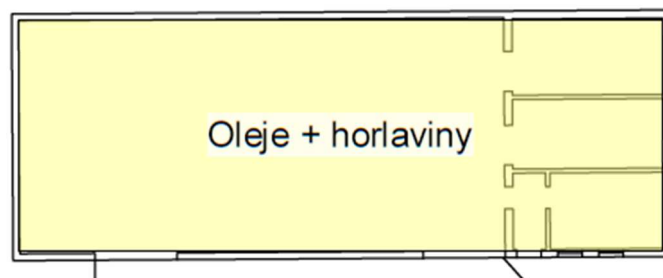
Tento objekt v současném konceptu slouží jako druhý sklad hotových výrobků. Jedná se o plechové stavení, do kterého je teoreticky možné uskladnit až 500 palet s hotovými výrobky. Na tomto objektu je již na první pohled vidět, že původně alespoň z části sloužil jako garáž, či opravná pro dvoustopá vozidla. Tomu napovídá také při prohlídce objevené vnitřní vybavení. Tento objekt je v současnosti využíván také pro uskladnění kartonů, plastového granulátu či PE trubiček.



Obrázek 4-6: Sklad hotové výroby 2 [1]

Ad 8: Sklad olejů a hořavin

V tomto objektu jsou v současnosti skladovány oleje a hořlavé látky.



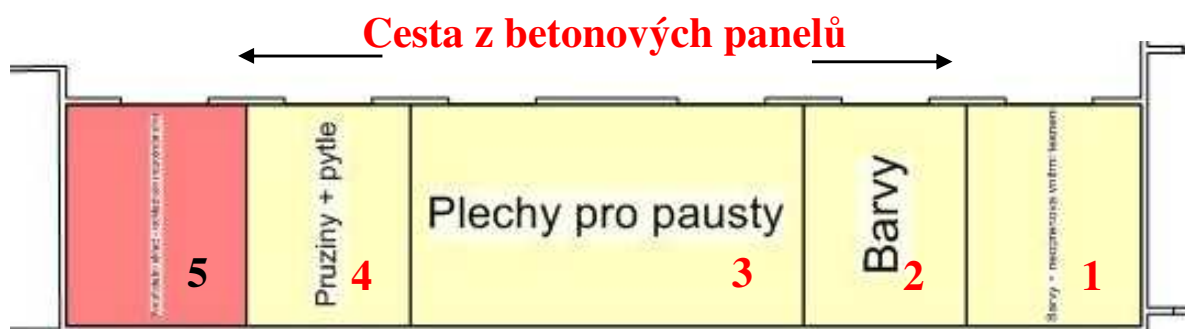
Obrázek 4-7: Sklad olejů a hořavin [1]

Ad 9: Sklad vstupních surovin

Pro uložení vstupních surovin je využíván bývalý objekt garáží pro dvoustupá vozidla. V každé jednotlivé garáži tohoto objektu jsou pak skladovány konkrétní suroviny a to následovně: V garáži **1** je skladován barevný koncentrát pro plastový granulát a zároveň neoprenová těsnění pro kryty, v garáži **2** je skladován pouze barevný koncentrát pro plastový granulát, v garáži **3** jsou pak skladovány role páskoviny pro výrobu krytů a v garáži **4** ocelové pružiny včetně PE pytlů, které sloužily jako manipulační obaly pro výrobky.

Při prohlídce skladu pro vstupní suroviny však byly odhaleny ještě další využívané prostory. Garáž **5** plní funkci dlouhodobého a hlavně neoficiálního skladu. V těchto prostorech jsou skladovány již léta nevidované položky, a proto je sklad prakticky neustále kvůli možnému externímu auditu uzamčen.

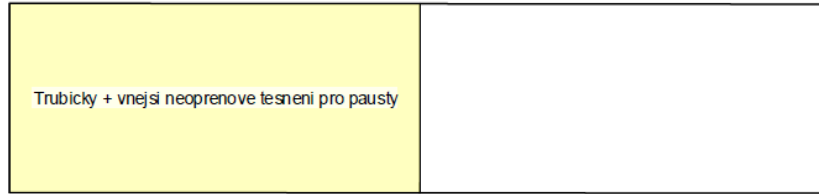
K objektu skladu pro vstupní suroviny se váže ještě jeden zajímavý fakt, který byl při prohlídce zjištěn a pracovníky skladu byl potvrzen jeho negativní dopad na skladované položky. Dopravní cesta vedoucí od tohoto skladu k současné výrobní hale nemá vhodný povrch. Je seskládána z betonových, na sebe navazujících panelů, na kterých se již značně podepsal „zub času“ a tato cesta je tak ve velmi špatném stavu. Z toho důvodu existuje reálné riziko sesmýknutí nákladu z manipulačního prostředku, který se stará o zásobování.



Obrázek 4-8: Sklad vstupních surovin [1]

Ad 10: Venkovní sklad

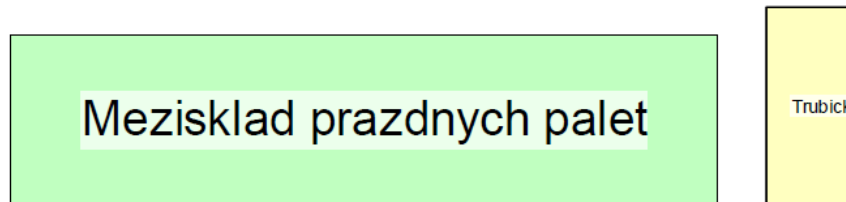
Jedná se o plechový montovaný přístřešek, pod nímž je skladován některý druh vstupních surovin, jako jsou zejména PE trubčky či pryžová těsnění. Velkým negativem tohoto skladu je velmi špatná ochrana skladovaných položek vůči vlivu klimatických podmínek.



Obrázek 4-9: Venkovní sklad [1]

Ad 10: Venkovní odkladiště palet

Jedná se o venkovní prostor sousedící s venkovním skladem, který byl vymezen pro odkládání veškerých nepotřebných palet, které se v závodě nachází.



Obrázek 4-10: Mezisklad palet [1]

4.2 Zjištěné nedostatky v současném prostorovém řešení

- 1) **Dlouhé manipulační vzdálenosti**, které vedou k nežádoucímu prodloužení doby přepravy materiálu. Tento nedostatek se nejvíce projevuje při zásobování jednotlivých pracovišť ze skladu vstupních surovin. Patrný je však i při mezioperační manipulaci, např. mezi výrobnou krytů a montáží ve výrobní hale. Tento nedostatek je způsoben rozčleněním skladů a pracovišť mezi různé stavební objekty.
- 2) **Nevhodný povrch** zásobovacích komunikací, což může mít za následek pád materiálu z manipulačního prostředku.



Obrázek 4-11: Nevhodný povrch zásobovacích komunikací. Na snímku je také patrný plechový přístřešek pro skladování trubiček a pryžových těsnění. [1]

- 3) **Nevyužitá kapacita skladu**, k čemuž nejčastěji dochází při snaze zachovat skladování systémem FIFO. Tento nedostatek je na první pohled patrný ve skladu páskoviny pro výrobu krytů, kde k němu dochází ještě z jednoho důvodu. Je zde totiž skladováno několik druhů páskoviny a obsluha skladu se snaží zajistit přístup ke každé z nich z důvodu náhlé změny výrobního programu. Plošně je zde využito přibližně jen 25% skladu.



Obrázek 4-12: Nevyužitá kapacita některých skladů [1]

- 4) **Negativní vliv klimatických podmínek na skladovaný materiál**, což se týká zejména vstupních surovin skladovaných ve venkovním plechovém přístřešku. Zmíněný přístřešek je viditelný na *Obrázku 4-11*.
- 5) **Nedodržené skladování metodou FIFO**, k čemuž často dochází z důvodu nedostatečného prostoru v některých skladech. V tomto konkrétním případě se jedná o část skladu s hotovými výrobky, kde jsou skladovány PE trubičky, plastový granulát a kartonové boxy.



Obrázek 4-13: Nedodržené skladování metodou FIFO [1]

- 6) **Velké množství meziskladů**, které jsou rozesety po celém výrobním komplexu.
- 7) **Nesystematičnost skladování**, kdy některé sklady jsou přeplněné a jiné poloprázdné.



Obrázek 4-14: Přeplněný sklad pro barevný koncentrát [1]



Obrázek 4-15: Poloprázdný sklad pro ocelové pružiny a PE pytle [1]

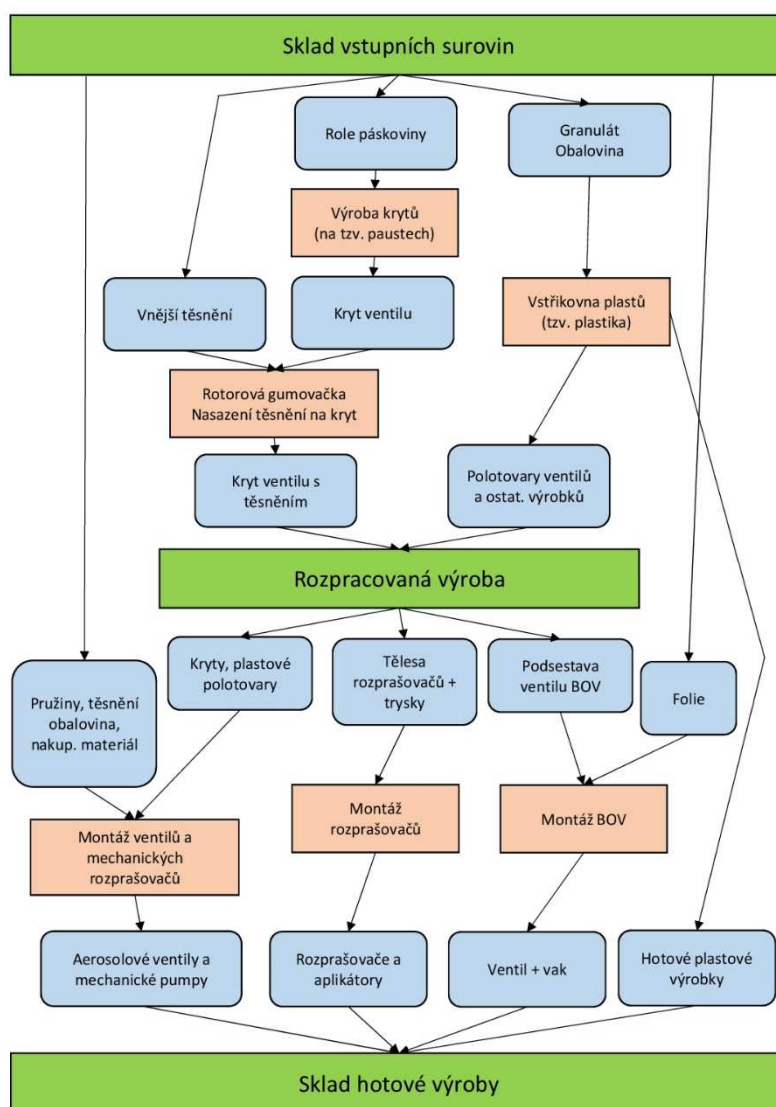
- 8) **Existence neoficiálního skladu**, ve kterém se dlouhodobě skladují nevidované skladové položky, jako jsou staré barevné koncentráty apod.

5 Analýza výrobních technologií a hmotných toků

– Vypracováno s použitím [2]

Ještě předtím, než se tato kapitola bude zabývat jednotlivými výrobními technologiemi a hmotnými toky v současném prostorovém řešení, je vhodné představit procesní schéma výroby. V tomto schématu jsou pomocí jednoduchých grafických objektů a orientovaných spojnic znázorněny hrubé postupy výroby všech produktů společnosti. Jednotlivé grafické objekty ve schématu znázorňují sklady, výrobní činnosti a produkty. Orientované spojnice pak mezi nimi znázorňují technologickou návaznost. Barevná legenda ke schématu je následující:

- zelenou barvou jsou podbarveny sklady, čili sklad vstupních surovin, sklad pro rozpracovanou výrobu a sklad pro hotové výrobky,
- oranžovou barvou jsou znázorněny veškeré výrobní činnosti a operace,
- modrá barva představuje produkty, které byly přijaty či vydány ze skladů, ale také produkty, které jsou výsledkem jakékoliv výrobní činnosti.



Obrázek 5-1: Procesní schéma výroby [2]

Pro lepší čitelnost je toto schéma součástí elektronické přílohy této diplomové práce a to pod názvem: *procesni_schema_vyroby.pdf* [2]

5.1 Analýza výrobních technologií

Z představeného procesního schématu výroby lze odvodit, že jednotlivé výrobní technologie (oranžově podbarvené objekty) je možné rozdělit do 4 skupin:

- výroba krytů na aerosolové ventily,
- výroba plastových dílů,
- montáž BOV,
- montáž ventilů, rozprašovačů a mechanických rozprašovačů.

Výroba krytů na aerosolové ventily

Vstupní surovinou pro výrobu krytů jsou vždy role kovové páskoviny. Ty jsou v současnosti v nepravidelných intervalech zaváženy do meziskladu výroby krytů a jejich denní spotřeba činí cca 4 800 kg, což odpovídá přibližně 11 paletám. Tyto role jsou následně obsluhou průběžně zakládány do některého z 8 automatických lisů, na kterých jsou z nich v opakujících se cyklech vystřihávány a následně tlakem vytvarovány tělesa krytů.

Technologické požadavky pracoviště:

- přívod elektrického proudu,
- přívod stlačeného vzduchu,
- uložení strojů na vhodném základu,
- současné prostorové nároky pracoviště 340 m²,
- současné prostorové nároky na vstupní mezisklad cca 10 m².

Požadavky na vstupní materiál:

Denní požadavky na vstupní materiál		
Položka	Původ	Ø množství / den
Kovová páskovina	Sklad vstupních surovin	4 800 kg

Tabulka 5-1: Požadavky na vstupní materiál – výroba krytů [1]

Maximální denní výkon pracoviště: až 844 000 krytů / den, Odpad 720 kg páskoviny / den

Vyrobená tělesa krytů následně putují na přidružené pracoviště, jež je ve společnosti slangově nazývané jako „rotorová gumovačka“. Zde je za pomoci 2 opět plně automatických strojů na vzniklý polotovár nasazeno vnitřní pryžové těsnění a tím výroba krytů končí. Hotové kryty pak putují v kartonových krabicích na EU paletách do výstupního meziskladu krytů, odkud kryty následně putují k montážním operacím.

Technologické požadavky pracoviště:

- přívod elektrického proudu,
- přívod stlačeného vzduchu,
- současné prostorové nároky pracoviště 130 m²,

- současné prostorové nároky na vstupní mezisklad cca 10 m²,
- současné prostorové nároky na výstupní mezisklad pro hotové kryty cca 140 m² (značně předimenzováno).

Požadavky na vstupní materiál:

Denní požadavky na vstupní materiál		
Položka	Původ	Ø množství / den
Kovová páskovina	Výrobní krytů	4080 kg
Vnitřní těsnění	Sklad vstupních surovin	260 kg

Tabulka 5-2: Požadavky na vstupní materiál – pracoviště nasazení vnitřního těsnění [1]

Maximální denní výkon pracoviště: až 671 000 nasazených těsnění / den

Pozn.: V rámci řešení praktické části této diplomové práce nebyl společností plánován jakýkoliv zásah do těchto pracovišť či jejich přemístění do nových prostor.

Výroba plastových dílů

Jak již bylo zmíněno v předchozích kapitolách při představování výrobního programu, značnou část produkce tvoří plastové díly. Ty mohou sloužit buď jako polotovary pro další, nejčastěji montážní operace, či rovnou jako hotový výrobek. K produkci těchto dílů společnost využívá více než 40 vstřikovacích lisů převážně střední velikosti (uzavírací síla ve stovkách, max. v jednotkách tisíců kN), které jsou situovány pospolu v 1. lodi současné výrobní haly. Součástí těchto prostor je také pracoviště kontroly kvality. Vstupními surovinami jsou plastový granulát a barevný koncentrát, které jsou dle potřeby naváženy do vstupního meziskladu. K výrobě plastových dílů je přidružena také výroba tzv. regranulátu, kde jsou zbytky vtokových soustav spolu se „zmetkovými“ díly drceny na směs, která opětovně slouží jako vstupní surovina pro vstřikovací stroje.

Technologické požadavky pracoviště:

- přívod elektrického proudu,
- přívod stlačeného vzduchu,
- uložení strojů na vhodném základu,
- přívod chladicího média ke každému vstřikovacímu lisu,
- nároky na plochu celé lisovny cca 1000 m²,
- Plošné nároky na vstupní mezisklad pro granulát a výrobu regranulátu cca 200 m².

Požadavky na vstupní materiál:

Denní požadavky na vstupní materiál		
Položka	Původ	Ø množství / den
Granulát různých druhů	Sklad vstupních surovin	4 550 kg
Barevný koncentrát	Sklad vstupních surovin	90 – 130 kg

Tabulka 5-3: Požadavky na vstupní materiál - lisovna plastů [1]

Denní výkon pracoviště: Nelze přesně určit. Výkon silně závisí na aktuálním výrobním programu vstřikovny plastů. Z teoretické úvahy však lze stanovit, že při 100 % využití granulátu

a přibližně 5-10 % odpadovosti materiálu (např. rozváděcí kanály ve vstříkovací formě) by denní produkce činila více než 4 000 kg výrobků.

Pozn.: V rámci řešení praktické části této diplomové práce nebyl společností plánován jakýkoliv zásah do tohoto pracoviště.

Montáž ventilů BOV

Pro výrobu tohoto speciálního typu ventilu, jehož součástí je navařený Al vak, společnost využívá plně automatickou linku, která je situována mimo současnou výrobní halu v externím stavebním objektu. Vstupními surovinami pro tuto výrobu jsou montážní podsestavy těchto ventilů a role Al fólie. Součástí pracoviště je také prostor pro kontrolu hotových ventilů.

Technologické požadavky pracoviště:

- přívod elektrického proudu,
- přívod stlačeného vzduchu,
- současné nároky na plochu celého pracoviště 150 m²,
- Současné nároky na plochu vstupního meziskladu cca 120 m².

Požadavky na vstupní materiál:

Denní požadavky na vstupní materiál		
Položka	Původ	Ø množství / den
Podsestavy ventilů	Pracoviště montáže	85 500 ks (700 kg)
Al fólie	Sklad vstup. surovin BOV	300 kg

Tabulka 5-4: Požadavky na vstupní materiál – BOV [1]

Maximální denní výkon pracoviště: 85 500 ks (cca 1 000 kg) / den

Pozn.: V rámci řešení praktické části této diplomové práce bylo společností plánováno pořízení totožného montážního automatu a následné přesunutí obou do nových prostor.

Montáž ventilů, rozprašovačů a mechanických rozprašovačů

Montážní pracoviště pro výrobu ventilů, rozprašovačů a mechanických rozprašovačů jsou primárně situovány v 2. lodi současné výrobní haly. Zde se na výrobní ploše o přibližné výměře 650 m² nachází jak malá, jednoúčelová montážní zařízení, která jsou obsluhována jedním pracovníkem, tak i sofistikované montážní linky. Společnost však má ještě další montážní pracoviště, jež se nachází mimo výrobní halu v dalším stavebním objektu. Toto montážní pracoviště je nazýváno jako „ruční montáž“, nachází se ve stejném objektu jako výrobní krytů a na malých, jednoúčelových montážních strojích zde probíhá pouze výroba mechanických rozprašovačů.

Technologické požadavky pracoviště:

- přívod elektrického proudu,
- přívod stlačeného vzduchu,
- současné nároky na plochu montážního pracoviště ve výrobní hale cca 650 m²,
- Současné nároky na plochu odloučeného montážního pracoviště pro výrobu mechanických rozprašovačů cca 130 m²,

- Současné nároky na plochu meziskladu pracoviště pro výrobu mechanických rozprašovačů cca 130 m²,
- Současné nároky na plochu meziskladu montáže ve výrobní hale cca 100 m² (neoficiálně je zabraný prostor mnohem větší).

Požadavky na vstupní materiál:

Denní požadavky na vstupní materiál		
Položka	Původ	Ø množství / den
Kryty	Výrobní krytů	1 150 000 ks (4500 kg)
Nástavce	Výrobní plastových dílů	1 010 000 ks (400 kg)
Vložky do nástavce	Výrobní plastových dílů	300 000 ks (90 kg)
Uzávěrka – ventil muž	Výrobní plastových dílů	500 000 ks (93 kg)
Uzávěrka – ventil žena	Výrobní plastových dílů	450 000 ks (65 kg)
Rozprašovače	Výrobní plastových dílů	700 000 ks (90 kg)
Vložka spraycap	Výrobní plastových dílů	600 000 ks (45 kg)
Tryska	Výrobní plastových dílů	700 000 ks (33 kg)
Pružina	Sklad vstupních surovin	850 000 ks (171 kg)
Vnitř. těsnění – ventil žena	Sklad vstupních surovin	760 000 ks (55 kg)
Vnitř. těsnění – ventil muž	Sklad vstupních surovin	400 000 ks (25 kg)
Trubička – ventil žena	Sklad vstupních surovin	45 000 m (340 kg)
Trubička – ventil muž	Sklad vstupních surovin	53 000 m (360 kg)
Kartony	Sklad vstupních surovin	650 ks (710 kg)
Pytle	Sklad vstupních surovin	760 ks (12 kg)

Tabulka 5-5: Požadavky na vstupní materiál - pracoviště montáže [1]

Maximální denní výkon pracoviště: cca 7 000 kg hotových výrobků či polotovarů pro další zpracování

Pozn.: V rámci řešení praktické části této diplomové práce bylo společností plánováno rozšíření stávajících montážních pracovišť do nových prostor.

5.2 Současně používaná manipulační balení

Součástí praktické části této diplomové práce je i návrh uspořádání skladovacího prostoru. Při jeho tvorbě bylo kromě vhodnosti dispozičního řešení z hlediska materiálových toků nutno uvažovat také různý typ a různou velikost manipulačních balení pro jednotlivé skladované položky a proto jim v této kapitule bude věnován prostor.

Největší rozmanitost z hlediska velikosti a typů manipulačních obalů je logicky ve skladu vstupních surovin. Každá vstupní surovina má odlišnou hmotnost, odlišný tvar a v jednom manipulačním balení je dodávána v různém množství. To často vede k používání „nestandardních“ manipulačních obalů jako jsou například palety atypických rozměrů.

Ve skladech pro rozpracovanou výrobu a hotové výrobky je stav následující: Rozpracovaná výroba je skladována v kartonových boxech, které jsou vždy umístěny na EU paletě o standardních rozměrech 1 200 x 800 mm. Celková výška palety s kartonovými boxy pro návrh skladu s rozpracovanou výrobou nebyla podstatným parametrem, dosahovala však cca 2 000 mm. Stejně jako rozpracovaná výroba, tak i hotová výroba byla skladována v kartonových boxech umístěných na EU paletě o standardních rozměrech. Celková výška však v tomto případě důležitým parametrem byla, jelikož ovlivnila návrh dispozičního řešení skladu pro hotovou výrobu. Všechny palety s hotovou výrobou byly skladovány a následně expedovány zákazníkovi v celkové výšce, tedy výšce palety včetně kartonových boxů, 1 800 mm či 2 200 mm a to v poměru přibližně 50:50.

Následující tabulka uvádí přehled používaných manipulačních balení a to jak ve skladu vstupních surovin, tak i ve skladech pro rozpracovanou a hotovou výrobu.

Současně používaná manipulační balení – sklad vstupních surovin		
Skladovaná položka	Způsob skladování	Rozměry man. Balení [mm]
Role páskoviny pro kryty	Na atypické paletě	Cca 500 x 500 x 500 (Fe), 700 x 700 x 700 (Al)
Těsnění vnitřní	Kartonové boxy na EU paletě	1 200 x 800 x 1 500
Těsnění vnější	Kartonové boxy na EU paletě	1 200 x 800 x 1 500
Plastový granulát	Pytle na atypické paletě	1 200 x 1 000 x 1 700
Barevný koncentrát	Pytle na atypické paletě, jednotlivé pytle mimo palety	1 200 x 1 200 x 1 500; 1 200 x 1 200 x 1 000
Pružiny	Kartonové boxy na EU paletě	1 200 x 800 x 1 500
Kartony	Navrstveny na paletě	1 200 x 800 x 2 000; 1 200 x 1 500 x 1 800
Trubička	Navrstvena na atypické paletě	1 200 x 1 200 x 2 000
Trubička tenká	Navrstvena na atypické paletě	1 200 x 1 000 x 2 000
Lepicí páska	Na EU paletě	1 200 x 800 x 1 200
PE a PP pytle	Na EU paletě	1 200 x 800 x 1 200
Al fólie pro BOV	Na EU paletě	1 200 x 800 x 800
Současně používaná manipulační balení – sklad rozpracované výroby		
Skladovaná položka	Způsob skladování	Rozměry man. Balení [mm]
Rozpracovaná výroba	Kartonové boxy na EU paletě	1 200 x 800 x (?)
Současně používaná manipulační balení – sklad hotové výroby		
Skladovaná položka	Způsob skladování	Rozměry man. Balení [mm]
Hotová výroba	Kartonové boxy na EU paletě	1 200 x 800 x 1 800; 1 200 x 800 x 2 200

Tabulka 5-6: Používaná manipulační balení [1]

5.3 Analýza hmotných toků

5.3.1 Materiálové toky ze skladu vstupních surovin

Pro větší přehlednost bylo zakreslení materiálových toků stávajícího stavu rozděleno do více schémat. Na schématu v této kapitole je za pomoci Sankeyova diagramu znázorněn pohyb materiálu ze skladových prostor vstupních surovin do výrobního procesu. Toto schéma je také pro lepší čitelnost součástí elektronické přílohy této diplomové práce a to pod názvem:

Sankeyuv_diagram_vstupni_sklad.pdf [1]

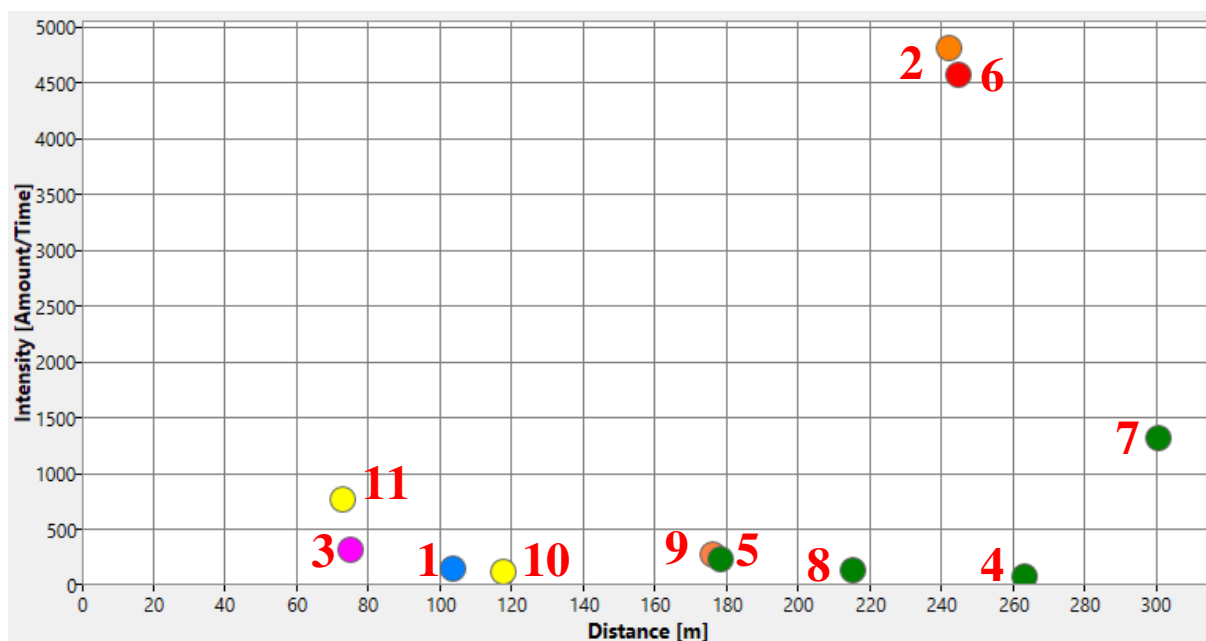
Při tvorbě všech Sankeyových diagramů, které obsahuje tato diplomová práce, byly zásadní dvě věci. První bylo pečlivé zmapování směru toků mezi jednotlivými pracovišti, k čemuž došlo při osobních návštěvách společnosti a na základě čehož byla v softwaru *visTABLE@touch* vytvořena přepravní síť odpovídající skutečnosti. Druhou zásadní věcí pak bylo zjištění objemu přepravovaného materiálu, k čemuž posloužily podklady, které dodala sama společnost. I přesto však bylo nutné některé přepravní objemy z dodaných podkladů dopočítávat či odvozovat.

V případě materiálových toků mířících ze skladu vstupních surovin byla pro tvorbu použita data, jež jsou uvedena v následující tabulce. Ta byla po vytvoření Sankeyova diagramu vyexportována ze softwaru *visTABLE@touch* a pouze graficky upravena.

č.	počáteční místo toku	Cílové místo toku	Položky	Intenzita [kg/den]	Barva	Délka [mm]
1	Sklad barev	Mezisklad barev	Barevný koncentrát	130		103599
2	Sklad plechů pro kryty	Mezisklad výrobní krytů	Role plechů	4800		242289
3	Mezisklad BOV	Pracoviště BOV	Al fólie	300		74993
4	Sklad montážních dílů	Mezisklad pro ruční montáž	Různé díly	53		263021
5	Sklad montážních dílů	Montáž	Různé díly	210		178355
6	Sklad granulátu, kartonů a trubiček	Mezisklad granulátu	Granulát	4550		244628
7	Sklad granulátu, kartonů a trubiček	Montáž	Trubičky, Kartony	1300		300641
8	Sklad granulátu, kartonů a trubiček	Mezisklad pro ruční montáž	Kartony	110		215280
9	Sklad barev a vnitřních těsnění	Mezisklad "rotorové gumovačky"	Vnitřní těsnění	260		176153
10	Sklad granulátu, kartonů a trubiček	Mezisklad plastiky	Kartony	750		72641
11	Sklad granulátu, kartonů a trubiček	Mezisklad BOV	Kartony	100		117623

Tabulka 5-7: Datová tabulka – materiálové toky ze skladu vstupních surovin [1]

Posledním krokem při analýze materiálových toků bylo vytvoření *I-D* diagramu, taktéž v softwaru *visTABLE@touch*. Diagram je prezentován na následujícím obrázku, kde čísla u jednotlivých bodů odpovídají číselnému označení toků v *Tabulce 6-7*.



Tabulka 5-8: *I-D* diagram – materiálové toky ze skladu vstupních surovin [1]

Vzhledem k teoretickým informacím, které byly o *I-D* diagramu uvedeny v předchozí kapitole, lze současné prostorové uspořádání ve vztahu vstupní sklad → pracoviště považovat za zcela nevhodné. Velký objem materiálu je totiž přepravován na velkou vzdálenost a malý objem materiálu zase na vzdálenost bližší. Za další nedostatek pak lze považovat velkou délku všech materiálových toků, kdy i ten nejkratší z nich je dlouhý cca 75 m. Obojí je způsobeno tím, že jako sklad vstupních surovin jsou využívány externí stavební objekty, které původně sloužily zcela jinému účelu.

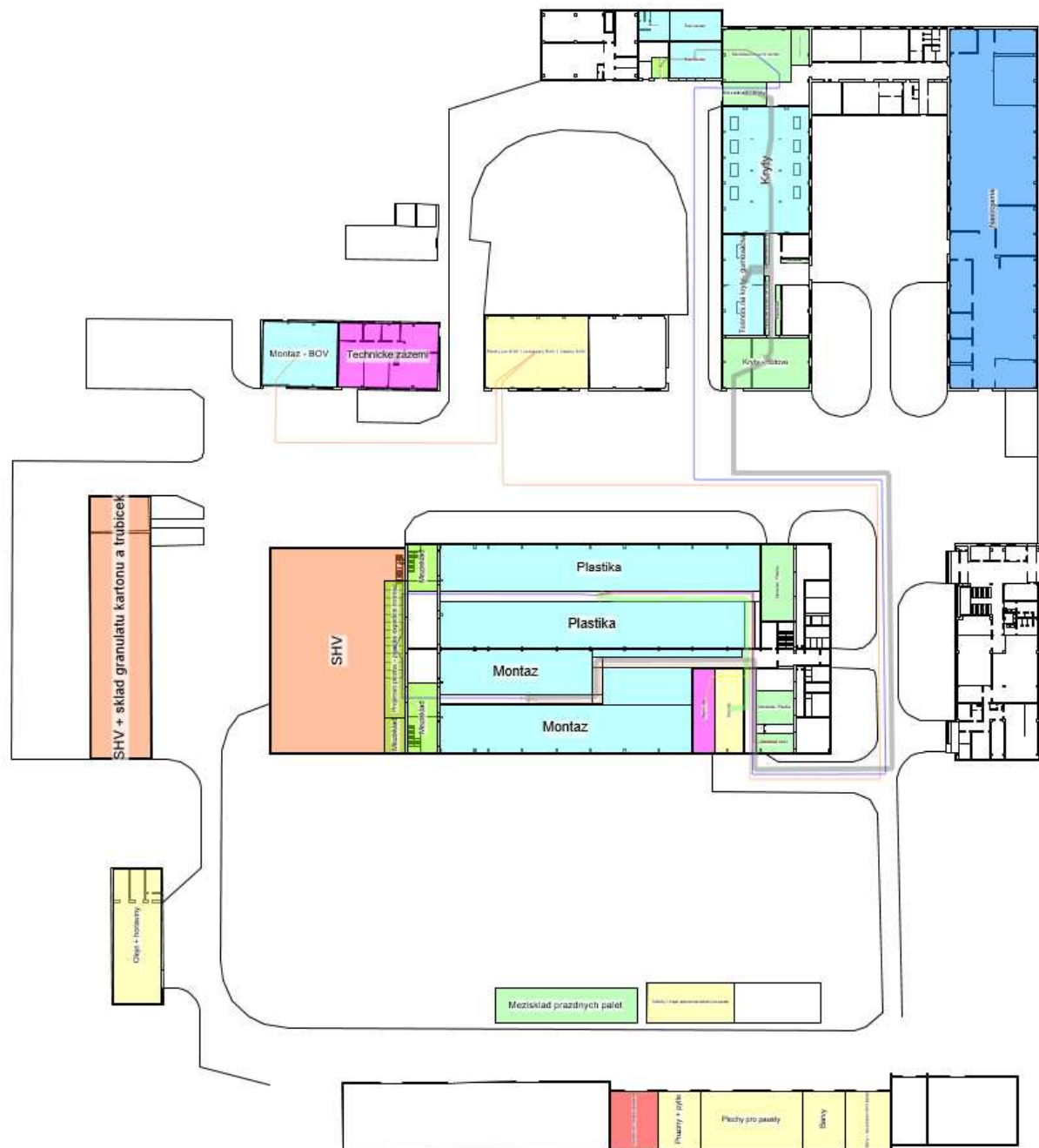
5.3.2 Materiálové toky v rámci výroby

č.	počáteční místo toku	Cílové místo toku	Položky	Intenzita [kg/den]	Barva	Délka [mm]
1	Mezisklad granulátu	Výrobna plastů	Granulát	4550		48890
2	Mezisklad barev	Výrobna plastů	Barevný koncentrát	130		58125
3	Výrobna plastů	Přejímka - Plastika, Montáž	Plastové díly	830		43952
4	Mezisklad krytů	Výrobna krytů	Role plechů	4800		17555
5	"Rotorová gumovačka"	Mezisklad hotových krytů	Kryty s těsněním	4340		22376
6	Mezisklad hotových krytů	Montáž	Kryty s těsněním	4340		192929
7	Výrobna krytů	"Rotorová gumovačka"	Vylisované kryty	4080		24278
8	Výrobna plastů	Mezisklad pro ruční montáž	Plastové díly	137		259711
9	Přejímka - Plastika, Montáž	Montáž	Plastové díly	830		30445
10	Montáž	Mezisklad BOV	Polotovary BOV	700		233372
11	Mezisklad pro ruční montáž	Ruční montáž	Různé díly, kartony	300		12651
12	Ruční montáž	Mezisklad pro hotové díly RM	Mech. rozpraš.	300		6936
13	Mezisklad BOV	BOV	Polotov. BOV, kartony	800		75655
14	Výrobna plastů	Výrobna regenerulátu	Zbytky vtoků, "zmetky"	500		54577

Tabulka 5-9: Datová tabulka – materiálové toky v rámci výroby [1]

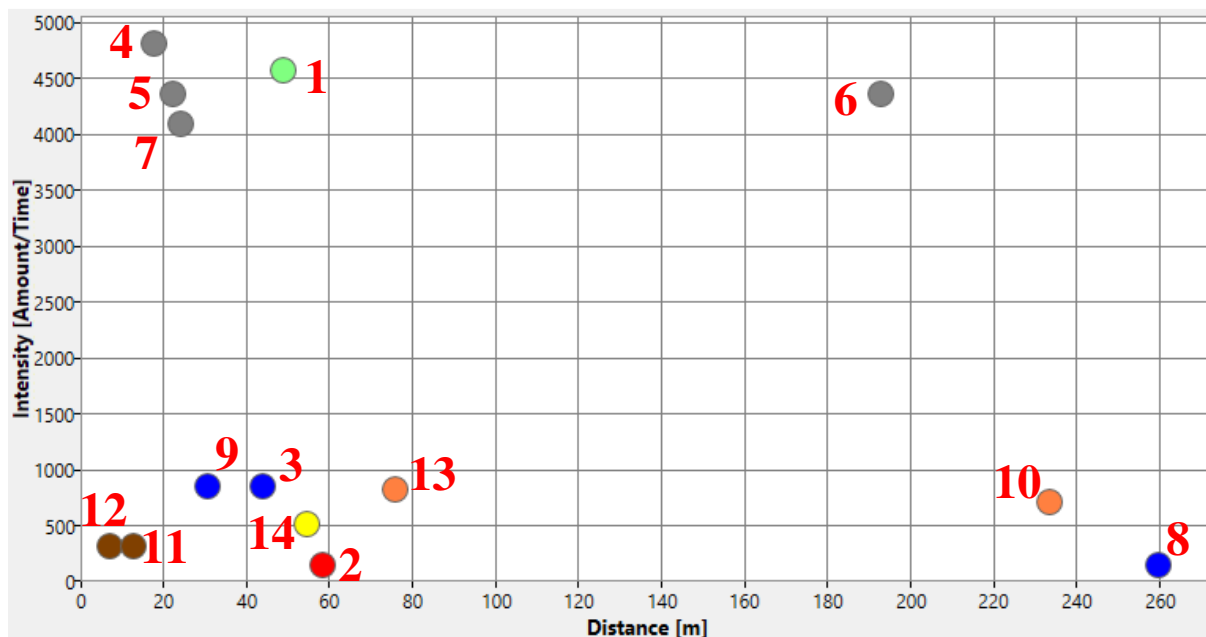
Stejným způsobem probíhala analýza materiálových toků v rámci výroby. Data potřebná pro tvorbu Sankeyova diagramu, který je na následujícím obrázku, reprezentuje tabulka nad tímto odstavcem. Diagram je opět pro lepší čitelnost součástí elektronické přílohy této diplomové práce a to pod názvem:

Sankeyuv_diagram_vyroba.pdf [1]



Obrázek 5-3: Sankeyův diagram materiálových toků v rámci výroby [1]

I-D diagram materiálových toků v rámci výroby má oproti I-D diagramu toků zásobování vstupními surovinami o něco příznivější tvar. Hlavním nedostatkem však zůstávají příliš velké přepravní vzdálenosti, zejména u toků č. 6, 8 a 10, kdy jejich délka činí 200 - 260 m. Tento nedostatek je způsoben situováním pracovišť v různých stavebních objektech.



Obrázek 5-4: I-D diagram – materiálové toky v rámci výroby [1]

5.3.3 Materiálové toky hotové výroby

Hotová výroba může do jednoho ze dvou současných expedičních skladů putovat z následujících pracovišť:

- výroba plastů,
- montáž ve výrobní hale,
- ruční montáž mechanických rozprašovačů,
- montáž BOV.

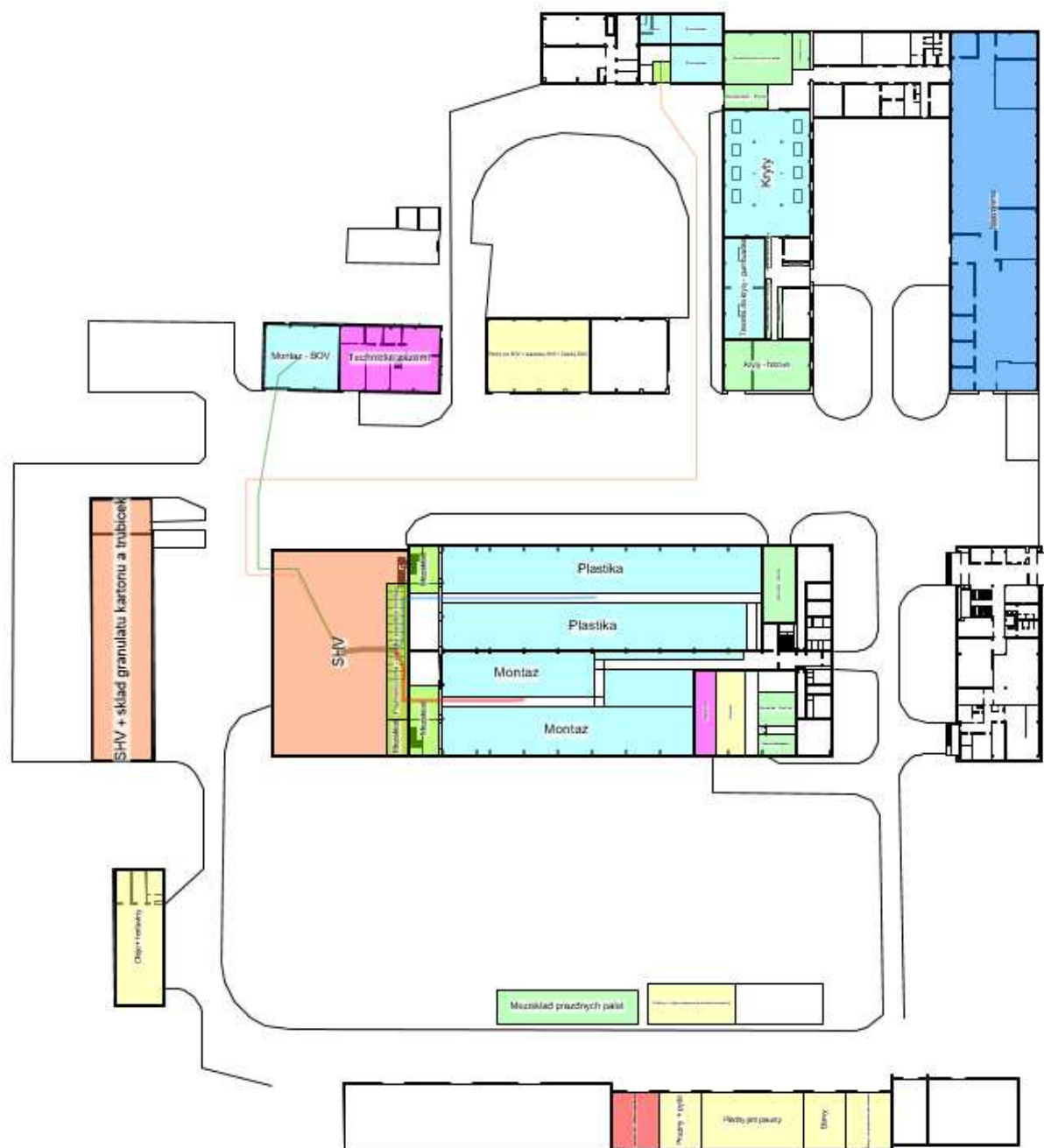
Vstupní data pro tvorbu Sankeyova diagramu těchto toků byla následující.

č.	počáteční místo toku	Cílové místo toku	Položky	Intenzita [kg/den]	Barva	Délka [mm]
1	BOV	Skład hotové výroby	Ventily BOV	1100	zelená	62823
2	Mezisklad hotové výroby MR	Skład hotové výroby	Mechanické rozprašovače	300	oranžová	194507
3	Montáž	Přejímací plocha - plastika, exped.	Montážní celky	5980	červená	30459
4	Výroba plastů	Přejímací plocha - montáž, exped.	Plastové díly	3963	modrá	43752
5	Přejímací plochy	Skład hotové výroby	Montážní celky, plast. díly	9943	hnědá	10038

Tabulka 5-10: Datová tabulka – materiálové toky do skladu hotové výroby [1]

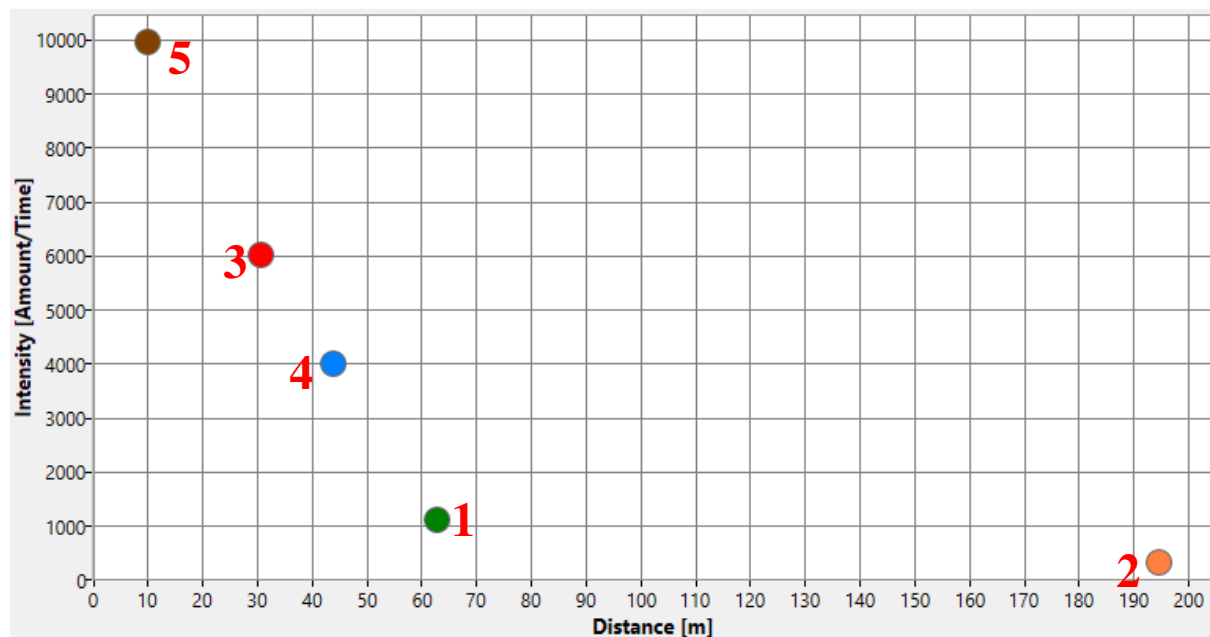
Sankeyův diagram pak vypadá následovně a pro lepší čitelnost je opět součástí elektronické přílohy této kvalifikační práce pod názvem:

Sankeyuv_diagram_SHV.pdf [1]



Obrázek 5-5: Sankeyův diagram materiálových toků do skladu hotové výroby [1]

I-D diagram materiálových toků mířících do skladu hotové výroby se svým tvarem již blíží optimu, přetrvávajícím problémem však logicky zůstávají celkově dlouhé přepravní vzdálenosti. Nejdelší materiálový tok má dle diagramu vzdálenost opět přibližně 200 m.



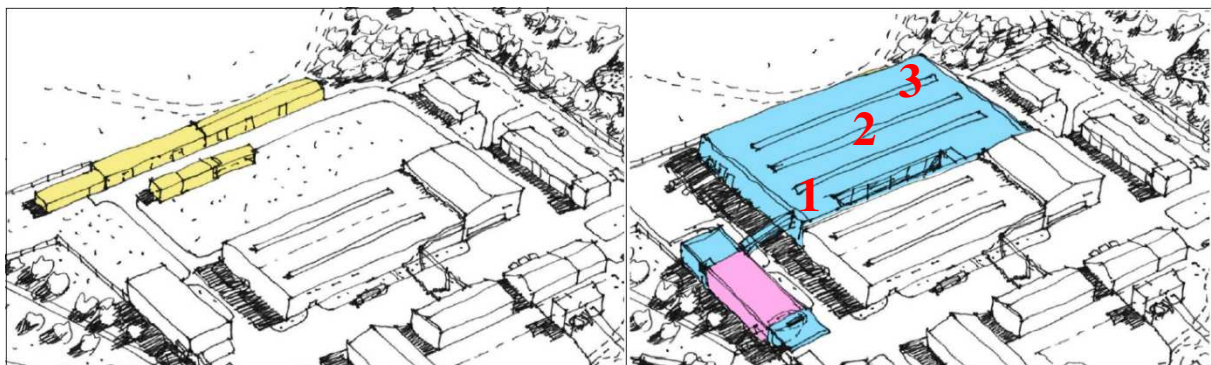
Obrázek 5-6: I-D diagram – materiálové toky do skladu hotové výroby [1]

6 Cíle řešení praktické části

- Vypracováno s použitím [2]

Společnost v kalendářním roce 2016 plánuje odstartovat 1. ze tří celkových etap svého rozvoje, jehož zakončení je plánováno na rok 2022. Celková produkce společnosti po ukončení rozvoje je plánována na přibližně 270 % oproti současnému stavu.

Tato diplomová práce se pak zabývá řešením 1. etapy, v rámci které je v plánu demolice současného skladu hotové výroby a rozšíření stávající výrobní haly o další 3 lodě (délka 100 m, šířka 18 m). Ty budou vybudovány právě v nově vzniklém prostoru po bývalých skladech. Z těchto 3 nových lodí bude loď č. 1 (ta nejbližší současným výrobním prostorům) sloužit pro umístění nových a přesunutých montážních pracovišť a zbylé dvě lodi budou sloužit pro skladování vstupních surovin a hotové výroby.



Obrázek 6-1: Schéma 1. etapy rozvoje společnosti [2]

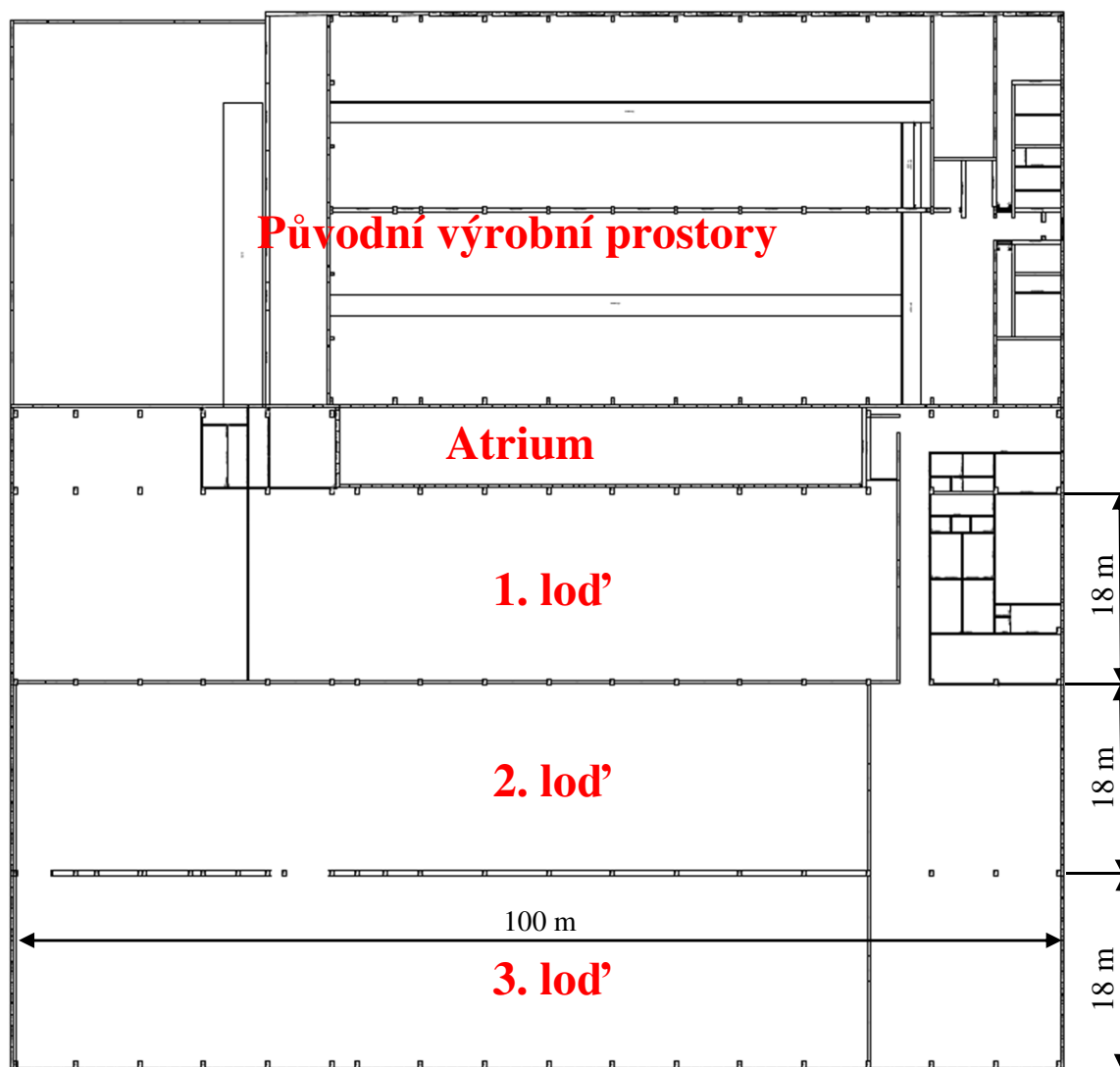
Cíle projektu byly následující:

- návrh prostorového uspořádání montážních technologií (1. loď),
- návrh skladu vstupních surovin pro cca 1 000 paletových míst, přičemž různé suroviny jsou dodávány na různě velkých paletách (2. či 3. loď),
- návrh skladu hotové výroby pro cca 4 500 paletových míst, přičemž hotová výroba je skladována na EU paletách o celkové výšce 1 800 mm či 2 200 mm v přibližném poměru 50:50 (2. či 3. loď),
- rozhodnutí o potřebné výšce nových lodí (1,2,3): Varianty 7;10;10 [m], 7;12;12 [m],
- návrh umístění skladů rozpracované výroby pro celkovou kapacitu 630 EU palet (v rámci všech výrobních objektů),
- návrh skladovací techniky v nových skladech.

7 Návrhy prostorového uspořádání

- Vypracováno s použitím [2], [35]

Veškeré návrhy prostorového uspořádání probíhaly za pomoci softwarového nástroje *visTABLE@touch* a to tak, že na základě dodaného výkresu byl vytvořen 3D model stávající i nové výrobní haly v měřítku 1:1. Do tohoto modelu pak byla jednotlivá pracoviště vkládána ve skutečné velikosti pomocí barevně odlišených ploch. Při návrhu skladovacích ploch pak bylo využito vkládání 3D modelů použitých zařízení.



Obrázek 7-1: Půdorys vytvořeného 3D modelu [1]

7.1 Prostorové uspořádání pracovišť v 1. lodi

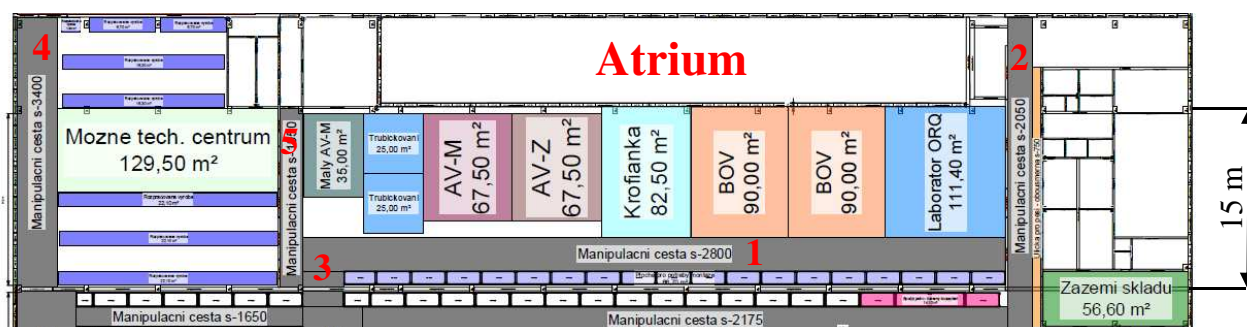
Při návrhu prostorového uspořádání v 1. lodi bylo vycházeno z předpokládaných plošných nároků jednotlivých pracovišť, jež mají být v nové hale umístěny. Tato data byla dodána společností, avšak nároky na plochu bylo nutno při tvorbě návrhu dále optimalizovat. Důvodem optimalizace bylo zajištění maximálního plošného využití prostoru při zachování snadného přístupu k pracovištím z hlediska materiálové obslužnosti.

Vstupní data byla následující:

Pracoviště	Předpokládané prostorové nároky [m]
Laboratoř kvality (ORQ)	11 x 7,5 = 82,5 m ²
Montáž aerosolového ventilu muž (malý)	7 x 5 = 35 m ²
Montáž aerosolového ventilu muž	9 x 7,5 = 67,5 m ²
2 x Pracoviště nasazování trubičky	5 x 5 = 25 m ²
Montáž aerosolového ventilu žena	9 x 7,5 = 67,5 m ²
Pracoviště „Krofiánka“	11 x 7,5 = 82,5 m ²
2 x Montáž BOV (1 stroj nový, 2 přesunutý)	9 x 10 = 90 m ²
Technologické centrum	Nebylo zadáno

Tabulka 7-1: Vstupní data pro návrh prostorového uspořádání v 1. lodi [2]

Během konzultace s architekty, kteří halu navrhovali, bylo v průběhu řešení dohodnuto, že tato 1. loď bude z původní plánované šíře 18 m zúžena na 15 m, přičemž ostatní dvě nové lodě budou shodně rozšířeny o 1,5 m. Díky tomu bude u těchto lodí navýšena kapacita z hlediska skladových míst.



Obrázek 7-2: Návrh prostorového uspořádání v 1. lodi [1]

Cílem návrhu bylo co nejvíce zjednodušit materiálovou obslužnost jednotlivých pracovišť. Z toho důvodu bylo rozhodnuto pro umístění všech pracovišť shodně podél zdi, která sousedí s atriem, jež má být vybudováno mezi současnými a novými výrobními prostory (Pozn.: Jeho zrušení ve prospěch výrobních prostor se nepodařilo vyjednat). K jejich zásobování pak bude sloužit podélná ulička o šíři 2 800 mm (1), která svojí šířkou dle normy ČSN 26 9010 odpovídá jednosměrnému provozu s dostatečnou rezervou, a která se na obou svých koncích napojuje na příčné zásobovací komunikace mířící do a ze skladů (2, 3). Do návrhu byla dále zanesena ulička (4), která přímo spojuje současný sklad hotové výroby a sklady nově postavené. Ta svojí šířkou 3 400 mm podle téže normy odpovídá provozu dvousměrnému a primárně bude sloužit pro převoz hotové výroby ze současných výrobních prostor (výrobna plastů, montáž) do nového skladu. Pro zásobování současných výrobních prostor pak bude sloužit ulička (2), která svojí šířkou 2 050 mm odpovídá pouze jednosměrnému provozu. Dle dohody s architekty ji však kdykoliv v budoucnu lze rozšířit na uličku dvousměrnou a to na úkor zmenšení atria a laboratoře kvality.

Do zbylého prostoru v této lodi bylo na podnět společnosti zavedeno tzv. technologické centrum, pro jehož materiálovou obslužnost bude sloužit jednosměrná ulička (5) o šířce 1 950 mm. Jeho plošná výměra pak bude přibližně 130 m².

Zbylý prostor (v návrhu modře podbarvený) byl maximálně využit pro uložení rozpracované výroby, které se bude věnovat jedna z následujících kapitol.

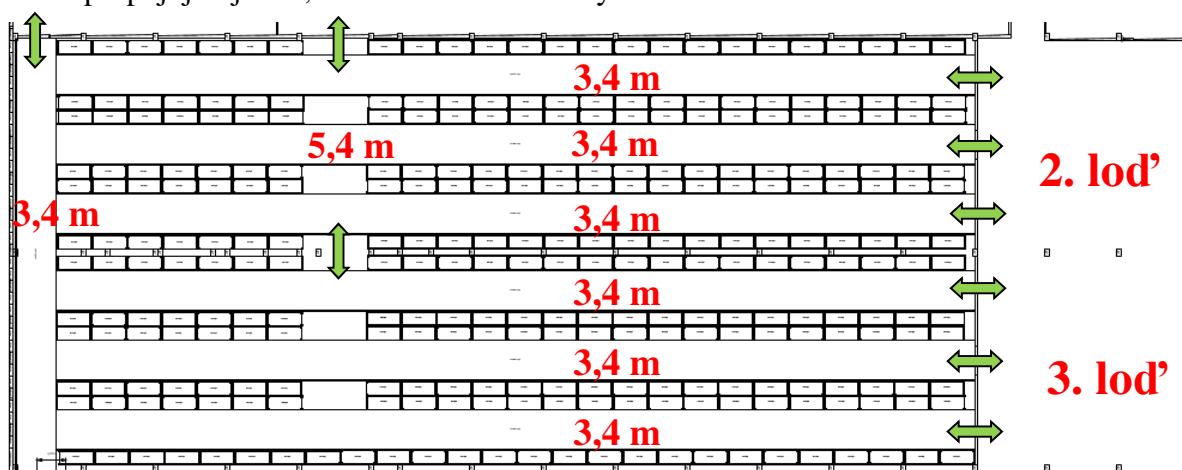
7.2 Průběžné návrhy skladovacích prostor ve 2. a 3. lodi

Při tvorbě všech průběžných návrhů skladovacích prostor byly uvažovány rozměry nových lodí shodně $100\text{ m} \times 18\text{ m}$ (d x š). K dohodě o změně šířky 1. lodi na 15 m a 2. a 3. lodi na $19,5\text{ m}$, z čimž je operováno v předchozí kapitole, totiž došlo až po vytvoření a představení těchto průběžných návrhů ve společnosti. Dále byly při tvorbě průběžných návrhů uvažovány jiné výškové varianty lodí, než se vyskytly v oficiálním zadání praktické části ($7;10;10\text{ m}$ a $7;12;12\text{ m}$). Společnost totiž původně uvažovala výstavbu lodí o výškách $10;10;10\text{ m}$ a $10;10;16\text{ m}$.

7.2.1 Průběžný návrh 1

Průběžný návrh 1 vycházel z předpokladu, že jak pro uložení vstupních surovin, tak pro uložení výroby hotové budou využity standardní paletové regály o rozměrech $2\ 940 \times 1\ 200 \times 4\ 400\text{ mm}$ (d x š x v). K manipulaci se surovinami pak byl uvažován tzv. flexibilní retrak (konkrétní typ nebyl znám).

Při tvorbě návrhu bylo stěžejní částí určení potřebné šířky uliček tak, aby manipulace za pomoci flexibilního retraku byla vůbec realizovatelná a samozřejmě také bezpečná. Tuto šířku lze orientačně dopočítat dle vzorců uvedených v normě ČSN 26 9010, avšak v praxi je lepší tento parametr brát z technologických dokumentací výrobců jednotlivých manipulačních zařízení. Pro běžné flexibilní retraky se pak požadovaná šířka uliček nejčastěji uvádí okolo $2\ 800\text{ mm}$, pro retraky větší a výkonnější ještě o něco více. Na návrh šířky uliček měl ovšem vliv i další faktor a tím byla celková filosofie uspořádání paletových regálů v prostoru tak, aby došlo k jeho maximálnímu využití. Z tohoto hlediska se během tvorby návrhu nejlépe jevílo podélné uspořádání paletových regálů jak v lodi 2, tak i 3, avšak i při něm byl potenciální prostor využit jen přibližně z 32 %. Po rovnoměrném rozmístění regálů v prostoru vyšla šířka všech uliček nakonec $3\ 400\text{ mm}$, což vyhovuje z hlediska plánované přepravy i bezpečnosti. Pouze příčná ulička propojující jak 3., tak i 2. loď s 1. lodí byla navržena na šířku $5\ 400\text{ mm}$.



Obrázek 7-3: Výkres průběžného návrhu 1 [1]

Pro výpočet kapacit skladovacích míst pro tento návrh bylo uvažováno následující:

- jako sklad vstupních surovin bude primárně sloužit 2. loď a jako sklad hotové výroby 3. loď. Sklad hotové výroby je však možno rozšířit v případě potřeby i do lodi 2,

- jak ve skladu vstupních surovin, tak i ve skladu hotové výroby je uvažováno uložení pouze EU palet,
- využitelná výška pro skladování je o 2 m nižší, než celková výška lodě,
- ve skladu vstupních surovin budou v regálech suroviny skladovány max. ve 4 patrech (včetně přízemí),
- ve skladu hotové výroby budou suroviny skladovány v poměru 50:50 pro rozměry obalových jednotek pro hotové výrobky 1 200 x 800 x 1 800 mm a 1 200 x 800 x 2 200 mm.

Výsledné kapacity pak uvádí následující tabulka:

Kapacitní propočty návrhu 1				
Varianta	Lod' 2 (EU palety)	Lod' 3 (EU palety)	Současná expedice (EU palety)	Nakládka na kamiony (EU palety)
2. lod' 10m (4 patra) 3. lod' 10m (50:50 – 3 a 4 patra)	1 728	1 533	1 000	100
2. lod' 10m (4 patra) 3. lod' 12m (50:50 – 4 a 5 pater)	1 728	1 971	1 000	100
2. lod' 10m (4 patra) 3. lod' 14m (50:50 – 5 a 6 pater)	1 728	2 400	1 000	100
2. lod' 10m (4 patra) 3. lod' 16m (50:50 – 6 a 7 pater)	1 728	2 850	1000	100

Tabulka 7-2: Kapacitní propočty průběžného návrhu 1 [1]

Výhody tohoto návrhu:

- okamžitý přístup ke každé paletové pozici,
- oproti ostatním průběžným a finálním návrhům nejnižší pořizovací náklady na techniku, kdy jedno paletové místo ve standardních paletových regálech vychází na přibližně 700 Kč.

Nevýhody tohoto návrhu

- návrh neuvažuje skladování vstupních surovin na paletách o nestandardních rozměrech (v době tvorby návrhu nebylo zadáno),
- nedostatečný počet paletových míst pro sklad hotové výroby (3 578 EU palet z požadovaných 4 500) a to i v případě výšky 3. lodi 16 m,
- malé využití plochy skladů regály (cca 32%),
- velký výškový rozdíl mezi 2. a 3. lodí,
- vzhledem k použití flexibilního retraku velké nároky na šířku uliček – min. 2 800 mm,
- flexibilní retrak lze běžně použít jen přibližně do výšky 10 m.



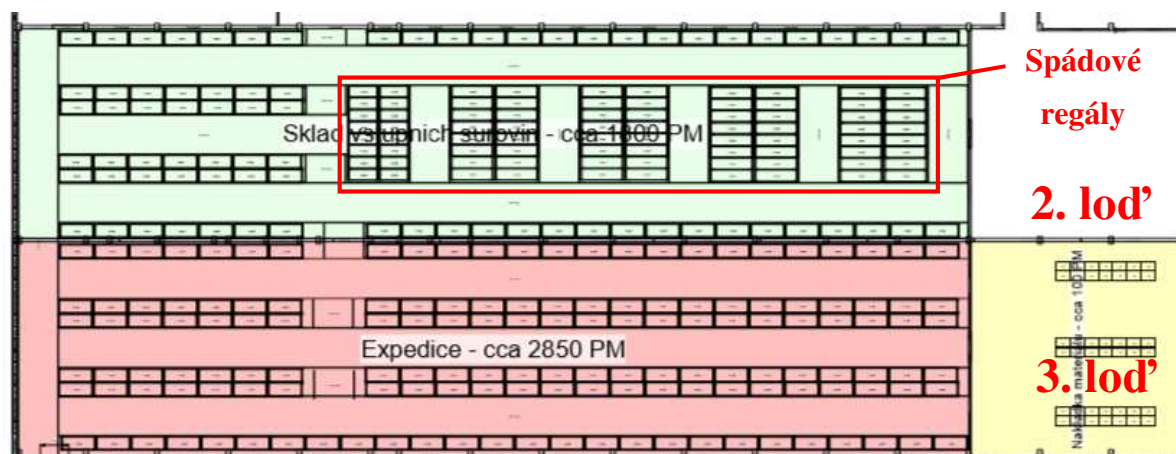
Obrázek 7-4: Standardní paletový regál a flexibilní retrak [33], [34]

7.2.2 Průběžný návrh 2

Návrh 2 obdobně jako návrh 1 uvažoval ve skladu hotové výroby použití standardních paletových regálů. Jako manipulační prostředek byl opět uvažován flexibilní retrak, čemuž odpovídaly navržené šířky uliček (3 400 mm, viz předchozí kapitola). Změna však nastala v 2. lodi, čili ve skladu vstupních surovin, kde byla část standardních paletových regálů nahrazena regály spádovými. Spádové regály mají oproti standardním paletovým regálům vyšší koeficient využití plochy a také jsou vhodné pro skladování metodou FIFO, kdy z jedné strany jsou do regálu obalové jednotky zaváženy a z druhé odebírány, přičemž jsou díky sklonu regálu schopny se samovolně posouvat nejčastěji třením či po rotačních segmentech (např. válečky). Velkou nevýhodou spádových regálů je ovšem cena za 1 paletové místo. Oproti standardním paletovým regálům, kde se cena jednoho paletového místa pohybuje okolo 700 Kč, je u tohoto regálu jedno paletové místo oceněno na cca 5 000 Kč – 7 000 Kč. Kapacitní propočty byly provedeny jen pro výškovou variantu 10;10;16 m a jsou reprezentovány následující tabulkou:

Kapacitní propočty návrhu 2				
Varianta	Vstupní suroviny (EU paletová místa)	Nové SHV (EU paletová místa)	Současná expedice (EU paletová místa)	Nakládka na kamiony (EU paletová místa)
2. loď 10m – skluz. reg. 3. loď 16m (50:50 – 6 a 7 pater)	1 800	2 850	1 000	100

Tabulka 7-3: Kapacitní propočty návrhu 2 [1]



Obrázek 7-5: Výkres průběžného návrhu 2 [1]

Výhody tohoto návrhu:

- navýšena kapacita ve 2. lodi o 72 EU paletových míst,
- navýšeno plošné využití ve 2. lodi cca na 34 %.

Nevýhody tohoto návrhu

- návrh neuvažuje skladování vstupních surovin na paletách o nestandardních rozměrech (v době tvorby návrhu nebylo zadáno),
- nedostatečný počet paletových míst pro sklad hotové výroby (3578 EU palet z požadovaných 4500) a to i v případě výšky 3. lodi 16 m,
- i přes zvýšení oproti návrhu 1 je plošné využití ve 2. lodi relativně malé (34 %),
- velký výškový rozdíl mezi 2. a 3. lodí,
- velké nároky na šířku uliček – min 2 800 mm,
- flexibilní retrak lze běžně použít přibližně do výšky 10 m,
- cena za jedno paletové místo se pohybuje v rozmezí 5 000 – 7 000 Kč,
- spádové regály jsou nepřilíš vhodná technologie pro skladování surovin na dřevěných paletách. Při jakémkoliv defektu palety totiž vzniká reálné riziko vzpříčení manipulační jednotky v regálu a jedinou možností pak je její uvolnění za pomoci lidské síly.



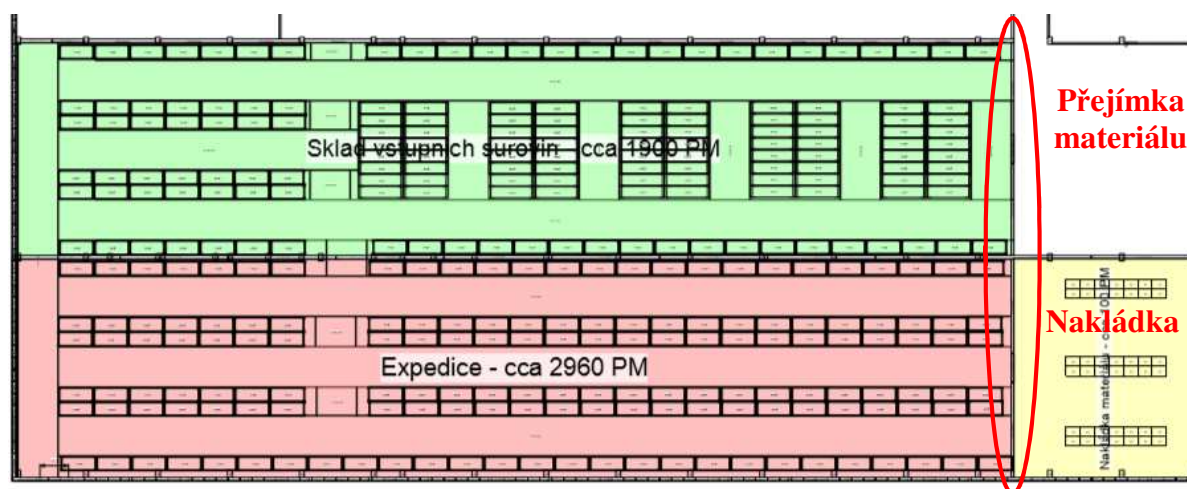
Obrázek 7-6: Příklad spádového regálu [36]

7.2.3 Průběžný návrh 3

Průběžný návrh se oproti návrhu 2 lišil pouze drobně a to posunutím příčky (nakonec bylo ujednáno její zrušení, čili v dalších návrzích s ní již není operováno), která je vyznačena na přiloženém nákresu. Změnu skladových kapacit opět reprezentuje následující tabulka.

Kapacitní propočty návrhu 3				
Varianta	Vstupní suroviny (paletová místa)	Nové SHV (paletová místa)	Současná expedice (paletová místa)	Nakládka na kamiony (paletová místa)
2. loď 10m – skluz. reg. 3. loď 16m (50:50 – 3 a 4 patra)	1 900	2 960	1 000	100

Tabulka 7-4: Kapacitní propočty návrhu 3 [1]



Obrázek 7-7: Výkres průběžného návrhu 3 [1]

Výhody a nevýhody tohoto návrhu jsou totožné s návrhem předchozím. Byla pouze mírně navýšena kapacita skladovacích míst, která je však i přesto nedostačující – pro sklad hotové výroby by bylo k dispozici 3 860 paletových míst z požadovaných 4 500.

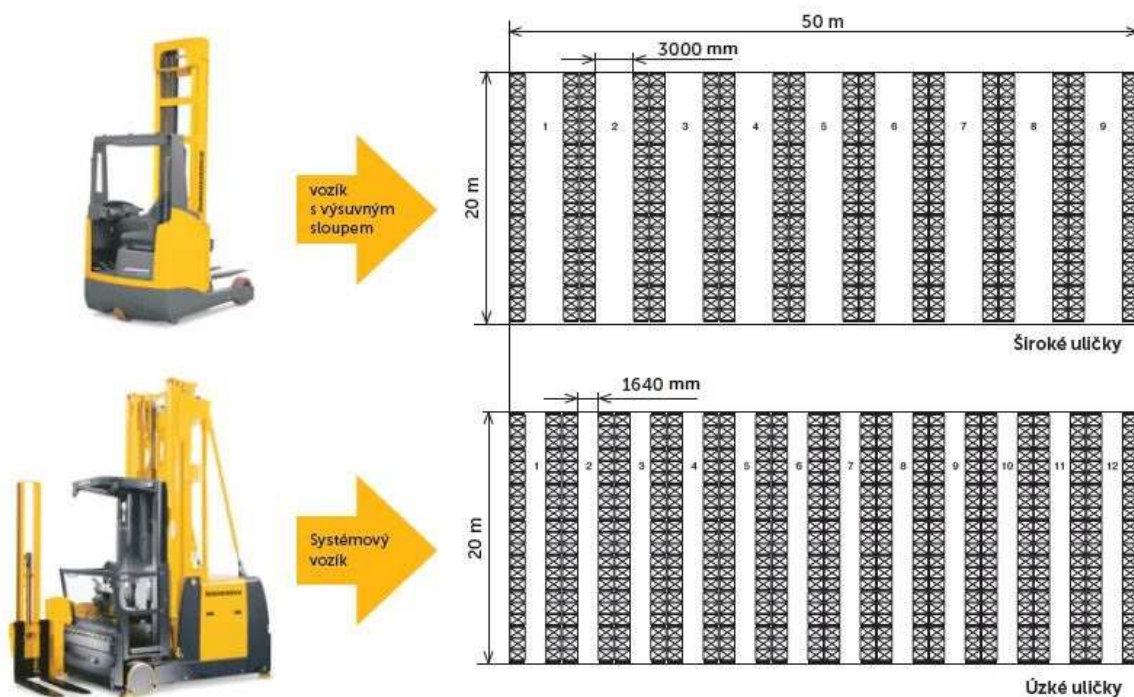
7.3 Finální návrh uspořádání

V tomto návrhu je již pracováno s finálními výškovými variantami lodí 7;10;10 m a 7;12;12 m. Ostatní výškové varianty byly společností nakonec zamítnuty.

Nejvýraznější změnou byla změna šířky jednotlivých lodí, která je již zmíněna v kapitole věnující se návrhu prostorového uspořádání v 1. lodi. Dále bylo v tomto návrhu uvažováno již zmíněné zrušení příčky mezi plochou skladovací a plochami pro přejímku a nakládku. Posledními změnami pak byla změna způsobu skladování vstupních surovin a nahrazení flexibilního retraku tzv. systémovým vozíkem.

7.3.1 Systémový vozík

Jako „systémové vozíky“ je označována skupina specifických výkonných základacích a vychystávacích vozíků. Největším rozdílem oproti flexibilním retrakům jsou mnohem menší nároky na šířku uliček mezi regály, díky čemuž dojde ke zvýšení kapacity paletových míst. Tato šířka se podle konkrétního typu systémového vozíku pohybuje přibližně okolo 1 600 mm. Výrobce těchto vozíků, např. firma *Jungheinrich*, na svých webových stránkách uvádí, že při nahrazení flexibilních retraků těmito vozíky při rozměrech skladu 50 m x 20 m a výšce 10 m kapacita paletových míst stoupne o 34 %.



Obrázek 7-8: Porovnání flexibilního retraku a systémového vozíku z hlediska šířky uliček [37]

Dalším výrazným rozdílem je rychlost pojezdu. Díky navádění systémového vozíku pomocí indukce (pomalejší pohyb oproti kolejím, ale flexibilnější s možností využití více drah) či po kolejích (rychlejší pohyb oproti indukci, dražší, problematický pojezd mezi jednotlivými liniemi regálů) je možno dosáhnout mnohem vyšší pojezdové rychlosti, navíc se zvýšením manipulační bezpečnosti. Eliminovány jsou totiž jakékoliv člověkem zaviněné kolize mezi vozíkem a regály. Systémový vozík také zaručuje menší vzdálenost mezi obsluhou a manipulovaným materiálem (vede k rychlejší a bezpečnější nakládce a vykládce) a schopnost současného pohybu v ose X a Y (\leftrightarrow ; \updownarrow).

Za nevýhodu pak lze bezesporu označit pořizovací cenu, která se dle konkrétního dodavatele a typu vozíku pohybuje v rozmezí 1 200 000 Kč – 2 000 000 Kč. Flexibilní retrak pak lze pořídit v rozmezí 500 000 Kč – 1 000 000 Kč. Další nevýhodou pak může být nutnost stavebního zásahu do skladu, jelikož je nutné pro pohyb vozíku zajistit buď výstavbu kolejí či instalaci indukční smyčky.

Společnosti bylo doporučeno použití vozíku Jungheinrich ETX 515, kterému v případě verze s teleskopickými vidlicemi stačí šířka uliček dokonce 1 400 mm v případě kolejové varianty a 1 450 mm v případě indukční varianty (společnosti doporučená). Technické specifikace tohoto vozíku jsou součástí přílohy této diplomové práce pod názvem: *ETX515_specifikace.pdf*.

7.3.2 Skladování vstupních surovin

Společnosti bylo po konzultaci autora této diplomové práce s několika dodavateli skladovací techniky pro uskladnění vstupních surovin doporučeno použití tzv. systému Orbiter.

Orbiter je ve své podstatě zakládací robot, který je schopen zaskladňovat palety z kraje regálového systému na vzdálenější pozice, nebo je naopak ze vzdálenějších pozic vyskladňovat na kraj regálů. Funguje plně automaticky a po provedení přeskladnění jej lze jednoduše přesunout systémovým vozíkem do jiné zakládací linie.

Největší rozdíl mezi skluzovým regálem a zakládacím systémem Orbiter je v ceně. Zatímco jedno paletové místo ve skluzovém regálu je oceněno přibližně na 5 000 Kč – 7 000 Kč, u systému Orbiter jen na 2 640 Kč (1 zakládací robot) či 3 180 Kč (2 zakládací roboty). Ve vzájemném porovnání však mají oba systémy totožný koeficient využití, čili vejde se do něj stejný počet obalových jednotek.

Velkou výhodou Orbiteru oproti skluzovému regálu je také menší riziko potenciálního vzniku poruch při zaskladňování či vyskladňování palet. Vzhledem k tomu, že ve skluzovém regálu k pohybu palet v regálu dochází mechanicky (tření, valení po válečcích atd.), ke vzniku poruchy postačí i minimální defekt na paletě, která se v regálu tzv. zasekne a musí být lidskou silou uvolněna. Toto riziko je u Orbiteru eliminováno.



Obrázek 7-9: Zakládací robot systému Orbiter [38]

Pro lepší názornost je součástí elektronické přílohy této diplomové práce reklamní video, které demonstruje způsob použití tohoto systému: *Reklamni_video_Orbiter.mp4* [39].

Jak bylo uvedeno v předchozích kapitolách, manipulační obaly vstupních surovin byly nejčastěji dřevěné palety o atypických rozměrech. Z toho důvodu bylo ještě nutné provést návrh uspořádání těchto surovin v regálovém systému. Cílem tohoto návrhu bylo maximální využití dostupného prostoru a logické rozložení vstupních surovin z hlediska dobré obslužnosti a bezpečnosti. Následující tabulka představuje vstupní data dodaná společností a sloužící pro tvorbu návrhu.

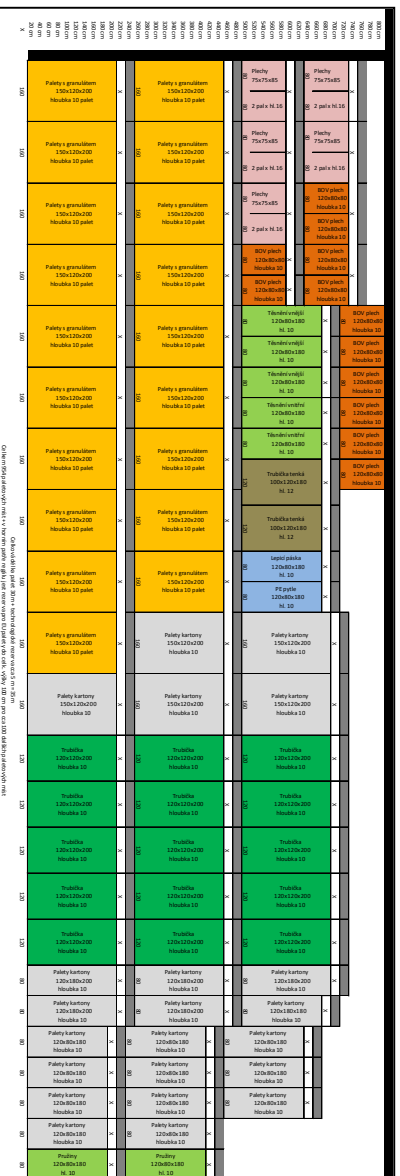
Položka	Rozměry manip. obalů ($d \times š \times v$) [mm]	Min. počet manip. obalů najednou	Max. počet manip. obalů najednou
Granulát	1500 x 1200 x 2000	140	190
Trubička	1200 x 1200 x ?	120	160
Kartony	1200 x 800 x 1800	100	120
Kartony	1200 x 800 x 2000	40	50
Kartony	1200 x 800 x 2000	40	50
Plechý - kryty	750 x 750 x 850	120	160
Těsnění vnější	1200 x 800 x 1800	20	30
Těsnění vnitřní	1200 x 800 x 1800	10	15
Trubička - tenká	1200 x 1000 x 2000	10	15
Pružiny	1200 x 800 x 1800	12	15
Lepicí páska	1200 x 800 x 1500	2	5
PE pytle	1200 x 800 x 1800	3	6
Al fólie	1200 x 800 x 800	100	120

Tabulka 7-5: Vstupní data pro návrh uspořádání vstupních surovin [1]

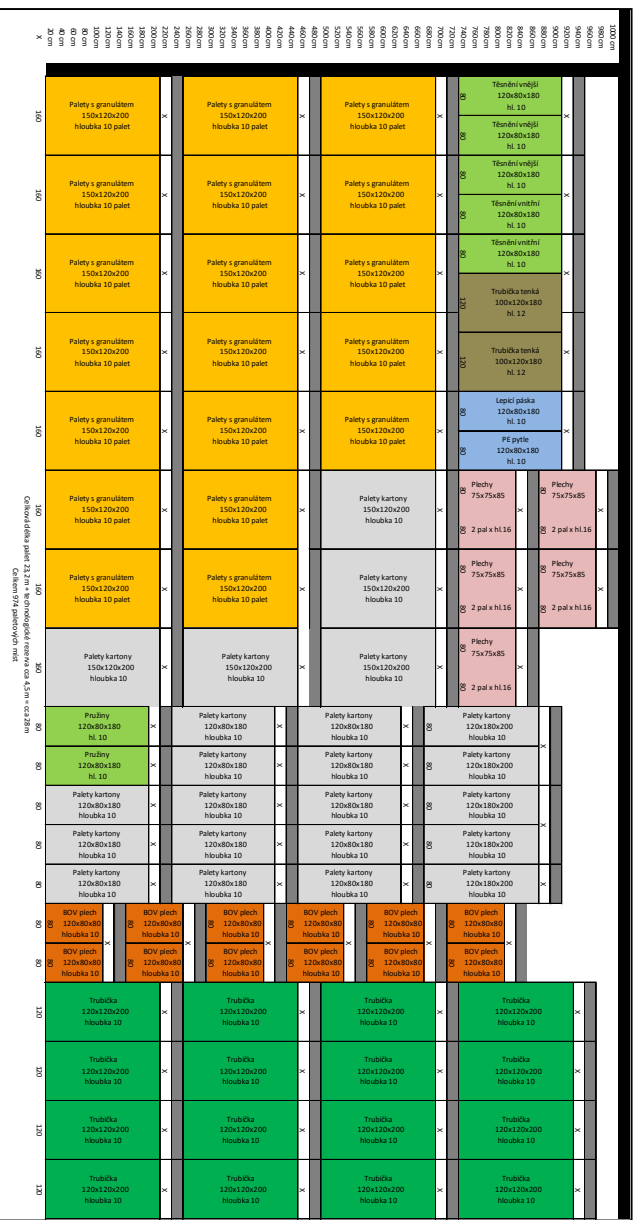
Při návrhu bylo zprvu nutné stanovit vhodnou hloubku systému regálů. Její určení probíhalo v softwaru *visTABLE@touch* tím způsobem, že byl ve 2. lodi vymezen předpokládaný prostor pro jeho umístění a z něj byl následně rozměr odvozen v závislosti na potřebné šíři manipulačních uliček. Tímto způsobem bylo zjištěno, že vhodná hloubka činí 12 m. Následně byly vytvořeny návrhy uspořádání vstupních surovin v tomto systému pro výškovou variantu 2. lodě 10 m a 12 m, přičemž filosofií návrhu bylo umístit těžké suroviny (např. granulát) do nižších pater systému, lehké suroviny (např. těsnění) do pater vyšších a stejně široké palety pokud možno umístit nad sebe. Oba návrhy jsou znázorněny na následujících schématech. Vzhledem k velikosti jsou však nečitelné a z toho důvodu jsou v čitelné formě součástí elektronické přílohy této práce pod názvy:

10m_varianta_regaly.pdf [1]

12m_varianta_regaly.pdf [1]



Obrázek 7-10: Uspořádání vstupních surovin v regálovém systému pro výškovou variantu lodě 10 m [1]

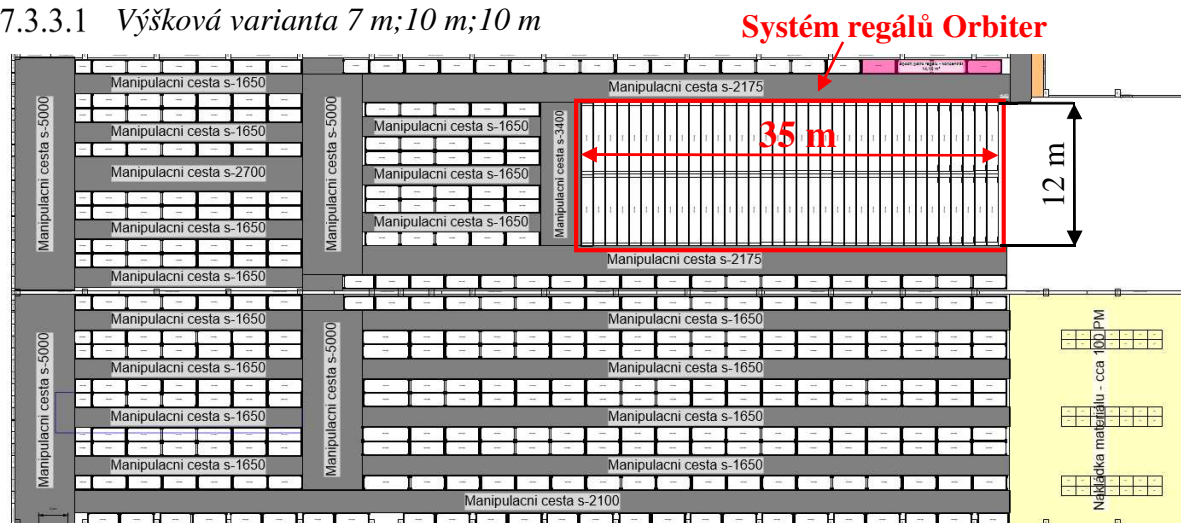


Obrázek 7-11: Uspořádání vstupních surovin v regálovém systému pro výškovou variantu lodě 12 m [1]

Poslední etapou návrhu pak bylo spočtení kapacit skladových míst: Při šířce regálového systému 12 m a výšce 2. lodě 10 m lze uskladnit maximálně 954 obalových jednotek různé velikosti a to při délce systému přibližně 35 m. Pro výšku 2. lodě 12 m pak regálový systém při délce přibližně 28 m pojme 974 obalových jednotek.

7.3.3 Rozbor finálního návrhu uspořádání

7.3.3.1 Výšková varianta 7 m; 10 m; 10 m



Obrázek 7-12: Schéma finálního návrhu v případě výškové varianty 7 m; 10 m; 10 m [1]

Na obrázku nad tímto odstavcem je znázorněno schéma finálního návrhu v případě výšky 2. a 3. loď 10 m. Vzhledem nahrazení flexibilního retraku systémovým vozíkem byly původně navrhované uličky o šířce 3 400 mm nahrazeny uličkami o šířce 1 650 mm. Do této šířky však nebyla zanesena bezpečnostní mezera mezi dvojitými regály, kterou mohou někteří dodavatelé techniky vyžadovat. Tato rezerva se dle praxe nejčastěji pohybuje mezi 50 mm - 100 mm a její zavedení by uličky o daný rozměr ještě zúžilo, avšak vzhledem k nárokům doporučeného typu systémového vozíku na šířku uliček by návrh nebyl jinak ovlivněn.

Ve 2. lodi byla část původně uvažovaných standardních paletových regálů nahrazena systémem regálů Orbiter, jehož rozměry jsou zakótovány ve schématu a princip jeho použití je vysvětlen v předchozí kapitole. Ve zbytku 2. lodi pak byly ponechány standardní paletové regály, stejně tak i v 3. lodi. Novinkou v tomto finálním návrhu jsou 2 příčné uličky o šířce 5 000 mm, které spojují 3. i 2. loď s 1. lodí. Na těchto uličkách budou systémové vozíky přejímat a odkládat jednotlivé obalové jednotky mířící do/ze skladu.

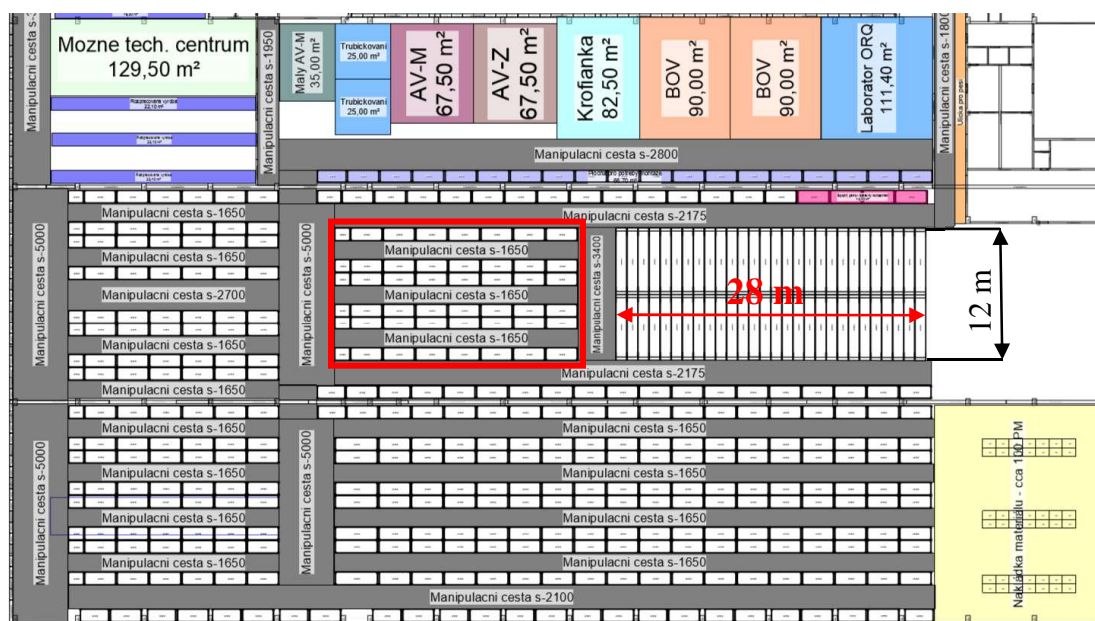
Kapacity míst pro obalové jednotky představuje následující tabulka.

Kapacity manipulačních obalů pro výškovou variantu 7 m; 10 m; 10 m	
2. loď	
Systém regálů Orbiter	954
Standardní paletové regály - 3 patra	1 062
Standardní paletové regály - 4 patra	1 416
Standardní paletové regály - 3 a 4 patra (50:50)	1 239
3. loď	
Standardní paletové regály - 3 patra	1 929
Standardní paletové regály - 4 patra	2 572
Standardní paletové regály - 3 a 4 patra (50:50)	2 250

Tabulka 7-6: Kapacity manipulačních obalů pro výškovou variantu 7 m; 10 m; 10 m [1]

7.3.3.2 Výšková varianta 7 m; 12 m; 12 m

Na následujícím obrázku je znázorněno schéma finálního návrhu v případě výšky 2. a 3. loď 12 m. V půdorysném pohledu je patrná pouze jedna změna a tou je menší délkový rozměr regálového systému Orbiter. Díky tomu bylo možné rozšířit standardní paletové regály vlevo od tohoto systému (na schématu označeno červenou barvou). Díky výšce 12 m také vznikne místo pro další patro v regálech, díky čemuž bude značně rozšířena kapacita míst pro manipulační obaly. Veškeré uličky oproti výškové variantě 10 m zůstaly nezměněny. Plošné využití je přibližně 51 % ve 2. lodi a 47 % ve 3. lodi.

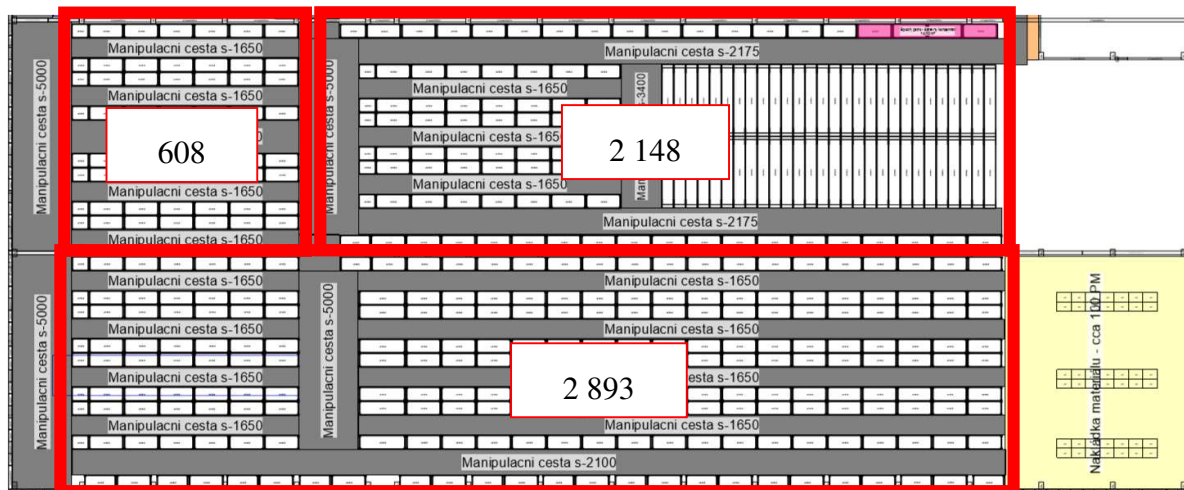


Obrázek 7-13: Schéma finálního návrhu v případě výškové varianty 7 m; 12 m; 12 m [1]

Kapacity míst pro obalové jednotky představuje následující tabulka. Rozložení těchto míst pak zobrazuje obrázek za tabulkou.

Kapacity manipulačních obalů pro výškovou variantu 7 m; 12 m; 12 m	
2. loď	
System regálů Orbiter	974
Standardní paletové regály - 4 patra	1 584
Standardní paletové regály - 5 pater	1 980
Standardní paletové regály - 4 a 5 pater (50:50)	1 782
3. loď	
Standardní paletové regály - 4 patra	2 572
Standardní paletové regály - 5 pater	3 215
Standardní paletové regály - 4 a 5 pater (50:50)	2 893

Tabulka 7-7: Kapacity manipulačních obalů pro výškovou variantu 7 m; 12 m; 12 m [1]



Obrázek 7-14: Rozložení kapacit skladových míst při výškové variantě 7 m; 12 m; 12 m [1]

Na základě výpočtu kapacitních míst byla společnosti doporučena výstavba lodí ve výškových variantách 7 m; 12 m; 12 m. Na žádost společnosti byly dále vytvořeny 3 modifikace tohoto finálního návrhu. U každé modifikace však došlo pouze k drobným změnám, hlavní myšlenka finálního návrhu zůstala nezměněna. Všechny tyto modifikace jsou součástí jak textové, tak i elektronické přílohy této diplomové práce pod názvy:

Finalni_navrh_usporadani.pdf [1]

Finalni_navrh_usporadani_mod_1.pdf [1]

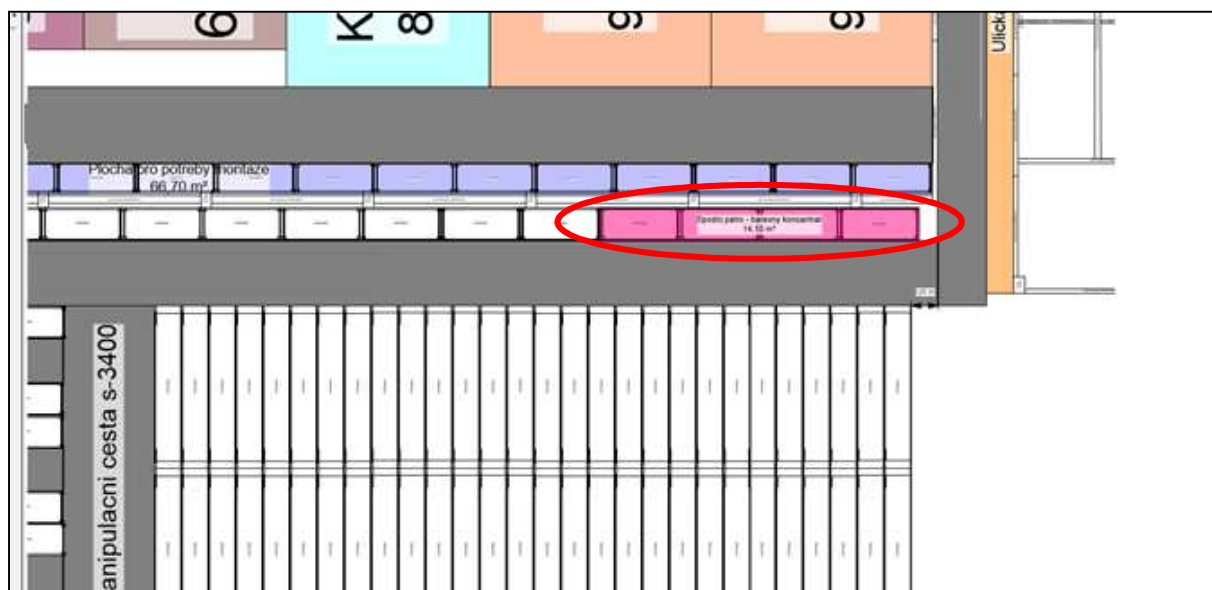
Finalni_navrh_usporadani_mod_2.pdf [1]

Finalni_navrh_usporadani_mod_3.pdf [1]

7.4 Skladování ostatních vstupních surovin

Navrženo bylo také skladování ostatních vstupních surovin, které by nebylo možno skladovat v regálovém systému Orbiter. Jedná se zejména o barevný koncentrát, ale i o PE pytle atd.

Barevný koncentrát bude skladován v přízemním patře standardních paletových regálů mezi 1. a 2. lodí (umístění viz schéma) do speciální přihrádkové konstrukce a to do maximální výšky 1 600 mm. Ostatní nadzemní patra mohou být využita jako standardní paletová. Ostatní vstupní suroviny budou skladovány v totožných regálech, avšak mimo přihrádkovou konstrukci a to do shodné výšky maximálně 1 600 m.



Obrázek 7-15: Místo skladování ostatních vstupních surovin [1]

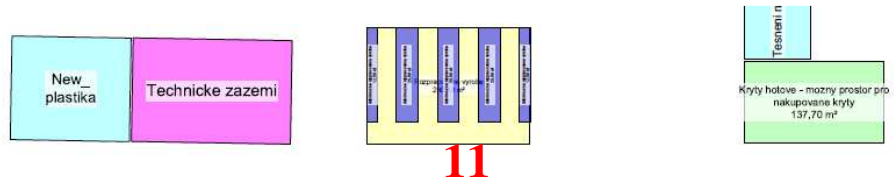
7.5 Uložení rozpracované výroby

Při návrhu uložení rozpracované výroby byly využity jak stávající prostory pro rozpracovanou výrobu, tak i volné plochy v prostorech nově vystavěných. Nejlepší informace o umístění a kapacitách jednotlivých míst pro uložení rozpracované výroby podá následující tabulka a schéma, na kterém jsou všechna místa rozpracované výroby zvýrazněna fialovou barvou.

Rozpracovaná výroba						
č.	Umístění plochy	Plocha v m ²	Počet PM při dodržení filosofie volného přístupu ke každé z nich	Poznámka	Počet PM při nedodržení filosofie volného přístupu ke každé z nich	Při uložení ve dvou vrstvách (v kombinaci s filosofii volného přístupu + změny manipulační techniky)
1	Mezisklad napravo od plastiky	76,3	40	Odměřeno na místě	52	80
2	Ulička naproti montáži	36,8	30	Odměřeno na místě	39	60
3	Ulička mezi montážemi	35,6	35	Odměřeno na místě - v souč. době 2 řady, doporučujeme 1 (brána ve výpočtu)	46	70
4	Mezisklad pod mistrovnu plastiky	9,8 + 22,3	33	Odečteno z 3D modelu	43	66
5	Rozpracovaná výroba u souč. SHV	10,2	10	Odečteno z 3D modelu	13	20
6	Mezisklad pod mistrovnu montáže	27,9	29	Odečteno z 3D modelu	38	58
7	Místo plánované laboratoře	66,3	69	Odečteno z 3D, možno navýšit cca na 140 při využití pal. regálů a spec. techniky	90	138
8	Ulička naproti nové montáži	66,7	57	Odečteno z 3D, možno zvýšit cca na 115 při využití pal. Regálů a spec. Techniky	74	114
9	Prostor vedle možného tech. centra	47,9	50	Odečteno z 3D, možno zvýšit na cca 100 při využití pal. Regálů a spec. techniky	65	100
10	Část současného SHV	69,7	126	Odečteno z 3D, Sníží uvažovanou celkovou kapacitu SHV o 126 - 162 PM	136	162
11	Bývalý mezisklad BOV	100	104	Odečteno z 3D, Možno navýšit cca na 200 při využití pal. regálů a spec. techniky	135	208
Suma celkem		537,4	583	X	730	1076

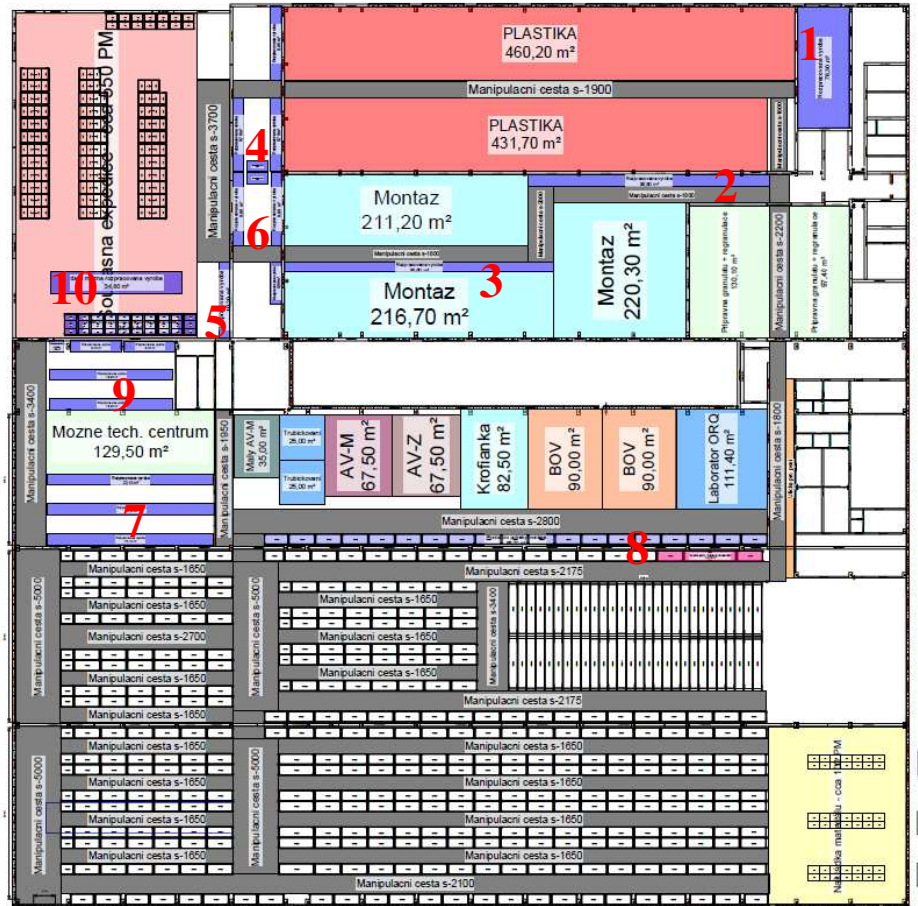
Tabulka 7-8: Místa uložení rozpracované výroby [1]

Podle provedených kapacitních propočtů je při dodržení podmínek, které jsou stanoveny v tabulce výše, teoreticky možno uskladnit až 1 076 standardních EU palet s rozpracovanou výrobou. Požadavek společnosti na 600 paletových míst tak byl nejen splněn, ale i výrazně předimenzován.



11

Soucasna expedice - cca az 500 PM



Obrázek 7-16: Uložení rozpracované výroby [1]

8 Zpřesňování variant návrhů a kalkulace finálního návrhu

- Vypracováno s použitím [35]

Ačkoliv společnost nevyžadovala v rámci řešení praktické části vytvoření kalkulace nákladů, diplomová práce je o částečnou kalkulaci přesto doplněna.

Při její tvorbě byly uvažovány pouze položky, se kterými je operováno v návrzích, čili s manipulační a skladovací technikou. Ostatní položky, jako jsou náklady spojené s výstavbou nových lodí, náklady na pořízení nových technologií či náklady na přesunutí technologií stávajících, uvažovány nebyly. V době řešení praktické části této diplomové práce tyto náklady totiž nebyly známy ani společnosti. Pro vyčíslení nákladů bude použita následující rovnice:

$$CN = NM + NS + NRV + ON$$

CN – Celkové pořizovací náklady

NM – Náklady na pořízení manipulační techniky

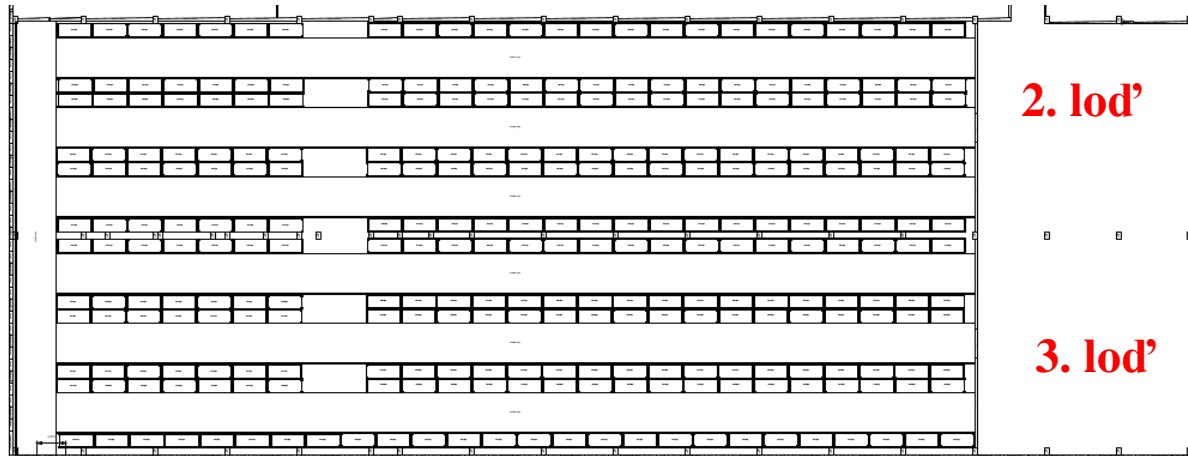
NS – Náklady na pořízení skladovací techniky ve skladu vstupních a výstupních surovin

NRV – Náklady na pořízení skladovací techniky pro rozpracovanou výrobu

ON – Případné ostatní náklady

8.1 Průběžný návrh 1

- Uvažována výšková varianta s největší kapacitou skladovacích míst (10m; 10m; 16m).
- Jak ve 2., tak i 3. lodi uvažovány pouze standardní paletové regály.



Obrázek 8-1: Průběžný návrh 1

Pořizovací náklady manipulační techniky:

- Předpokládaná pořizovací cena flexibilního retraku – 850 000 Kč
- Uvažovaný počet vozíků – 2

Pořizovací náklady skladovací techniky ve skladu vstupních a výstupních surovin:

- Náklady na jedno EU paletové místo ve standardním paletovém regálu – 700 Kč
- Počet paletových míst ve standardních paletových regálech – 1 728 v 2. lodi, 2850 v 3. lodi

Pořizovací náklady skladovací techniky pro rozpracovanou výrobu:

- Náklady na jedno EU paletové místo ve standardním paletovém regálu – 700 Kč
- Počet paletových míst ve standardních paletových regálech – 114 (viz 8 v *tabulce 7-8*) + 208 (viz 11 v *tabulce 7-8*). Ostatní rozpracovaná výroba bude skladována volně.

Celkové pořizovací náklady varianty:

$$CN = NM + NS + NRV + ON = 2 * 850\,000 + (1\,728 + 2\,850) * 700 + (114 + 208) * 700 = 5\,130\,000 \text{ Kč}$$

Analýza splnění požadavků zadání projektu:

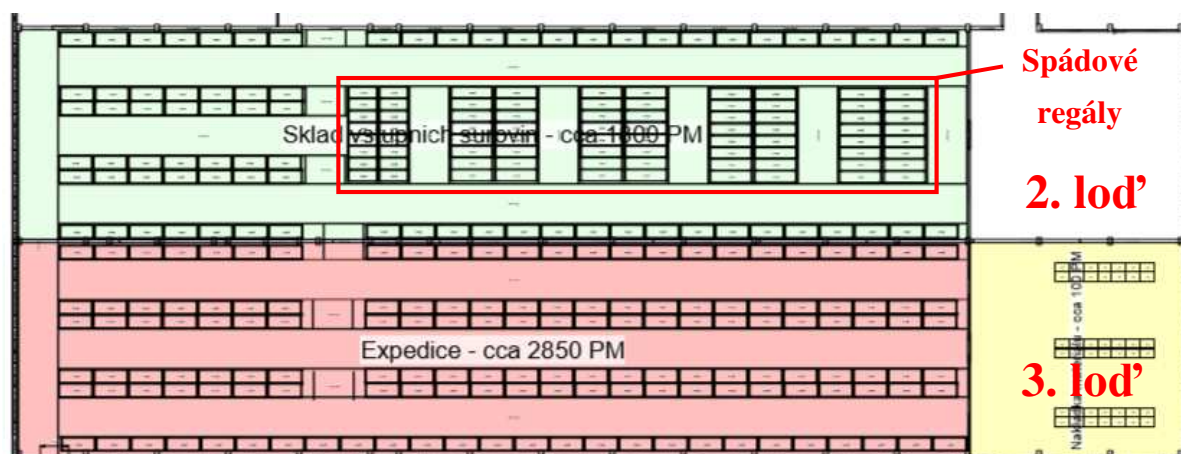
Vstupní požadavky na projekt	Splnění požadavků
1 000 paletových míst pro vstupní suroviny, 4 500 míst pro hotovou výrobu	NE (Celkem k dispozici jen 4 578 palet. míst)
Uložení rozpracované výroby v počtu 630 paletových míst	ANO (Uvažováno řešení viz kapitola 7.5)
Uvažovány obalové jednotky různých rozměrů	NE (Požadavek vznikl až v průběhu řešení projektu)
Návrh skladovací a manipulační techniky	ANO

Tabulka 8-1: Analýza splnění vstupních požadavků

Tento návrh nesplňoval vstupní požadavky kladené na projekt, a proto bylo nutné přistoupit ke zpřesnění prostřednictvím **průběžného návrhu 2**.

8.2 Průběžný návrh 2

- Uvažována výšková varianta s největší kapacitou skladovacích míst (10m; 10m; 16m).
- Ve 2. loďi je pro uložení vstupních surovin uvažováno použití spádových regálů. Zbýlý prostor ve 2. loďi a celá 3. loď budou zaplněny standardními paletovými regály.



Obrázek 8-2: Průběžný návrh 2

Pořizovací náklady manipulační techniky:

- Předpokládaná pořizovací cena flexibilního retraku – 850 000 Kč
- Uvažovaný počet vozíků – 2

Pořizovací náklady skladovací techniky ve skladu vstupních a výstupních surovin:

- Náklady na jedno EU paletové místo ve standardním paletovém regálu – 700 Kč
- Počet paletových míst ve standardních paletových regálech – 904 v 2. lodi, 2 850 v 3. lodi
- Náklady na jedno EU paletové místo ve skluzovém regálu – 6 000 Kč
- Počet paletových míst ve skluzových regálech – 896 v 2. lodi

Pořizovací náklady skladovací techniky pro rozpracovanou výrobu:

- Náklady na jedno EU paletové místo ve standardním paletovém regálu – 700 Kč
- Počet paletových míst ve standardních paletových regálech – 114 (viz 8 v *tabulce 7-8*) + 208 (viz 11 v *tabulce 7-8*). Ostatní rozpracovaná výroba bude skladována volně.

Celkové pořizovací náklady varianty:

$$CN = NM + NS + NRV + ON = 2 * 850\,000 + (904 + 2\,850) * 700 + 896 * 6\,000 + (114 + 208) * 700 = \\ = 9\,929\,200 \text{ Kč}$$

Analýza splnění požadavků zadání projektu:

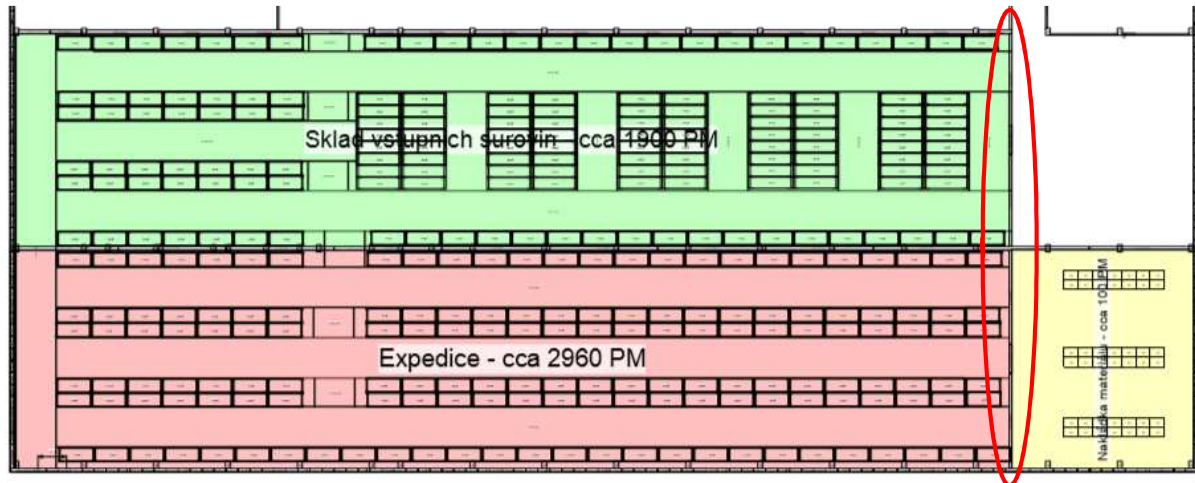
Vstupní požadavky na projekt	Splnění požadavků
1 000 paletových míst pro vstupní suroviny, 4 500 míst pro hotovou výrobu	NE (Celkem k dispozici jen 4 650 palet. míst)
Uložení rozpracované výroby v počtu 630 paletových míst	ANO (Uvažováno řešení viz kapitola 7.5)
Uvažovány obalové jednotky různých rozměrů	NE (Požadavek vznikl až v průběhu řešení projektu)
Návrh skladovací a manipulační techniky	ANO

Tabulka 8-2: Analýza splnění vstupních požadavků

Tento návrh nesplňoval vstupní požadavky kladené na projekt, a proto bylo nutné přistoupit ke zpřesnění prostřednictvím **průběžného návrhu 3**.

8.3 Průběžný návrh 3

- Uvažována výšková varianta s největší kapacitou skladovacích míst (10m; 10m; 16m).
- Od průběžného návrhu 2 se liší pouze dohodnutým posunutím příčky (viz schéma).



Obrázek 8-3: Průběžný návrh 3

Pořizovací náklady manipulační techniky:

- Předpokládaná pořizovací cena flexibilního retraku – 850 000 Kč
- Uvažovaný počet vozíků – 2

Pořizovací náklady skladovací techniky ve skladu vstupních a výstupních surovin:

- Náklady na jedno EU paletové místo ve standardním paletovém regálu – 700 Kč
- Počet paletových míst ve standardních paletových regálech – 940 v 2. lodi, 2 960 v 3. lodi
- Náklady na jedno EU paletové místo v systému Orbit – 6 000 Kč
- Počet paletových míst ve skluzových regálech – 960 v 2. lodi

Pořizovací náklady skladovací techniky pro rozpracovanou výrobu:

- Náklady na jedno EU paletové místo ve standardním paletovém regálu – 700 Kč
- Počet paletových míst ve standardních paletových regálech – 114 (viz 8 v tabulce 7-8) + 208 (viz 11 v tabulce 7-8). Ostatní rozpracovaná výroba bude skladována volně.

Celkové pořizovací náklady varianty:

$$CN = NM + NS + NRV + ON = 2 * 850\ 000 + (940 + 2960) * 700 + 960 * 6000 + (114 + 208) * 700 = 10\ 415\ 400\ \text{Kč}$$

Analýza splnění požadavků zadání projektu:

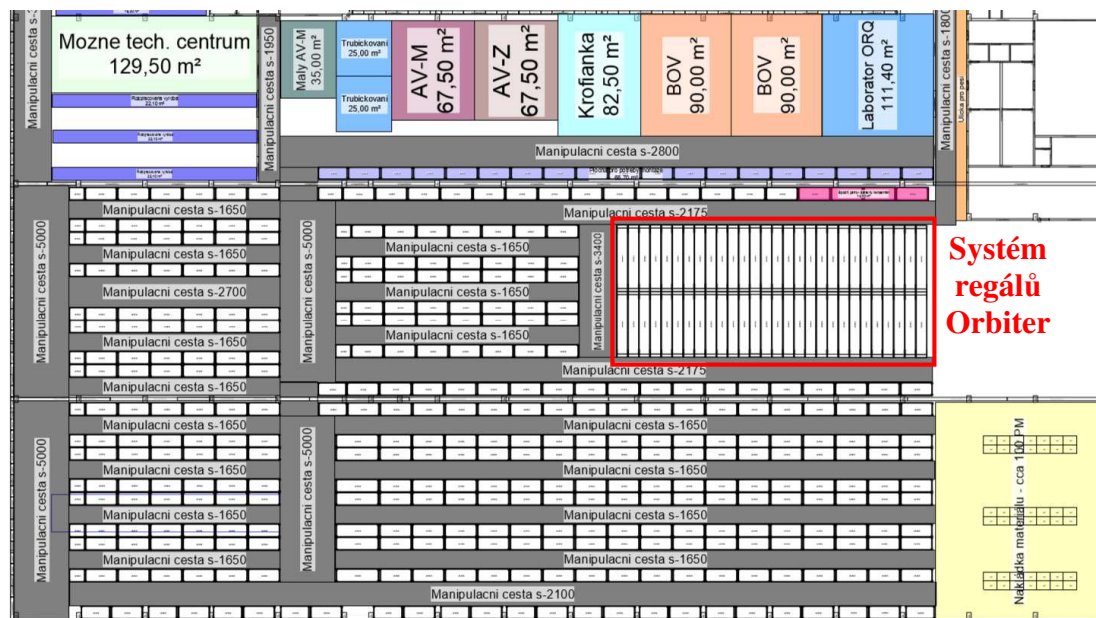
Vstupní požadavky na projekt	Splnění požadavků
1 000 paletových míst pro vstupní suroviny, 4 500 míst pro hotovou výrobu	NE (Celkem k dispozici jen 4 860 palet. míst)
Uložení rozpracované výroby v počtu 630 paletových míst	ANO (Uvažováno řešení viz kapitola 7.5)
Uvažovány obalové jednotky různých rozměrů	NE (Požadavek vznikl až v průběhu řešení projektu)
Návrh skladovací a manipulační techniky	ANO

Tabulka 8-3: Analýza splnění vstupních požadavků

Tento návrh nespĺňoval vstupní požadavky kladené na projekt, a proto bylo nutné přistoupit ke zpřesnění prostřednictvím **finálního návrhu**.

8.4 Finální návrh

- Uvažována výšková varianta s největší kapacitou skladovacích míst (7m; 12m; 12m).
- Ve 2. lodi je pro uložení vstupních surovin uvažováno použití systému ORBITER. Zbylý prostor ve 2. lodi a celá 3. loď budou zaplněny standardními paletovými regály.
- Uvažováno nahrazení flexibilních retraků tzv. systémovými vozíky → zúžení uliček.



Obrázek 8-4: Finální návrh

Pořizovací náklady manipulační techniky:

- Předpokládaná pořizovací cena systémového vozíku – 1 800 000 Kč
- Uvažovaný počet vozíků – 1

Pořizovací náklady skladovací techniky ve skladu vstupních a výstupních surovin:

- Náklady na jedno EU paletové místo ve standardním paletovém regálu – 700 Kč
- Počet paletových míst ve standardních paletových regálech (poměr 50:50) – 1782 v 2. lodi, 2893 v 3. lodi
- Náklady na jedno EU paletové místo ve skluzovém regálu – 3 180 Kč
- Počet paletových míst v systému Orbiter – 974

Pořizovací náklady skladovací techniky pro rozpracovanou výrobu:

- Náklady na jedno EU paletové místo ve standardním paletovém regálu – 700 Kč
- Počet paletových míst ve standardních paletových regálech – 114 (viz 8 v *tabulce 7-8*) + 208 (viz 11 v *tabulce 7-8*). Ostatní rozpracovaná výroba bude skladována volně.

Ostatní náklady:

- Instalace indukční smyčky (cca 800 m, 2 200 Kč/metr) – 1 760 000 Kč

Celkové pořizovací náklady varianty:

$$CN = NM + NS + NRV + ON =$$

$$= 1\,800\,000 + (1782 + 2893) \cdot 700 + 974 \cdot 3\,180 + (114 + 208) \cdot 700 + 1\,760\,000 = 10\,155\,220 \text{ Kč}$$

Analýza splnění požadavků zadání projektu:

Vstupní požadavky na projekt	Splnění požadavků
1 000 paletových míst pro vstupní suroviny, 4 500 míst pro hotovou výrobu	ANO (Celkem k dispozici jen 5 649 paletových míst)
Uložení rozpracované výroby v počtu 630 paletových míst	ANO (Uvažováno řešení viz kapitola 7.5)
Uvažovány obalové jednotky různých rozměrů	ANO (Požadavek vznikl až v průběhu řešení projektu)
Návrh skladovací a manipulační techniky	ANO

Tabulka 8-4: Analýza splnění vstupních požadavků

Tento návrh ve všech ohledech vyhověl vstupním požadavkům na projekt. Na základě toho byla společnosti doporučena jeho realizace.

9 Závěr

Cílem řešení této diplomové práce byl návrh prostorového uspořádání výroby a skladů včetně následného doporučení vhodné skladovací a manipulační techniky pro reálný výrobní systém.

První část práce se věnuje teorii prostorového uspořádání výrobních systémů. V úvodu této kapitoly je popsán výrobní systém jako takový a požadavky na něj kladené. Na tento úvod pak plynule navazuje popis počátečních etap při projektování nového výrobního systému. Konkrétně se jedná se o návrh lokality, řešení generelu a následné navržení vhodného prostorového uspořádání v rámci výrobních prostor. V posledním bodě jsou pak podrobně popsány základní druhy uspořádání, oblasti jejich použití, metody návrhů uspořádání a faktory uspořádání ovlivňující.

Druhá část této práce je zaměřena prakticky. V úvodu je v krátkosti představena společnost, kde byla tato část práce řešena a její výrobní program. Poté je přistoupeno k analýze současného stavu prostorového řešení. Zde je podrobně popsán celý areál společnosti a také jsou zde prezentovány zásadní nedostatky, které byly při analýze zjištěny. Tato kapitola je na závěr doplněna fotodokumentací, která zmíněné nedostatky dokazuje.

V další kapitole je provedena analýza současných výrobních technologií, jejímž výstupem jsou zdrojová data sloužící pro tvorbu materiálových toků. Ty jsou pak předmětem kapitoly následující, kde za pomoci Sankeyova diagramu a *I-D* diagramu byla provedena jejich analýza, která očekávaně prokázala některé ze zmíněných nedostatků v současném prostorovém řešení.

Následující kapitoly této práce jsou pak věnovány vlastnímu návrhu prostorového uspořádání v nových prostorách společnosti. Po počátečním stanovení cílů a požadavků na projekt jsou zde postupně představeny jednotlivé návrhy, doporučeny potřebné manipulační prostředky a provedeny požadované kapacitní propočty.

Závěr pak patří zhodnocení představených návrhů, jehož výstupem bylo doporučení realizace „Finálního návrhu“. Tento návrh byl poté prezentován ve společnosti před jejím vedením, načež byl jednohlasně odsouhlasen a v současné době probíhá jeho realizace.

Práce je navíc doplněna o přílohu, ve které je představeno několik modifikací „Finálního návrhu“, které si vyžádala sama společnost.

10 Seznam použitých zdrojů informací

- [1] Dílo autora diplomové práce, či data z jeho archivu
- [2] Materiály, informace a data poskytnutá společností
- [3] HLAVENKA, Bohumil. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty I*. Vyd. 3. Brno: CERM, 2005. 197 s. Učební texty vysokých škol. ISBN 80-214-2871-6.
- [4] KOŠTURIÁK, Ján et al. *Projektovanie výrobných systémov pre 21. storočie*. Žilina: EDIS, 2000. 397 s. ISBN 80-7100-553-3.
- [5] ZELENKA, Antonín a KRÁL, Mirko. *Projektování výrobních systémů*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 1995. 365 s. ISBN 80-10-01302-2.
- [6] KOVÁČ, Milan, BUDA, Ján a ŠIMŠÍK, Dušan. *Projektovanie výrobných systémov*. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1991. 255^s. ISBN 80-05-00709-4.
- [7] BUDA, Ján a KOVÁČ, Milan. *Metodika projektovania výrobných procesov v strojárstve*. 2. vyd. Bratislava: Alfa, 1990. 509^s. Edícia strojárskej literatúry. ISBN 80-05-00234-3.
- [8] TOMEK, Gustav. *Řízení výroby*. 2. nezm. vyd. Praha: Grada, 2000. 408 s. ISBN 80-7169-955-1
- [9] VIGNER, Miloslav, KRÁL, Mirko a ZELENKA, Antonín. *Metodika projektování výrobních procesů*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1984. 588^s.
- [10] MILLER, Antonín et al. *Projektování výrobní základny - teoretická část* [CD-ROM]. [Plzeň]: SmartMotion, 2013. ISBN 978-80-87539-30-9.
- [11] MILLER, Antonín et al. *Projektování výrobní základny - praktická část* [CD-ROM]. [Plzeň]: SmartMotion, 2013. ISBN 978-80-87539-31-6.
- [12] DUCHEK, Vladimír. *Projektování investičních celků* [CD-ROM]. [Plzeň]: SmartMotion, 2013. ISBN 978-80-87539-26-2.
- [13] MILLER, Antonín. *Kritéria a efekty prostorového uspořádání výrobních systémů*. Plzeň, 2009. Diplomová práce. Západočeská univerzita, Fakulta strojní. Vedoucí práce Michal Šimon.
- [14] ŠRAJER, Vladimír. *Uspořádání výrobního systému s ohledem na konstrukčně-technologické řešení produktu*. Plzeň, 2014. Disertační práce (Ph.D.). Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní.
- [15] ČVANDA, Petr. *Technologický projekt výroby rotačních součástí*. Brno, 2010. Diplomová práce. Vysoké učení technické, Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí práce Pavel Rumišek.
- [16] MM SPEKTRUM. Obrázek kovací linky
http://www.mmspektrum.com/content/image/!Technicke%20novinky_2014/2014_01_20_Abusinov_Schuler_big.jpg
- [17] CIE PLZEN. Obrázek I-D diagramu
<http://www.cie-plzen.cz/index.php/cz/lexikon-metod/i-d-diagram>

- [18] CIE PLZEN. Diagram metody souřadnic
<http://www.cie-plzen.cz/index.php/cz/lexikon-metod/sachovnicova-tabulka-a-metoda-souradnic>
- [19] OTREWYI191 BLOG. Obrázek trojúhelníkové tabulky pro metodu S.L.P
<http://blog.163.com/otrewyi191@126/blog/static/636821292010101072251379>
- [20] INDUSTRIALZONETRIANGLE. Obrázek monobloku
http://www.industrialzonetriangle.com/public/media/images/Yanfeng_mensi.jpg
- [21] IKTUS. Obrázek členěné zástavby
http://www.iktus.cz/userfiles/O_firme/iktus.jpg
- [22] MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU. Základní fakta o aerosolech
<http://www.mpo.cz/dokument148105.html>
- [23] WIKIPEDIA. Obrázek aerosolového rozprašovače
https://en.wikipedia.org/wiki/Aerosol_paint#/media/File:Aerosol_drawing_type.svg
- [24] WIKIPEDIA. Obrázek aerosolových ventilů – typ muž a žena
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/61/Aerosol_tops_6.svg/2000px-Aerosol_tops_6.svg.png
- [25] CFLEX. Obrázek BOV
http://www.cflex.com/fileadmin/_processed_/csm_Bag_on_Valve_caaeeb5d55.png
- [26] AURENALABS. Obrázek rozprašovače
http://aurenalabs.com/wp-content/uploads/prod_marinis2_1209-854x1024.jpg
- [27] BIGCARTEL. Obrázek aplikátoru
http://images.bigcartel.com/bigcartel/product_images/73846195/max_h-1000+max_w-1000/Spray_Cap_Stool_Red_Angle_ALEX_GARNETT.jpg
- [28] DICK-BLICK. Obrázek aplikátoru
<http://cdn.dick-blick.com/items/014/28/01428-7001-2ww-m.jpg>
- [29] CODA-PLASTICS. Obrázek víček
<http://www.coda-plastics.co.uk/img/catalogue/products/45mm-aerosol-cap.jpg>
- [30] PLASTICUMGROUP. Obrázek spraycapu
<http://catalogue.plasticumgroup.com/files/nicky-green.png>
- [31] CHINAQUALITYCRAFTS. Obrázek spraycapu
http://img.chinaqualitycrafts.com/nimg/fb/51/36de7c7c268949da98ec996f14ff-0x0-0/strong_style_color_b82220_aerosol_spray_strong_cap_made_of_plastic_measures_from_35_to_65mm.jpg

- [32] ALICDN. Obrázek mechanického rozprašovače
<http://g03.s.alicdn.com/kf/HTB1l784IpXXXXbzXpXXq6xXFXXc/Aluminum-aerosol-can-cosmetic-medical-hair-pump.jpg>
- [33] JUNGHEINRICH. Obrázek flexibilního retraku
http://www.jungheinrich.cz/uploads/pics/PI_12_2015_FP_Foto_01.jpg
- [34] FENIXUB. Obrázek standardního paletového regálu
<http://www.fenixub.cz/images/paletovyregal-3.jpg>
- [35] Informace získané od dodavatelů skladovací techniky
- [36] JUNGHEINRICH. Obrázek spádového regálu
<http://www.jungheinrich.cz/produkty/spadovy-regal/>
- [37] JUNGHEINRICH. Obrázek porovnání flexibilního retraku a systémového vozíku
<http://www.jungheinrich.cz/produkty/systemove-vna-voziky/vyhody-systemoveho-skladu/>
- [38] SSI SCHAEFER. Obrázek základacího robota systému Orbiter
http://media.ssi-schaefer.de/uploads/pics/schaefer-lift-run_02.jpg
- [39] LOGISTIC VIDEOS. Reklamní video SSI SCHAEFER Orbiter
<https://www.youtube.com/watch?v=H1kvhQWc6Ug>
- [40] KUNDERA, David. *Analýza výrobního procesu ve společnosti BAROTECH s.r.o.* Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2014. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta managementu a ekonomiky, Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů. Vedoucí práce Briš, Petr.
<http://digilib.k.utb.cz/handle/10563/29038>
- [41] KEŘKOVSKÝ, Miloslav a VALSA, Ondřej. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2012. xxi, 153 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-319-9.
- [42] ČSN 26 9010. *Manipulace s materiálem: šířky a výšky cest a uliček*. Praha: Federální úřad pro normalizaci a měření, ©1993. 7 s. Třídící znak 26 9010.
- [43] Interní materiály Katedry průmyslového inženýrství a managementu (KPV) Západočeské univerzity v Plzni

PŘÍLOHY K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Návrh prostorového uspořádání výroby při respektování požadavků výrobních
technologií

Obsah

5. Přehled součástí jednotlivých výrobků	II - IV
6. Finální návrh – modifikace 1.....	V - VII
7. Finální návrh – modifikace 2.....	VIII – IX
8. Finální návrh – modifikace 3.....	X - XII

PŘÍLOHA č. 1

Přehled součástí jednotlivých výrobků

1 Přehled součástí jednotlivých výrobků

Přehled součástí ventilů typu muž a typu žena			
Díl	Materiál	Původ	Vstupní surovina
Kryt	Fe, Al	Vyráběný díl	Role páskoviny
Vnitřní těsnění	Syntetická pryž	Nakupovaný díl	-----
Vnější těsnění	Syntetická pryž	Nakupovaný díl	-----
Uzávěrka	PA, POM	Vyráběný díl	Plastový granulát
Pružina	Antikorozní ocel	Nakupovaný díl	-----
Nástavec	PA, PE	Vyráběný díl	Plastový granulát
Trubička	PE	Nakupovaný díl	-----

Tabulka 1-1: Přehled součástí ventilů typu muž a typu žena [2]

Přehled dílů ventilu typu BOV			
Díl	Materiál	Původ	Vstupní surovina
Kryt	Fe, Al	Vyráběný díl	Role páskoviny
Vnitřní těsnění	Syntetická pryž	Nakupovaný díl	-----
Vnější těsnění	Syntetická pryž	Nakupovaný díl	-----
Uzávěrka	PA	Vyráběný díl	Plastový granulát
Pružina	Antikorozní ocel	Nakupovaný díl	-----
Nástavec	PP	Vyráběný díl	Plastový granulát
Trubička	PE	Nakupovaný díl	-----
Vak	Al	Vyráběný díl	Role fólie

Tabulka 1-2: Přehled součástí ventilu BOV [2]

Přehled součástí ventilu pro dávkování PU pěny			
Díl	Materiál	Původ	Vstupní surovina
Kryt	Ocel	Vyráběný díl	Role páskoviny
Manžeta	Pryž	Nakupovaný díl	-----
Těsnění vnější	Syntetická pryž	Nakupovaný díl	-----
Uzávěrka	PP	Vyráběný díl	Plastový granulát

Tabulka 1-3: Přehled součástí ventilu pro dávkování PU pěny [2]

Přehled součástí jednotlivých verzí aplikátorů				
Typ	Díly	Materiál	Původ	Vstupní surovina
Pěnový	Základní těleso	PP	Vyráběný díl	Plastový granulát
Gelový	Základní těleso	PP	Vyráběný díl	Plastový granulát
Rozmrazovací	Základní těleso	PP	Vyráběný díl	Plastový granulát
Pro plnění zapalovačů	Základní těleso	PP	Vyráběný díl	Plastový granulát
Ústní	Základní těleso	PP	Vyráběný díl	Plastový granulát
Pro apl. PU pěny	Základní těleso	PP	Vyráběný díl	Plastový granulát
	Trubička	PE	Nakupovaný díl	-----

Tabulka 1-4: Přehled součástí aplikátorů [2]

Přehled součástí výrobku Spraycap – horizontální varianta			
Díl	Materiál	Původ	Vstupní surovina
Víčko	PP	Vyráběný díl	Plastový granulát
Vložka	PP	Vyráběný díl	Plastový granulát
Tryska	POM	Vyráběný díl	Plastový granulát

Přehled součástí výrobku Spraycap – vertikální varianta			
Díl	Materiál	Původ	Vstupní surovina
Víčko	PP	Vyráběný díl	Plastový granulát

Tabulka 1-5: Přehled součástí výrobku Spraycap [2]

Přehled součástí mechanických rozprašovačů			
Díl	Materiál	Původ	Vstupní surovina
Aktuátor	PP a POM	Vyráběný díl	Plastový granulát
Kryt	Al, PP, Ocel	Vyráběný díl	Role páskoviny
Těsnění	PE, Syntetická pryž, Thermolast	Nakupovaný díl	-----
Plastové komponenty	PP	Vyráběný díl	Plastový granulát
Pružina	Antikorozní ocel	Nakupovaný díl	-----
Kulička	Antikorozní ocel	Nakupovaný díl	-----
Trubička	PE	Nakupovaný díl	-----
Alu kroužek	Al	Nakupovaný díl	-----

Tabulka 1-6: Přehled součástí ventilu pro dávkování PU pěny [2]

PŘÍLOHA č. 2

Finální návrh – modifikace 1

2 Finální návrh – modifikace 1

První modifikace finálního návrhu se týká redukce počtu 5m uliček ve skladových prostorech. Místo původních 2 uliček je v tomto konceptu navržena pouze ulička jedna, která je přímo propojena se současným SHV, což vede k rozdělení technologického centra na 2 části a mírně ovlivní počet EU paletových míst pro rozpracovanou výrobu. Naproti tomu je zvýšena kapacita ve standardních paletových regálech ve 2. a 3. nové lodi.

Dále je v tomto konceptu nově navržena kancelář pro sklad s plošnou výměrou 20 m², která je umístěna mezi sloupy 2. a 3. nové lodi v místech přejímky a expedice. Také byla zrušena ulička mezi technologickým centrem a pracovištěm pro výrobu automatického ventilu – muž, díky čemuž mohla být navýšena plocha pro laboratoř řízení kvality (ORQ).

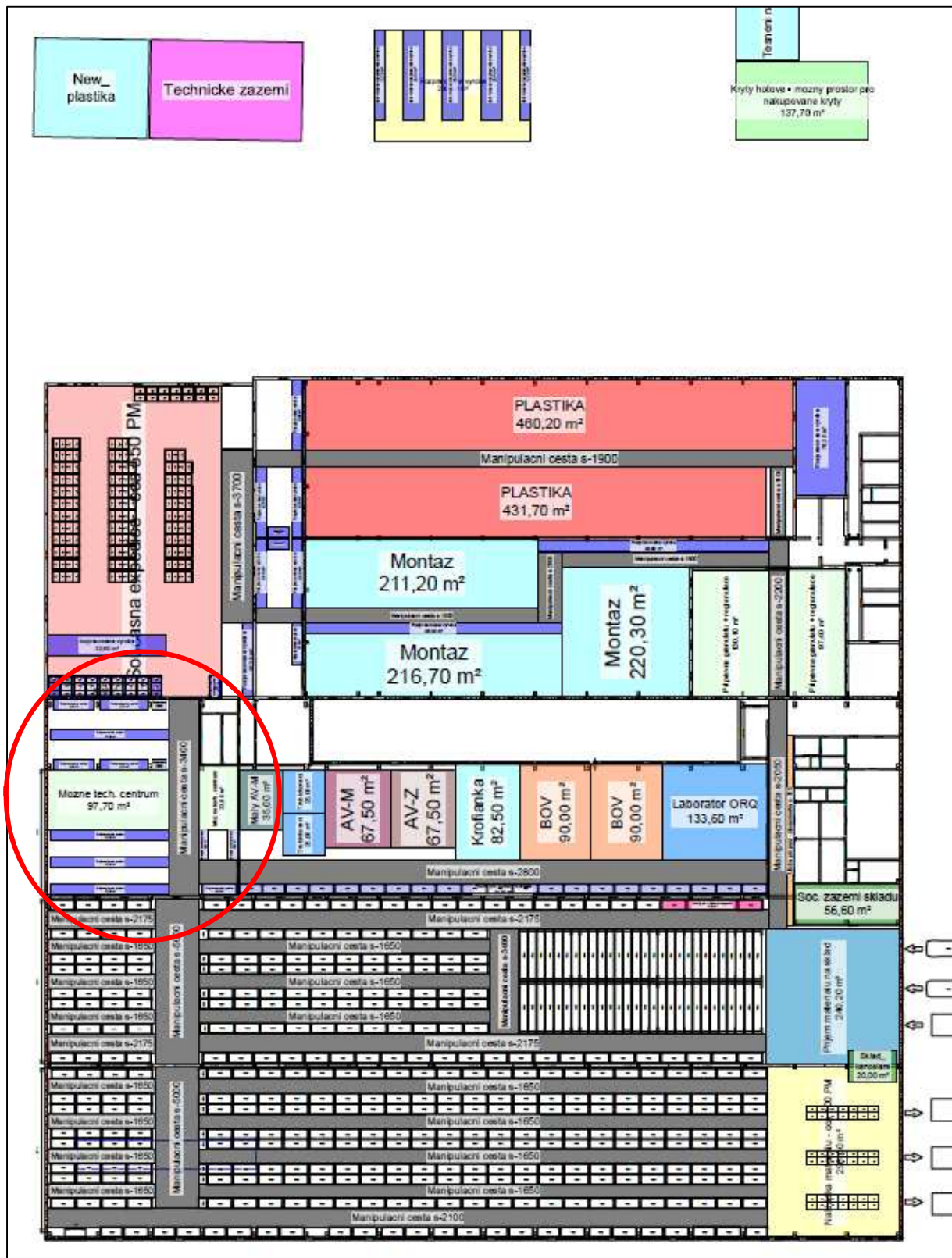
Kapacity skladových míst a rozpracované výroby jsou u této modifikace následující:

Rozpracovaná výroba					
Umístění plochy	Plocha v m ²	Počet PM při dodržení filosofie volného přístupu ke každé z nich	Poznámka	Počet PM při nedodržení filosofie volného přístupu ke každé z nich	Při uložení ve dvou vrstvách (v kombinaci s filosofii volného přístupu + změny manipulační techniky)
Mezisklad napravo od plastiky	76,3	40	Odměřeno na místě	52	80
Ulička naproti montáži	36,8	30	Odměřeno na místě	39	60
Ulička mezi montážemi	35,6	35	Odměřeno na místě - v souč. době 2 řady, doporučujeme 1 (brána ve výpočtu)	46	70
Mezisklad pod mistrovnu plastiky	9,8 + 22,3	33	Odečteno z 3D modelu	43	66
Rozpracovaná výroba u souč. SHV	10,2	10	Odečteno z 3D modelu	13	20
Mezisklad pod mistrovnu montáže	27,9	29	Odečteno z 3D modelu	38	58
Mezi tech centrem a souč. SHV	45,1	47	Odečteno z 3D, možno navýšit cca na 95 při využití pal. regálů a spec. techniky	61	94
Mezi tech centrem a lodí č.1	48,9	51	Odečteno z 3D, možno navýšit cca na 100 při využití pal. regálů a spec. Techniky	66	102
U menšího technologického centra	12,4	13	Odečteno z 3D, možno navýšit cca na 25 při využití pal. regálů a spec. Techniky	17	26
Ulička naproti nové montáži	73,2	63	Odečteno z 3D, možno zvýšit cca na 125 při využití pal. Regálů a spec. Techniky	82	126
Část současného SHV	67,6	124	Odečteno z 3D, Sníží uvažovanou celkovou kapacitu SHV o 124 - 162 PM	134	158
Bývalý mezisklad BOV	100	104	Odečteno z 3D, Možno navýšit cca na 200 při využití pal. regálů a spec. techniky	135	208
Suma celkem	534	579	X	726	1068

Tabulka 2-1: Uložení rozpracované výroby – modifikace 1 [1]

Kapacity manipulačních obalů pro výškovou variantu 7 m; 12 m; 12 m	
2. loď	
System regálů Orbiter	974
Standardní paletové regály - 4 patra	1 728
Standardní paletové regály - 5 pater	2 160
Standardní paletové regály - 4 a 5 pater (50:50)	1 944
3. loď	
Standardní paletové regály - 4 patra	2 828
Standardní paletové regály - 5 pater	3 535
Standardní paletové regály - 4 a 5 pater (50:50)	3 181

Tabulka 2-2: Kapacity míst pro obalové jednotky - modifikace 1 [1]



Obrázek 2-1: Layout - modifikace 1 [1]

Schéma této modifikace je součástí příloh této práce pod názvem:

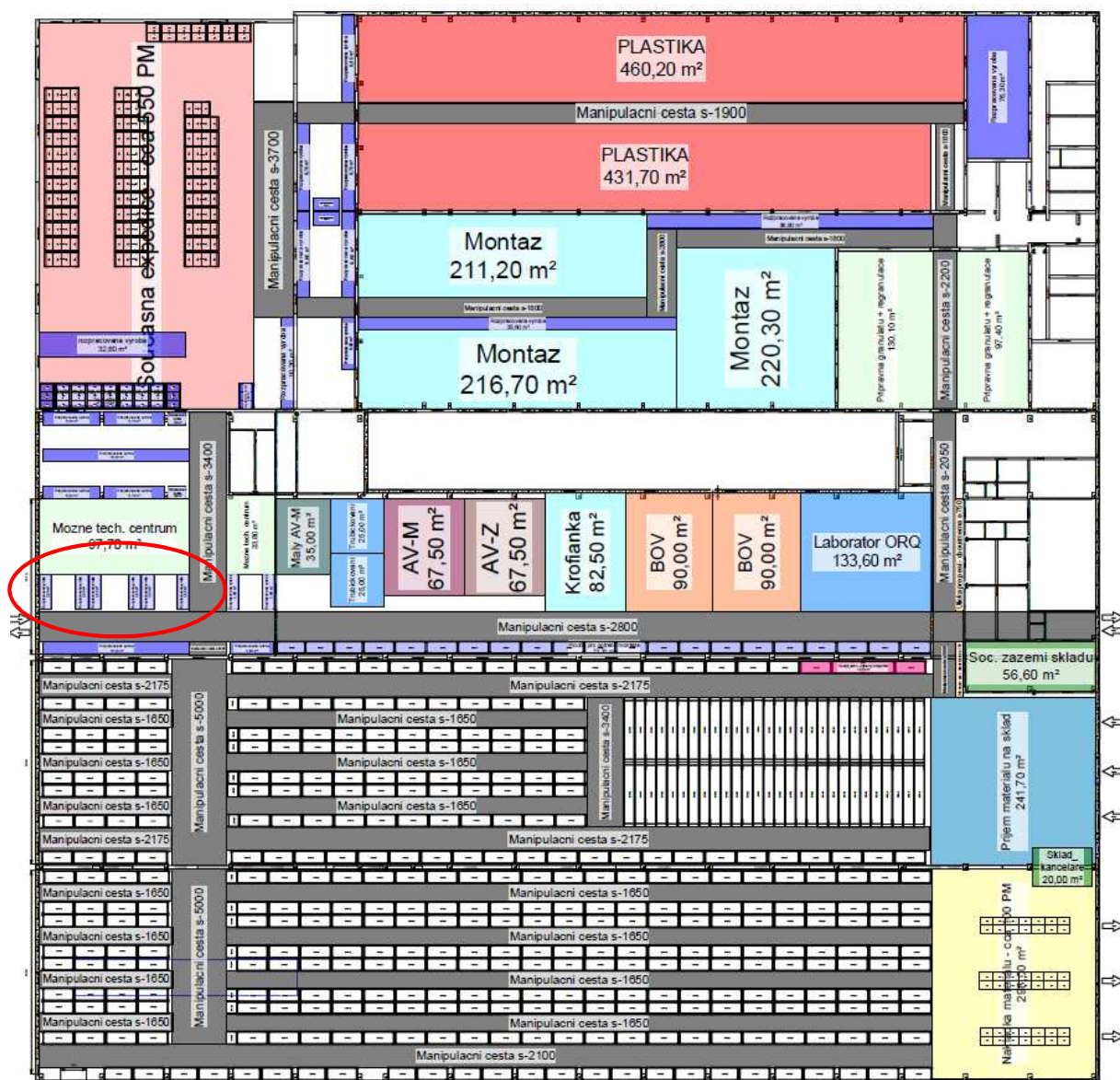
Finalni_navrh_usporadani_mod_1.pdf [1]

PŘÍLOHA č. 3

Finální návrh – modifikace 2

3 Finální návrh – modifikace 2

V této modifikaci nebylo oproti modifikaci 1 nijak zasahováno do prostor skladu, tudíž kapacity skladových míst zůstávají stejné. Změna se týká pouze uličky naproti nové montáži, která byla prodloužena tak, aby vedla po celé délce haly. Tím byly ovšem mírně ovlivněny kapacity pro uložení rozpracované výroby a to tak, že mezi technologickým centrem a 2. lodí, tedy v místech kudy přímo prochází prodloužená ulička, došlo ke zrušení plochy pro umístění 10 paletových míst (viz schéma, červeně vyznačené).



Obrázek 3-1: Layout - modifikace 2 [1]

Schéma této modifikace je součástí příloh této práce pod názvem:

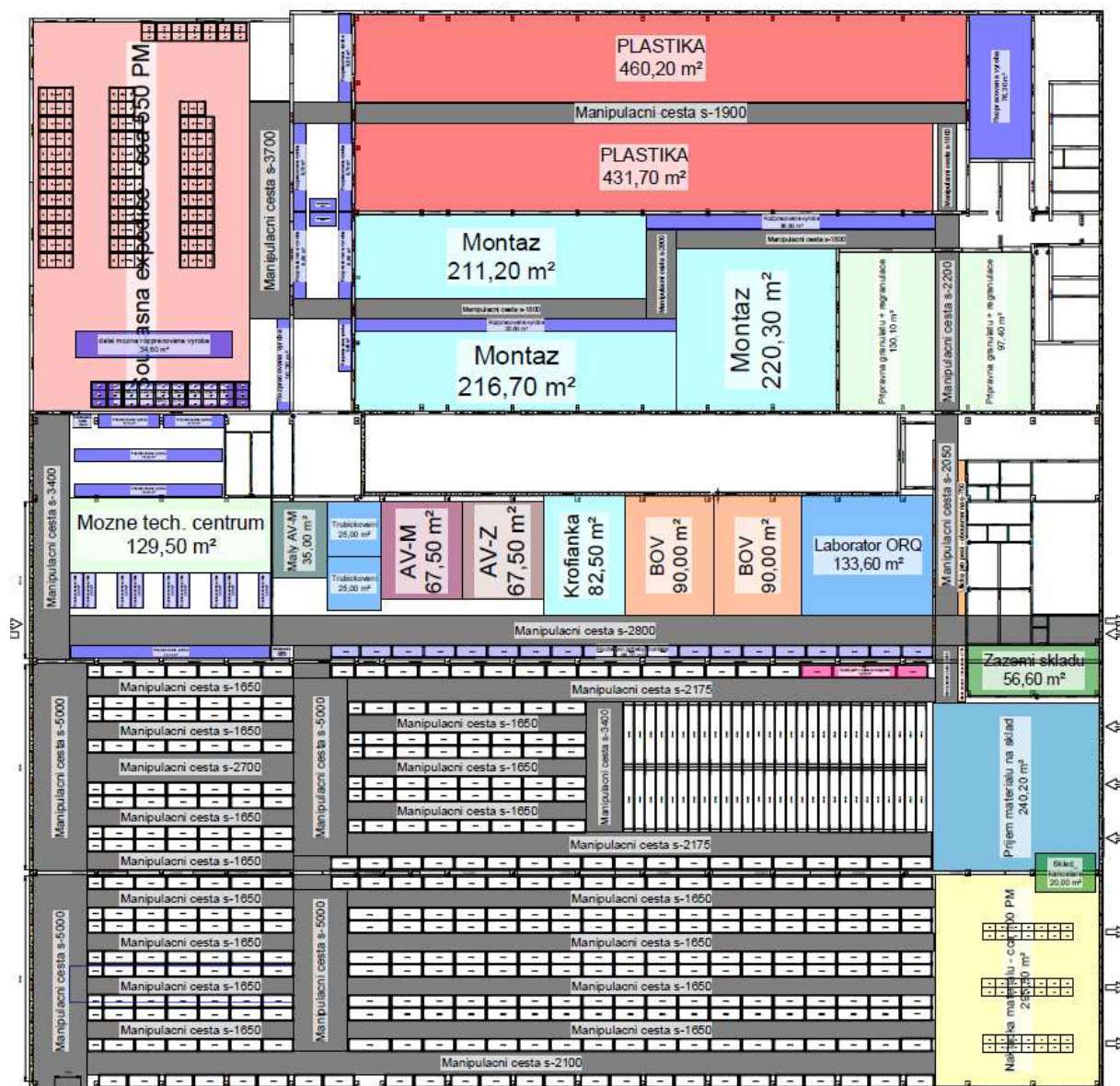
Finalni_navrh_usporadani_mod_2.pdf [1]

PŘÍLOHA č. 4

Finální návrh – modifikace 3

4 Finální návrh – modifikace 3

Poslední modifikace je v podstatě kombinací předchozích. Byla zachována prodloužená ulička v 1. lodi naproti nové montáži, byly zachovány kanceláře a zázemí pro sklad, avšak návrh uspořádání skladu se vrátil k původnímu finálnímu návrhu. Schéma a kapacity jsou pak následující:



Obrázek 4-1: Layout - modifikace 3 [1]

Schéma této modifikace je součástí příloh této práce pod názvem:

Finalni_navrh_usporadani_mod_3.pdf [1]

Kapacity manipulačních obalů pro výškovou variantu 7 m; 12 m; 12 m	
2. loď	
System regálů Orbiter	974
Standardní paletové regály - 4 patra	1 584
Standardní paletové regály - 5 pater	1 980
Standardní paletové regály - 4 a 5 pater (50:50)	1 782
3. loď	
Standardní paletové regály - 4 patra	2 572
Standardní paletové regály - 5 pater	3 215
Standardní paletové regály - 4 a 5 pater (50:50)	2 893

Tabulka 4-1: Kapacity míst pro obalové jednotky - modifikace 3 [1]

Rozpracovaná výroba					
Umístění plochy	Plocha v m ²	Počet PM při dodržení filosofie volného přístupu ke každé z nich	Poznámka	Počet PM při nedodržení filosofie volného přístupu ke každé z nich	Při uložení ve dvou vrstvách (v kombinaci s filosofii volného přístupu + změny manipulační techniky)
Mezisklad napravo od plastiky	76,3	40	Odměřeno na místě	52	80
Ulička naproti montáži	36,8	30	Odměřeno na místě	39	60
Ulička mezi montážemi	35,6	35	Odměřeno na místě - v souč. době 2 řady, doporučujeme 1 (brána ve výpočtu)	46	70
Mezisklad pod mistrovnu plastiky	9,8 + 22,3	33	Odečteno z 3D modelu	43	66
Rozpracovaná výroba u souč. SHV	10,2	10	Odečteno z 3D modelu	13	20
Mezisklad pod mistrovnu montáže	27,9	29	Odečteno z 3D modelu	38	58
Místo plánované laboratoře	58,2	61	Odečteno z 3D, možno navýšit cca na 120 při využití pal. regálů a spec. techniky	79	122
Ulička naproti nové montáži	66,7	57	Odečteno z 3D, možno zvýšit cca na 115 při využití pal. Regálů a spec. Techniky	74	114
Prostor vedle možného tech. centra	47,9	50	Odečteno z 3D, možno zvýšit na cca 100 při využití pal. Regálů a spec. techniky	65	100
Část současného SHV	69,7	126	Odečteno z 3D, Sniží uvažovanou celkovou kapacitu SHV o 126 - 162 PM	136	162
Bývalý mezisklad BOV	100	104	Odečteno z 3D, Možno navýšit cca na 200 při využití pal. regálů a spec. techniky	135	208
Suma celkem	529,3	575	X	720	1060

Tabulka 4-2: Uložení rozpracované výroby - modifikace 3 [1]