

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta strojní

Studijní program: B 2341 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: Průmyslové inženýrství a management

Bakalářská práce

Návrh zlepšení prostorového uspořádání ve společnosti

Autor: Matouš Hucl

Vedoucí práce: doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.

Akademický rok: 2018/2019

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Matouš HUCL

Osobní číslo: S17B0306P

Studijní program: B2301 Strojní inženýrství

Studijní obor: Průmyslové inženýrství a management

Název tématu: Návrh zlepšení prostorového uspořádání ve společnosti

Zadávací katedra: Katedra průmyslového inženýrství a managementu

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

1. Výroba a zásobování výroby
2. Prostorové uspořádání výroby
3. Analýza a zhodnocení stávajícího stavu
4. Variantní návrh prostorového řešení včetně skladovacích míst
5. Závěrečné zhodnocení

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

Seznam odborné literatury:

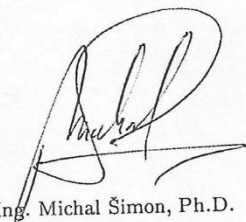
1. MILLER, A., BUREŠ, M., ŠRAJER, V., PEŠL, J. *Projektování výrobní základny - teoretická část*, e book. Plzeň: SmartMotion, 2013. ISBN 978-80-87539-30-9
2. MILLER, A., BUREŠ, M., KURKIN, O., PEŠL, J. *Projektování výrobní základny - praktická část*, e book. Plzeň: SmartMotion, 2013. ISBN 978-80-87539-31-6
3. SIXTA, J., ŽIŽKA, M. *Logistika: používané metody*. 1. vyd. BizBooks, 2010. ISBN 978-80-251-2563-2
4. GWYNNE, R. *Warehouse management: a complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse*. 2.vyd, Kogan Page, 2014. ISBN 978-0-7494-6935-1
5. EDL, M., KUDRNA, J. *Metody průmyslového inženýrství*, e book. Plzeň: SmartMotion, 2013. ISBN 978-80-87539-40-8

Vedoucí bakalářské práce: Doc. Ing. Michal Šimon, Ph.D.
Katedra průmyslového inženýrství a managementu
Konzultant bakalářské práce: Ing. Konstantin Novikov
Katedra průmyslového inženýrství a managementu

Datum zadání bakalářské práce: 24. září 2018
Termín odevzdání bakalářské práce: 24. května 2019



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan



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

V Plzni dne 24. září 2018

Prohlášení o autorství

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

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

V Plzni dne:

.....

podpis autora

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ (BAKALÁŘSKÉ) PRÁCE

AUTOR	Příjmení Matouš	Jméno Hucl
STUDIJNÍ OBOR	B2301 Strojní inženýrství	
VEDOUČÍ PRÁCE	Příjmení doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Jméno Michal
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KPV	
DRUH PRÁCE	Diplomová	Bakalářská
		Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Návrh zlepšení prostorového uspořádání ve společnosti	

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2019
----------------	---------	----------------	-----	------------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	60	TEXTOVÁ ČÁST	46	GRAFICKÁ ČÁST	0
---------------	----	---------------------	----	--------------------------	---

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL, POZNATKY A PŘÍNOSY	Tato práce se zabývá problematikou výrobního uspořádání a moderními možnostmi skladování plechů. V teoretické části je popsána výroba, prostorové rozvržení výroby a skladování. V praktické části jsou navrženy varianty změn výrobního uspořádání a skladování plechů podniku KORAMEX a.s.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	Výroba, výrobní uspořádání, skladování, skladování plechů, layout

SUMMARY OF DIPLOMA (BACHELOR) SHEET

AUTHOR	Surname Matouš	Name Hucl
FIELD OF STUDY	B2301 Mechanical Engineering	
SUPERVISOR	Surname doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Name Michal
INSTITUTION	ZČU - FST - KPV	
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Suggestion for improvement of company's spatial solution	

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KPV	SUBMITTED IN	2019
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	60	TEXT PART	46	GRAPHICAL PART	0
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION	This work deals with problems of production arrangement and modern possibilities of sheet metal storage. The theoretical part describes a production, spatial layout of production and storage. In the practical part there are designed variants of changes in the production arrangement and storage of sheet metals of KORAMEX a.s
KEY WORDS	Production, production arrangement, storage, storage of sheets, layout

Poděkování

Rád bych poděkoval celé katedře KPV za pomoc a vstřícnost při tvorbě této bakalářské práce. Konkrétně panu Doc. Ing. Michalovi Šimonovi Ph.D. za odborný dohled a rady.

Obsah

Úvod	9
1 Výroba	10
1.1 Druhy výroby podle opakovanosti	10
1.1.1 Kusová výroba	10
1.1.2 Sériová výroba	11
1.1.3 Hromadná výroba	11
1.2 Druh výroby podle využití technických zařízení.....	11
1.3 Druh výroby podle příslušnosti k výrobnímu oboru	11
1.4 Druh výroby podle uspořádání	11
1.5 Výrobní procesy v průmyslových podnicích.....	12
1.6 Metody řízení výroby	12
1.6.1 Štíhlá výroba (Lean production)	12
1.6.2 Just in Time.....	13
1.6.3 Kanban	13
1.6.4 Quick Response	14
2 Prostorové řešení výrobních prostor	16
2.1 Úvod do prostorového řešení výrobních prostor	16
2.2 Charakteristika layoutu	17
2.2.1 Volné uspořádání	18
2.2.2 Předmětné uspořádání.....	19
2.2.3 Technologické uspořádání	19
2.2.4 Buňkové uspořádání	20
2.2.5 Kombinované uspořádání	21
2.3 Zásady rozmístění strojů a návrhu uliček	21
3 Skladování	26
3.1 Přesun produktů	26
3.2 Uskladnění produktů.....	26
3.3 Přenos informací.....	26
3.4 Druhy skladů a skladování	27
3.4.1 Konvenční skladová technologie	27
3.4.2 Moderní skladové technologie.....	29
4 Profil společnosti	32
4.1 Historie	32
4.2 Pobočka v Tedražicích.....	32
4.3 Cíle projektu	33
4.4 Popis současného stavu	34

4.5	VisTable.....	35
4.6	Hala 800.....	36
4.7	Hala 700.....	38
5	Návrh prostorového řešení obrobny	42
5.1	Varianta 1	43
5.2	Varianta 2	45
5.3	Varianta 3	47
5.4	Zhodnocení variant	49
6	Návrhy na skladování plechů.....	50
6.1	Varianta A - sloupový zakladač MIDI	50
6.2	Varianta B - Věžový systém Remmert Tower basic 4.0	51
6.3	Varianta C – Driver Box.....	52
6.4	Výběr vhodné varianty skladování	52
	Závěr	55
	Seznam použitých pramenů a literatury	56
	Seznam použitých obrázků	58
	Seznam použitých tabulek	59
	Seznam příloh	60

Úvod

Jak už název „*Analýza a návrh prostorového řešení*“ napovídá, cílem této práce je vytvořit přesný model prostorového rozvržení dvou hal a navrhnout možná zlepšení. Pro tento účel bylo nejdříve nutné ujasnit si některé pojmy. V teoretické části práce jsem se zabýval výrobou. Vysvětlil jsem její typy a základní metody řízení. Dalším tématem bylo prostorové řešení výrobních prostor. V tomto tématu jsem shrnul veškeré základní poznatky, které by měl projektant znát při tvorbě prostorových návrhů. Nedílnou součástí každé výroby je skladování. Dnešní doba nabízí široký sortiment skladové technologie, od klasických regálů až po plně automatizované systémy. Zabýval jsem se proto těmito možnostmi, ale i skladováním obecně.

V praktické části jsem spolupracoval s firmou KORAMEX a.s. Po krátkém představení firmy a analýzou stávajícího stavu jsem vytvořil podrobný layout hal. Konkrétně se jedná o haly, které nesou označení 700 a 800 a leží v Tedražicích. K vytvoření layoutu mi pomohl program VisTable, s nímž jsem pracoval převážnou část praktické části. Poté jsem se zabýval změnou uspořádání CNC strojů na jedné z jmenovaných hal. Firma v budoucnu plánuje přidat nový CNC stroj. Mým úkolem bylo vytvořit několik možných variant nového uspořádání.

V druhé hale se potýkají s problémem se skladováním a jeho organizací. V budoucnu firma plánuje pořídit modernější technologii na skladování plechů. V této práci jsem se proto zabýval možnými technologiemi pro uskladňování plechů a volbou nejlepší varianty.

1 Výroba

Výroba je proces, při kterém dochází k transformaci výrobních vstupů na výstupy. Přesná definice výroby dle [1] „výroba je výsledkem cílevědomého lidského chování, kdy za určitých podmínek a s využitím potřebných informací, dochází k transformaci vstupů (výrobních faktorů) v co nejhodnotnější výstup (výrobky, služby)“. Je to základní činnost každého průmyslového podniku. Plynulý a efektivní chod výroby významně ovlivňuje hospodárnost a konkurenceschopnost podniku. Cílem výroby je stav, kdy jsou všechny výrobní zdroje využívány co možná nejefektivněji. [1]

Výrobu lze rozdělit dle [1] na tyto základní prvky:

- **Vstup (výrobní faktory)**

Jsou to zdroje používané při výrobním procesu. Tyto zdroje můžeme zařadit do čtyř hlavních kategorií: materiál, práce, kapitál a informace. Materiálem se myslí veškeré přírodní zdroje, například nerostné suroviny, dřevo, voda, vzduch. Práce zahrnuje veškeré lidské zdroje, které jsou dodávány do výrobního procesu. Kapitál představuje věcné statky a vytvořené prostředky, jež nejsou spotřebovávány, pro chod výroby. Posledním důležitým prvkem jsou potřebné informace (Know-how). [1][2]

- **Transformační proces**

Cílem transformačního procesu je přeměna vstupů na požadované výstupy určené poptávkou trhu. Je představován jednotlivými výrobními procesy při předem stanoveném postupu. [1]

- **Výstup**

Výstupem se stávají výrobky, nebo služby, které jsou určovány požadavky zákazníků na odbytovém trhu. [1]



Obrázek 1-1 Základní dělení výroby [1]

1.1 Druhy výroby podle opakovanosti

Dále výrobu můžeme rozdělit podle [1] dle opakovanosti na tyto základní typy.

1.1.1 KUSOVÁ VÝROBA

V kusové výrobě se vyrábějí zpravidla kusy samostatně, bez závislosti na ostatních výrobcích. Kusy se obvykle vyrábějí jen jednou, avšak i opakovanost je možná. Pro výrobu se používá obvykle univerzální nářadí a strojní vybavení seřazené většinou v technologické příbuznosti. Výrobní proces se při kusové výrobě neustále mění, a proto je pro stroje a nářadí typická flexibilita. Výroba probíhá formou zakázkové výroby a bývá vyráběno větší množství druhů výrobků najednou. Kvůli širokému spektru druhů výrobků se kladou velké nároky na kvalifikaci a flexibilitu pracovníků. Možné chyby v dokumentaci nebo ve výrobním plánu však nezvyšují tolik výrobní náklady a snadno se řeší. Lze říci, že řízení kusové výroby je kvůli

častým změnám o něco složitější než u sériové a hromadné. Dodací lhůty u kusové výroby se předpokládají delší. [1] [3]

1.1.2 SÉRIOVÁ VÝROBA

Při sériové výrobě se vyrábí v dávkách. Podle velikosti série ji můžeme rozdělit na malosériovou (5-50 kusů), středně sériovou (50-500 kusů) a velkosériovou výrobu (přes 500 kusů). Uspořádání strojů závisí na velikosti série. Při větších sériích se už vyplatí zavádět předmětné uspořádání a upřednostnit jednoúčelové stroje před univerzálními. Plánování a organizace jsou podstatně jednodušší než u kusové výroby, a také kvalifikace pracovníků nemusí být tak odborná. [1] [3]

1.1.3 HROMADNÁ VÝROBA

U hromadné výroby se jedná o výrobky s vysokým odbytem. Provoz se zaměřuje na jeden nebo menší množství produktů. Výrobek se vyrábí v takřka neomezeném množství. Postup a průběh výroby je předem dopodrobna naplánován. Stroje jsou uspořádány předmětně a používají se stroje jednoúčelové. V dnešní době se často zavádějí automatizované linky. Každá změna v plánu však díky tomu vyvolává potřebu přestavby linky a strojů. Hromadná výroba neklade vysoké nároky na kvalifikaci dělníků. Údržba strojů je jednodušší díky specializaci na jeden produkt. [1] [3]

1.2 Druh výroby podle využití technických zařízení

Podle výrobní techniky můžeme rozdělit dle [4] výrobu na:

- **Ruční** - ruční výroba se v moderním průmyslu takřka nepoužívá. Od průmyslové revoluce se od ruční výroby přešlo na výrobu strojní
- **Strojní** - práce se provádí na strojích s příslušnou obsluhou
- **Částečně automatizovanou** - pro část výroby se zavádí automatizované stroje a linky
- **Plně automatizovanou** - v dnešní době se zavádí plně automatizované výrobní linky, které zajišťují nepřetržitý provoz výroby a k provozu nepotřebují lidskou pracovní sílu (pouze údržbu)

1.3 Druh výroby podle příslušnosti k výrobnímu oboru

- **Hlavní výroba** - výroba hlavních výrobků v podniku. Je to souhrn operací, které přímo transformují vstupy na výrobky
- **Vedlejší výroba** - do vedlejší výroby lze zahrnout výroby polotovarů a náhradních dílů i přísun energie
- **Pomocná výroba** - zajišťuje plynulý chod hlavní a vedlejší výroby - většinou se jedná o údržbářské práce a zpracování odpadů
- **Přidružená výroba** - jsou procesy, které nesouvisejí s původním výrobním plánem podniku [4]

1.4 Druh výroby podle uspořádání

- **Předmětné**

- **Technologické**
- **Volné**
- **Buňkové [1]**

Výrobní uspořádání jsou vysvětlené v kapitole „Prostorové řešení výroby“.

1.5 Výrobní procesy v průmyslových podnicích

Výrobním procesem se rozumí všechny děje, které přispívají k přeměně materiálů a surovin (vstupů) na výrobky. K tomu dochází za pomoci pracovní síly a výrobních prostředků. Výrobní proces můžeme rozdělit dle [1] na tyto dvě složky:

- **Technologický proces** - dochází ke kvalitativní nebo kvantitativní přeměně, zde hrají primární roli přírodní procesy (fyzikální, chemické a biologické). K nimž náleží patřičné procesy a výrobní prostředky
- **Pracovní proces** – jsou to všechny činnosti, při kterých se lidé svojí prací přímo účastní na přeměně

Činnosti výrobního procesu můžeme rozdělit dle [1] na:

- **Činnosti technologické povahy** - jsou to činnosti, které charakterizují výrobní proces a při kterých dochází k přímé přeměně materiálů a surovin v polotovary nebo výrobek
- **Činnosti netechnologické povahy** – jsou to činnosti, které podporují a zajišťují plynulý chod činností technologické povahy. U těchto činností nedochází k přímému vytváření užitné hodnoty. Do činností netechnologické povahy můžeme zahrnout např. logistické činnosti

Souhrn výrobních procesů stejné povahy nazýváme výrobní fází. Podle [1] rozlišujeme tři základní výrobní fáze:

- **Předzhotovující fáze** – dochází k vytváření polotovarů ze surovin a materiálu
- **Zhotovující fáze** – zpracovávání polotovarů na součásti a díly
- **Dohotovující fáze** – vytváření finálních výrobků

1.6 Metody řízení výroby

Základ každé výroby je její plánování a řízení. V průběhu uplynulých čtyřiceti let byly zavedeny a ucelovány nové metody a koncepty řízení výroby. Tyto metody byly vytvořeny za účelem zlepšení efektivnosti a hospodárnosti podniku. V této kapitole jsem vybral a popsal ty nejzákladnější. [2]

1.6.1 ŠTÍHLÁ VÝROBA (LEAN PRODUCTION)

Štíhlou výrobu a její řízení chápeme jako komplexní systém, kdy podnik jako celek uplatňuje zásady štíhlosti. Průkopníkem této metody je Japonsko a firma Toyota Motors. Cílem této metody je mít co nejméně peněžních prostředků uložených ve vázaném kapitálu (zejména ve výrobních zásobách), a tím získat zpět do výroby vynaložené peněžní prostředky co nejrychleji. Dále se také snaží o minimalizaci plýtvání jakéhokoli druhu. Koncept štíhlé výroby spočívá v pružné reakci výroby na požadavky zákazníka a poptávky [12]

Štíhlá výroba je řízena decentralizovaně, prostřednictvím pracovních týmů, při malé hloubce výroby (nízkém počtu výrobních stupňů). Štíhlá výroba se snaží zapojit do procesu všechny zaměstnance, spolupracovníky, dodavatele i odběratele. Klade důraz na odpovědnost každého zaměstnance za průběh a kvality výroby. Každý pracovník má právo při zjištění problému výrobu přerušit. [12]

Štíhlá výroba se snaží přenést některé činnosti a problémy mimo vlastní výrobní proces a řešit problémy přímo s dodavatelem nebo problémy přesunout přímo na něj. Stručně řečeno se štíhlá výroba snaží o “zeštíhlení“ všude, kde je to možné. Nevýhoda štíhlé výroby spočívá v náročném a poměrně drahém zavedení a šetření místem na úkor bezpečnosti zaměstnanců. [12]

Výhody štíhlé výroby dle [12] jsou:

- Redukce složitosti výrobku a výroby
- Zmenšení a odstraňování mezioperačních zásobníků a skladů
- Zjednodušení výrobních procesů
- Minimalizace nákladů
- Zvýšení kvality produktů
- Flexibilita při změně výroby

1.6.2 JUST IN TIME

Proces řízení výroby podle Just in Time (JIT) byl vytvořen už někdy na počátku 30. let v Japonsku v Toyoda Motors, ale jeho největší rozmach nastal až v 70. letech, když se rozšířil do USA i do Evropy. Myšlenkou JIT je výroba pouze nezbytných položek v příslušném množství, kvalitě a přesném čase. JIT uplatňuje přizpůsobení výroby poptávce a zákazníkům. [2]

Pro zavedení JIT je nutné splnit dle [2] celou řadu předpokladů:

- Zúžení rozsahu výrobků
- Stabilní poptávka, spolehlivost dodavatelů
- Vysoká úroveň komunikace mezi pracovišti
- Automatizovaná výroba
- Spolehlivé zařízení
- Plné využití výrobních zdrojů, minimální zásoby
- Totální řízení jakosti
- Aktivní účast pracovníků

Přínosy JIT dle [2] jsou:

- Zmenšení zásob a rozpracovanost výroby
- Redukce nákladů na skladovací prostory
- Kratší průběžné doby
- Vyšší produktivita
- Snížení režijních nákladů
- Zvýšení kvality

1.6.3 KANBAN

Kanban je metoda řízení výroby, která byla poprvé vyvinuta a uplatněna japonskou firmou Toyota Motors v 50. a 60. letech a rychle se rozšířil i do výrobních podniků po celém světě. Kanban systém se nejvíce osvědčil ve strojírenské výrobě a používá se především v sériové

výrobě. Tady je konečný a relativně malý počet variant výrobků a relativně stabilního odběr produktu na trhu.

Kanban je systém kanbanových karet, které jsou využity pro praktické uplatnění metody Just-in-time. Řízení výroby metodou Kanban zvyšuje plynulost výroby, snižuje velikost rozpracovaných zásob, zvyšuje pružnost výroby podle požadavků zákazníků a zvyšuje produktivitu. [11]

Kanban systém dle [11] vychází z těchto základních principů:

- Fungují zde samořídící regulační okruhy, které tvoří dvojice článků (příjemce a dodávající) a jsou vzájemně propojené na základě pull principu. Vyrábí se jen to, co skutečně požaduje zákazník, a to v určitém množství a času
- Objednaný materiál je dodáván v konstantním množství v přepravním prostředku (plně naplněn)
- Dodavatel ručí za kvalitu objednávky a odběratel ji musí vždy převzít
- Kapacita a spotřeba materiálu mezi dodavatelem a odběratelem jsou vyvážené
- Dodavatel ani odběratel nevytvářejí žádné zásoby

Průběh Kanbanu probíhá dle [11] následovně:

- Odběratel odešle dodavateli prázdný přepravní prostředek s jedním štítkem
- Jeho převzetí dodavatelem je podnětem k zahájení výroby. Dodavatel nesmí zahájit výrobu dřív, než obdrží výrobní kartu
- Dodavatel naplní příslušným množstvím prostředek a označí ho kartou.
- Odběratel musí převzít objednávku a zkontrolovat ji

Kanbanové karty

Princip Kanbanu spočívá v kanbanových kartách. Kanbanová karta je výrobním příkazem, který obsahuje údaje a místo na vepsání údajů o materiálu. Kanbanová karta je připojena k přeprávkám s materiálem. [11]

Kanbanová karta obsahuje například dle [11]:

- Název dílu
- Číslo dílu
- Výrobní místo
- Dodavatelské místo
- Druh materiálu
- Popis výrobku
- Identifikační číslo
- Množství
- Místo uložení atd.

1.6.4 QUICK RESPONSE

Quick Response (rychlá reakce) je technologie zaměřená na řetěz spotřebního zboží z výroby přes velkoobchod do maloobchodní sítě. Jde o zdokonalení řízení zásob a zvýšení efektivity prostřednictvím urychlení toku zásob.

Každý článek řetězce (od výrobce až po prodejce) sdílí informace o prodejkách, objednávkách a zásobách s ostatními články řetězce. Předpokladem je zavedení automatické identifikace zboží na bázi čárových kódů a elektronická výměna dat mezi články řetězce. Takto je možné jednoduše sledovat prodej jednotlivých výrobků zákazníkům v reálném čase a rychle reagovat na získaná data. [11]

Přínosy této metody dle [11] jsou:

- Zrychlení toku informací
- Snadná kontrola zásob (umožňující jejich následné snížení)
- Zkrácení doby odezvy (rychlé dodání zákazníkovi)
- Snížení nákladů na uskladňování

2 Prostorové řešení výrobních prostor

Cílem této kapitoly, je seznámení se s veškerými znalostmi, které projektant potřebuje znát při tvorbě návrhů výrobního uspořádání.

2.1 Úvod do prostorového řešení výrobních prostor

Každá výroba se skládá z výrobních prostor. Ve výrobních prostorách dochází k realizaci výrobního procesu. Tyto prostory a jejich uspořádání a optimalizace mají výrazný vliv na průběh výroby a její plynulost. Výrobní prostory jsou ovlivňovány nespočetnými faktory.

Tvorba a výběr vhodného prostorového uspořádání jsou záležitostmi projektanta. Jeho úkolem je navrhnout a zvolit optimální prostorové uspořádání. Při změně faktorů se musí toto uspořádání neustále měnit a vylepšovat. [6]

Ovlivňující parametry při tvorbě návrhů na prostorové uspořádání výroby dle [6] a [9]:

- Plocha výrobního systému
- Manipulační trasy (množství a jejich kapacita)
- Rozměry vstupního materiálu a výstupních výrobků
- Manipulační plochy u pracovišť
- Rozměry haly (výška, šířka)
- Intenzita a složitost hmotných toků
- Normy (ČSN, ISO)
- Pracovní postup výroby
- Druh použité technologie (velikost a její využití)
- Druh výroby (množství a druhů výrobků)
- A mnoho dalších

Vymezení pojmů nutných pro pochopení této problematiky:

- **Prostorové uspořádání** – představuje prostorové rozmístění jednotlivých výrobních faktorů (zdrojů) zajišťujících proces výroby - mezi tyto výrobní faktory zahrnujeme: výrobní stroje, přepravní jednotky, materiál, polotovary, manipulační jednotky atd. U návrhů prostorového řešení musíme brát zřetel na jednotlivé normy (ČSN, ISO atd.).
- **Layout** - představuje grafické rozvržení a znázornění nějaké plochy nebo prostorů. V případě podniku je to rozvržení výroby, haly nebo celého závodu. Layout může být ve 2D i ve 3D
- **Racionalizace** – v podniku by se měl nepřetržitě zdokonalovat výrobní systém - racionalizace vede ke zvýšení produktivity a hospodárnosti podniku a k lepší konkurenceschopnosti na trhu
- **Optimalizace** - jedná se o proces výběru nejlepší varianty z technických a ekonomických systémů nebo procesů k dosažení stanoveného cíle (optimální varianty) - při výběru optima se musí uvážit všechny vedlejší ovlivňující faktory a podmínky
- **Materiálový tok** – znázorňuje řízený pohyb materiálu pomocí manipulačních, dopravních, přepravních a pomocných prostředků - materiálový tok by měl být co možná nejkratší a nejplynulejší - musí být v požadované dobu, v potřebném množství, v očekávané kvalitě a s předem určenou spolehlivostí na daném místě [6]

2.2 Charakteristika layoutu

Layout slouží k zobrazení prostorového uspořádání výrobního systému. Znázorňuje návrh prostorového uspořádání jednotlivých pracovišť (strojů a zařízení i manuálních pracovišť) a definuje dopravní cesty. Návrh layoutu směřuje ke dvěma následujícím prioritám: [6]

- Optimalizace rozmístění výrobních oddělení a optimalizace výrobního zařízení
- Minimální materiálové toky a jejich plynulost [6]



Obrázek 2-1 2D layout podniku

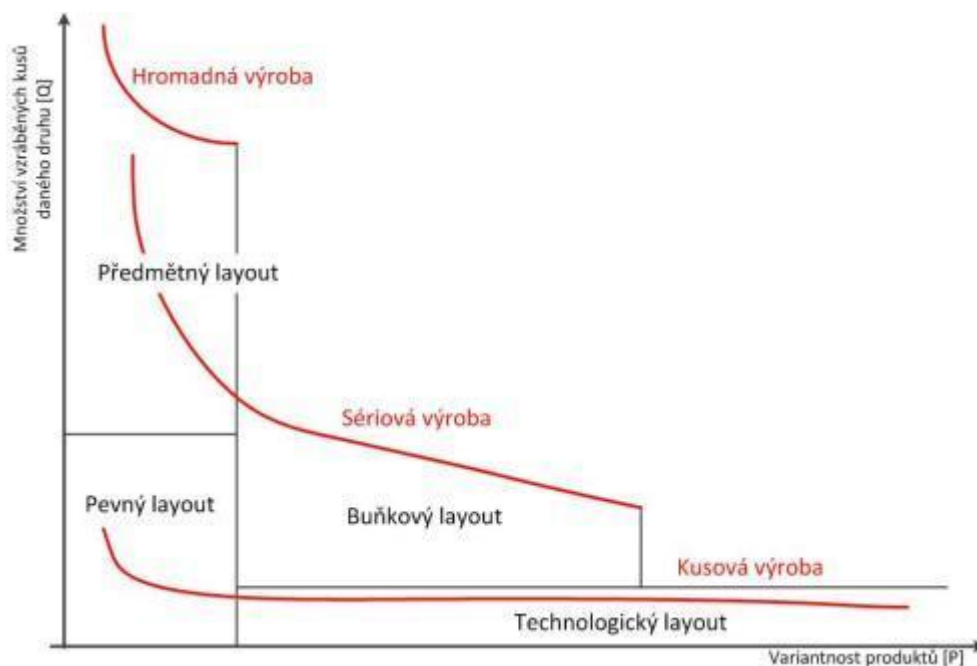
Prostory layoutu můžeme dle [6] rozdělit na tyto základní části:

- **Výrobní plochy**
 - Strojní
 - Ruční
 - Montážní
- **Skladové plochy**
 - Skladové
 - Manipulační
 - Plochy příjmu a expedice zboží
 - Plochy pomocných technologií
 - Plochy energetických provozů
- **Pomocné plochy**
 - Dopravní cesty
 - Pomocné odkladiště
- **Správní plochy**
 - Kanceláře
- **Sociální plochy**
 - Záchody, šatna, jídelna

Při tvorbě layoutu je nutné mít na zřeteli výrobní program (kusová, sériová, hromadný výroba). A předem určit vhodný druh uspořádání. Jednotlivé druhy uspořádání můžeme rozdělit na: [6]

- Volné
- Technologické
- Předmětné

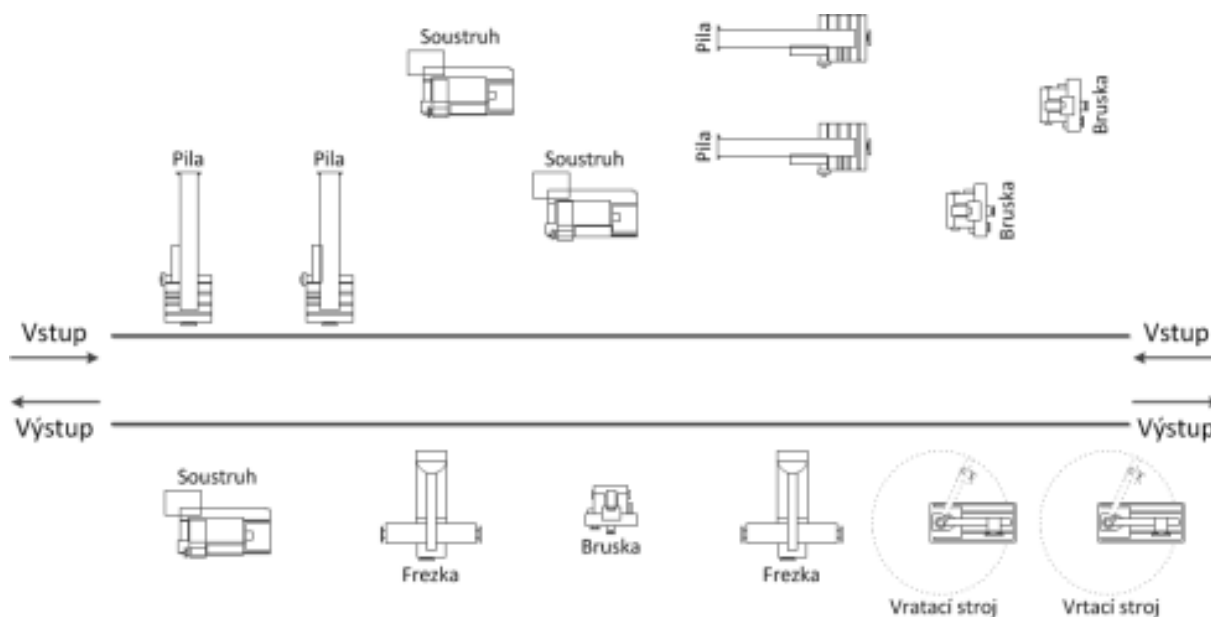
- Buňkové
- Kombinované [6]



Obrázek 2-2 Závislost výrobního uspořádání na typu výroby [6]

2.2.1 VOLNÉ USPOŘÁDÁNÍ

Při tomto uspořádání jsou stroje a pracoviště v dílně seskupeny náhodně. K tomu dochází, když nebylo předem možné určit materiálový tok, návaznost operací, organizační a řídicí vztahy. Bývá často v prototypových a údržbářských dílnách s kusovou výrobou. Například při nákupu nového stroje se tento objekt umístí na volné místo. Takový způsob uspořádání je považován za zcela nevyhovující a prakticky se už téměř nepoužívá. [6]



Obrázek 2-3 Schéma volného uspořádání výroby [6]

2.2.2 PŘEDMĚTNÉ USPOŘÁDÁNÍ

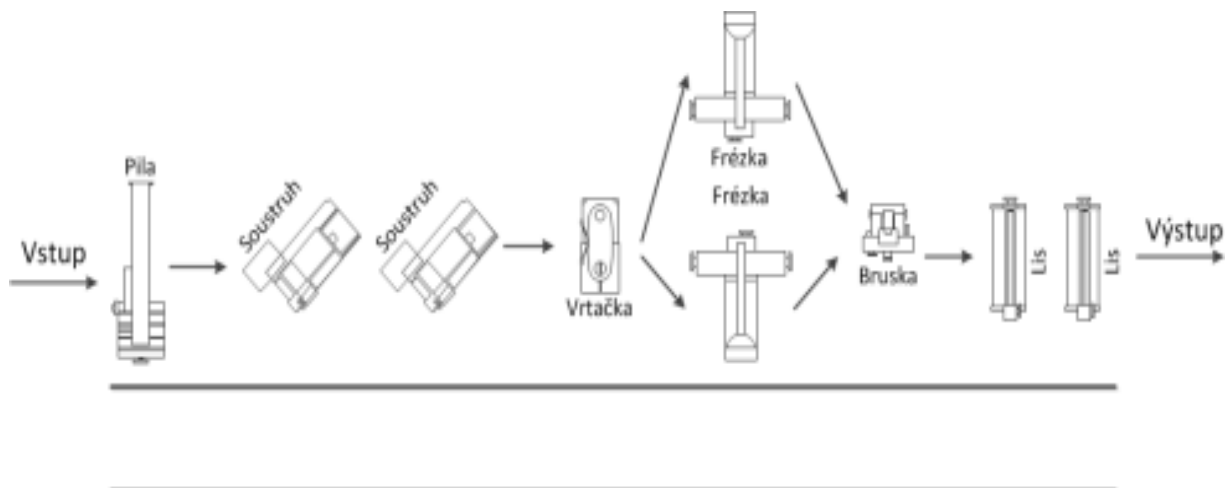
U předmětného uspořádání se usiluje o to, aby umístění jednotlivých pracovišť odpovídalo postupu výrobku, což může být u širšího spektra výrobků problematické. Proto se toto uspořádání zavádí při hromadné nebo větší sériové výrobě. Pohyb výrobků má zde stálý směr, a proto je řízení tohoto toku snazší a přehlednější. Minimalizují se manipulační dráhy a nejsou zde téměř žádné centrální mezisklady. Dokonalým předmětným uspořádáním je výrobní linka. Změna výrobního programu je u tohoto uspořádání značně problematická, protože je potřeba vynaložit značné náklady na přestavbu pozic strojů. [6] [8]

Výhody dle [6]:

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

Nevýhody dle [6]:

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



Obrázek 2-4 Schéma předmětného uspořádání [6]

2.2.3 TECHNOLOGICKÉ USPOŘÁDÁNÍ

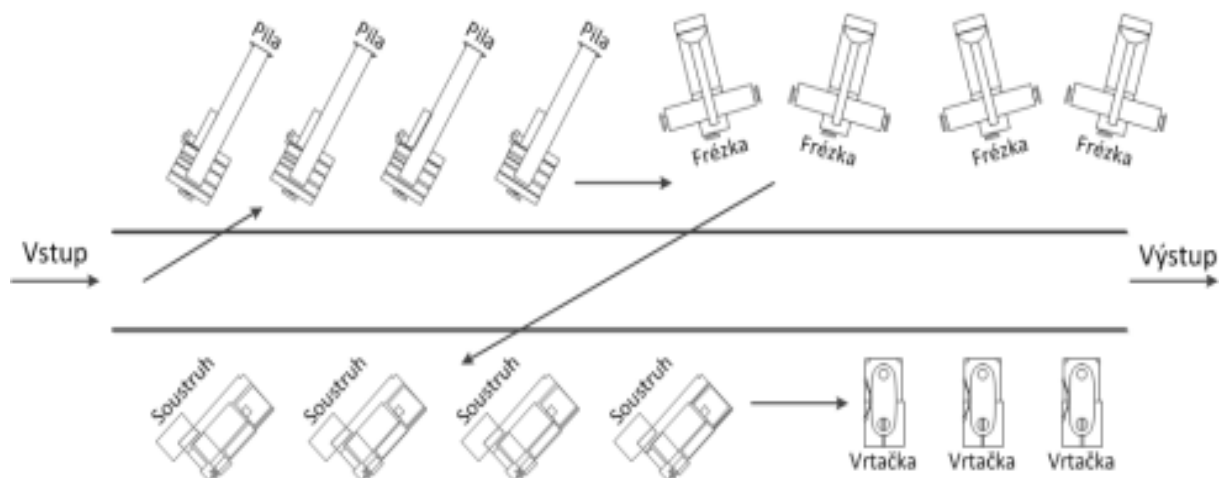
V technologickém uspořádání jsou stroje uspořádané podle svojí technologické specializaci. Vznikají tak pracoviště určená k provádění operací založených na stejné technologii (např. soustružna, frézárna, lakovna apod.). Technologické uspořádání je výhodné s ohledem na údržbu (porouchané stroje lze snadno nahradit), obsluhu strojů a možnou flexibilitu výroby. Může se rozšířit množství výrobků. Tento způsob je však spojený se složitou přepravou materiálu mezi pracovišti. S tím souvisí náročné plánování, řízení výroby a zvyšování zásob. Při řízení je těžké dosáhnout maximální vytíženosti všech strojů. [6] [8]

Výhody dle [6]

- Údržba
- Snadná náhrada porouchaných strojů
- Flexibilní výroba
- Kvalifikace pracovníků
- Širší množství výrobků

Nevýhody dle [6]

- Těžké plánování výroby (vytíženost strojů)
- Delší materiálový tok
- Může docházet k vysokým mezi zásobám



Obrázek 2-5 Schéma technologického uspořádání [6]

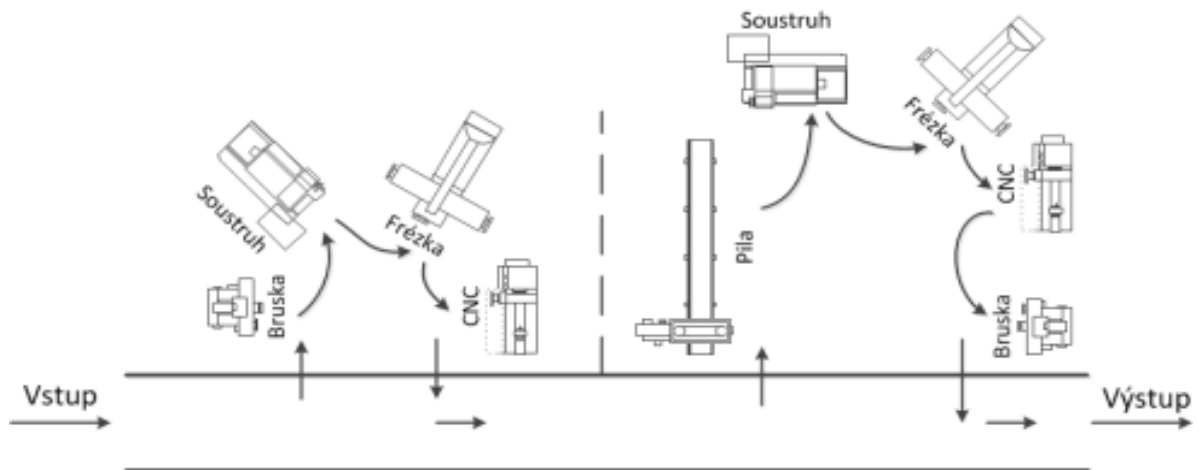
2.2.4 BUŇKOVÉ USPOŘÁDÁNÍ

V moderní době je možné pozorovat trend k vytváření decentralizovaných, modulárních organizačních jednotek. Základní myšlenkou buňkové organizace je rozdělení výrobního systému na samostatné moduly, které autonomně plní definované výrobní úlohy a jsou navzájem propojené informačním a materiálovým tokem. Buňka je vlastně zmenšená, samostatná a flexibilní obdoba předmětné výroby. Jsou to takové „podniky v podniku“ spolupracující na principu zákazník – dodavatel. Buňky mezi sebou komunikují, mají mezi sebou přepravní spojení, sklady jsou decentralizovány a položky přesouvány přímo na místo spotřeby. Buňkové uspořádání by se dalo charakterizovat kombinací technologického a předmětného uspořádání spolu s dobře řídicím informačním systémem výroby.

Jednotlivé buňky jsou tvořeny často automatizovanými stroji a automatizovaným okolím. Uspořádání v buňce je tvořeno tak aby požadavky na přepravu byly minimální. Klade se nárok na trvalé využití buňky, které je zajištěno stálým a optimalizovaným výrobním programem. Na přípravné operace je zřízené tzv. pomocné pracoviště, které funguje i v chodu hlavního pracoviště. Toto uspořádání je vhodné pro třísměnný provoz [6] [8]

Výhody podle [8]:

- Minimální vzdálenosti
- Přehledné a racionální materiálové a informační toky
- Dobrá komunikace a přehledné řízení
- Nízké zásoby a krátké průběžné časy
- Vysoká pružnost modulů
- Využití ploch



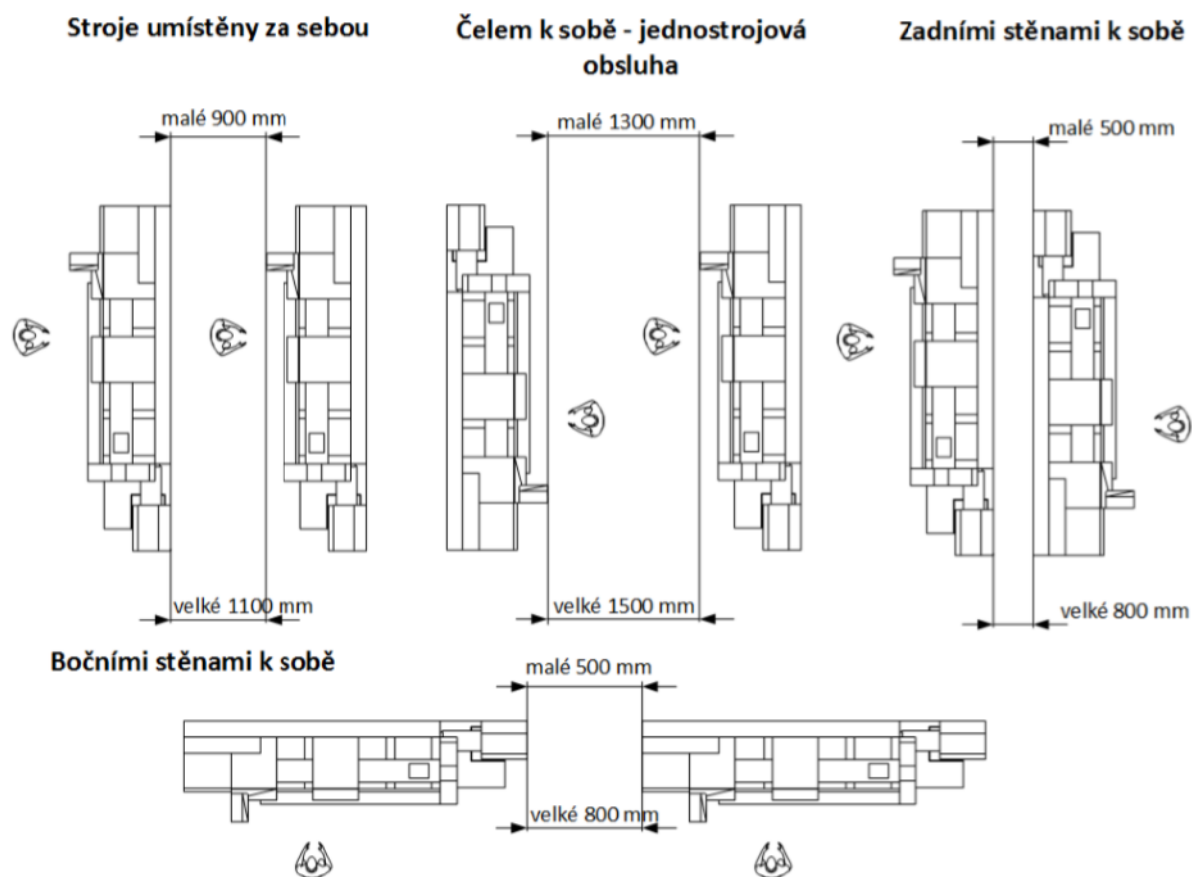
Obrázek 2-6 Schéma buňkového uspořádání [6]

2.2.5 KOMBINOVANÉ USPOŘÁDÁNÍ

V praxi projektant nemusí nutně použít pouze jeden druh uspořádání. Někdy se vyplatí dané metody zkombinovat, a proto se zavádí uspořádání kombinované. V praxi se nejčastěji kombinuje technologické a předmětné uspořádání. Snahou je využít výhod jednotlivých uspořádání pro danou situaci a minimalizovat nevýhody. [6]

2.3 Zásady rozmístění strojů a návrhu uliček

Při vytváření pracoviště je nutné respektovat mnoho norem, které zajišťují bezpečnost pracovníků a celkového provozu. Projektant musí dodržovat určité vzdálenosti mezi jednotlivými stroji, výrobním vybavením, sloupy a zdmi. Vzdálenosti se mění na základě mnohých faktorů. Jedním z nich je velikost strojů. Stroje se dělí na malé (1500mm x 800mm) a velké (strana větší jak 3500mm). Na obrázku 2-7 jsou možné varianty vzájemného umístění strojů. Horní kóta znázorňuje vzdálenost mezi malými stroji a dolní kóta znázorňuje vzdálenost mezi velkými stroji. [7]

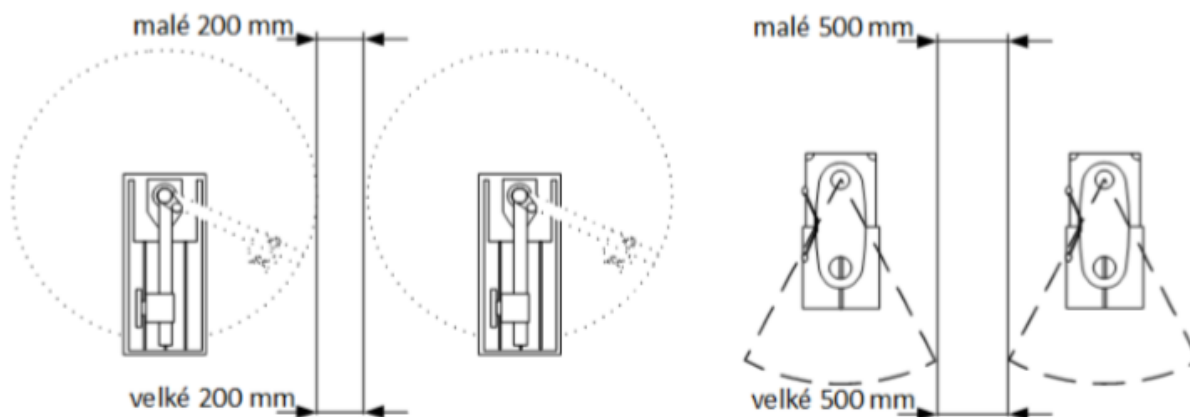


Obrázek 2-7 Minimální vzdálenost mezi stroji [7]

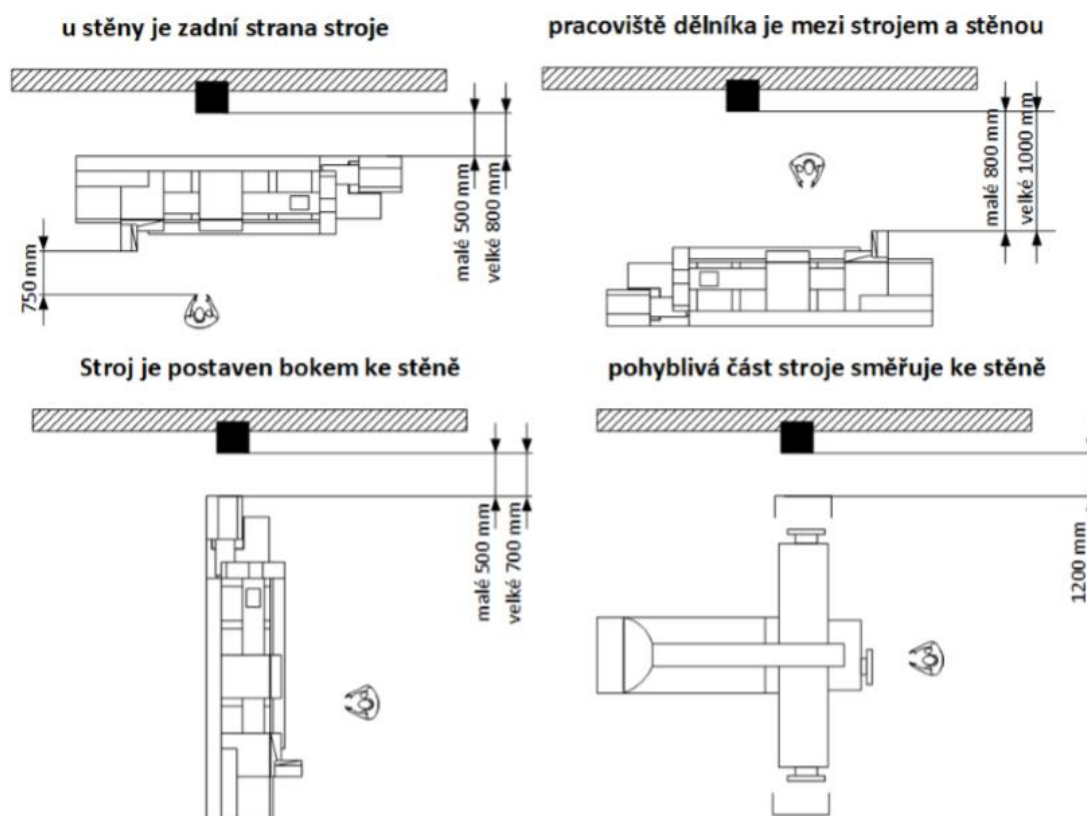
Na obrázku 2-8 je znázorněna vícestrojová obsluha (jeden člověk obsluhuje více jak jeden stroj najednou). Na prvním schématu je zaznamenána minimální vzdálenost strojů od vybavení na pracovišti. Na obrázku 2-10 jsou vidět vzdálenosti mezi stroji s otočnými rameny (jeřáby atp.). Vzdálenost se měří od konce dosahu ramene. Na obrázku 2-11 je znázorněno postavení stroje vůči stěně. [7]



Obrázek 2-8 Vzdálenosti vícestrojové obsluhy [7]

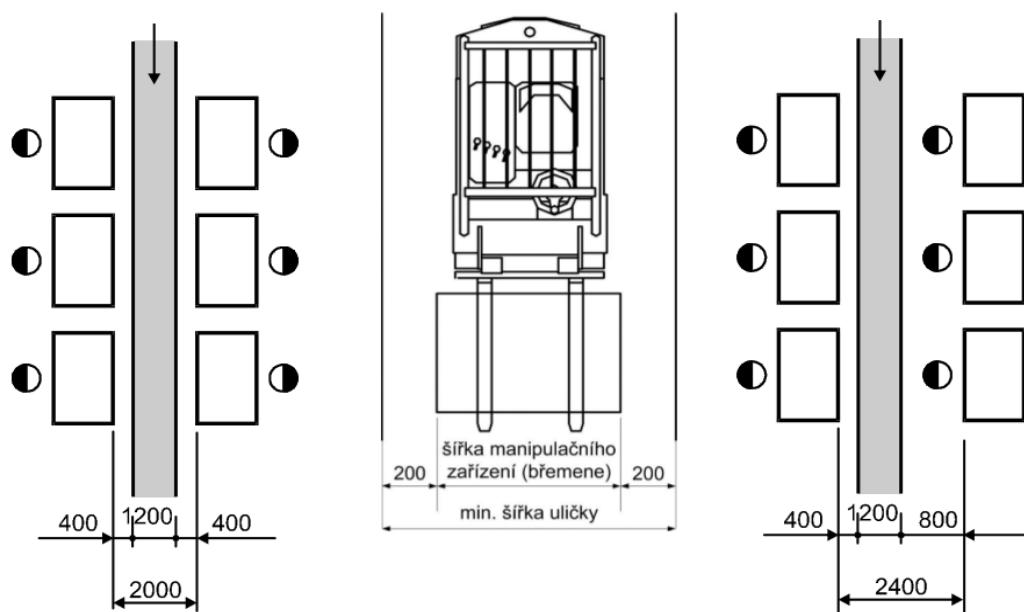


Obrázek 2-9 Vzdálenost strojů s otočnými rameny [7]

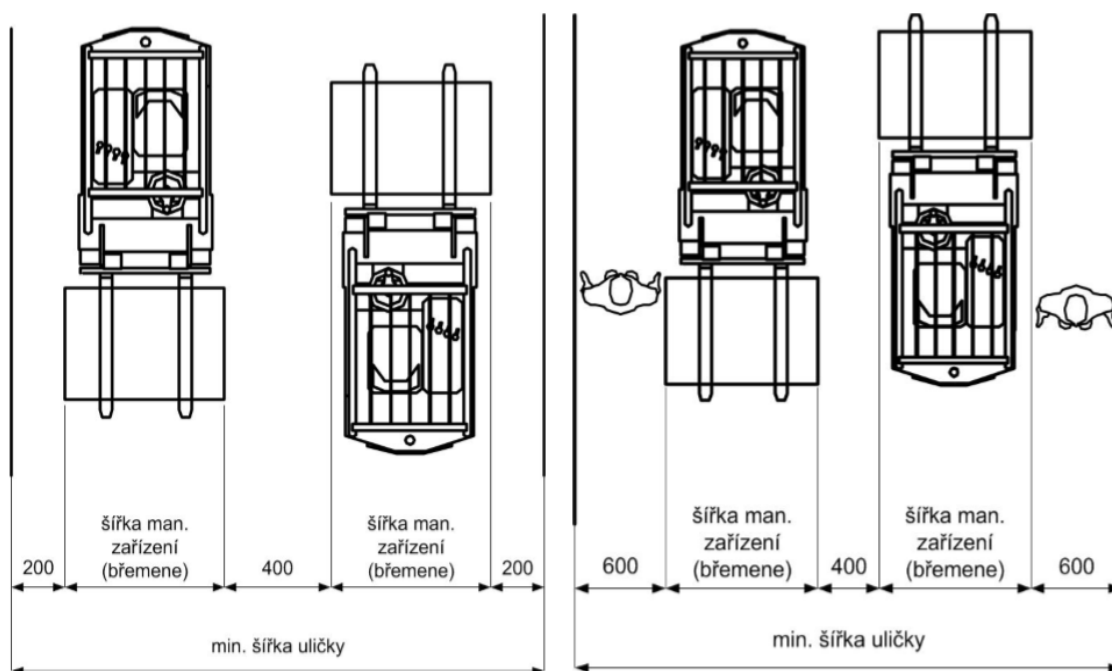


Obrázek 2-10 Minimální vzdálenost stroje od zdi [7]

Nedílnou součástí výroby jsou dopravní cesty. Uličky rozlišujeme na jednosměrné a dvousměrné. Šířka uliček se také odvozuje od techniky, která se po nich pohybuje. Důležitý je i prostor pro chodce, kteří se zde mohou pohybovat. Na obrázku 2-12 je schéma jednosměrné uličky a její šířky. Vzdálenost stroje od uličky ovlivňuje postavení zaměstnance vzhledem k danému stroji. Na prostředním je jednosměrná ulička pouze pro manipulační zařízení (bez chodců). Obrázek 2-13 znázorňuje šířku uličky pro obousměrný provoz bez chodců i s možností pro chodce. [7]

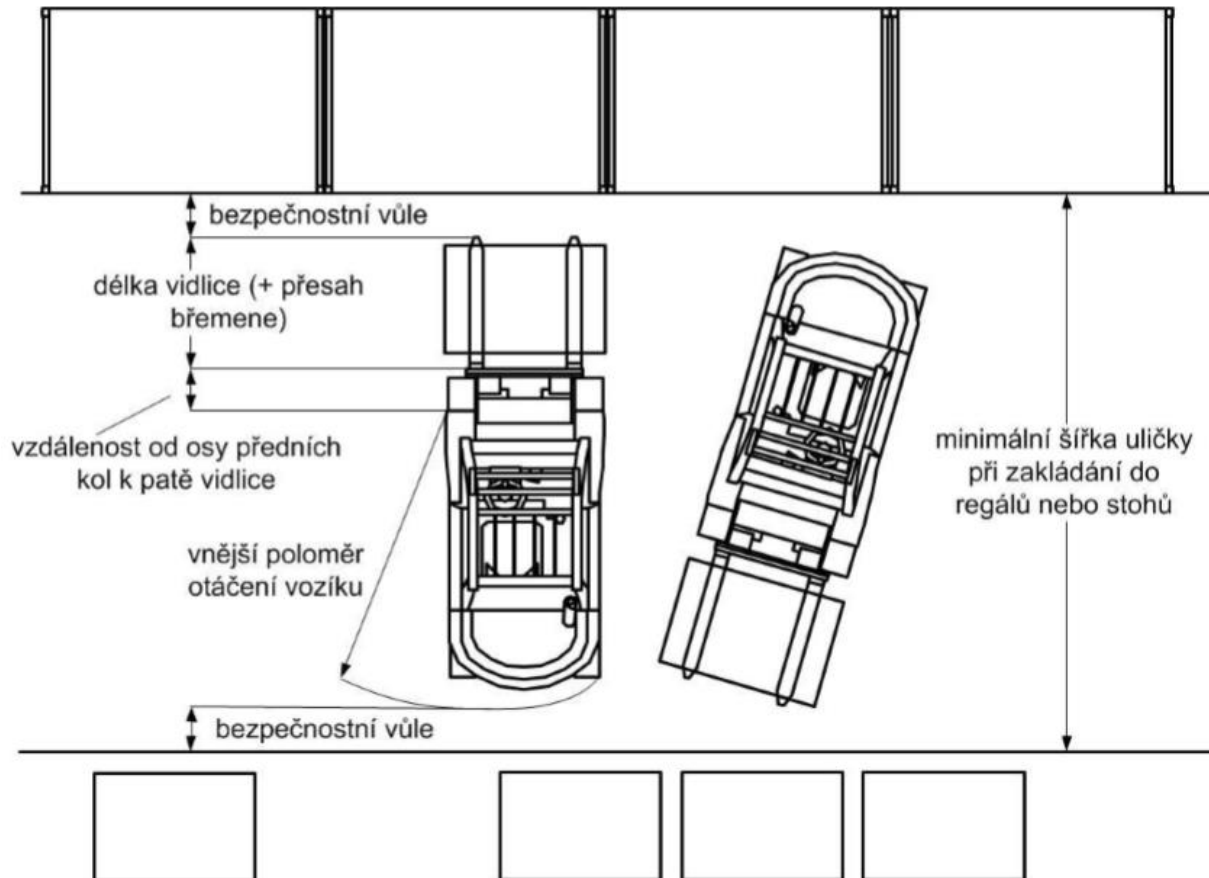


Obrázek 2-11 Vzdálenosti strojů od uličky a její šířky [7]



Obrázek 2-12 Šířka uličky [7]

Při manipulaci s technikou v tísňných prostorách (sklady atp.) je nutné zachovat tzv. bezpečnostní vůli. Minimální šířka uličky se proto bere jako součet této vůle a délky použité techniky. [7]



Obrázek 2-13 Šířka skladu v závislost na skladovací technice [7]

3 Skladování

Sklad je prostor pro skladování materiálu a je nezbytný pro každý logistický systém a výrobu. Jednotlivé sklady se od sebe výrazně liší a jejich prostory a využití jsou ovlivněny mnoha faktory. Mezi tyto faktory patří např. druh skladovaného materiálu, objem výroby, časové využití skladu, stupeň centralizace a mnoho dalších. Mezi hlavní funkce skladu patří příjem zboží, uchovávání zboží, vydávání potřebného materiálu a provádění manipulace s tímto materiálem. Skladování je z ekonomického hlediska neefektivní a nežádoucí. Je také finančně náročné a nevytváří potřebné hodnoty. Proto je snaha v průmyslovém skladování minimalizovat zásoby na nutné minimum a neuchovávat přebytečný materiál. Ideální případ je neskladovat vůbec nic, materiál ihned využít ve výrobě a vzniklé výrobky okamžitě exportovat. To však samozřejmě v praxi není možné. [10] [11]

Skladování můžeme rozdělit podle funkcí dle [10] na:

- Přesun produktů
- Uskladnění produktů
- Přenos informací o skladovaných produktech

3.1 Přesun produktů

Přesun produktů můžeme rozdělit podle [10] na tyto fáze:

- **Příjem zboží** - od vyložení zboží až po vybalení a kontrolu
- **Transfer či ukládání zboží** – přesun materiálu (zboží) do skladu a jeho uskladnění.
- **Kompletace zboží** – kompletace zboží podle objednávky zákazníka
- **Překládka zboží (cross-docking)** – při cross-dockingu se produkty neuskładňují a zboží se překládá přímo z místa příjmu do místa expedice
- **Expedice zboží** – expedice se skládá ze zabalení, kontroly a přesunu zboží do dopravního prostředku

3.2 Uskladnění produktů

Uskladnění produktů lze rozdělit dle [10] na dva základní druhy:

- **Přechodné uskladnění** - při přechodném uskladnění uskladňujeme pouze nezbytný materiál pro doplnění základních zásob
- **Časově omezené uskladnění** - časově omezené uskladnění zahrnuje nadměrné množství zásob a vytváří se tak pojistné zásoby (nebo nárazníkové). Důvodem tohoto uskladnění může být kolísavá poptávka a nákup do zásoby (jistota, že při zvýšení počtu objednávek nedojde materiál).

3.3 Přenos informací

Dalším hlavním pilířem skladování je přenos informací. Při skladování by mělo současně docházet k poskytování informací o zboží (stav zboží, pohyb zásob, umístění zásob, informace o dodávkách, informace o zákaznících atd.). Přenos informací v dnešní době probíhá pomocí softwaru nebo například pomocí čárových kódů (nejčastěji). [10]

Do dalších funkcí můžeme dle [10] zařadit:

- **Vyrovňovací funkce** – zajišťuje soulad mezi činnostmi podniku (překlenutí množstevních a časových rozdílů)
- **Bezpečnostní funkce** – zabezpečit, že bude skladové zboží dodáno - proto jsou vytvořeny pojistné zásoby (vyrovňovací), aby se předešlo výchytkám a problémům se zásobováním výroby
- **Spekulativní funkce** – odhad tržních cen materiálu a zásob - podnik nakoupí do zásoby, jestliže očekává náhlý nárůst tržních cen
- **Kompletační funkce** – kompletace zboží nebo materiálu podle požadavků výroby nebo podle požadavků zákazníka
- **Zušlecht'ovací funkce** – zušlecht'ování se uplatňuje spíš v potravinářském průmyslu - při stárnutí produktu se zvyšuje jeho kvalita (kvašení – víno, pivo, sušení, stárnutí)
- **Rozdělovací funkce** – rozdělování větších zásilek na menší, které se pak distribuují pro jednotlivé odběratele
- **Konsolidační funkce** – sdružování menších zásilek na větší
- **Celní funkce** – celní funkce probíhá v celním skladu, který je schváleným celním úřadem - zboží zde přetrvává pod celní kontrolou, dokud nejsou zaplacený celní poplatky a celní správa nerozhodne o jeho další distribuci

3.4 Druhy skladů a skladování

Sklady je možné rozdělit na celou řadu kritérií. Dle [11] se dělí podle:

- Fáze hodnototvorného procesu – vstupní sklady, mezisklady, odbytové sklady
- Stupeň centralizace – centralizované sklady, decentralizované sklady
- Kompletace – sklady orientované na materiál, sklady orientované na spotřebu
- Ochrana před povětrností – skladování v budovách, nekryté sklady
- Stanoviště – vnější sklady, vnitřní sklady
- Správa skladu – vlastní sklady, cizí sklady
- Z hlediska času – dlouho době, krátko době, středně době

3.4.1 KONVENČNÍ SKLADOVÁ TECHNOLOGIE

Existuje celá řada možností, jak skladovat materiál. Kromě volného a stohové skladování jsem vybral tyto základní technologie:

Paletové regály - Regály patří mezi základní skladovací vybavení. Používají se pro jejich snadnou konstrukci a přehlednost. Rozměry regálů a konstrukce se určuje od velikosti a vlastností materiálu. Regálové systémy můžeme rozdělit na:

- **Příhradový regál** – příhradový regál patří mezi nejpoužívanější skladovací technologii. Je určen pro zakládání všech druhů palet a beden všech rozměrů. Zakládání a vykládání probíhá nejčastěji pomocí strojní obsluhy – vysokozdvížné vozíky, regálové zakladače. Úroveň regálu je tvořena dvěma nosníky na které se ukládají palety. Tyto regály jsou snadno přizpůsobitelné rozměrům skladovacího materiálu. [19]
- **Pojezdový regál** – regály jsou na pohyblivých podvozcích. Podvozek je poháněn pomocí elektrického motoru. Tímto se minimalizuje počet regálových uliček. Regály jsou těsně v řadě za sebou a v případě potřeby se otevře pracovní ulička. [19]



Obrázek 3-1 Pojezdový regál [19]

- **Spádový regál** – skládá se z regálů řazených za sebou. Materiál se samovolně posouvá po mírně nakloněné válečkové plošině. Z jedné strany se uskladňuje a z druhé vyskladňuje. Brzdové válečky kontrolují rychlost pohybu uskladňovaného materiálu. Zaručuje vysokou hustotu skladování. [19]

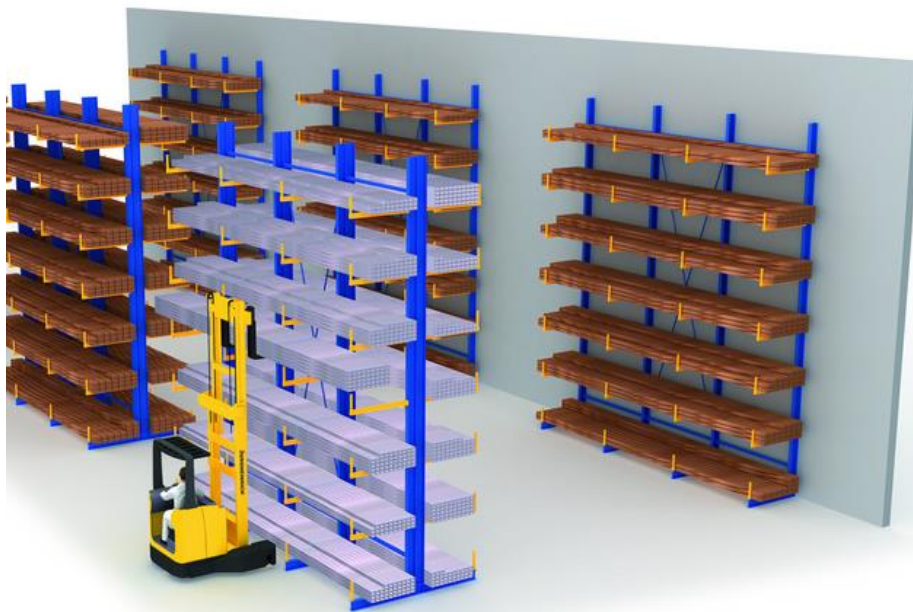


Obrázek 3-2 Spádový regál [19]

Policové regály – tyto regály se používají pro skladování drobnějšího materiálu

- **Standartní** – skladování na policích
- **Válečkový** – materiál se posouvá po nakloněné válečkové plošině. Válečkové dráhy zajišťují posun materiálu k místu výdeje. [19]

Regály pro tyčový materiál (konzolové regály) - tyto regály slouží k uskladnění pro dlouhý materiál (tyče, plechy). Jejich výhodou je, že nepotřebují k uskladnění palety. Jsou také vhodné pro uskladnění materiálu různých délek najednou - záleží pouze na rozteči sloupů. Konstrukce je ocelová a snadno se přizpůsobí potřebám zákazníka. Hodí se pro vnitřní i venkovní skladování. [19]



Obrázek 3-3 Konzolový regál [19]

3.4.2 MODERNÍ SKLADOVÉ TECHNOLOGIE

V dnešní době moderních technologií se podniky snaží o co největší automatizaci. Automatizace šetří čas, prostory a firma má přehled o materiálu. Automatizace, nebo poloautomatizaci se dnes dá provést téměř u jakékoli skladové technologie. Zavádí se automatizované sklady pro palety, drobné zboží, sklady s vysokými regály, sklady pro plech atd. Například:

Výškový regál – plně automatizované skladování. Regály jsou samonosné konstrukce skladova dosahují až do výšky 40m – jsou skvělé pro vysokou hustotu skladování. Vyznačují se skvělým využitím prostoru. Jejich výhodou je, že nepotřebují halu. [19]



Obrázek 3-4 Výškový regálový systém [19]

Vertikální skladovací systémy – hodí se převážně pro skladování drobnějšího materiálu. Tyto systémy velmi efektivně využívají plochu. Mají vysoký stupeň ochrany materiálu – proto se hodí jak ve strojním průmyslu, tak i ve zdravotnictví atp. Systém tvoří nosiče a zásobníky, které jsou přepravovány vždy nejkratší cestou k uživateli - například vertikální skladovací systém VERTIMAG od společnosti Kredit s.r.o. Do vertikálního skladovacího systému můžeme zařadit i automatizované zaskladňování plechů. U této varianty, však zaskladňování probíhá pomocí zvedacího manipulátoru. Tuto variantu obsahuje BASIC Tower 4.0 nebo Metal Sheet Tower od společnosti Kredit s.r.o. [18] [15]



Obrázek 3-5 Skladovací systém VERTIMAG [18]

Sloupový zakladač – je to automatizovaný skladovací systém. Tento systém se vyznačuje zakladačem, který se pohybuje po kolejnicích mezi regály, a vyskladňuje i zaskladňuje materiál. Tento zakladač se skládá ze sloupového nosníku a zdvihacího zařízení. Na zdvihacím zařízení je umístěn extraktor. Je to kompaktní konstrukce pro vysokou hustotu skladování a nabízí vysoký dynamický výkon manipulací. V praxi se běžně používá připojení na systém dopravníků, a proto se hodí do plně automatizované výroby. Sloupové zakladače se hodí pro široké spektrum materiálu. Dělí se na zakladače pro palety, pro plechy, pro tyče atp. [18] [15]



Obrázek 3-6 Sloupový zakladač [18]

4 Představení společnosti

Ve své bakalářské práci jsem spolupracoval s firmou KORAMEX a.s., která je zadavatelem tohoto projektu. V následující kapitole krátce představím firmu - čím se zabývá a jaké jsou cíle tohoto projektu.

4.1 Profil společnosti

Firma KORAMEX a.s. je česká firma, která se zaměřuje na kovovýrobu. V poslední době rozšířila svoje působení i do stavební činnosti. Firma zahájila činnost před více než 25 lety a je významným zaměstnavatelem v Sušici a jejím okolí. V kovovýrobě firma nabízí tyto služby: svařování, zpracovávání plechu, obrábění a dělení materiálu, zámečnickou úpravu, povrchové úpravy a montáž výrobků. Mezi hlavní výrobky v kovovýrobě patří: [14]

- Rozváděčové skříně pro pohony kolejových vozidel a pro montáž elektrotechnických přístrojů
- Díly železničních kolejových vozidel, části a součásti strojů a průmyslových zařízení
- Značnou část výroby tvoří zakázková nebo malosériová výroba (široký sortiment od zpracovávání plechů po výrobu zábradlí atd.) [14]

Pobočky zaměřující se na kovovýrobu se nacházejí v Sušici, Tedražicích a v Čejkovech. Stavební činnost probíhá v Klatovech. V Sušici se zaměřují na sváření a obrábění, jsou zde i pily na řezání tyčového materiálu. V Čejkovech se zaměřují na svařování a na lakování výrobků. V Tedražicích probíhá převážně obrábění, dělení plechů a svařování. Stavební činnost se zabývá výstavbou průmyslových hal, kanalizací, mostů, i stavbou objektů pro bydlení. [14]

4.2 Historie

Koramex a.s. vznikl přeměnou bývalého Agrostavu Sušice, a.s. v roce 1991. Agrostav vznikl v roce 1959 a zabýval se technickými úpravami pozemků a odvodňováním. Po revoluci v roce 1989 přestal být Agrostav dotován státem a podnik se nedokázal samostatně finančně udržet. V roce 1994 se změnil vlastník i celkové vedení a firma byla přejmenována na Koramex a.s. Vedení firmy vyřešilo vzniklé problémy a zaměřilo se na nový výrobní program. [14]

4.3 Pobočka v Tedražicích

Tedražice jsou malá vesnice nedaleko Sušice. Jak už bylo řečeno, společnost je rozdělena do několika poboček. Ve své bakalářské práci se zaměřím pouze na areál v Tedražicích, konkrétně na haly 700 a 800. V tomto areálu se nacházejí 3 výrobní haly a venkovní sklad. Haly nesou označení 200, 700, a 800. Celý areál je zaměřený na kovovýrobu. V hale 200 se provádí sváření. Jsou zde i prostory pro montování a svařování větších dílů a jejich lakování. Výrobní prostory se skládají převážně ze svařovacích boxů, ale jsou zde i nástroje pro obrábění a zámečnické práce. V halách 700 a 800 se obrábějí kovy a zpracovávají plechy.



Obrázek 4-1 Areál Tedražice [17]

4.4 Cíle projektu

V těchto halách jsem se po konzultaci s firmou zabýval těmito úkoly:

Vytvořit layout stávajícího stavu hal 700 a 800 i se stávajícím materiálem.

- Firma momentálně nedisponuje stávajícím layoutem hal a proto mě požádala o jeho zhotovení. Firma si přeje do těchto layoutů zaznamenat i materiál, který se nachází na hale v době provozu.

Navrhnout možné varianty uspořádání přidáním nového CNC stroje v hale 800.

- Firma plánuje v budoucnu přidat nový CNC stroj o rozměrech 5570 x 2600. Mým úkolem je navrhnout možné varianty nového uspořádání strojů a skladu.

Navrhnout možnosti moderního skladování plechů pro halu 700.

- Firma má problém s přehledným a efektivním skladováním plechů, proto se v této práci budu zabývat možnými způsoby moderního skladování plechů. Hlavní požadavky na skladovací systém jsou: Přehledné a snadné uskladňování – nejlépe s inteligentním logistickým systémem, který nese informace o uloženém materiálu, prostorová úspora a rychlost skladování.

4.5 Popis současného stavu

Mým prvním úkolem bylo popsat a vytvořit layout stávajícího stavu hal 700 a 800. K tomuto úkolu mi posloužil program VisTable. Na obrázku 4-2 jsou modely hal 1:1, které jsem vytvořil pomocí nasbíraných dat. Data k tomu určená jsem získal pomocí podrobného měření všech technologií, nábytku, materiálu, zdí, sloupů a všeho, co se v danou dobu měření nacházelo v hale. U každého objektu jsem zaznamenal jeho rozměry (výšku, šířku, délku) a jeho vzdálenost od příslušného souřadného systému. Příklad záznamu je vidět na obrázku 4-3. Z těchto dat jsem poté vytvořil layout v programu VisTable.



Obrázek 4-2 Venkovní pohled na modely hal 700 a 800

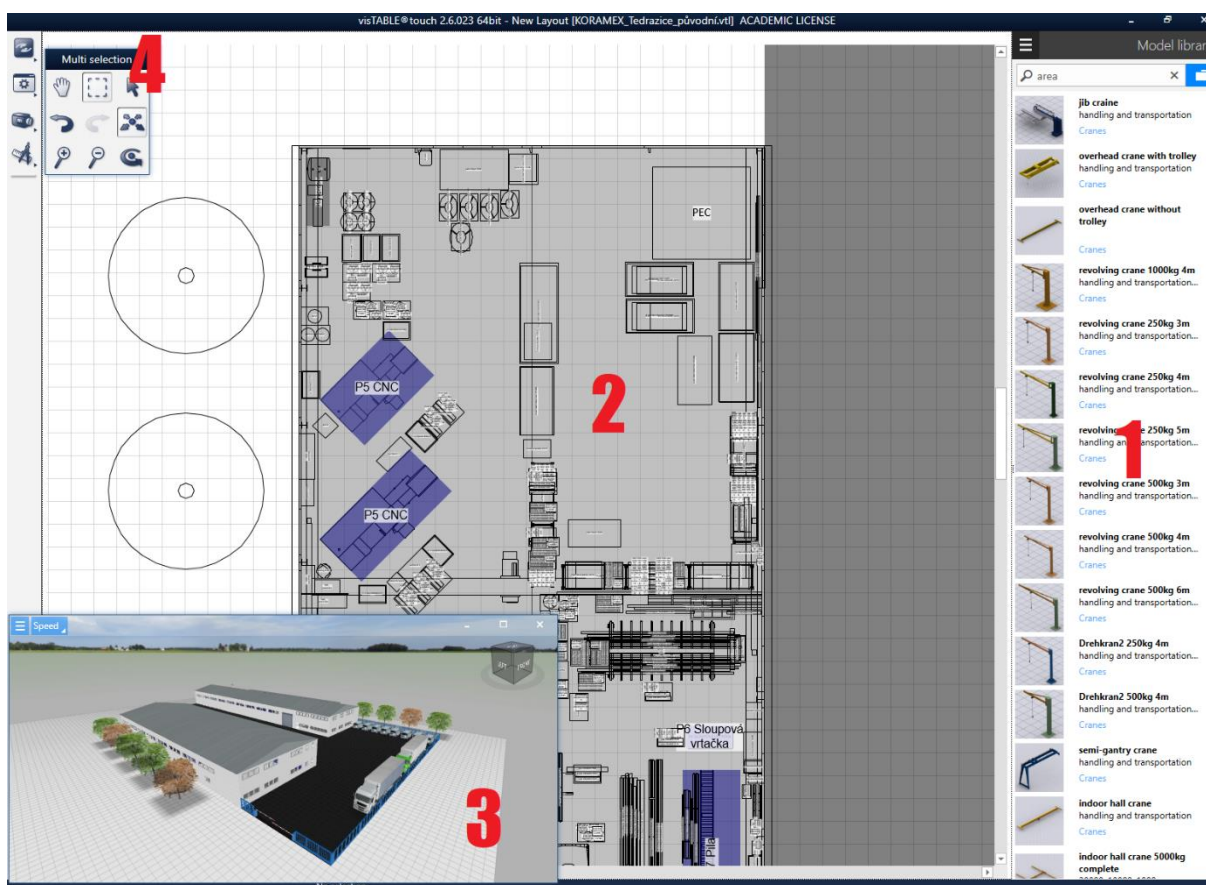
Číslo regálu	Typ regálu	Počet	Název materiálu	Patro / počet pater	x (m)	y (m)	Délka (mm)	Šířka (mm)	Výška (mm)
1	paleta	5	5 palet na sobě - plechy		2,5	4,38	3100	1500	570



Obrázek 4-3 Příklad záznamu materiálu na hale

4.6 VisTable

Pro tvorbu layoutů jsem použil software VisTable, jeho studentkou verzi mi zapůjčila katedra KPV. VisTable je software od německé firmy Plavis GmbH. Je určený pro návrh a tvorbu layoutů. Je charakterizován svým lehkým a intuitivním ovládáním. Podporuje však i složitější funkce, jako je např. tvorba a analýza materiálových toků nebo kontrola bezpečnostních vzdáleností. VisTable plně podporuje 3D vizualizaci a umožňuje její zobrazení v reálném čase. Ve svojí bakalářské práci jsem použil 3D modely, které mi poskytla knihovna katedry a snažil jsem se vybrat ty, které co možná nejvíce odpovídají skutečnosti. Do knihovny visTablu je možné importovat modely z téměř jakéhokoliv CAD systému, např. Solidworks, CATIA nebo NX. [16]



Obrázek 4-4 Pracovní prostředí visTablu

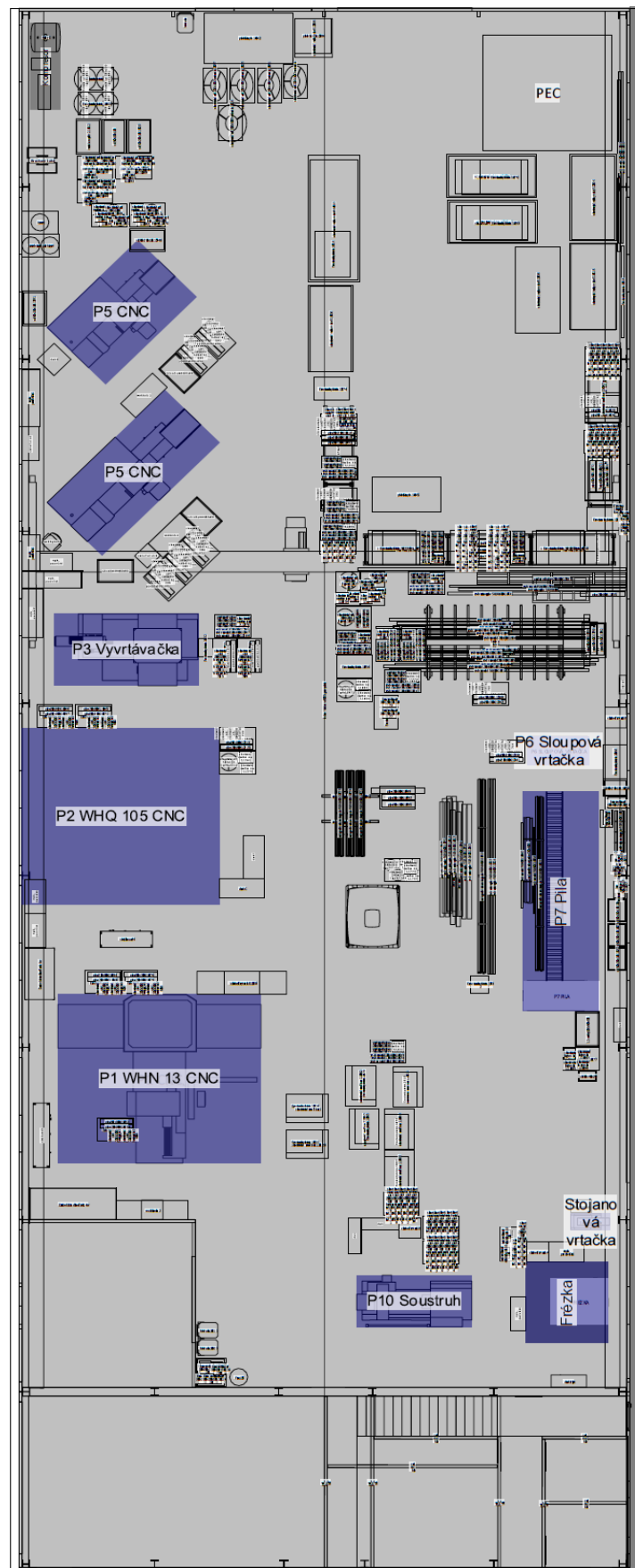
Na obrázku je znázorněno pracovní prostředí VisTablu. Pracovní prostředí VisTablu se skládá z databáze modelů (1), z 2D pracovní plochy (2), z 3D pracovní plochy (3) a z panelu nástrojů (4).

4.7 Hala 800

Pomocí nasbíraných dat jsem zhotovil layout - obrázek 4-6. Hala 800 se zaměřuje na obrábění. Nacházejí se zde dva klasické soustruh, 3 vyvrtávačky, pila, frézka, bruska, sloupcová vrtačka a dva CNC soustruhy. V horní části haly se vedle CNC strojů nachází sklad s několika regály, který je oddělený plechovou příčkou od zbytku haly. Sklad je formován do tvaru U. V levé části skladu jsou dva menší regály na drobnější materiál. V pravé horní části haly stojí dlouho nevyužívaná pec. Prostor mezi pecí a skladem slouží jako odkládiště velkých palet. Uprostřed haly za sloupcovou vrtačkou a pilou je konzolový regál na tyčový materiál. V provozní době se v hale se shromažďuje volně položený materiál. Prostor kolem pily se proto využívá jako odkládiště materiálu. CNC soustruhy jsou natočené o 45°, a takto zabírají zbytečně moc prostoru.



Obrázek 4-5 3D pohled na stávající stav haly 800



Obrázek 4-6 2D layout stávajícího stavu haly 800

V hale jsou umístěny dva CNC stroje. K těmto strojům se v budoucnu plánuje přidat nový. Půdorysné rozměry všech CNC strojů v [mm] jsou:

- P4 CNC: 5570 x 2600
- P5 CNC: 4320 x 2800
- CNC nové: 5570 x 2600

Přidáním nového CNC stroje bude nutné jinak uspořádat sklad v hale, aby vzniknul volně průchozí komunikační koridor, který je potřebný k zásobování CNC strojů. Momentálně je hala špatně průjezdná. Bude nutné přeorganizovat či zrušit některé regály, protože zasahují do nově vytvořené uličky. Pro lepší prostorovou efektivitu doporučuji přeorganizovat i stávající CNC stroje. Stroje jsou pootočený o 45° a zabírají zbytečně velký prostor. Po konzultaci s vedením jsem zjistil, že stávající pec v hale se bude rušit. A tak vznikne další prostor, se kterým lze pracovat (20m²).



Obrázek 4-7 3D pohled na stávající stav haly 800

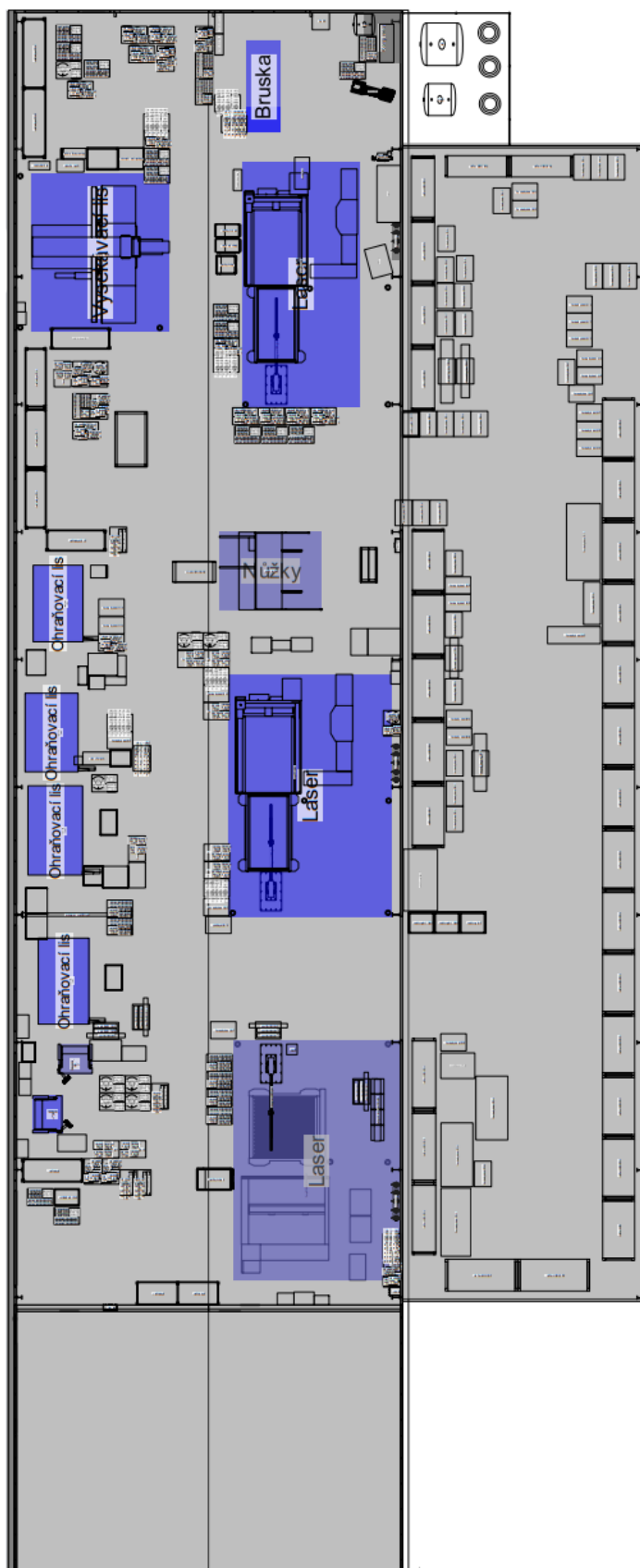
4.8 Hala 700

Po nasbírání dat jsem sestavil layout haly 700 – obrázek 4-9. Hala 700 se zaměřuje na zpracování plechů. K tomu slouží 3 lasery, 4 větší ohráňovací lisy, 2 menší ohráňovací lisy, 1 bruska, 1 nůžky na plech a 1 vysekávací lis. Výrobní hala disponuje dvěma skladovacími prostory. První je uprostřed haly. Zde se nachází 5 regálů vyskládaných do tvaru U. V zadní části haly jsou při levé stěně 2 regály a prostor před nimi je využíván jako odkládiště pro materiálu a hotových výrobků.

Vedle výrobní haly je velký přilehlý sklad. Ve skladu se převážně skladuje plech. Regály ve skladu jsou převážně plné a systém skladování je nepřehledný. Dlouhým hledáním materiálu tak vznikají prodlevy, které brzdí výrobu. Najdou se i případy, kdy se materiál nadobro ztratil. Díky špatné organizaci se v některých regálech nachází starý materiál a zabírá tak místo pro materiál nutný k výrobě. Proto se materiál potřebný k výrobě často nechává volně položený ve skladu. Tyto problémy by mohla jednoduše vyřešit moderní skladovací technika. Ta by pomohla významně uspořít místo i čas. Materiál potřebný k výrobě by byl přehledně uložen, okamžitě k dispozici a nedocházelo by k časovým prodlevám hledáním materiálu. Pro plechový materiál, který se zpracovává na laserech, je automatický skladovací systém ideální.



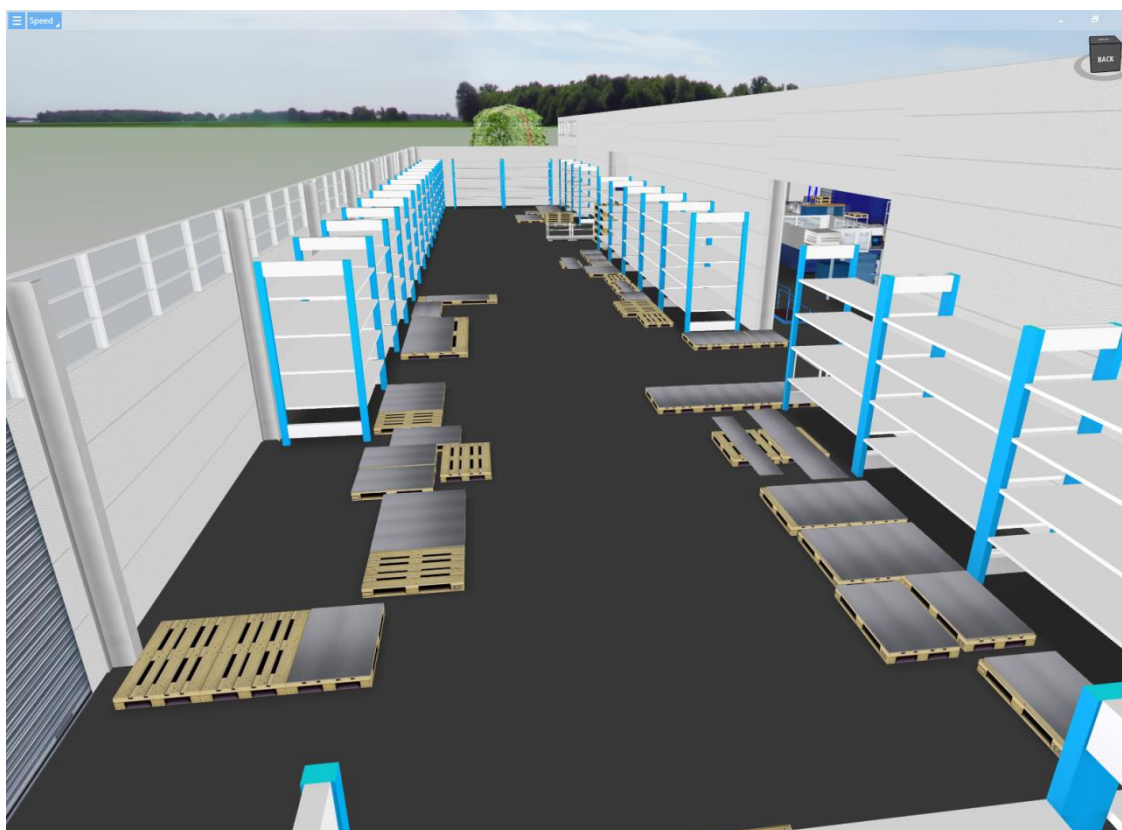
Obrázek 4-8 3D pohled na stávající stav haly 700



Obrázek 4-9 2D layout stávajícího stavu haly 700



Obrázek 4-10 3D pohled na stávající stav haly 700



Obrázek 4-11 3D pohled na stávající stav haly 700

5 Návrh prostorového řešení obrobny

Na obrázku 5-1 je stávající stav haly 800. V budoucnu se plánuje přidání nového CNC stroje. Hlavním cílem nového uspořádání je vytvoření komunikačního koridoru, který bude procházet celou halou. Momentálně je hala špatně průjezdná. Komunikační koridor povede horními vraty (žlutá barva) do vrat v dolní části haly. Dalším důležitým cílem je zachovat stávající sklad, popřípadě ho rozšířit a zajistit lepší přístupnost.

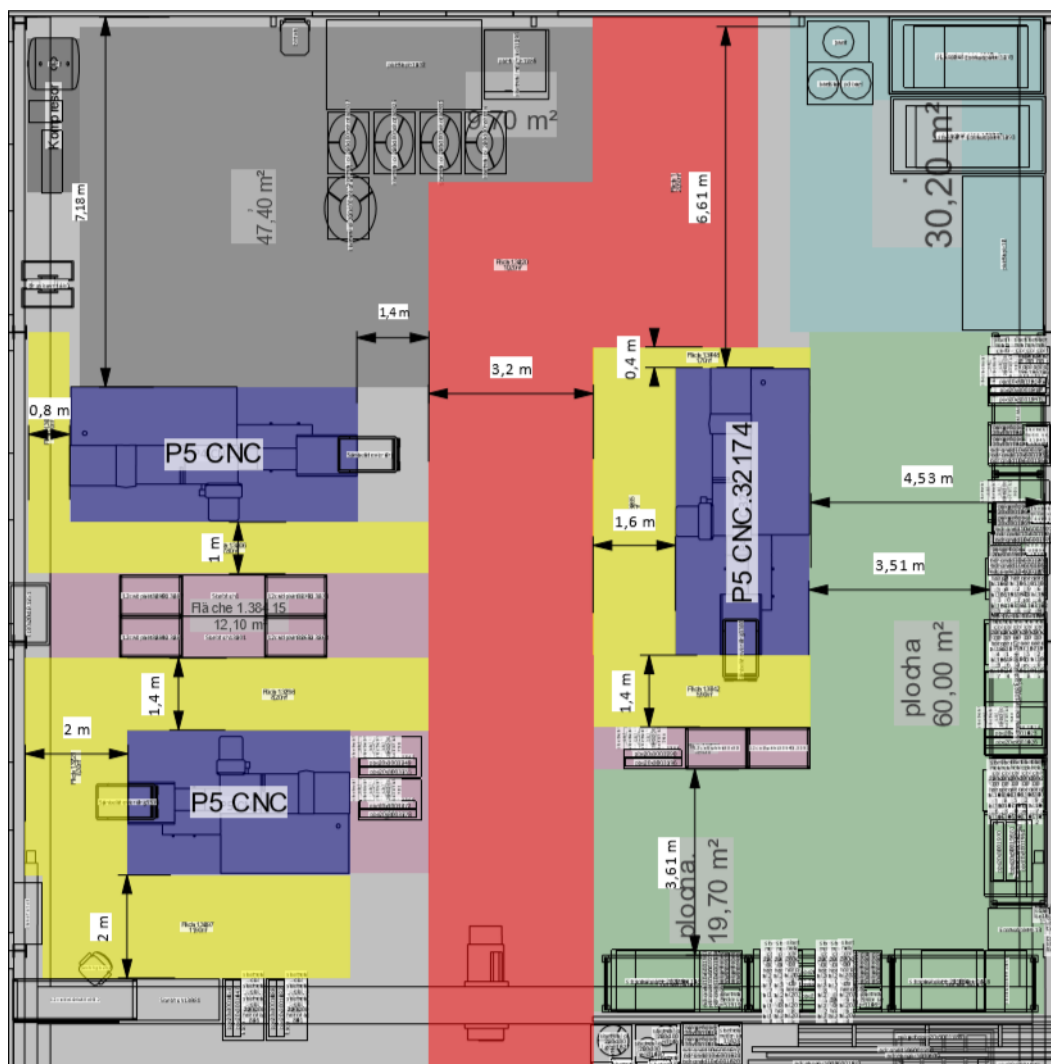
Momentálně se ve skladu nachází 7 regálů – zelená barva (5 větších – 2,9m a 2 malé – 2,7m). V hale je umístěna stará pec – červená barva. Pec již několik let nefunguje a po konzultaci s vedením se s instalací nového CNC stroje bude rušit. Vznikne tak přibližně 20m² navíc, které lze použít pro rozšíření skladu nebo pro skladování palet. Stávající CNC stroje jsou otočeny o 45°. Zabírají takto zbytečně moc prostoru. V mých variantách jsem proto situoval stroje do vertikální nebo horizontální polohy. Růžovou barvou je označená kancelář (kontrolní pracoviště). Zaměstnanci zde kontrolují výrobky a provádějí dokumentaci. Vedení si přeje zachování takového prostoru pro dokumentaci atp. Oranžovou barvou jsou na obrázku označené prázdné palety a palety s plechovým materiálem. Ten se však na obrobně nezpracovává. Proto navrhuji přesunutí tohoto materiálu do skladu v hale 700 a ponechat zde pouze potřebný materiál. Pro prázdné palety se vyhradí speciální prostor. Všechny vzdálenosti použité v následujících variantách jsou v souladu s minimálními vzdálenostmi z kapitoly – 1.9 Zásady rozmístění strojů a návrhu uliček.



Obrázek 5-1 Stávající layout obrobny

5.1 Varianta 1

V této variantě jsou poskládána obráběcí centra do tvaru U, kde dvě stávající CNC jsou otočena proti sobě. Tak bude moci obsluhovat jeden pracovník oba stroje. Třetí, resp. nové CNC centrum je umístěno přes manipulační uličku. Ulička je široká 3,2m (červená). Pro realizaci této varianty, je třeba počítat s odstraněním (přesunutím) dvou menších regálů a palet v místě manipulační uličky. Zrušením pece se vytvořil volný prostor v rohu haly. Tento prostor se dá využít jako místo pro uskladnění palet. Vznikne i prostor pro dva menší regály u pravé stěny, které navazují na stávající regály. Větší regály skladu mohou zůstat zachovány. U tohoto uspořádání dostaneme volnou plochu za CNC strojem (vznikne prostor široký 3,51 m), přes kterou by měl být obsluhován sklad bez jakýchkoliv problémů. Pod menším CNC strojem zůstala zachována kancelář, která je využívána jako místo pro případné kontroly materiálu nebo pro dokumentaci.



Obrázek 5-2 Layout varianty 1



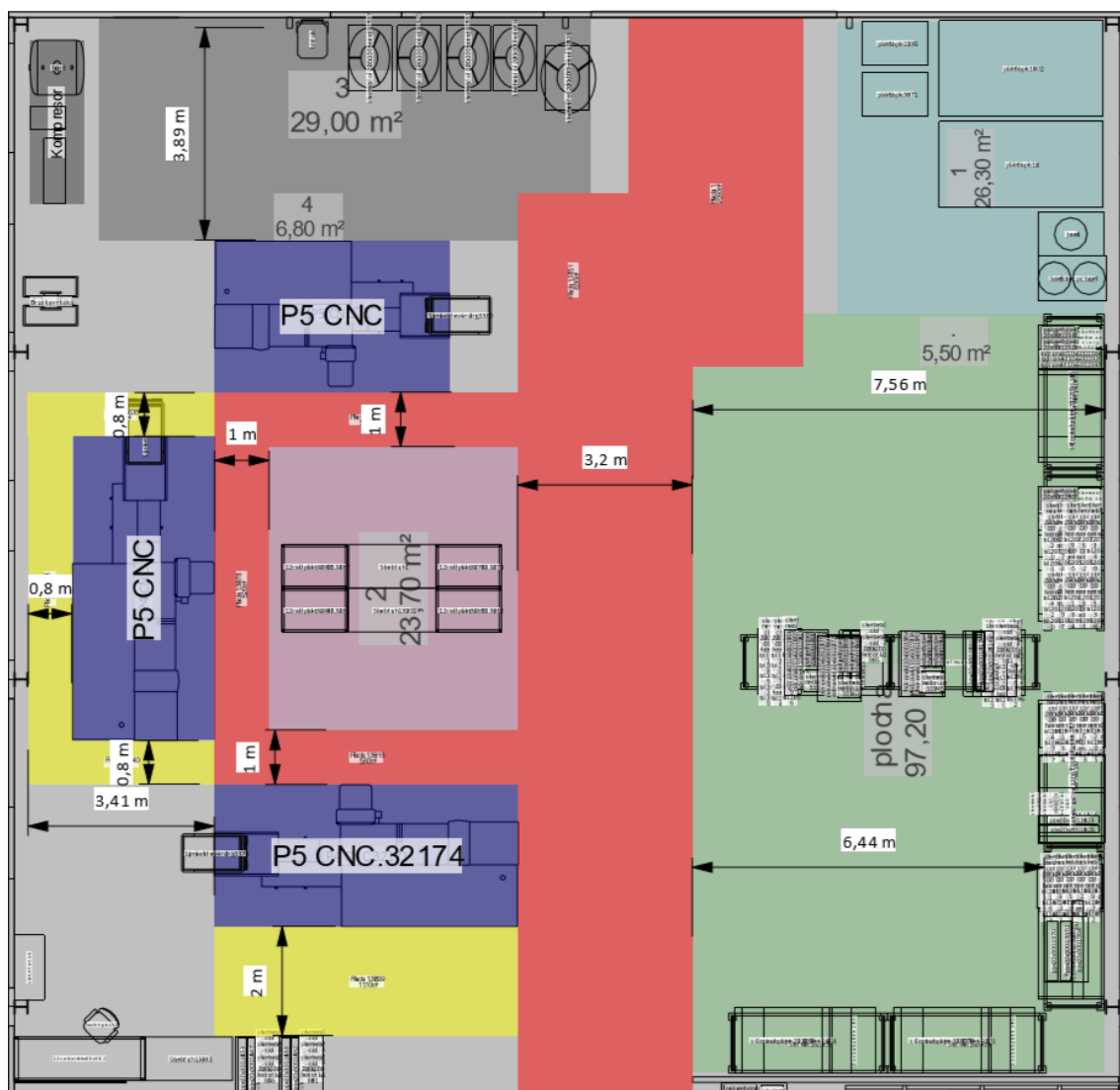
Obrázek 5-3 3D pohled na variantu 1



Obrázek 5-4 3D pohled na variantu 1

5.2 Varianta 2

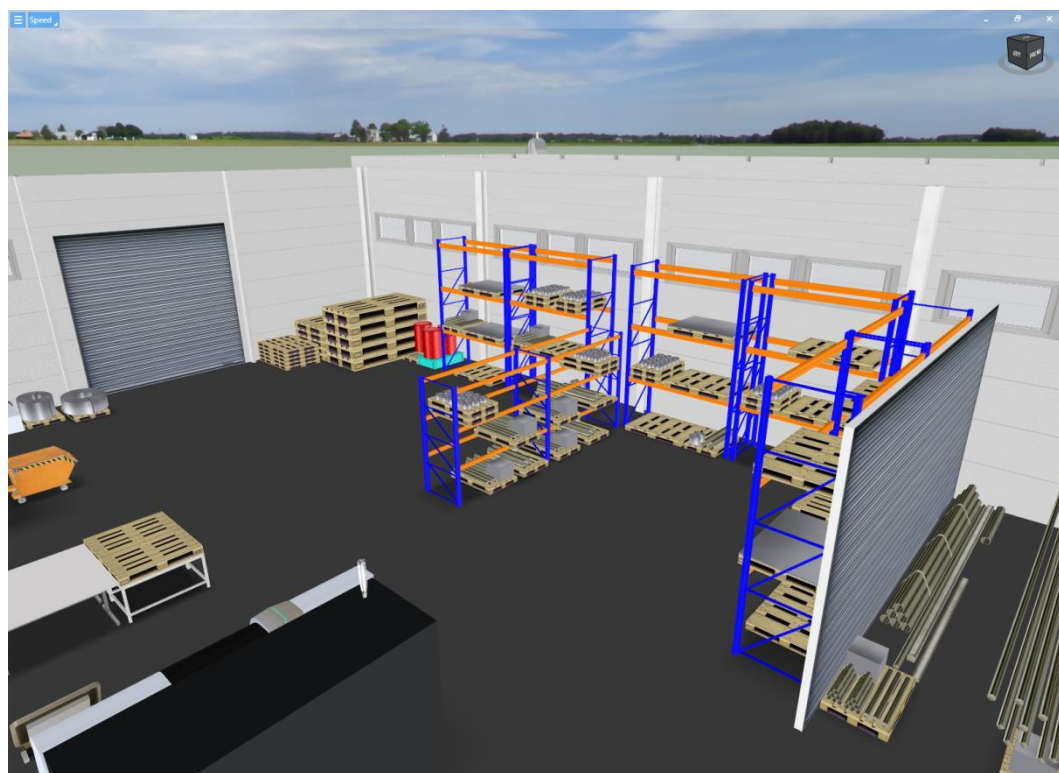
Ve druhé variantě je taktéž použito uspořádání strojů do tvaru U. Tentokrát jsou však stroje těsně u sebe. Takovéto uspořádání šetří místo v hale. I v této variantě bude muset být provedeno odstranění regálů, neboť regály zasahují do manipulační uličky. V této variantě však vznikne menší prostor za manipulační uličkou (7,56m). Do tohoto prostoru se horizontálně nevejdou 3 regály, ale pouze 2. Je však možné rozdělit sklad dvěma regály na dvě části (zvolil jsem malé - 2,7m, ale prostor nám umožňuje použít pro tento účel i regály větší – 3m). Celkově přibude ve skladu jeden regál. Tímto rozvržením se o trochu zmenší odkladiště na palety. Mezi CNC stroji vznikne velký prostor, který se dá využít pro přípravu a odkladiště hotového materiálu. Aby byl dodržen plynulý komunikační koridor, je nutné oddálit konzolový regál pro tyčový materiál (nižší část haly) od manipulační uličky, aby do něj tyče z regálu nezasahovaly (cca o 50cm).



Obrázek 5-5 Layout varianty 2



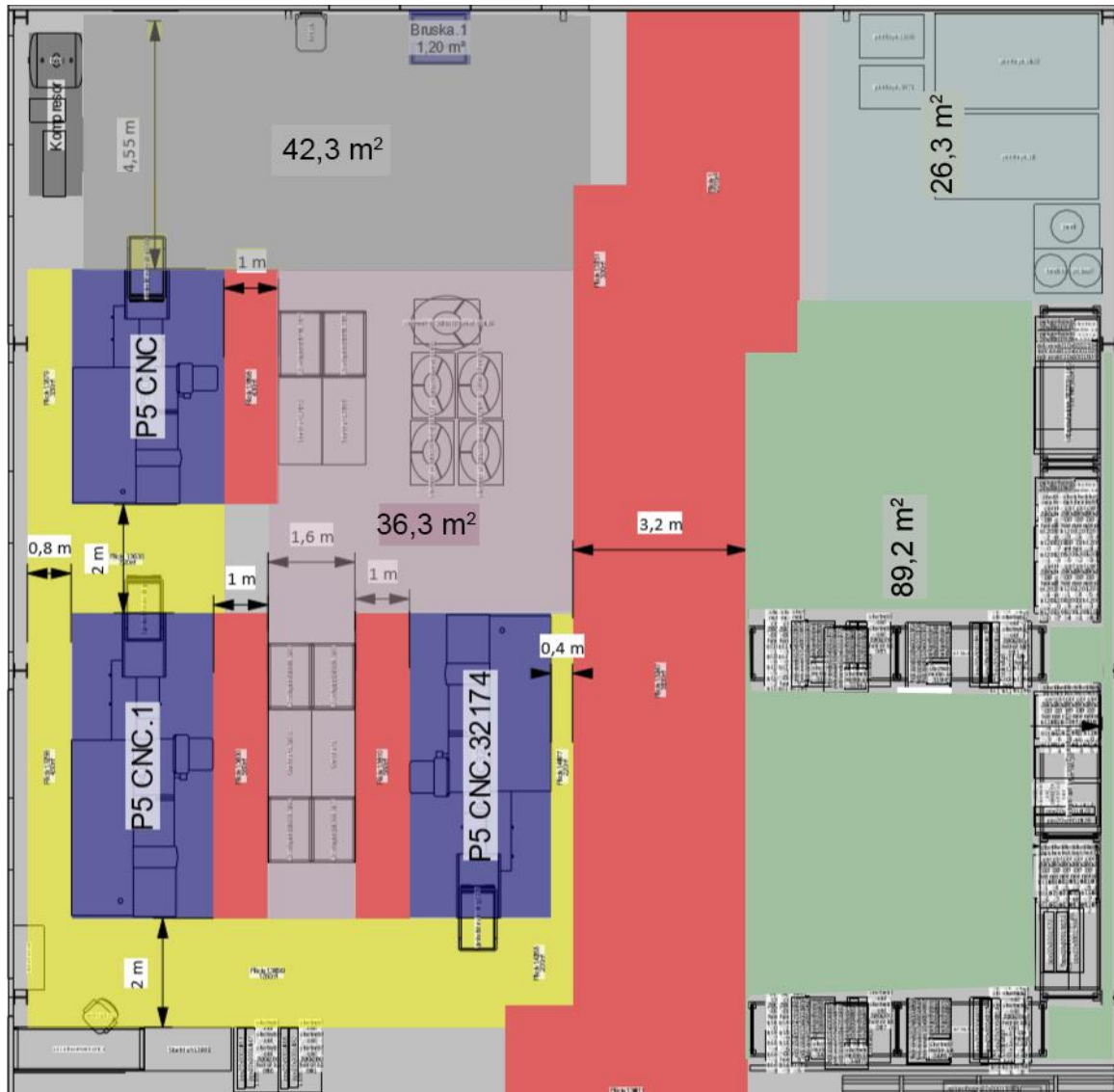
Obrázek 5-6 3D pohled na uspořádání strojů pro variantu 2



Obrázek 5-7 3D pohled na sklad pro variantu 2

5.3 Varianta 3

Ve třetí variantě jsem navrhl podélné uložení strojů. Všechna centra jsem situoval do jedné poloviny haly. I v tomto případě bude nutné odstranění (přeuspořádání) regálů, aby byl zajištěn dostatečný komunikační koridor. Za komunikačním koridorem vznikne prostor o šířce 6,5 metru. Do tohoto prostoru se už horizontálně nevejdou dva větší regály (3m), proto jsem je nahradil regály menšími (2,7m). I v tomto případě můžeme rozdělit sklad na dvě části, avšak pouze menšími regály (2,7m). U tohoto rozložení CNC strojů je nutné přemístit brusku. Ta se nacházela u levé stěny haly. Nové místo získala u horní stěny haly. Naproti menšímu CNC centru vznikne velký prostor, který se může využít pro odklad hotových výrobků.



Obrázek 5-8 Layout pro variantu 3



Obrázek 5-9 3D pohled na uspořádání strojů pro variantu 3



Obrázek 5-10 3D pohled na sklad pro variantu 3

5.4 Zhodnocení variant

Varianta 1 – v této variantě vznikl nejmenší skladovací prostor a to o rozloze 80 m² (zelená barva). Další nevýhodou této varianty je, že jeden CNC stroj je situován přes manipulační uličku a zasahuje přímo do skladu. Výhodou této varianty je, že vzniklo hodně prostoru v horní části haly – přibližně 46m² (šedá barva). Tato část haly se používala pro odklad materiálu. Pro skladování palet vznikl prostor o rozloze 30 m² (světle modrá).

Varianta 2 – disponuje největší skladovací plochou – 103m². Sklad je dobře přístupný a podařilo se ho rozšířit o jeden regál. Vzniklo také dostatek prostoru pro přípravu a odklad materiálu (růžová barva). Stroje jsou umístěny u sebe a mají společnou přípravnou plochu. Nevýhodou je, že se podstatně snížil prostor v horní části haly a to na 35m². Pro skladování palet nám zbyl prostor o rozloze 26m².

Varianta 3 – v tomto řešení vznikne skladovací prostor o rozloze 89m². Značně se zmenší šířka skladu. Sice se mohl přidat jeden regál, ale dva regály o délce 2,9m se musely nahradit regály menšími – 2,7m. Nevýhodou je, že komunikační koridor je vcelku členitý. Výhodou této varianty je, že vznikne velký prostor před menším CNC strojem. Tento prostor se může využít pro přípravu nebo odklad materiálu. Další výhodou je, že velké CNC stroje jsou otočeny proti sobě – vhodné pro vícestrojovou obsluhu.

Pro určení nejlepší varianty jsem zvolil sto bodovou metodu. Mezi jednotlivé varianty jsem k danému kritériu rozdělil 0-100 bodů. Podle bodového průměru jsem vybral nejlepší variantu.

Kritéria	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
Skladová plocha	25	100	50
Přípravná plocha	35	70	100
Odkladiště palet	75	50	50
Zbylé plochy	100	20	50
Počet regálů	0	100	50
Přístupnost skladu	25	100	100
Průměr	43,3	73,3	66,7

Tabulka 5-1 Tabulka bodování variant uspořádání

Nejlepší možností je varianta 2. Ta disponuje největší skladovací plochou (to bylo jedno z hlavních kritérií). Sklad je dobře přístupný a disponuje regálem navíc. U této varianty jsou stroje situovány u sebe a mají velkou přípravnou plochu.

6 Návrhy na skladování plechů

Současný stav skladu je pro vedení firmy nevyhovující. Mým úkolem je najít co možná nejvhodnější variantu na skladování plechů. V současné době jsou v hale paletové regály. Naměřený materiál se pohybuje rozměrově v délce do 3000mm. Mezi hlavní kritéria po konzultaci s firmou patří:

- Přehledné a snadné uskladňování.
- Inteligentní logistický systém, který nese informace o uloženém materiálu.
- Prostorová úspora
- Rychlost uskladnění a vyskladnění
- Jednoduchost instalace a montáže
- Cena

6.1 Varianta A - sloupový zakladač MIDI

Zakladač MIDI distribuuje společnost Remmert nabízí plně automatizovanou možnost skladování. Součástí tohoto řešení je kolejnicový zakladač, který se pohybuje po kolejnici v uličce mezi regály. Tento zakladač zaskladňuje a vyskladňuje materiál uvnitř regálového systému nebo mimo sklad. Tento druh zakladačů nabízí vysokorychlostní a dynamickou manipulaci a minimalizuje tak dobu nutnou pro vyskladnění a zaskladnění. Sklad je připojen na komplementární automatizovaný systém, jenž slouží k zajištění kontrol, značení materiálu, pickingu a k dalším manipulacím. Často se připojuje na systém dopravníků. Ty přemísťují materiál dál do výroby nebo do expedice. Zakladač také nabízí úsporu místa a přehledné skladování. Jeho nevýhodou jsou velké investice, do přizpůsobení skladu a výroby. Hodí se pro velmi frekventovaný provoz skladování a pro celkově automatizovanou výrobu. [15]



Obrázek 6-1 Regálový zakladač MIDI [15]

Přínosy zakladače MIDI:

- Kompaktní konstrukce pro efektivní hustotu skladování
- Plně automatizované předzásobení všemi formáty (i speciálními formáty a polotovary)
- Regálové obslužné přístroje s optimalizovanou jízdní dráhou
- Rychlejší změna materiálu na obslužných stanicích
- Stavebnicová konstrukce všech komponent
- Intuitivní ovládání [15]

6.2 Varianta B - Věžový systém Remmert Tower basic 4.0

Věžový systém Remmert se hodí pro menší množství plechu. Veškerou manipulaci s materiálem zajišťuje vertikální výtah. Celý systém se ovládá pomocí dotykového displeje a je velice jednoduchý. Základní režim je poloautomatický (možnost implementace na automatický režim). Systém nabízí rychlý přehled uloženého materiálu a informací o něm. Konstrukce je velmi jednoduchá a umožňuje zajistit montáž vlastními pracovníky. Společnost Remmarc nabízí tento produkt ve dvou variantách: L a XL. Tyto modely se liší maximální skladovací velikostí. Model L nabízí užitnou skladovací délku 3100mm a Model XL nabízí délku 4120mm. Dále také nabízí možnost volby úrovně skladování, od které se odvíjí celková výška systému. V tomto případě je rozhodující výška haly, která činí 6m. Velikost systému Remmarc Basic 4.0 do 6ti metrů nabízí 25 úrovní skladování. Cena se pohybuje v řádu milionů. Věžový systém Remmert Tower Basic 4.0 nabízí: [15]

- Vysoká hustota skladování díky kompaktní konstrukci
- Rychlá, spolehlivá a ergonomická příprava materiálů
- Vhodný pro přímé umístění vedle stroje na obrábění plechu
- Intuitivní řízení systému pomocí dotykového ovládání
- Optimální řešení skladování pro malá množství plechu.
- Velmi rychlá a jednoduchá montáž díky jednoduchému konceptu Plug-and-Run [15]



Obrázek 6-2 Věžový systém Remmarc basic 4.0 [14]

6.3 Varianta C – Driver Box

Jako nejlevnější varianta skladování jsem vybral Driver Box, klasický výsuvný skladovací box. Je sestaven ze tří základních částí (boxu, dveří boxu a výsuvu). Výhodou této varianty je možnost snadné ruční obsluhy. Při zaskladňování se otevrou dveře boxu, vyjede se s výsuvnou podložkou a na tu se uskladní materiál. Samozřejmě je možné zaskladňování i pomocí vysokozdvíhné techniky. Je to jednoduché, úsporné a přehledné skladování, které šetří více místa než klasický paletový regál. Velikost boxu se odvíjí od velikosti materiálu. Výrobce nabízí užitnou skladovací délku až 4000mm. Je také možnost umístit více boxů na sebe. Cena se pohybuje v řádu desítek tisíc. [16]



Obrázek 6-3 Driver Box [18]

6.4 Výběr vhodné varianty skladování

Pro stanovení vah kritérií jsem zvolil Saatyho metodu. Je to metoda kvantitativního párového porovnání. Jednoduše řečeno Saatyho matice určuje kolikrát je jedno kritérium významnější než druhé. Váha kritéria se stanovuje pomocí bodové stupnice - tabulka 6-1. Saatyho metodu lze rozdělit do několika kroků. Nejdříve se stanoví kritéria, která chceme porovnávat. Po konzultaci s vedením firmy jsem vytvořil kritéria, která jsou zanesena v tabulce 6-2 ve sloupci parametry. Následně jsem je po konzultaci ohodnotil a porovnal mezi sebou. Vytvořil jsem tak čtvercovou matici kritérií. Pokud je kritérium uvedené v řádku významnější než kritérium uvedené ve sloupci, zapíše se do příslušného políčka počet bodů, kterým hodnotitel vyjadřuje velikost preference kritéria v řádku vzhledem ke kritériu ve sloupci. Celkovou váhu kritérií jsem určil jako podíl geometrického průměru parametru a celkového geometrického průměru. [13]

1	Kritéria jsou stejně významná
3	První kritérium je slabě významnější než druhé
5	První kritérium je dosti významnější než druhé
7	První kritérium je prokazatelně významnější než druhé
9	První kritérium je absolutně významnější než druhé

Tabulka 6-1 Bodová stupnice kritérií [13]

Parametry	Kritérium	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	Geo. průměr	Váha
Přehlednost skladování	K1	1	3	1	5	3	3	1	2,015	0,231
Informační systém	K2	1/3	1	1	5	3	3	1/3	1,258	0,144
Prostorová úspora	K3	1	1	1	3	1	1	1/5	0,930	0,107
Instalace a montáž	K4	1/5	1/5	1/3	1	1/5	1/3	1/5	0,291	0,033
Rychlost uskladnění	K5	1/3	1/3	1	5	1	3	1/3	0,919	0,105
Automatizace	K6	1/3	1/3	1	3	1/3	1	1/5	0,581	0,067
Cena	K7	1	3	5	5	3	5	1	2,728	0,313
Součet									8,723	

Tabulka 6-2 Saatyho matice kritérií

Dalším krokem je obodování jednotlivých variant. Zvolil jsem bodovací stupnici od 0-100 (100 nejlepší). V tabulce 6-3 jsou obodované jednotlivé varianty. Posledním krokem je vyhodnocení. Nejlepší variantu zjistíme podle sumy násobku váhy kritérií a počtem bodů jednotlivé varianty. Varianta, která získala nejvíce bodů, je pro náš případ nejlepší. Výsledek rozhodovací metody můžeme vidět v tabulce 4.

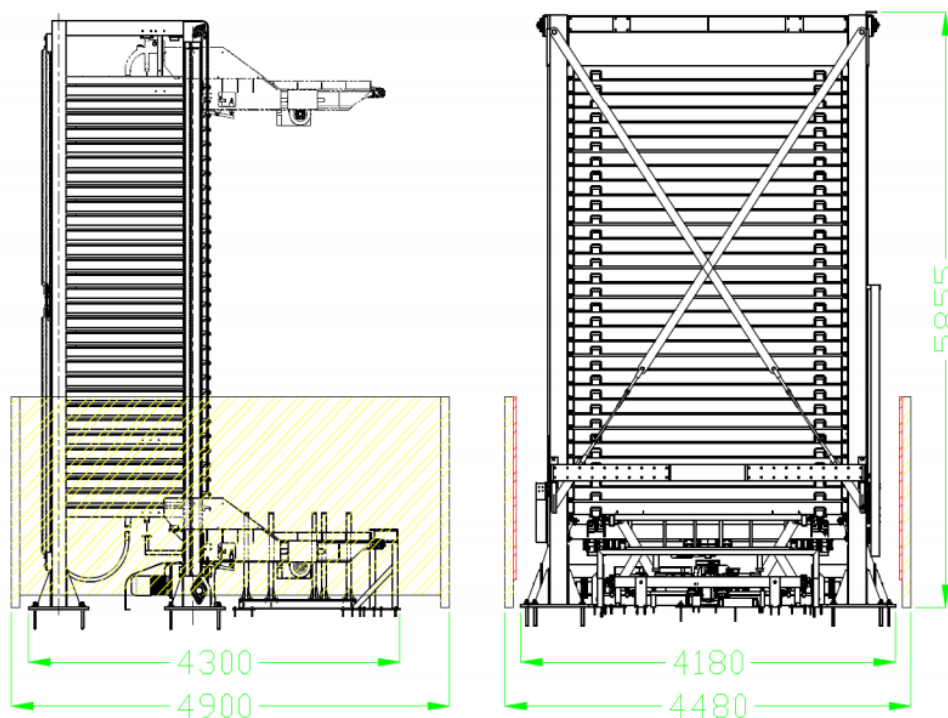
Parametry	Kritérium	Skladovací technika		
		MIDI	BASIC 4.0	DRIVER BOX
Přehlednost skladování	K1	100	100	50
Informační systém	K2	100	75	0
Prostorová úspora	K3	80	100	65
Instalace a montáž	K4	0	75	100
Rychlost uskladnění	K5	100	75	50
Automatizace	K6	100	50	0
Cena	K7	0	50	100

Tabulka 6-3 Obodování jednotlivých variant

Parametry	Váha	Skladovací technika		
		MIDI	BASIC 4.0	DRIVER BOX
Přehlednost skladování	0,231	23,1	23,1	11,55
Informační systém	0,144	14,4	10,8	0
Prostorová úspora	0,107	8,56	10,7	6,955
Instalace a montáž	0,033	0	2,475	3,3
Rychlost uskladnění	0,105	10,5	7,875	5,25
Automatizace	0,067	6,7	3,35	0
Cena	0,313	0	15,65	31,3
SUMA		63,26	73,95	58,355

Tabulka 6-4 Vyhodnocení jednotlivých variant

Jako nejlepší variantou se stal věžový systém Remmart Basic Tower 4.0. Jeho přesné parametry zachycuje obrázek 24. Vybral jsem variantu pro rozměr plechů maximálně do 3,1x1,5m (vycházel jsem od velikosti materiálu na skladě, pouze výjimečně se objevují materiály o větších délkách). Nosnost jedné úrovně skladování je 3000kg. Výška této věže je 5855mm. Od výrobce jsem získal cenové ohodnocení těchto systémů. Postačí dvě tyto věže (jeden pro lis a laser, druhý pro dva lasery). Odhad ceny od výrobce dvou věží je 171.800,- EUR (cca 4.408.388 Kč). Věže můžeme umístit do skladu, kde jimi nahradíme 3 stávající paletové regály.



Tabulka 6-5 Parametry věžového systému Remmart Basic Tower 4.0 [15]

Položka	Cena za kus v EUR bez DPH	Počet Kusů	Celková cena v EUR bez DPH
LogiTower jednověž.	75.900,-	2	151.800,-
Montáž a doprava	10.000,-	2	20.000,-
Celková cena dodávky			171.800,-

Tabulka 6-6 Odhad ceny dvou věží Remmart Basic Tower 4.0 [15]

Závěr

V mé bakalářské byla provedena analýza poznatků v oblasti výroby, prostorového uspořádání a skladování. V první kapitole jsem shrnul základní poznatky o výrobě – typy výroby, řízení výroby. Dále jsem se zabýval prostorovým rozvržením výroby. Shrnul jsem veškeré poznatky, které by měl projektant znát, při tvorbě výrobního uspořádání a prostorů pro výrobu. Dalším důležitým bodem mojí bakalářské práce bylo skladování. V teoretické části jsem se zabýval možnostmi a druhy skladování. Popsal jsem i základní funkce, které takové skladování zastupuje.

V praktické části jsem se zabýval prostory a moderními možnostmi skladování. Po důkladném měření jsem vytvořil téměř fotorealistický model areálu v Tedražicích. Zanalyzoval jsem stávající stav a vytvořil jsem 3 možné varianty nového výrobního uspořádání v obrobně. Při tvorbě variant jsem uplatnil nabyté vědomosti z teoretické části a dodržel jsem veškeré normy. Přikláním se k variantě č. 2. Ta šetří místo v hale a přitom zbude dost prostoru pro přípravu materiálu. Odstraněním pece a reorganizací skladu se mohl dokonce přidat jeden regál, a tak je sklad praktičtější a lépe přístupný. Vznikl i plynulý komunikační koridor o šířce 3,2 metru.

Další náplní tohoto projektu bylo vytvořit návrhy na možnosti skladování plechů. Vybral jsem tři rozdílné možnosti. Po kriteriální analýze pomocí Saatyho matice jsem vybral nejschůdnější variantu, a to poloautomatický věžový systém Remmart Basic Tower 4.0. Myslím, že tato varianta splňuje veškeré požadavky zákazníka a poskytne přehledné a rychlé skladování.

Seznam použitých pramenů a literatury

- [1] KLEINOVÁ, J.: *Ekonomické hodnocení výrobních procesů*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2005, 90 s. ISBN 80-7043-364-7
- [2] KEŘKOVSKÝ, M. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3. vydání, Praha: C.H. Beck, 2001, ISBN: 978-80-7179-319-9
- [3] HLAVENKA, B.: *Projektování výrobních systémů*. CERM, Brno, 2005, ISBN 80214-2871-6
- [4] GUSTAV, T., *Řízení výroby a nákupu*. 1. vydání, Praha: Grada Publishing, 2007, ISBN: 978-80-247-1479-0.
- [5] GWYNNE, R. *Warehouse management: a complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse*. 2.vyd, Kogan Page, 2014, ISBN: 978 0 7494 6935 1.
- [6] MILLER, A., BUREŠ, M., ŠRAJER, V., PEŠL, J. *Projektování výrobní základny - teoretická část*. 1. vydání, e-book, Plzeň: SmartMotion s.r.o., 2013, ISBN: 978-80-87539-30-9.
- [7] MILLER, A., ZOUBEK, M., VRÁNEK, P.: *Prezentace z předmětu: Průmyslové inženýrství*, [Online]. [cit. 2018-12-14]. Plzeň, Západočeská univerzita v Plzni, Dostupné pro studenty z:
<https://courseware.zcu.cz/portal/studium/courseware/kpv/pi/>
- [8] KOŠTURIÁK, J., GREGOR, M., MIČIETA, B., MATUSZEK, J. *Projektovanie výrobných systémov pre 21. Storočie*. 1. vydání, Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, 2000, ISBN: 80-7100-553-3.
- [9] HLAVENKA, B. *Projektování výrobních systémů : Technologické projekty I*. 3. vydání. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. 197 s. ISBN 80- 214-2871-6.
- [10] ŠIMON, M., TRNKOVÁ, L. *Logistika - teoretická část*, e-book, Plzeň, SmartMotion, 2013, 978-80-87539-35-4
- [11] SIXTA, J.; JOSEF, V. *Logistika - teorie a praxe*. 1.vydání, Brno: Computer Press, a.s., 2005, ISBN: 80-251-0573-3.
- [12] DANĚK, J., PLEVNÝ, M. *Výrobní a logistické systémy*. 1.vydání, Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2005, ISBN: 80-7043-416-3
- [13] EDL M.: *Prezentace z předmětu: Plánovací a rozhodovací techniky*, [Online]. [cit. 2019-04-13]. Plzeň, Západočeská univerzita v Plzni, dostupné pro studenty z:
<https://courseware.zcu.cz/portal/studium/courseware/kpv/prt>
- [14] Koramex a.s. [online]. [cit. 2018-11-20]. Dostupné z: <https://www.koramex.cz/>
- [15] Remmert GmbH. *Skladování plechu* [online]. [cit. 2019-03-15]. Dostupné z:
<https://www.remmert.de/cs/>
- [16] ZČU. *VisTable* [online]. [cit. 2019-03-16]. Dostupné z: <https://www.digipod.zcu.cz/>

[17] Google. Mapy Google [online]. [cit. 2018-11-20]. Dostupné z:
<https://www.google.cz/maps/>

[18] Kredit s.r.o. Sklady [online]. [cit. 2019-03-15]. Dostupné z:
<http://www.kredit.cz/vyrobky/sklady/>

[19] Jungheinrich s.r.o. Produkty [online]. [cit. 2019-04-08]. Dostupné z:
<https://www.jungheinrich.cz/>

Seznam použitých obrázků

Obrázek 1-1 Základní dělení výroby [1]	10
Obrázek 2-1 2D layout podniku	17
Obrázek 2-2 Závislost výrobního uspořádání na typu výroby [6].....	18
Obrázek 2-3 Schéma volného uspořádání výroby [6]	18
Obrázek 2-4 Schéma předmětného uspořádání [6]	19
Obrázek 2-5 Schéma technologického uspořádání [6].....	20
Obrázek 2-6 Schéma buňkového uspořádání [6].....	21
Obrázek 2-7 Minimální vzdálenost mezi stroji [7].....	22
Obrázek 2-8 Vzdálenosti vícestrojové obsluhy [7]	22
Obrázek 2-9 Vzdálenost strojů s otočnými rameny [7].....	23
Obrázek 2-10 Minimální vzdálenost stroje od zdi [7].....	23
Obrázek 2-11 Vzdálenosti strojů od uličky a její šířky [7]	24
Obrázek 2-12 Šířka uličky [7]	24
Obrázek 2-13 Šířka skladu v závislost na skladovací technice [7]	25
Obrázek 3-1 Pojezdový regál [19].....	28
Obrázek 3-2 Spádový regál [19].....	28
Obrázek 3-3 Konzolový regál [19].....	29
Obrázek 3-4 Výškový regálový systém [19]	30
Obrázek 3-5 Skladovací systém VERTIMAG [18].....	30
Obrázek 3-6 Sloupový zakladač [18]	31
Obrázek 4-1 Areál Tedražice [17].....	33
Obrázek 4-2 Venkovní pohled na modely hal 700 a 800	34
Obrázek 4-3 Příklad záznamu materiálu na hale	34
Obrázek 4-4 Pracovní prostředí visTablu.....	35
Obrázek 4-5 3D pohled na stávající stav haly 800	36
Obrázek 4-6 2D layout stávajícího stavu haly 800.....	37
Obrázek 4-7 3D pohled na stávající stav haly 800	38
Obrázek 4-8 3D pohled na stávající stav haly 700	39
Obrázek 4-9 2D layout stávajícího stavu haly 700.....	40
Obrázek 4-10 3D pohled na stávající stav haly 700	41
Obrázek 4-11 3D pohled na stávající stav haly 700	41
Obrázek 5-1 Stávající layout obrobny	42
Obrázek 5-2 Layout varianty 1	43
Obrázek 5-3 3D pohled na variantu 1	44
Obrázek 5-4 3D pohled na variantu 1	44
Obrázek 5-5 Layout varianty 2	45
Obrázek 5-6 3D pohled na uspořádání strojů pro variantu 2.....	46
Obrázek 5-7 3D pohled na sklad pro variantu 2	46
Obrázek 5-8 Layout pro variantu 3	47
Obrázek 5-9 3D pohled na uspořádání strojů pro variantu 3.....	48
Obrázek 5-10 3D pohled na sklad pro variantu 3	48
Obrázek 6-1 Regálový zakladač MIDI [15]	50
Obrázek 6-2 Věžový systém Remmarc basic 4.0 [14]	51
Obrázek 6-3 Driver Box [18]	52

Seznam použitých tabulek

Tabulka 5-1 Tabulka bodování variant uspořádání	49
Tabulka 6-1 Bodová stupnice kritérií [13]	52
Tabulka 6-2 Saatyho matice kritérií	53
Tabulka 6-3 Obodování jednotlivých variant	53
Tabulka 6-4 Vyhodnocení jednotlivých variant	53
Tabulka 6-5 Parametry věžového systému Remmart Basic Tower 4.0 [15]	54
Tabulka 6-6 Odhad ceny dvou věží Remmart Basic Tower 4.0 [15]	54

Seznam příloh

Elektronická příloha č.1 - layouty – vtl
Elektronická příloha č.2 - layouty – pdf