

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N0715A270012 Průmyslové inženýrství a management

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Instalace nového lisu do výroby

Autor: **Bc. Zdeněk KOPČEK**

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

Akademický rok 2020/21

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Zdeněk KOPČEK**
Osobní číslo: **S19N0141P**
Studijní program: **N0715A270012 Průmyslové inženýrství a management**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství a management**
Téma práce: **Instalace nového lisu do výroby**
Zadávací katedra: **Katedra průmyslového inženýrství a managementu**

Zásady pro vypracování

1. Výroba a výrobní technologie
2. Prostorové řešení a zásobování
3. Analýza současného stavu
4. Harmonogram instalace a kapacitní propočty
5. Závěr a vyhodnocení

Rozsah diplomové práce: **50 – 70 stran**
Rozsah grafických prací: **0 výkresů**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

1. SVOZILOVÁ, Alena. *Projektový management: systémový přístup k řízení projektů*. Praha: Grada Publishing a.s., 2016. ISBN 978-80-271-0075-0.
2. DOLEŽAL, Jan a kolektiv. *Projektový management Komplexně, prakticky a podle světových standardů*. Praha: Grada Publishing a.s., 2016. ISBN: 978-80-247-5620-2.
3. TOMEK, Gustav. *Řízení výroby a nákupu: plánování, řízení a kontroling: komplexní standardizace: řízení dodavatelského řetězce – Supply Chain Management: praktické příklady: pro manažery a specialisty výroby, nákupu, logistiky a studenty VŠ*. Praha: Grada Publishing a.s., 2007. ISBN 978-80-247-1479-0.

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

Konzultant diplomové práce: **Ing. Jan Roubal, MBA**
diamorph hob certec s.r.o.

Datum zadání diplomové práce: **21. září 2020**
Termín odevzdání diplomové práce: **28. května 2021**

L.S.

Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan

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

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

Velmi rád bych zde chtěl poděkovat Doc. Ing. Michalovi Šimonovi, Ph.D. za rady, připomínky, odbornou pomoc a vedení při vypracování této práce.

Zároveň bych chtěl poděkovat Ing. Janu Roubalovi a ostatním zaměstnancům společnosti, kteří mi poskytli podporu při získávání informací pro vypracování diplomové práce.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Bc. Kopček	Jméno Zdeněk	
STUDIJNÍ OBOR	N0715A270012 Průmyslové inženýrství a management		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Šimon, Ph.D.	Jméno Michal	
PRACOVÍŠTĚ	ZČU – FST – KPV		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Instalace nového lisu do výroby		

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

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	68	TEXTOVÁ ČÁST	55	GRAFICKÁ ČÁST	13
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS	<p>Diplomová práce se zabývá instalací nového lisovacího zařízení pro lisování keramických válečků. Teoretická část popisuje výrobu, výrobní technologie a prostorové řešení. Ve druhé části práce jsou získané poznatky aplikovány do návrhů umístění nového stroje a přemístění objektů ve výrobní hale s ohledem na požadavky společnosti, možností využití moderní manipulační techniky pro zásobování zařízení vstupním materiálem a vytvoření harmonogramu prací.</p>
KLÍČOVÁ SLOVA	Layout, lis, návrh, prostorové uspořádání

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Bc. Kopček	Name Zdeněk		
FIELD OF STUDY	N0715A270012 Industrial Engineering and Management			
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. Šimon, Ph.D	Name Michal		
INSTITUTION	ZČU – FST – KPV			
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable	
TITLE OF THE WORK	Installation of a new press into production			

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

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	68	TEXT PART	55	GRAPHICAL PART	13
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION	<p>The diploma thesis focuses on the installation of the new press machine for pressing ceramic rollers. The theoretical part describes the production, production technologies and spatial solutions. In the second part of the thesis, is knowledge applied to the layout of new machine and relocation of current equipment in the production hall regarding company requirements. Further, thesis deals with the possibility of using modern handling equipment for supply and creating of work schedule.</p>
KEY WORDS	Design, layout, press, spatial arrangement

OBSAH

Úvod	10
1 Výroba a výrobní technologie	11
1.1 Typy výroby	11
1.2 Výrobní dávka	12
2 Prostorové řešení	14
2.1 Uspořádání pracovišť	15
2.2 Požadavky na prostorového uspořádání pracoviště	17
2.3 Manipulační technika	20
3 Analýza současného stavu	23
3.1 Představení společnosti	23
3.2 Výrobní postup	24
3.3 Pracoviště Lis	26
3.4 Manipulace s materiálem na pracovišti Lis	28
4 Nové instalované lisovací zařízení	31
5 Kapacitní propočty	33
5.1 Počet strojů	33
5.2 Výrobní plocha	36
6 Umístění lisovacího zařízení	37
6.1 Požadavky na umístění	37
6.2 Úprava stávajícího rozmístění strojů a ploch	37
7 Návrhy umístění nového lisovacího zařízení	40
7.1 Návrh č. 1	40
7.2 Návrh č. 2	41
7.2.1 Manipulační robot	42
7.2.2 Bez manipulačního robota	43
7.3 Zásobování	43
8 Vyhodnocení návrhů	45
8.1 Výhody a nevýhody návrhů	45
8.2 Materiálový tok	46
8.3 Finanční hodnocení návrhů	47
8.4 Výběr návrhu	48
9 Harmonogram	50
Závěr	51

Seznam použité literatury.....	52
Seznam obrázků	53
Seznam tabulek	54
Seznam příloh.....	55

Úvod

Výrobní zařízení jsou nejpodstatnější součástí podniku se zaměřením na výrobu produktu. Bez kvalitního strojového vybavení v daném optimálním počtu a rozložení ve výrobním prostoru by podnik nemohl podle svých požadavků a představ produkovat vlastní výrobek. V důsledku globalizace a velké tržní konkurence je snahou společnosti neustále inovovat a modifikovat své výrobky podle požadavků zákazníků, přicházet na trh s novými produkty, ale také modernizovat výrobní procesy včetně příslušných zařízení.

Práci lze rozdělit do dvou částí. První, teoretická část diplomové práce, se zabývá rešerší dané problematiky a určuje směr při zpracování praktické části práce. V úvodu práce je vysvětlena oblast týkající se výroby a výrobní technologie se specifikací výrobního sortimentu a výrobní dávky. Následně se práce zabývá prostorovým řešením, kde je popsáno uspořádání pracovišť, požadavky na umístění, seznam manipulační techniky, kterou lze využít při zpracování.

Cílem práce je vytvoření návrhů prostorového uspořádání s novým lisovacím zařízením na výrobu keramických válečků do válečkových vypalovacích pecí. V práci je zohledněno splnění všech stanovených požadavků společnosti na implementaci nového vybraného stroje, který má za účel rozšířit nabídku produkovaného výrobku.

Druhá část diplomové práce analyzuje současný stav, ve které představuje firmu, popisuje pracoviště Lis a manipulaci materiálu na daném pracovišti. V práci je uveden popis nového lisovacího zařízení pro výrobu keramických válečků a dalšího přidruženého vybavení pro plynulý chod stroje. Ve vstupní analýze práce jsou zpracovány kapacitní propočty na využití strojů a stanovení výrobní plochy strojů pro následné použití v návrzích. Společnost stanovila požadavky na umístění nového stroje do prostoru výrobní haly a seznam objektů k možnému přesunu s ohledem na vytvoření optimálního prostoru pro instalaci nového lisovacího zařízení. Práce obsahuje dva odlišné návrhy umístění lisovacích zařízení a přesunu vybraných objektů a strojů v podniku. Druhý návrh implementace nového stroje má dvě modifikace s použitím a bez využití moderní manipulační techniky pro plynulé zásobování strojů vstupním materiálem v podobě robotického zařízení. V poslední části práce je stanoven harmonogram prací a činností pro optimální a kontrolovanou instalaci nového lisu do výroby společnosti.

1 Výroba a výrobní technologie

Výroba je definovaná jako transformace výrobních faktorů do ekonomických statků a služeb, které následně postupují spotřebou. Výrobní zdroje neboli výrobní faktory jsou obvykle rozlišeny do čtyř hlavních skupin:

- přírodní zdroje (půda),
- práce,
- kapitál,
- informace.

Přírodními zdroji jsou orná půda, lesy, zdroje nerostných surovin, voda a vzduch. Práce představuje všechny lidské zdroje, uplatnitelné ve výrobním procesu. Kapitál definuje výrobní faktory, které vznikají v průběhu výroby a jsou následně uplatňovány v pokračující výrobě. [1]

Technologie představuje soubor výrobních prostředků pro danou pracovní činnost k produkci výrobku nebo poskytované službě. Pod pojmem technologie rovněž spadá souhrn prostředků dané organizace nebo její výrobní či podpůrné know-how. [2]

1.1 Typy výroby

Technologický projekt podniku ovlivňují dva faktory, kterými jsou vyráběný produkt a typ výroby. K výrobě různých druhů výrobků obvykle dochází v jednom podniku či na jedné výrobní lince v daném závodě. Podnik se charakterizuje podle dominantního typu výroby. V průmyslu se typy výroby rozlišují podle objemu výroby na:

Kusová výroba

Znakem kusové výroby je produkce jednotlivého kusu různé konstrukce vyráběného jen jednou, převážně na univerzálním nářadí a strojním vybavení. Strojní vybavení je voleno, s ohledem na poskytnutí různého způsobu zpracování materiálů či polotovarů. Technologický postup je tvořen tak k více operacím na jednom stroji a pracovišti. Využití strojů v kusové výrobě je dopadem různorodosti práce, která přináší časté seřizování stroje. Dochází k značné výměně přípravků a obtížné organizaci práce, která je ale nižší než v sériové výrobě. Podle technologické příbuznosti jsou stroje rozmístěny v daném výrobním prostoru. Kusová výroba vyžaduje kvalifikovanou pracovní sílu.

Sériová výroba

Charakteristickým znakem tohoto typu výroby je vyšší počet produktů vyráběných v dávce. Podle počtu kusů v jedné dávce se sériová produkce rozděluje:

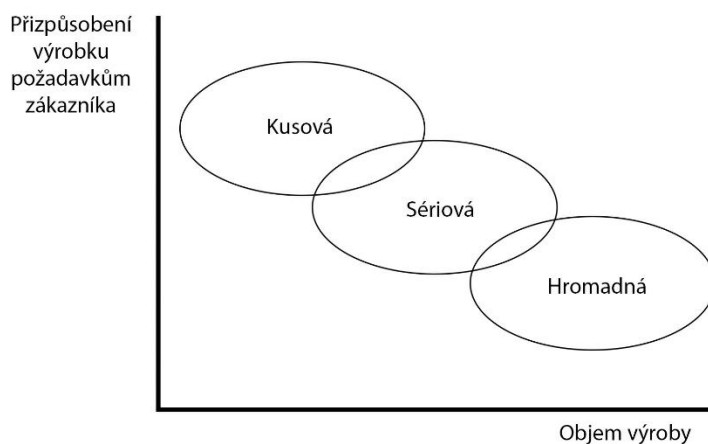
- malá série: 5-50 kusů,
- střední série: 50-500 kusů,
- velká série: víc jak 500 kusů,

Technologický postup je zpracován, tak aby na jednotlivých pracovištích docházelo k určitému počtu operací. Rozmístění strojů je oproti kusové výrobě nainstalováno předemně do linek. Stroje jsou progresivnější, upínače, řezné nářadí i měřidla jsou specializované, plánování a

organizace výroby jsou jednodušší. Kvalifikace pracovníků pro sériovou výrobu již nemusí být na vysoké úrovni. Produktivita práce je oproti kusové výrobě vyšší.

Hromadná výroba

Hromadná výroba se využívá při produkci velkého počtu stejných výrobků, polotovarů či dílů. Technologický postup je stanoven, aby docházelo k možné jedné prováděné operaci na jednom pracovišti v určitém taktu. Stroje jsou jednoúčelové, specializované na konání jedné jednoduché operace a jsou uspořádány formou výrobní linky. Úroveň kvalifikace pracovníků je zde nízká. Produkce je na vysoké úrovni. Postup práce na jednotlivých pracovištích je detailně zpracován do jednotlivých pohybů s využitím poznatků ergonomie. Seřízení strojů mají na starosti kvalifikovaní specialisté. [3]



Obr. 1-1: Možnost přizpůsobení výrobku individuálním požadavkům zákazníka v jednotlivých typech výroby. [1]

Další rozdělení výroby je podle váhy produktů:

- těžká,
- středně těžká,
- lehká.

V těžkém provozu je dominantní kusová výroba. V lehkém provozu je naopak obvyklá sériová či hromadná výroba, kde je možno nasadit progresivnější technologii a způsob manipulace s materiálem. Váha produktů má podstatný vliv na zpracování technologického projektu, hlavně na volbu strojů a zařízení, manipulačních prostředků a dispoziční upořádání strojů a zařízení. [3]

1.2 Výrobní dávka

Výrobní dávkou se označuje množství výrobků představující soubor součástí nebo dílů, které jsou hromadně zadány do výrobního procesu nebo z výroby odváděny. Výrobky jsou opracovávány v těsném časovém sledu nebo současně na specifických pracovištích a s jednorázovým konstantním vynaložením nákladů na přípravu a dokončení příslušného procesu či operace. Výrobní dávka je jednotkou evidence v rámci operativní evidence výroby. Výsledkem je, že na dávku je vydáván společně výchozí materiál a polotovary a jako celek se eviduje v průběhu výroby i při odvádění na mezisklad či na sklad hotových výrobků.

Důležité je oddělení pojmu výrobní dávka od pojmu série, která představuje řadu výrobků, součástí či dílů jednoho provedení a je tvořena výrobními dávkami.

Zvyšování velikosti výrobní dávky se kladně projeví na:

- snižování fixních nákladů, představující náklady na přípravu a zakončení výroby,
- zvyšování produktivity práce,
- zjednodušení operativního řízení výroby.

Na opačné straně efektivity zvyšování velikosti dávky dochází k:

- zvyšování nákladů na skladování součástí a dílů,
- zvyšování vázanosti obrátového kapitálu,
- zvyšování vázanosti výrobních a manipulačních ploch,
- prodlužování průběžné doby výroby,
- snižování odolnosti výroby proti změnám a poruchám. [4]

Metoda minimální dávky

Metoda je zaměřena na zajištění požadovaného poměru doby aktivní činnosti stroje k času přípravy a zakončení. Doba aktivní činnosti stroje se stanovuje jako násobek kusového neboli operačního času a velikosti dávky. Stroj není v chodu v době času přípravy a zakončení.

Metoda optimální dávky

Optimální dávka je označována jako nákladový přístup. Metoda nebere při stanovení velikosti dávky v úvahu dobu trvání vlastní operace ve vztahu k době na přípravu a seřízení, ale minimum celkových nákladů spojených s přípravou a zakončením výroby a se skladováním dávky. Optimální dávka se zaobírá změnou mezi snižováním fixních nákladů na kus při zvyšování velikosti dávky, a naopak zvyšováním nákladů na skladování, popř. zvyšováním vázanosti kapitálu.

Metoda standardizované frekvence dávkování

Pro použití metody standardizované frekvence dávkování je základem určení velikosti dávky. Hodnota je stanovena jako kalendářní rytmus plánování zadání výroby, který je korigován na tzv. frekvenci během roku. Základem je obvykle propočtení optimální dávky, která následně přibližuje odpovídající frekvenci.

Metoda pevných dávek

Při použití metody pevných dávek se v praxi rozdělují vyráběné díly a součásti na hodnotové:

- nevýznamné, masově vyráběné,
- významné, vyráběné v menším množství.

Pro nevýznamné, masově vyráběné díly a součásti se stanovuje pevná výrobní dávka, která se nemění po delší časové období. Významnější vyráběné díly a součásti v menším množství s předem stanovenou výší dávky se korigují se specifickým rozpětím, které je předem určené. Výsledkem je přiblížení velikosti dávky skutečně plánované potřebě pro dané období. Prvotním krokem je vyčíslení hodnoty základní dávky a velikosti tzv. směrné dávky, která je

spjata s hodnotou součásti a představuje rozpětí množství, o které by dávka neměla klesnout a zároveň přesáhnout. [4]

2 Prostorové řešení

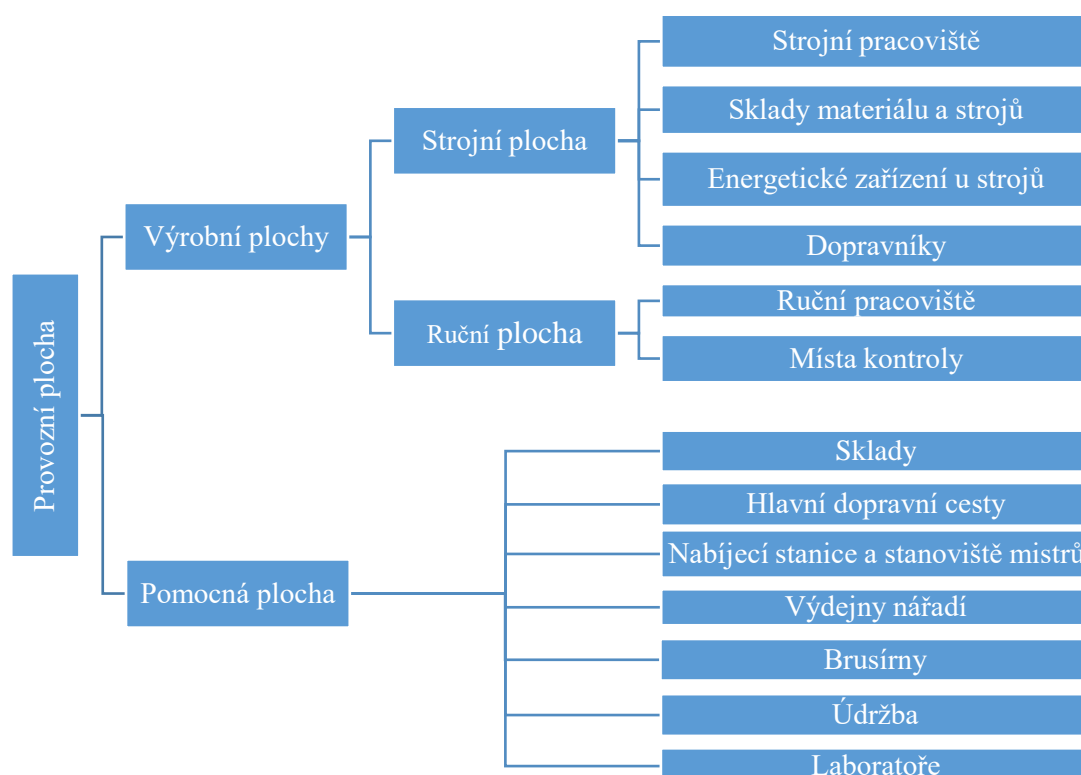
Prostorové řešení jednotlivých strojů a zařízení nebo jednotlivých provozních souborů, výrobních středisek atd. je jednou z rozhodujících částí projektové dokumentace nezbytné pro realizaci nově navrhovaných nebo modernizovaných výrobních systémů.

Významným faktorem u prostorového řešení je stanovení typu prostorové struktury neboli uspořádání pracoviště. Tyto struktury vymezují proporcionální vztahy mezi jednotlivými soubory systémů podle stanovisek:

- forem uspořádání výrobních zařízení,
- umístění strojů, technologických a pracovních míst nebo provozů ve vytyčeném prostoru,
- relativního rozdělení výrobních, pomocných, obslužných a ostatních ploch pro racionální výrobní proces.

Při návrhu prostorové struktury se zabýváme technologicko-organizačním řešením výrobního systému ve vymezeném prostoru s ohledem k vybranému sortimentu a objemu výroby. [5]

Graf. 2-1 zobrazuje rozdělní provozní plochy do dvou kategorií na výrobní a pomocné plochy, které se následně dále člení. Tento graf vyobrazuje pouze vybranou část ze členění celkové plochy závodu.



Graf. 2-1: Rozdělení provozní plochy [3]

2.1 Uspořádání pracovišť

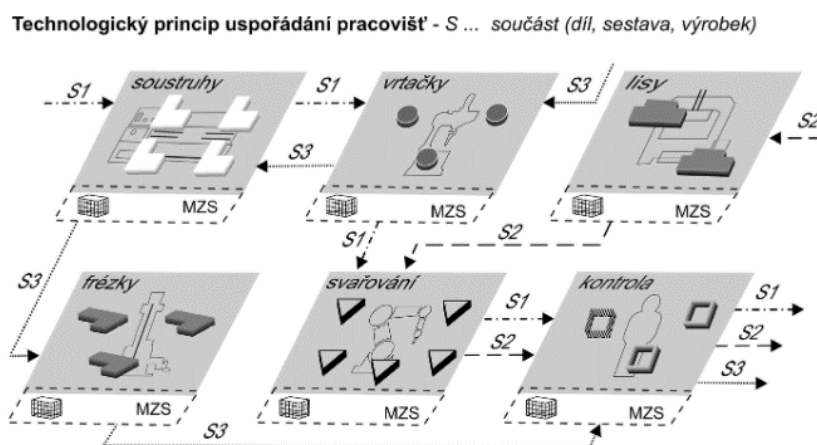
Uspořádání pracovišť podle organizačního se rozděluje na technologický, předmětný a smíšený princip:

Technologický princip

Obecnou zákonitostí technologického principu uspořádání pracoviště je sjednocení stejných typů operací prostorově do jedné organizační jednotky, které lze označit i jako dílna. Výsledkem principu je vznik dílen orientovaných pouze na obráběcí stroje, lisovací stoly, svařovací pracoviště apod. Každá zakázka je definovaná jedinečným postupem mezi jednotlivými pracovišti a vzniká zde složitá mezioperační doprava. Tento problém má za následek vytvoření příručních skladů nebo mezidíleňských mezikladů. Představitelem technologického uspořádání je produkce dílů ve strojírenství a elektrotechnické výrobě. [4]

Výhody	Nevýhody
<ul style="list-style-type: none"> ▪ výrazné zvýšení flexibility a schopnosti přizpůsobení ▪ zvětšení rozhodovacího prostoru pro všestranněji kvalifikované pracovní síly ▪ rychlá a účinná schopnost reakce na poruchy strojů či změny plánu ▪ použití univerzálních strojů umožňuje větší variabilitu druhů vyráběné produkce ▪ možnost přijetí nových zakázek ▪ kusová i sériová výroba ▪ flexibilita k použití nových postupů ▪ komplexní příprava pracovníků 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ časová a prostorová nepřehlednost ▪ dlouhé, nejednotné dopravní cesty ▪ zvýšení počtu mezikladů – vázání obrátového kapitálu ▪ dlouhé doby přerušení ve vztahu k času práce ▪ trvalá potřeba úprav plánu podle příchodu nových zakázek ▪ střední až vysoká potřeba ploch ▪ složitější řízení výrobního procesu ▪ vyšší požadavky na kvalifikaci pracovníků

Obr. 2-1: Technologický princip uspořádání pracoviště-výhody a nevýhody [7]



Obr. 2-2: Technologický princip uspořádání pracoviště. [7]

Předmětný princip

Základní myšlenkou předmětového principu uspořádání výroby je orientace na vyráběné produkty. Uspořádání proto může mít řadu typů.

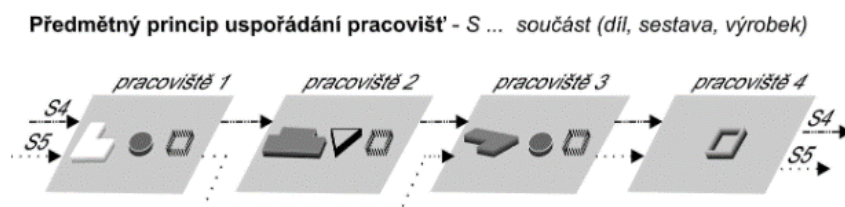
Jeden z typů je jednotný materiálový tok, ve kterém jsou jednotlivá pracoviště uspořádána podle místa ve výrobním postupu. Organizace je žádoucí v situacích, kdy dochází v určitém výrobním prostoru k výrobě jednotného základního produktu nebo několika jeho variant.

Předmětné uspořádání se rovněž rozlišuje podle časového procesu na spojitý či nespojitý. Postup práce je časově nespojitý za předpokladu postupné výroby a zároveň identického materiálového toku pro všechny výrobky. Jednotlivá pracoviště mohou být v průběhu procesu vynechána, ale neexistuje však zpětná cesta. Jestliže existuje časové spojení mezi jednotlivými operacemi, jedná se o průběžný výrobní proces propojený dopravním systémem.

Výrobky mohou být spojeny pevně s dopravním zařízením - tzv. synchronní materiálový tok, nebo probíhá spojení pomocí samostatných dopravních zařízení, přičemž jednotlivé výrobky mohou být nezávisle na sobě přisunovány – tzv. nesynchronní materiálový tok. Problém může nastat při přiřazené operace k jednotlivým pracovištím, aby byl docílen plánovaný cíl v požadované kvalitě, produktivitě práce i ve využití času při požadované synchronizaci. Východisko problému je posílení předmětných pracovišť, v dělení operací a vytvoření pohotovostních meziskladů. [4]

Výhody	Nevýhody
<ul style="list-style-type: none"> ▪ menší požadavky na vlastní řízení výrobního procesu ▪ snižování přepravních a jiných manipulačních nákladů ▪ snížení celkové průběžné doby výroby produktu ▪ přehledný materiálový tok ▪ snížení zásob nedokončené výroby ▪ nižší požadavky na kvalifikaci pracovníků 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ malá flexibilita výroby, zpravidla vysoké náklady na přípravu linky ▪ je velká vzájemná závislost jednotlivých pracovišť ▪ chyby v časovém rozvržení dodávek materiálu mohou vést k zastavení celého chodu výroby ▪ relativně vyšší kapitálová náročnost na pořízení speciálních výrobních zařízení ▪ výpadek pracoviště blokuje ostatní ▪ vyšší nároky na prohlídky a údržbu

Obr. 2-3: Předmětný princip uspořádání pracoviště-výhody a nevýhody [7]



Obr. 2-4: Předmětný princip uspořádání pracoviště. [7]

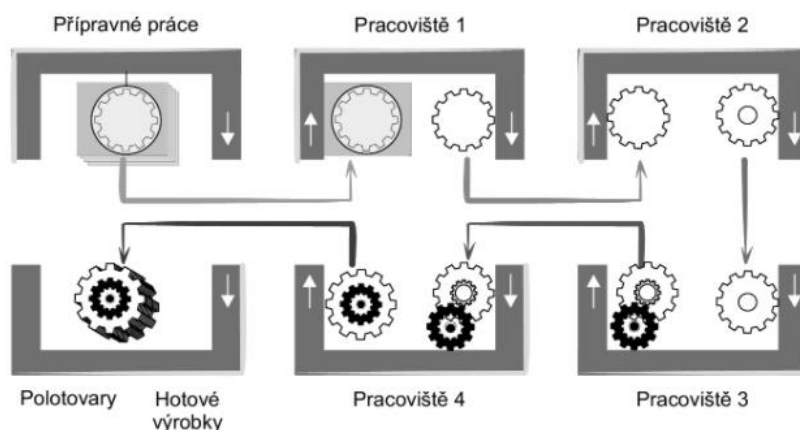
Smíšený princip

Můžeme se setkat i s kombinovaným principem technicko – předmětného uspořádání pracoviště. Kombinovaná forma výroby je založena na principu soustředěných skupin – komplexních pracovišť, které následně reprezentují proudovou výrobu. Společnost kombinovaného uspořádání pracoviště může dosáhnout za předpokladu produkce málo odlišných výrobků. Skupinová výroba je charakteristická tím, že uvnitř proudové výroby je několik strojů prostorově uspořádáno tak, že zde skupina pracovníků zastane různé činnosti nezávislé na výrobním taktu. Tímto bodem je možné snížit nedostatky předmětné výroby, kterými jsou nízká flexibilita a zlepšení sociálních vztahů pracovníků.

Další typ smíšeného principu je označován jako výroba v centrech. Odlišná pracoviště jsou umístěna do jednoho prostoru s předmětnou organizací. Varianty výroby v centrech jsou rozdílné podle míry automatizace na pružné výrobní systémy (výroba probíhá automatizovaně) a výrobní ostrůvky (výroba není plně automatizována), které jsou označovány jako hnízda. Výroba v centrech je používána pouze v samostatné ucelené výrobě, ve které se provádí řada

operací. Pro bezproblémový chod smíšeného principu je zapotřební zajistit následující principy, kterými jsou: decentralizace řízení, komplexní obstarání pracovního úkolu a zajištění všech potřebných činností. Dalšími požadavky z hlediska obsluhy a řízení pracovišť jsou: širší kvalifikační předpoklady, flexibilní přístup k plnění úkolu, schopnost řešení problému a jednota v zodpovědnosti.

Jedním z typů smíšeného principu uspořádání pracovišť je skupinová forma organizace výroby, která je označována jako tzv. U-forma, ve které jsou pracovní operace obstarány nejkratší cestou s přímou informací. Snižuje se tím rozsah práce řídicích pracovníků vyšší úrovně, ale vyžaduje se současně intenzivní komunikace mezi pracovníky a ochota ke koordinaci. Výsledkem jsou krátké cesty pohybů materiálového toku, které následně umožňují obsluhu více strojů a rychlou záměnu pracovišť na základě úzké prostorové spolupráce. Jednotlivá pracoviště představují pružné výrobní systémy nebo skupiny jednotlivých strojů. Na obr. 2-5 je znázorněné propojení jednotlivých skupinových pracovišť dopravním systémem. [7]



Obr. 2-5: Skupinová organizace výroby [7]

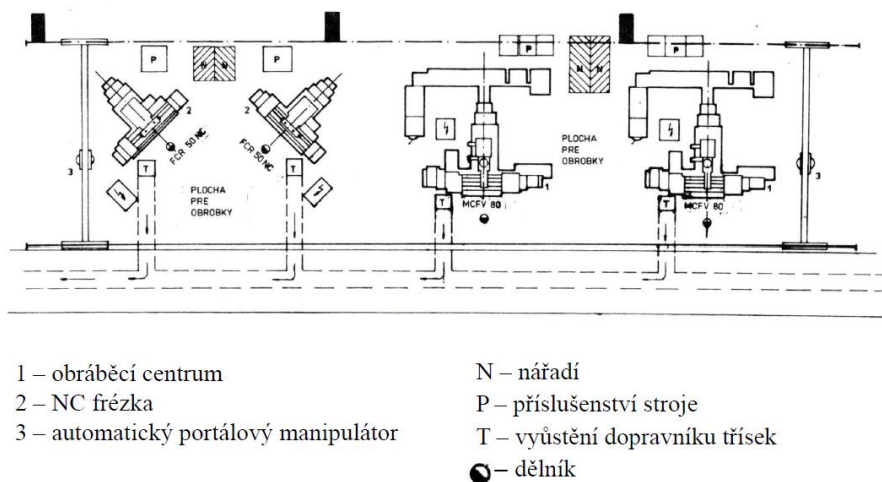
2.2 Požadavky na prostorového uspořádání pracoviště

Požadavky na prostorové uspořádání pracoviště jsou vymezeny v Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., ke jsou uvedeny minimální hodnoty pro světlou výšku prostoru, objemový prostor, rozměry podlahových ploch a rozměry pracovní roviny a jsou kategorizovány podle požadovaných hodnot, a to například podle velikosti plochy nebo třídy práce.

Existují požadavky na uspořádání pracoviště, kterými by se měl projektant řídit při tvorbě plánu prostorového uspořádání pracoviště. Požadavky jsou následující:

- Eliminace nežádoucích pohybů a pochůzek obsluhy při výkonu práce.
- Všechny předměty mají být umístěny na pracovišti tak, aby obsluha neztrácela zbytečný čas hledáním či zbytečnými pochůzkami k požadovanému nářadí.
- Nářadí a výkresová dokumentace musí být umístěna tak, aby obsluha nebyla vyrušována z práce.
- Nachází se na pracovišti mezisklad materiálu (polotovarů, odpadu), nesmí být obsluha omezována v pohybech při obsluze stroje.
- Musí být respektována norma bezpečnosti a hygieny práce.
- Při více strojové obsluze musí být minimalizována průchozí vzdálenost obsluhy.

- Při návrhu výsledného dispozičního prostorového uspořádání je projektant omezen rozhodnutími z předchozích etap projektování nebo současným stavem. Projektové řešení musí respektovat vazby k okolí především z hlediska:
 - prostoru (plochy), který je pro technologická místa k dispozici,
 - rozteče a rozponů sloupů (modul obvykle násobek 3 m),
 - zatížení podlahy a charakteristik stavby.
- Při rozmísťování strojů je nutno dodržovat určité vzdálenosti mezi stroji a stavebními konstrukcemi a respektovat minimální velikost manipulačních uliček a cest. [5]

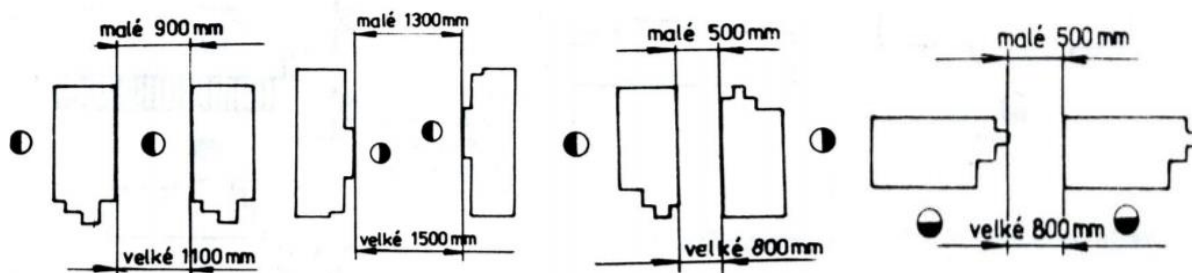


Obr. 2-6: Příklad modulárního uspořádání pracoviště [3]

Plánované stroje se v dispozičním řešení zakreslují od jejich krajních rozměrů, včetně vyznačené krajní polohy pohybujících se částí stroje. Při sestavení dispozice je zapotřebí brát v úvahu již zmíněné normy, které jsou stanoveny z hlediska bezpečnosti a hygieny práce. Pro kompletní, využitelný projekt, musí mít projektant k dispozici úplnou dokumentaci všech strojů a zařízení, aby byl schopen korektně umístit pracovní místo dělníka a stroj otočit ve správném směru, ze kterého jej lze napojit na požadované energie. Pro manipulaci a upínání těžkých předmětů na stroj ve výrobě bez mostového jeřábu je zapotřebí uvažovat nad instalací sloupového jeřábu, balancéru nebo jiného vhodného přípravku s ohledem na ostatní plochy u výrobního stroje. Do návrhu se zakreslují nejen stroje, ale i kompletní strojní příslušenství (rozdávací skříně, odpadní kanály apod.), skříně na nářadí, regály, odkládací prostory i pracoviště dělníka.

Pro lehké obrobky se počítá prostor pro stroj 8-12 m², pro středně těžké zařízení 20-25 m², pro zvláště těžkou výrobu 50-70 m². Umístění strojů se kótuje od sloupů ke krajnímu obrysu stroje. Malé stroje mají obros cca 800x1500 mm a za velké stroje považujeme jejich jeden rozměr delší než 3500 mm. [3]

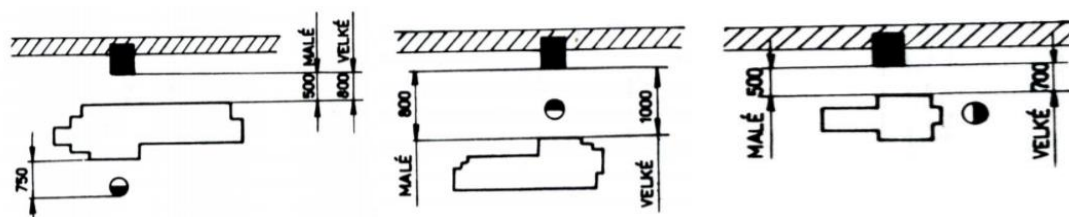
Stoje jsou umístěny:



- a) za sebou b) čelem k sobě jednostroně
 c) zadními stěnami k sobě d) bočními stěnami k sobě

Obr. 2-7: Vzdálenost mezi jednotlivými stroji a zařízeními [3]

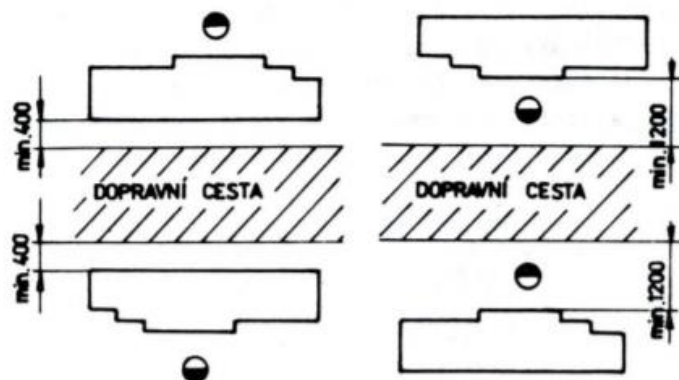
Stoje jsou umístěny ve vzdálenosti od stěn:



- a) u stěny je zadní strana stroje b) pracoviště dělníka je mezi strojem a stěnou c) stroj je postaven bokem ke stěně

Obr. 2-8: Vzdálenost strojů a zařízení od stěn [3]

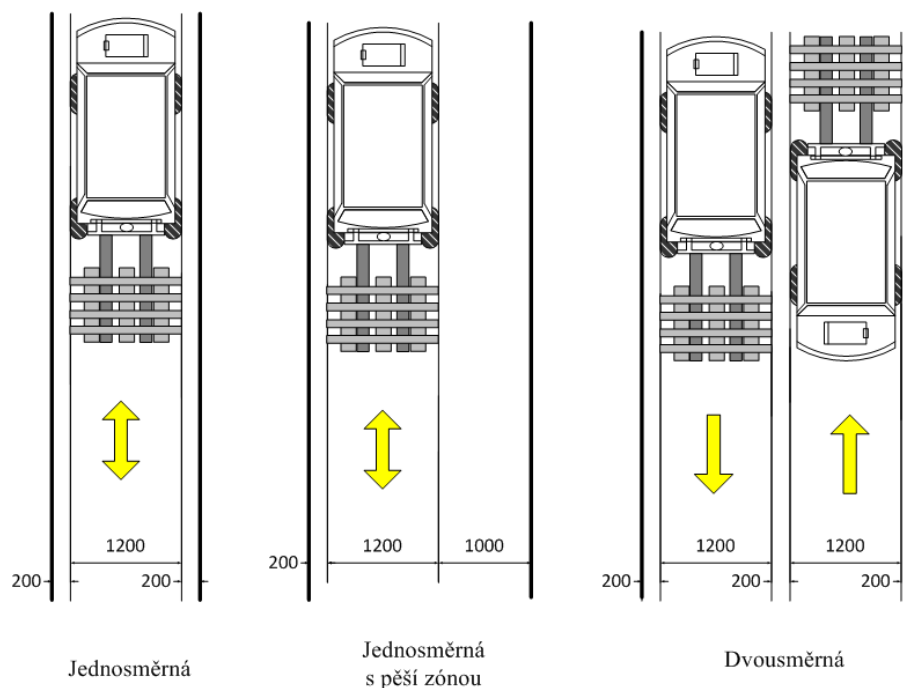
Vzdálenosti strojů a zařízení od dopravní cesty:



Obr. 2-9: Vzdálenost strojů a zařízení od dopravní cesty [3]

Při projektování dispozičního řešení umístění strojů ve výrobě je zapotřebí brát ohled na šířku manipulačních uliček a průchodové uličky. Průchodová ulička slouží pro občasný pohyb

pracovníků přenášejících břemena nebo i bez břemen. Manipulační ulička je stanovena podle největší šířky projíždějícího zařízení nebo vozíku s břemenem, zvětšené o bezpečnostní vůli nejméně 400 mm. Na obr.2-10. je stanovení šířky manipulační uličky, s šířkou břemene 1200 mm pro dvojsměrný, jednosměrný i jednosměrný provoz s pěší zónou. Hodnota 1200 mm pro šířku břemene není nejmenší hodnotou stanovenou zákonem. Ve skladovacích prostorech či určitých typech výroby se mohou využívat retraky či vysokozdvizné vozíky pro úzké uličky, kde jejich naložené břemeno může dosahovat šířky nižší než 1200 mm. [5]



Obr. 2-10: Šířka manipulační uličky [5]

2.3 Manipulační technika

Manipulační operace jsou podmíněny stupněm mechanizace a automatizace skladovacích systémů, kombinacemi lidské práce a činností různých mechanismů. Možnosti přemístění materiálů se rozdělují podle využití technologie na:

Ruční manipulace

Při ruční manipulaci dochází k přesunu břemene za využití lidské síly. Tento způsob patří k nejstarším možnostem a zároveň je spjat s rizikem poškození zdraví pracovníků, a přesto patří ke stále velmi významným aktivitám. Pro zmírnění rizik je možno si manipulaci zlehčit pomocí vhodných nástrojů a zařízení, a to zdvihacími plošinami, manipulačními schůdky, nebo plošinami, kladkostrojí, rudly, ručními vozíky, nebo ručními paletovými vozíky. Ruční manipulace je nákladný způsob přesunu materiálu.

Manipulační vozíky

Nejrozsáhlejší kategorií manipulační techniky tvoří ve skladech a ve výrobě různé druhy a typy manipulačních vozíků s motorovým či bezmotorovým pohonem určené pro horizontální a vertikální přepravu. Pohonnou jednotkou jsou benzínové, naftové, elektrické nebo plynové

motory. Manipulační vozíky se dělí podle přítomnosti či absence zdvihacího zařízení. Bez zdvihového zařízení jsou označovány tahače nebo plošinové vozíky. Podle rozpětí zdvihu jsou vozíky se zdvihacím zařízením rozděleny na vysokozdvizné a nízkozdvizné, které se dále rozdělují na vidlicové, plošinové nebo portálové vozíky.

Nejpoužívanějšími a nejčastějšími manipulačními vozíky jsou čelní vysokozdvizné vozíky, které se označují zkratkou VZV. Znakem techniky je instalované zdvihací zařízení složené z dvojitého teleskopického stožáru se dvěma až třemi výsuvnými teleskopickými prvky, na nichž je umístěn nosič nejčastěji s manipulačními vidlicemi, plošinami, chapadly pro manipulaci s válcovými břemeny, který je přizpůsoben podle požadavků zákazníka a bezpečnostních zákonů. Instalované zdvihací zařízení může být čelní, boční, nebo s možností otáčení. Důležitým parametrem u návrhu layout skladů a výrobních hal je půdorysný manipulační prostor vozíku pro otáčení, který stanovuje šířku manipulační uličky. Ke snížení rozměrů manipulační uličky se ve skladech využívají vysokozdvizné vozíky pro úzké uličky nebo retraky. [8]

Skluzy

Skluzy je jednoduché zařízení, které využívá gravitaci a hmotnost přepravovaného předmětu. Jedná se nakloněnou rovinu nebo žlabu různého profilu vyráběné z kovu, plastů nebo dřeva v přímém, zakřiveném nebo spirálovém provedení. Skluzy se často využívají pro přesun lepenkových krabic, pytlů nebo plastových přepravek ve skladech a jsou součástí třídících linek.

Dopravníky

Dopravníky jsou využívány v nejrůznějších částech výroby pro přepravu předmětů. V horizontální dopravě s výhodou nahrazují jiné dopravní prostředky v případech, kdy jde o požadavek na dopravu manipulačních jednotek s vysokou frekvencí, a to na větší vzdálenost desítek až stovek metrů. Základní dělení dopravníků podle konstrukčního řešení je s tažným a bez tažného elementu. Je možné se setkat s různými typy dopravníků, a to pásovými, válečkovými, vibračními, redlery, korečkovými, žlabovými článkovými, šnekovými.

Jeřáby

Jeřáby jsou distributoři těžkých a rozměrných břemen, například produktů hutního průmyslu jako jsou roury, profily, plechy, odlitky apod., nebo se využívají pro manipulaci s lodními kontejnery. Jeřáby se rozdělují podle druhu pohonu, pohybu, práce a místa použití a celkového tvaru konstrukce. [8]

Automaticky řízené vozíky

Automaticky řízené vozíky jsou označovány zkratkou AGV z anglického názvu automated guided vehicle. V současné době je trh s AGV vozíky na vzestupu v důsledku zavádění Průmyslu 4.0. AGV jsou dobře známé a široce implementované ve výrobě, medicíně a logistice. Pro navádění vozíků se využívají fyzické, indukční, optické, magnetické, laserové, nebo GPS vyznačené dopravní cesty. Úkoly, jako je plánování pohybu a přidělování úkolů, provádí centrální systém uvedený pro všechny AGV společně. Výhody techniky jsou zvýšená efektivita manipulace, redukce podílů lidské práce, minimalizace chybovosti v dané oblasti, navýšení průtoku zboží a snížení výskytu zranění způsobeném manipulační technikou. Nevýhodou vozíků jsou vysoké vstupní náklady, složitá implementace, vyšší nároky na obsluhu a ohrožení provozu v případě poruchy. Na trhu jsou automaticky řízené vozíky typu tahač, vidlicové vozíky a pojezdové vozíky. [9]



Obr. 2-11: Automatizovaný tahač od firmy Jungheinrich [10]

Roboti

Průmysloví roboti jsou univerzálně využívané automatické zařízení pro provádění manipulačních operací, které zastávají funkci člověka, především u výrobního stroje. Roboti pomocí chapadel, nástrojů, senzorů a možnosti naprogramovat jejich pohyby v několika osách, mohou vykonávat nepřeberné množství různorodých pracovních úkonů. Integraci robotů nalezneme od kusové až po velkosériovou výrobu. Manipulační roboty najdete napříč průmyslovými odvětvími od slévárenství, kovovýroby, dřevařství, průmyslu potravin a nápojů až po automobilový průmysl, kde mají největší zastoupení. Pomocí manipulačních robotů je dosažena vyšší produktivita práce na výrobní lince, kvalita produktů a nižší zmetkovitost. Manipulační roboti jsou rozděleni do tří generací. První generace manipulačních robotů jsou s programovým zařízením určené pro vykonávání pevně naprogramovaných postupných operací a program je sestaven k docílení činností pro určenou opakovanou výrobní operaci například: zdvihni, umísti nebo polož. První generace robotů se využívá jako manipulační technika ve skladu. Roboti v druhé generaci jsou vybaveni vnímáním pomocí široké řady senzorů nebo kamer, které umožňují provést naprogramovanou činnost a ověřit ji. Třetí generaci představují roboti s prvky umělé inteligence, pomocí kterých se umí zařízení přizpůsobovat změnám podmínek, učí se a může tak samostatně řešit zadané úkoly. Základními prvky robotů s umělou inteligencí jsou vizualizace, hlasová komunikace, rozpoznávání a orientace v prostředí. [11]



Obr. 2-12: Manipulační roboti [12]

3 Analýza současného stavu

Důležitým prvkem pro navržení optimálního řešení projektu je důkladná počáteční analýza současného stavu. Analýza obsahuje představení společnosti, která je místem provádění tématu práce, popis výrobního postupu, rozbor pracoviště Lis a současného jediného lisu na lisování keramických válečků, kterým podnik disponuje a souhrn manipulací se vstupním a výstupním polotovarem u analyzovaného pracoviště.

3.1 Představení společnosti

Společnost byla založena roku 1995 německým podnikatelem a českou firmou v západních Čechách v oblasti s tradicí keramického průmyslu již od roku 1890. Sídlo firmy se nachází v Plzeňském kraji v okrese Plzeň-sever v blízkosti kaolinových dolů. Ještě v roce jeho vzniku uvedl podnik na trh svůj první typ keramického válečku do vypalovacích válečkových pecí. Rok po svém založení se společnost zapsala do historie keramických válečků světovým rekordem s nejdelším vyrobeným válečkem o délce 5 m a zároveň uvedla na trh nový druh válečků. V roce 1999 si připsala další světové prvenství s výrobou největšího keramického válečku o průměru 200 mm a délky 5200 mm. Do roku 2008 uvedl podnik na trh dalších pět nových typů keramických válečků a opakovaně přepsal dějiny s výrobou nejdelšího válečku s hodnotou 6 m, který byl na přání japonského zákazníka vyroben pro produkci plazmových televizních panelů. V roce 2017 firma úspěšně zprovoznila druhou pec o velikosti 150 m², která je světovým unikátem a dokáže pojmout až 8 m dlouhé válečky.

V sortimentu společnosti se nachází celkem 12 druhů válečků, které jsou odlišeny svým chemickým složením a výsledným opracováním. Produkt je nabízen v nejrůznějších rozměrech podle požadavků zákazníka od vnějšího průměru 20 mm až po průměr 110 mm.



Obr. 3-1: Produkt společnosti

Jak již bylo zmíněno, válečky se využívají ve vypalovacích válečkových pecích, které se využívají v převážné většině k výrobě keramických dlaždic. S pecemi se ale můžeme setkat i v automobilovém průmyslu. Společnost se snaží proniknout na nové trhy, a proto neustále zdokonaluje výrobní procesy, vylepšuje nebo pořizuje nové výrobní stroje a zároveň přichází s inovacemi svých produktů. Poslední plánovanou investicí je pořízení a následná instalace nového lisu pro lisování válečků z důvodu zajištění nových možností v nabídce délky válečků a zvýšení jejich kvality.

Areál společnosti je tvořen čtyřmi budovami, z nichž hlavní představuje hala s označením Výrobní, ve které jsou umístěny i administrativní kanceláře. Výroba neprobíhá pouze v této hale, ale finální opracování a balení se provádí v Dokončovací hale. V nejstarší budově společnost je skladován vstupní materiál. Poslední objektem, kterým společnost disponuje je budova šaten, kde jsou i prostory pro údržbu.

Přes všechna dosažená prvenství v keramickém průmyslu nepatří společnost mezi velké podniky na trhu keramických válečků a její odhadovaný podíl na trhu je pouze kolem 10 %. Převážná většina sortimentu je exportována do zahraničí především do Itálie, Mexika, Německa, Polska, Ruska, Španělska a Turecka, ale také se s produkty firmy můžeme setkat na Blízkém východě či v Asii.



Obr. 3-2: Výrobní hala společnosti

3.2 Výrobní postup

Důležitými informacemi pro instalaci nového stroje nebo přesunu stávajících zařízení je technologický postup vyráběných výrobků analyzované společnosti. Jak již bylo uvedeno, podnik vyrábí keramické válečky, které se od sebe odlišují chemickým složením a výsledným opracováním. Výrobní postup, který je vykonáván ve Výrobní hale je u všech typů válečků totožný a pro práci je proto dostačující popis jednotlivých kroků výroby v této budově.

Výrobní postup

1. Transport vstupních surovin ze skladu materiálu na pracoviště Sítování. Označení č. 1.
2. Určité druhy vstupního materiálu se před použitím musí přesítovat. Všechny materiály i nepřesítované jsou následně přesypány do sil. Označení č. 1.
3. Materiál v silech je následně přemístěn do meziskladu. Označení č. 2.

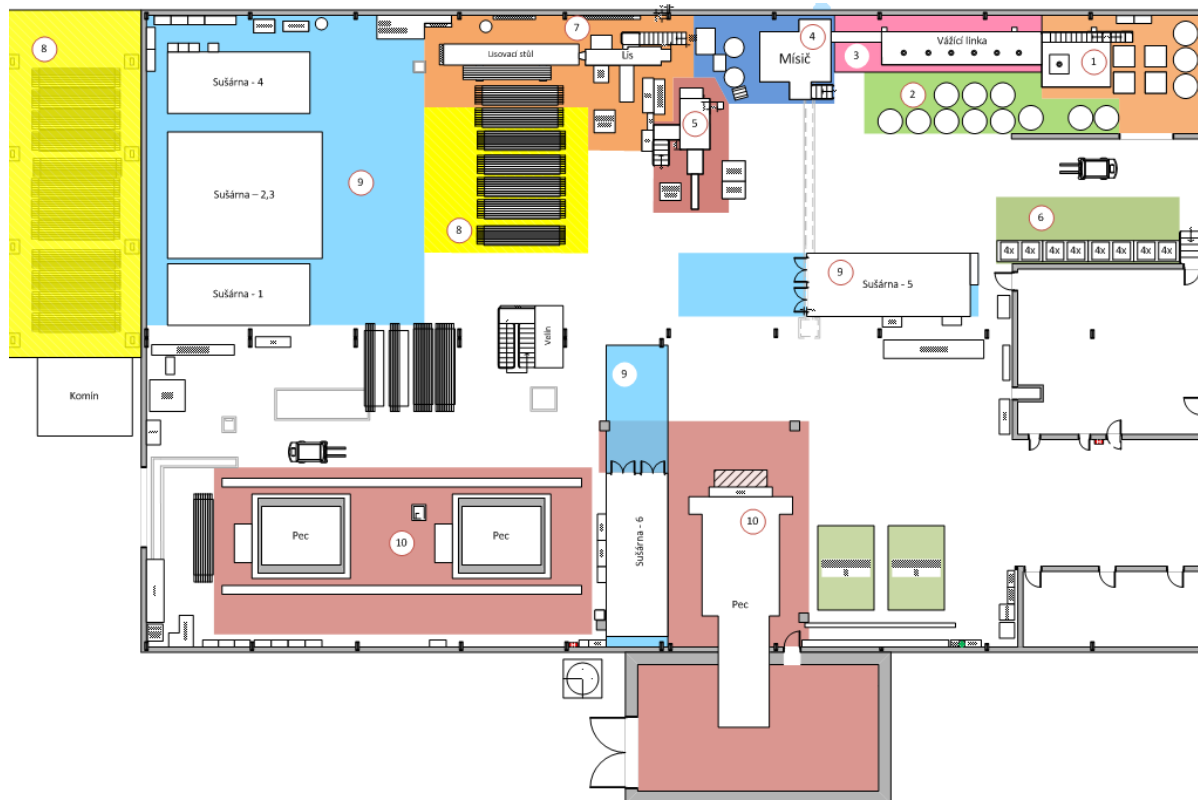
4. Podle technologie druhů směsí pro výrobu válečku jsou sila umístěna na vážící linku a dochází k automatickému nasypávání jednotlivých druhů vstupního materiálu do boxu. Označení č. 3.
5. Box je následně za pomoci jeřábu přemístěn a přesypán do mísiče. Ve stroji probíhá mísení navážené hmoty s vodou a dalšími přísadami. Označení č. 4.
6. Z mísiče je tuhá hmota přepravena na pracoviště pomocí vysokozdvížného vozíku, na kterém se nachází lis.
7. Na pracovišti dochází k nalisování namísené hmoty do kaolinových polotovarů, které mají válcový tvar. Označení č. 5.
8. Polotovary jsou naskládány na paletu do pyramidového tvaru, zabaleny do průhledného pytle a transportovány prostřednictvím vysokozdvížného vozíku do meziskladu. Převážná jednotka je zde z technologického postupu uskladněna nejméně 48 hodin. Označení č. 6.
9. Po dostatečném odložení je paleta podle plánu výroby přesunuta k pracovišti Lis a je umístěna na odkládací stůl. Jednotlivé polotovary jsou ruční manipulací vkládány na dopravník, který plní lisovací komoru lisu. Označení č. 7.
10. Po vylisování jsou válečky pomocí profilu umístěny na přepravní sušárenský vůz. Vozy se nacházejí v prostoru před lisem nebo jsou uschovány mimo výrobní halu. Označení č. 8.
11. Plné vozy jsou ruční manipulací nebo za pomoci vysokozdvížného vozíku umístěny do jednoho z dvanácti sušících boxů, ve kterých jsou válečky sušeny. Označení č. 9.
12. Vysušené válečky na vozech se následně přesouvají k jedné ze dvou pecí. Pomocí ruční manipulace nebo manipulátoru jsou pece naplněny válečky. Označení č. 10.
13. Po vypálení jsou válečky vyňaty z pece a uloženy do buněk (speciální přepravní jednotka pro přesun válečků) a jsou převezeny prostřednictvím vysokozdvížného vozíku do Dokončovací haly.

V dokončovací hale jsou válečky podle stanovených požadavků opracovány, zabaleny a připraveny k expedici.



Obr. 3-3: Současná Výrobní hala – pohled na mísič

Na obr. 3-4 Layout současné Výrobní haly je zobrazen půdorys Výrobní haly s označením jednotlivých pracovišť včetně potřebné manipulační plochy podle výrobního postupu.



Obr. 3-4: Layout současné Výrobní haly

3.3 Pracoviště Lis

Společnost disponuje lisovacím zařízením, které je vhodné pro homogenizaci, odvakování a tvarování plastických keramických hmot na trubkové a zvláštní profily. Lisování požadovaného předmětu není kontinuální, ale přerušované.

Dvoustupňový horizontální šnekový lis je vybaven v horní části instalovaným předlisem a pod ním umístěným lisem, které jsou spojeny vertikální vakuovou komorou. Společně s převodovou skříní a přírubou s podávacím válcem je lis upevněn na rám z široko přírubových nosníků. Zařízení je nainstalováno na betonový podstavec a připevněno pomocí stavěcích šroubů.

Vstupní hmota výrobku se dávkuje do vstupního otvoru mísícího žlabu, kde je zachycena mísícími rameny a protlačována spárou tvořenou válcovými šoupátky do předlisu. Spára způsobí, že periodické dávkování hmoty do mísícího a hnětacího žlabu se změní na kontinuální dopravu do předlisu. Dvoudílný šnek předlisu hmotu zhutní a protlačuje ji děrovanou deskou do vakuové komory. Pro sledování procesů ve vakuové komoře je prostor opatřen průzory s vnitřním osvětlením. Z komory hmota následně putuje na vtahovací šnek a je dopravována do lisovacího válce, kde je již zhutněna a lisována přes lisovací hlavu a ústí na definovaný tvar. Válcovité prvky šneku předlisu a lisu jsou konstrukčně totožné a jejich válce mají vyměnitelné opotřebitelné vložky.



Obr. 3-5: Současné lisovací zařízení

Lisovací stůl

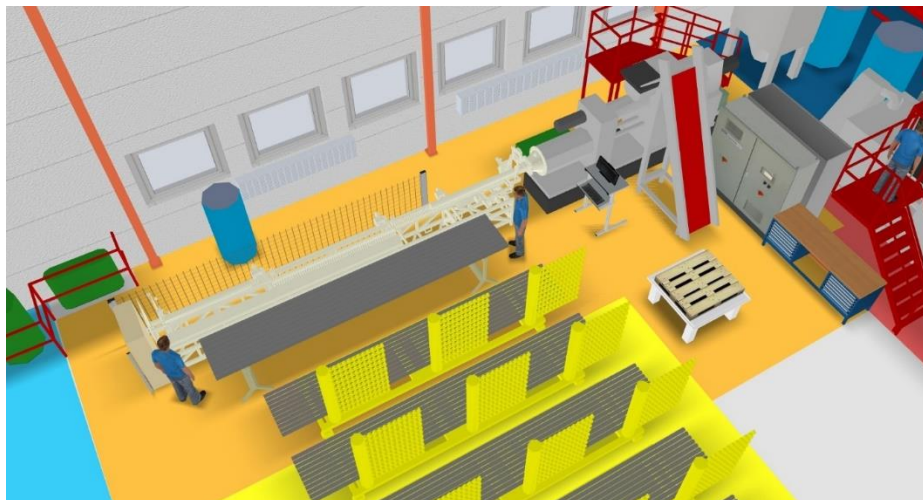
Délka lisovacího stolu je 6,5 m. Rozměr byl již navýšen z původních 5,5 m na 6,5 m. Stůl již nelze dále prodlužovat z důvodu své konstrukce, při dalším rozšíření stolu by docházelo ke kroucení válečků a tento efekt je pro výrobu nežádoucí. Kroucení válečků u možného prodloužení stolu bude způsobeno jednak delším přerušením cyklu lisování a vratkou konstrukcí stolu. Pokud si zákazník přeje válečky většího rozměru, je zapotřebí stůl rozšířit, ale pouze po dobu výroby zakázky. Do procesu lisování je zapojeno více zaměstnanců, kteří se snaží zabránit kroucení válečků a zároveň sledují pohyby stolu. Lis je nastaven na pomalejší chod, které způsobuje navýšení času celkové výroby.

Na konci stolu je nainstalovaný děrovač, který před umístěním válečků na sušárenský vůz, vytvoří na válečcích otvor pro vložení kolíčku při upevnění válečku v peci a váleček orazítku pro identifikaci.

Obsluha lisu

Lis obsluhují obvykle dva zaměstnanci. Pracovní pozice jednoho ze zaměstnanců je na straně lisovacího stolu, kde se nachází děrovače. Pracovník kontroluje správné provedení úkonu děrovače. Druhý zaměstnanec je specialista a jeho pracovní místo je na druhém konci lisovacího stolu u ústí lisu. Pracovník sleduje tlaky lisu, vakuovou komoru, kontroluje, zda je řez čistý a zároveň plní automatický korečkový dopravník. Oba zaměstnanci souběžně ukládají profil s válečkem na sušárenský vůz.

Layout pracoviště



Obr. 3-6: 3D vizualizace současného pracoviště Lis

Na pracovišti Lis se nacházejí objekty a plochy:

- lisovací stroj – včetně obslužného zařízení,
- rozvaděč stroje,
- lisovací stůl s děrovačem,
- prostor pro uložení profilů na podstavce,
- prostor pro umístění jednoho sušárenského vozu,
- dopravník zásobující lis vstupním materiálem,
- stůl pro uložení jedné palety s kaolinovými polotovary,
- prostor pro sestavení ústí lisu,
- nástěnka na uložení nástavců pro děrování,
- prostor pro uložení nástrojů potřebných ke změně hmoty a ústí na lisu.

V příloze č. 1 je uveden layout a obrázky 3D vizualizace současného pracoviště Lis.

3.4 Manipulace s materiálem na pracovišti Lis

Důležitou činností pro plynulý chod lisu je zajištění manipulace a uskladnění vstupního a výstupního polotovaru.

Vstupní materiál

Do lisu vstupuje materiál ve válcovém tvaru. Hmota je vyskládána do pyramidového tvaru v počtu 21 kusů na jedné EURO paletě a je zabalena z technologického důvodu do plastového obalu. Kaolinový polotovary musí být uskladněny minimálně 48 hodin před možným užitím. Palety jsou umístěny v paletovém regálovém systému o kapacitě 32 palet. Kapacita meziskladu je nedostačující a dochází k uložení palet před systémem do dvou řad. Bohužel toto uskladnění

následně omezuje přístup k uskladněným paletám v regálovém systému a dochází k nežádoucí manipulaci blokujících palet. Zároveň je zúžený manipulační prostor a dochází k poškození protilehlé zdi a manipulačního zařízení. Pro přepravní úkon mezi pracovišti a manipulaci s paletami v systému se využívá vysokozdvizný vozík. Mezisklad kaolinových polotovarů ukazuje Obr. 3-7: Mezisklad kaolinových polotovarů, a číslem 6 na Obr. 3-4: Layout současné Výrobní haly.



Obr. 3-7: Mezisklad kaolinových polotovarů

Zásobování vstupním materiálem

Palety jsou přepraveny pomocí vysokozdvizného vozíku z meziskladu polotovarů do pracovního prostoru lisu a jsou umístěny na stůl pro polotovary. Místo uložení se nachází před automatickým korečkovým dopravníkem, který plní vstupní komoru lisu (násypku). Jak již bylo zmíněno, dopravník je nutno plnit ruční manipulací a činnost obstarává specialista lisu, který má pracovní místo u ústí lisu. Výměnu palet na stole pomocí vysokozdvizného vozíku provádí zaměstnanec z pracoviště, na kterém dochází pomocí jiného lisu k tvarování namísené hmoty z mísiče do požadovaného válcového tvaru. K ohlášení požadavku na výměnu prázdné palety za plnou dochází pomocí hlasového projevu.

Na pracoviště je zpravidla přepravena jedna paleta s kaolinovými polotovary. Pracovník, který zodpovídá za doplňování vstupního materiálu k lisu, si příležitostně přiveze více palet k pracovišti a umístí je vedle stolu na podlahu. Přesto při vyprázdňení palety je obsluha z ergonomického důvodu povinná vyměnit palety na příslušném stole. Palety nelze stohovat na sebe z důvodu deformace kaolinových polotovarů. Frekvence doplňování má proměnlivé intervaly, které jsou ovlivněny parametry lisovaných válečků a tím spojenou spotřebou vstupního materiálu. Stůl pro polotovary a korečkový dopravník u lisu je uveden na Obr. 3-8: Vstupní zásobování lisu.



Obr. 3-8: Vstupní zásobování lisu

Přeprava vylisovaných válečků

Vylisované válečky jsou přepravovány pomocí sušárenského vozu do jednoho z dvanácti sušárenských boxů. Sušárenský vůz se pomocí ruční manipulace vyveze před nejbližší sušárnu a zde se k pokračující přepravě využije vysokozdvizný vozík s možností změny směru na místě a přepraví vůz do požadovaného boxu. Firma disponuje třemi různými kapacitními typy sušárenských vozů podle parametrů vylisovaných válečků. Sušárenské vozy jsou uskladněny v prostoru před lisem, anebo se nachází ve venkovním přístřešku za Výrobní halou. Při výměně vozu si pracovníci lisu obstarají nový vůz sami a převážně pomocí ruční manipulace. Sušárenský vůz představuje Obr. 3-9: Sušárenský vůz.



Obr. 3-9: Sušárenský vůz

4 Nové instalované lisovací zařízení

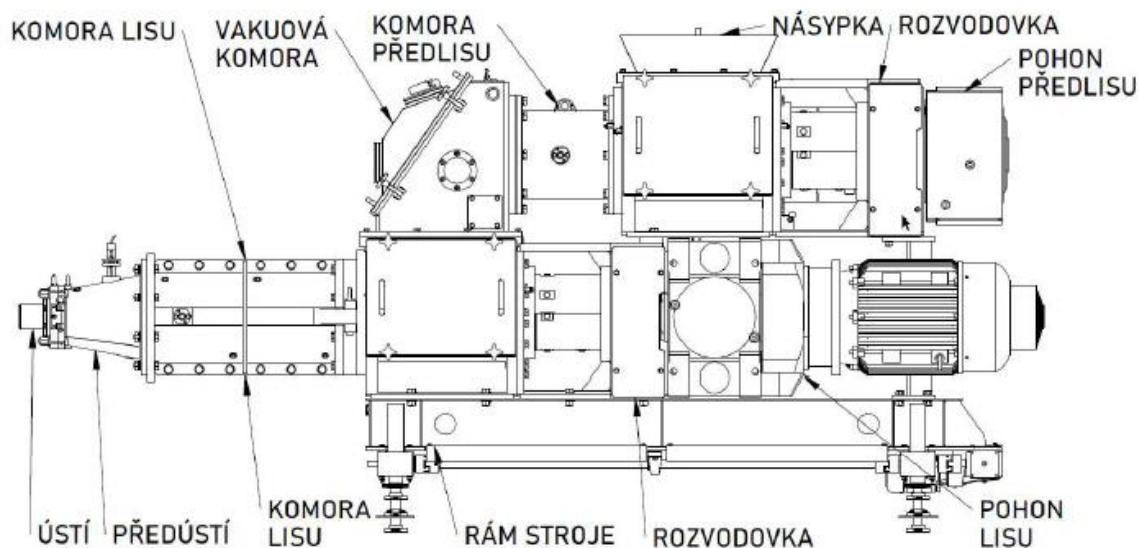
Nové lisovací zařízení na vytlačování keramické směsi a jiných plastických materiálů se skládá s několika částí, které budou zajišťovat plynulý chod lisování keramických válečků požadovaných průměrů a délek.

Lisovací zařízení tvoří:

- Šnekový vakuový lis
- Korečkový dopravník
- Válečkový dopravník

Šnekový vakuový lis

Šnekový vakuový stroj je sestaven z předlisu, lisu a zdvihacího rámu. Předlis tvoří vakuová a šneková komora. Předlis je plněn vstupním materiálem přes násypku umístěnou na vrcholu stroje. Lis je sestaven ze šnekové komory stroje, předústí. Zdvihací rám je osazen mechanismem zdvihu s elektropohonem pro možnost nastavení výšky pracovní osy stroje. Největší rozměry stroje jsou 4 500 mm na délku, 1 430 mm na šířku a 2 300 mm na výšku.



Obr. 4-1: Lisovací zařízení

Korečkový dopravník

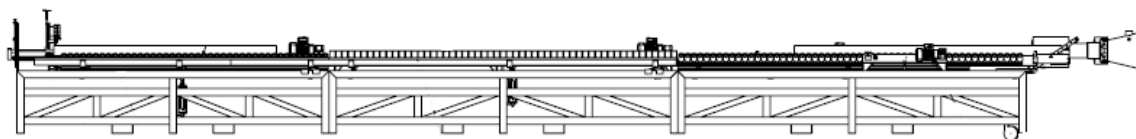
Korečkový dopravník je určen pro dopravu kaolinových polotovarů do násypky umístěné v předlisu šnekového vakuového lisu. Dopravník umožňuje prodloužení automatického korečkového pásu a vstupní hmota se může vkládat v libovolné vzdálenosti. Modifikace plošiny umožňuje umístit dopravník vedle lisu pod úhlem či vodorovně s ústím lisu. Manipulátor na Obr. 4-2: Korečkový dopravník je totožný s korečkovým dopravníkem u současného lisovacího zařízení a dopravník musí být umístěn kolmo k ústí lisu.



Obr. 4-2: Korečkový dopravník

Válečkový dopravník

Válečkový dopravník slouží k odebírání keramických dutých válečků do průměru až 100 mm z lisovacího zařízení. Délka dopravníku 12 200 mm umožňuje vylisovat delší válečky než válečkový dopravník u současného lisovacího stroje. Dopravník je vytvořen s ohledem odklonu vylisovaných válečků na libovolnou stranu. Zařízení je navrženo na kontinuální lisování. Kolem části děrovače a na opačném směru odkopu vylisovaných válečků je umístěn bezpečnostní plot. Dopravník je konstruován s možností prodloužení válečkové dráhy pro rozšíření nabídky keramických válečků.



Obr. 4-3: Válečkový dopravník

5 Kapacitní propočty

Společnost nepořizuje nový lisovací stroj z důvodu nízké výrobní kapacity současného stroje, který je aktuálně využíván pouze v jednosměnném provozu. Záměrem podniku je inovovat výrobní zařízení a umožnit rozšíření nabídky keramických válečků. Stanovený počet strojů slouží pouze pro kontrolu, zda současné a nové lisovací zařízení dokáže kapacitně zvládnout plánované navýšení výroby válečků. Pro vytvoření návrhů umístění nového lisovacího zařízení a možnosti přesunu stávajícího lisu jsou v rámci kapacitních propočtů stanoveny jejich měrné plochy.

5.1 Počet strojů

Pro kapacitní propočet počtů strojů je nezbytné stanovit roční časový fond stroje. Vypočítaná hodnota je následně použita do výpočetního vztahu pro teoretický počet strojů. Z výsledného čísla pro teoretický počet strojů lze stanovit jejich procentuální využití.

Roční časový fond stroje

Výpočet ročního časového fondu stroje je stanoven podle následujícího vzorec:

$$E_{fs} = (d_p - d_{cd} - d_{op} - d_{on}) \cdot H \cdot 60 \quad (5.1)$$

Kde: E_{fs} – efektivní časový fond stroje,

d_p – počet pracovních dnů v roce,

d_{cd} – průměrná výše celozávodní dovolené,

d_{op} – počet dní v roce pro plánované opravy,

d_{on} – počet dní v roce pro neplánované opravy,

H – počet pracovních hodin při n -směnném provozu,

– jednosměnný provoz = 7,5 hodin,

– dvousměnný provoz = 15 hodin,

– třisměnný provoz = 22,5 hodin. [5]

Hodnoty stanovené po výpočet ročního časového fondu stroje jsou uvedeny v Tab. 5-1: Časový fond stroje.

Časový fond stroje			
d_p	počet pracovních dnů v roce	251	dnů
d_{cd}	průměrná výše celozávodní dovolené	0	dní
d_{op}	počet dní v roce pro plánované opravy	20	dní
d_{on}	počet dní v roce pro neplánované opravy	2	dní
H	počet pracovních hodin při dvousměnném provozu	7,5	hod

Tab. 5-1: Časový fond stroje

$$E_{fs} = (d_p - d_{cd} - d_{op} - d_{on}) \cdot H \cdot 60$$

$$E_{fs} = (251 - 0 - 20 - 2) \cdot 7,5 \cdot 60 = \mathbf{103\ 050\ min}$$

Časový fond stroje je totožný pro současné i nové lisovací zařízení.

Teoretický počet strojů

Teoretický počet strojů se stanovuje podle komplexního vzorce:

$$P_{th} = \frac{t_k \cdot N}{60 \cdot E_{fs} \cdot s_s \cdot k_{pn}} \quad (5.2)$$

Kde: P_{th} – teoretický počet strojů [ks],

t_k – kusový čas na danou operaci [Nmin],

N – počet vyráběných kusů [ks],

E_{fs} – efektivní časový fond stroje [min],

s_s – směnnost strojních pracovišť,

k_{pn} – koeficient překračování norem. [5]

Komplexní vzorec byl použit i pro výpočet u současného lisovacího zařízení. Hodnoty stanovené společností pro výpočet současného lisovacího zařízení jsou uvedeny v Tab. 5-2: Hodnoty současného lisovacího zařízení.

Hodnoty současného lisovacího zařízení			
t_k	kusový čas na danou operaci	10	Nmin
N	počet vyráběných kusů	200 000	ks
E_{fs}	efektivní časový fond stroje	103 050	min
s_s	směnnost strojních pracovišť	1	
k_{pn}	koeficient překračování norem	0,9	

Tab. 5-2: Hodnoty současného lisovacího zařízení

$$P_{th} = \frac{t_k \cdot N}{60 \cdot E_{fs} \cdot s_s \cdot k_{pn}}$$

$$P_{th} = \frac{10 \cdot 20000}{60 \cdot 103050 \cdot 1 \cdot 0,9} = 0,36$$

Komplexní vzorec pro stanovení teoretického počtu nového lisovacího zařízení byl použit z důvodu poskytnutých informací od dodavatele lisu a datech o výrobě a plánu společnosti. Hodnoty pro nové lisovací zařízení jsou uvedeny v Tab. 5-3: Hodnoty nového lisovacího zařízení.

Hodnoty nového lisovacího zařízení			
t_k	kusový čas na danou operaci	6	Nmin
N	počet vyráběných kusů	450 000	ks
E_{fs}	efektivní časový fond stroje	103 050	min
s_s	směnnost strojních pracovišť	1	
k_{pn}	koeficient překračování norem	0,9	

Tab. 5-3: Hodnoty nového lisovacího zařízení

$$P_{th} = \frac{t_k \cdot N}{60 \cdot E_{fs} \cdot s_s \cdot k_{pn}}$$

$$P_{th} = \frac{6 \cdot 450000}{60 \cdot 103050 \cdot 1 \cdot 0,9} = 0,485$$

Využití strojů

Procentuální využití strojů či stroje je definováno podle následujícího vzorce:

$$\eta_s = \frac{R_{th}}{R_{sk}} \cdot 100 \quad (5.3)$$

Kde: η_s – využití strojů dané operace [%],

P_{th} – teoretický vypočtený počet strojů [ks],

P_{sk} – skutečný počet strojů (zvolený) [ks]. [5]

U současného lisovacího zařízení je plánovaná hodnota využití následující:

$$\eta_s = \frac{R_{th}}{R_{sk}} \cdot 100$$

$$\eta_s = \frac{0,36}{1} \cdot 100 = 36 \%$$

Pro nové lisovací zařízení je plánovaná hodnota využití následující:

$$\eta_s = \frac{R_{th}}{R_{sk}} \cdot 100$$

$$\eta_s = \frac{0,48,5}{1} \cdot 100 = 48,5 \%$$

Výsledné využití jednotlivých strojů je nízké a může se zdát na první pohled neefektivní. Společnost po instalaci nového lisovacího zařízení nepředpokládá v nejbližší době s využitím lisování na obou zařízeních současně s ohledem na kapacity na dalších úsecích výroby. Důvodem k rozhodnutí společnosti o pořízení nového lisovacího zařízení je rozdělit vstupní hmoty na obě lisovací zařízení se záměrem snížit náklady spojené se změnou hmoty, změnou ústí, zvýšit kvalitu vyráběných válečků a rozšířit nabídku produktů o nové rozměry v důsledku délky nového lisovacího stolu a rozměrů ústí na novém lisu. Podnik předpokládá lisovat válečky na jediném lisovacím zařízení. Po sečtení plánovaných hodnot je využití strojů na hodnotě 84,5 %.

Podnik může kalkulovat s navyšováním kapacity na dalších úsecích výroby s ohledem na nízké vytížení lisovacích pracovišť. Následně je možno zavést vícesměnný provoz, když je aktuálně plánován pouze jednosměnný provoz zařízení, nebo využít lisování na obou strojích současně. Firma předpokládá, že nové lisovací zařízení umožní zefektivnit změny výrobního plánu a rozšíří možnosti zakázkové výroby keramických válečků do válečkových vypalovacích pecí.

5.2 Výrobní plocha

Pro stanovení potřebné výrobní plochy pro nový i současný lisovací stroj s možností jeho přemístění je použit výpočtový vzorec pro měrnou plochu výrobního zařízení.

Měrná plocha výrobního zařízení

Výpočet výrobní a pomocné plochy je dána součtem půdorysné plochy stroje a obslužné plochy. Vzorec pro stanovení:

$$S_M = S_z + S_o \quad (5.4)$$

Kde: S_M – měrná plocha zařízení [m^2],

S_z – půdorysná plocha stroje [m^2],

S_o – obslužná plocha, závislá na provozních podmínkách výrobního zařízení, organizace pracoviště a bezpečnosti práce [m^2]. [5]

Pro současné lisovací zařízení je měrná plocha následující:

$$S_M = S_z + S_o$$

$$S_M = 56 + 46 = 102 \text{ m}^2$$

Pro nové lisovací zařízení je měrná plocha následující:

$$S_M = S_z + S_o$$

$$S_M = 76 + 44 = 118 \text{ m}^2$$

Vypočtená plocha obou lisovacích zařízení je následně využita, jako minimální plocha pro vytvoření návrhu umístění strojů ve výrobní hale společnosti. Pro obě lisovací zařízení je zapotřebí minimální plocha o velikosti 220 m^2 .

6 Umístění lisovacího zařízení

Prvním nutným krokem pro efektivní umístění nového lisovacího zařízení do Výrobní haly je vytvoření přijatelného prostoru pro instalaci samotného stroje a dalších nezbytných ploch pro vstupní materiál a pro manipulaci s vylišovanými válečky, které jsou následně transportovány na další pracoviště s ohledem na stanovené požadavky společnosti.

6.1 Požadavky na umístění

Společnost stanovila následující požadavky na umístění nového lisovacího zařízení.

- Instalace stroje pouze ve Výrobní hale.
- Zvolit pozici stroje s ohledem na současný materiálový tok.
- Optimalizovat manipulační činnosti.
- Zachování dostatečných manipulačních prostorů u jednotlivých zařízení ve Výrobní hale.
- Respektovat aktuální manipulační uličky nebo vytvořit nové s ohledem na rozměry manipulační techniky.
- Možnost provozu stávajícího a nového stroje současně.
- Zaměření se na vytvoření technologického uspořádání pracovišť.

S ohledem na malé rozměry Výrobní haly podnik schválil i změnu umístění současných strojů a skladových prostor.

- Lis na výrobu kaolinových polotovarů a přidružené objekty.
- Lis na lisování keramických válečků a přidružené objekty.
- Stanoviště na sestavování ústí pro lisy.
- Sklad sušárenských vozů.

Společnost pořizuje nové lisovací zařízení na výrobu keramických válečků s možností souběžného lisování válečků na obou zařízeních. Při lisování výrobků na obou strojích je kladen důraz na kapacitu meziskladu kaolinových polotovarů, aby byla eliminována hrozba zastavení výroby v rámci nedostatečného množství vstupní hmoty. Ve společnosti se nachází pouze jeden regálový paletový skladový systém s kapacitou 32 pozic s možností uložení 8 palet před regálem ve Výrobní hale. Další palety s kaolinovými polotovary se nacházejí v jiných halách a toto umístění je v rámci optimálního materiálového toku nevhodné. Vedení podniku požaduje v rámci návrhů umístění nového lisovacího zařízení navrhnout umístění nového regálového systému ve Výrobní hale v optimální vzdálenosti od lisu kaolinových polotovarů a současného a nového lisovacího zařízení.

6.2 Úprava stávajícího rozmístění strojů a ploch

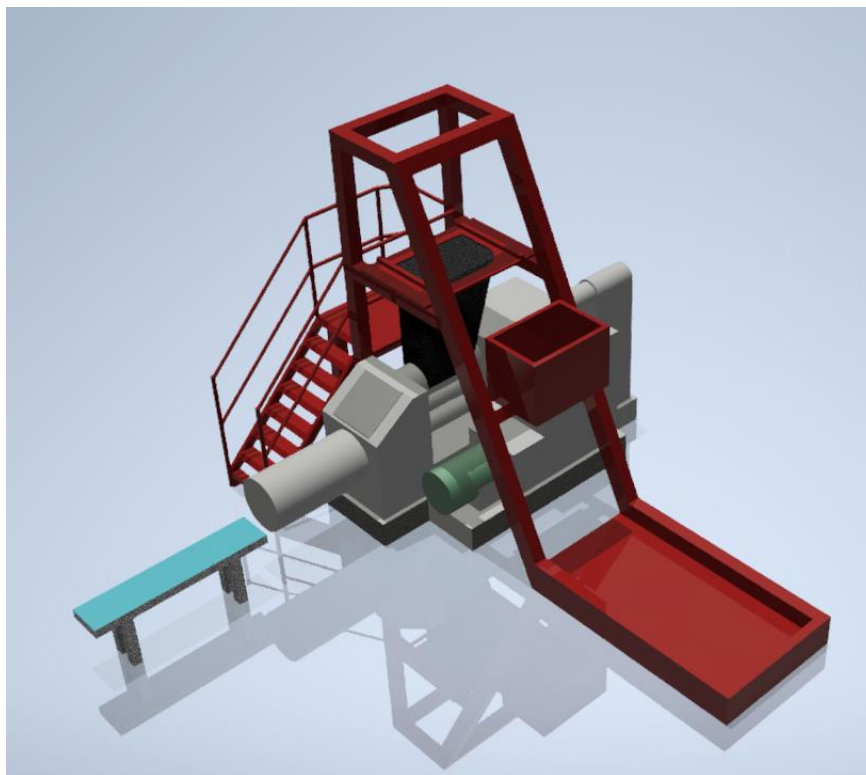
Pro optimální řešení umístění nového lisovacího zařízení s ohledem na požadavky stanovené společností je zapotřebí přesunout skladovací plochu pro sušárenské vozy, změnit pozici lisu na výrobu kaolinových polotovarů a upravit přístup na podium u mísiče. Výsledkem úprav je vytvoření volného prostoru pro umístění nového stroje či změnu pozice současného lisovacího zařízení na výrobu keramických válečků.

Skladová plocha pro prázdné sušárenské vozy

Plocha pro prázdné sušárenské vozy se nachází v těsné blízkosti současného lisovacího zařízení (viz. Obr. 3-4: Layout současné Výrobní haly, č. 8). Plocha má velikost 77 m². Místo pro uskladnění prázdných sušárenských vozů je plánované přesunout za Výrobní halu na venkovní volnou betonovou plochu, kde se již část tohoto skladu nachází. V příloze č. 2 je uveden návrh krytého přístřešku pro vozy.

Lis pro výrobu kaolinových polotovarů

Pro vytvoření maximálního možného prostoru pro instalaci nového lisovacího zařízení je nutno přesunout stávající lis pro výrobu kaolinových polotovarů. Ústí lisu v současném rozmístění je nasměrováno do prostoru Výrobní haly směrem k velínu. Pozice je velmi nepraktická z hlediska zásobování současného lisu polotovary, při kterém dochází k neefektivním objížděním manipulačním vysokozdvizným vozíkem s paletou kolem zmiňovaného ústí lisu. Dalším úskalím umístění lisu je postup při zásobování lisu vstupní hmotou z mísiče, kdy dochází k velmi složité manipulaci speciální přepravní bedny s připravenou namísenou hmotou pomocí vysokozdvizného vozíku na velmi malém prostoru. Návrhy umístění nového lisovacího zařízení jsou vyprojektovány s otočením lisu pro výrobu kaolinových polotovarů o 90 stupňů, ústí lisu směřuje směrem k meziskladu polotovarů a posunutí do vzdálenosti 2 metrů od podia s mísičem. U lisu dochází ke zkrácení schodů a podia pro přístup k násypce do lisu pro výrobu kaolinových polotovarů. Přeprava namísené hmoty bude zprostředkovávaná pomocí již navrženého speciálního zdvihového dopravníku pro přepravní bednu.



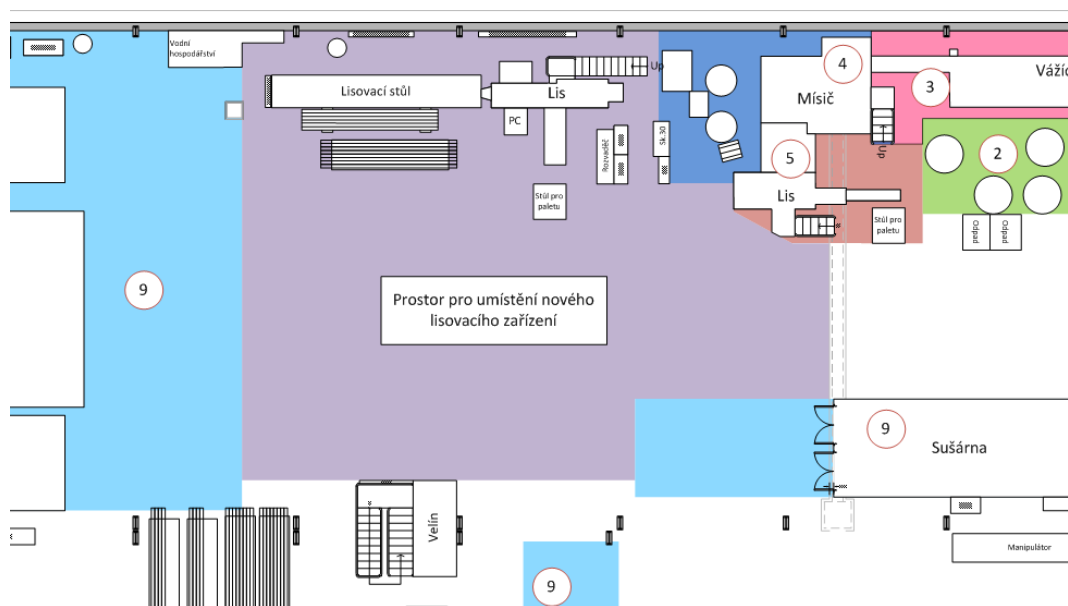
Obr. 6-1: Lis pro výrobu kaolinových polotovarů se speciálním dopravníkem

Podium mísiče

Pro realizaci otočení a přesunu lisu pro výrobu kaolinových polotovarů je nutné změnit umístění schodů pro vstup na podium, na kterém se nachází mísič, sila od vážící linky a síťovacího zařízení. Schody je možné přesunout a umístit do velkého prostoru, kde je prováděn transport navážené sypké hmoty z vážící linky do vstupu mísiče.

Prostor pro umístění nového lisovacího zařízení

V rámci dodržení požadavků společnosti na umístění nového lisovacího zařízení do Výrobní haly a transformaci vybraných strojů a skladových ploch dochází k vytvoření dostatečně velkého volného prostoru, do kterého je již možno navrhnout přesné umístění lisu na výrobu keramických válečků. Plán úpravy stávajícího rozmístění strojů a ploch je uveden na Obr. 6-2: Volná plocha pro umístění lisovacího zařízení.



Obr. 6-2: Volná plocha pro umístění lisovacího zařízení

V plánu jsou barevně odlišeny následující manipulační plochy pro jednotlivá zařízení a plocha pro instalaci nového lisovacího zařízení:

- Světle modrá plocha: Manipulační prostor sušáren.
- Tmavě modrá plocha: Manipulační prostor mísiče.
- Červená plocha: Manipulační prostor pro lis kaolinových polotovarů.
- Růžová plocha: Manipulační plocha vážící linky.
- Zelená plocha: Sklad sil pro vážící linku.
- Fialová plocha: Prostor pro umístění nového lisovacího zařízení, ve kterém se nachází i současný lis pro lisování keramických válečků a objekty pro sestavení ústí k lisu.

Předměty ve fialovém prostoru v plánu úpravy stávajícího rozmístění strojů a ploch se mohou ve vyznačené ploše libovolně přesouvat a měnit svou dosavadní pozici. Výsledkem snahy o umístění nového lisovacího zařízení do vyznačeného prostoru bude splnění požadavku společnosti na vytvoření technologického uspořádání pracoviště.

7 Návrhy umístění nového lisovacího zařízení

V rámci diplomové práce byly vytvořeny dva návrhy rozmístění, přičemž návrh č. 2 obsahuje dva odlišné způsoby zásobování strojů vstupními polotovary, současného a nového lisovacího zařízení v již upravené Výrobní hale podniku zaměřující se na výrobu keramických válečků. Návrhy jsou vytvořené pro kusovou výrobu keramických produktů se zaměřením na technologické uspořádání pracovišť.

7.1 Návrh č. 1

V návrhu č. 1 dochází k přemístění současného lisu na výrobu keramických válečků a k instalaci nového lisovacího zařízení do vzniklého volného prostoru po změně umístění starého lisu a lisu pro tvorbu kaolinových polotovarů.

Současný lis je otočen o 90 stupňů, ústí zařízení směřuje k velínu, do prostoru Výrobní haly a stroj je posunut směrem k sušícím boxům, aby vznikl dostatečný prostor pro nové lisovací zařízení. V důsledku otočení stroje a návrhu instalace nového lisu dochází k symetrickému otočení korečkového dopravníku, pozici počítače a schodů s platformou, které jsou instalovány při zahlcení či opravě násypky. Objekty lze symetricky bez zásadních úprav vyměnit. Problém nastává u lisovacího zařízení s přívodem a odvodem vody, včetně vodních čerpadel. Po konzultaci se zaměstnanci údržby lze předměty vázané k cirkulaci vody za určitých podmínek pozměnit a symetricky otočit umístění u lisovacího stroje. Současný lisovací stroj je umístěn na betonovém podstavci, který musí být vybudován i při novém umístění zařízení. Změnou současného lisovacího zařízení a symetrického otočení objektu, dochází ke změně směru odklonu vylisovaných válečků na současném válečkovém dopravníku a pozice pro prostor s profily a sušárenským vozem. Oproti současnému umístění dochází u vylisovaných válečků k opačnému odklápění na válečkovém dopravníku. Jednoduchou přestavbou lze změnit směr odklonu dopravníku v důsledku symetrie jednotlivých částí a dílů zařízení. Při přesunu lisovacího zařízení dochází ke změně umístění rozvaděče pro stroj, který je v návrhu instalován vedle korečkového dopravníku. Elektrickou energii je možno do rozvaděče přivést přes stropní mostní konstrukci či uložit do betonové podlahy. Prostor pro současné lisovací zařízení je ve vzdálenosti 7 800 mm od sušárenských boxů. Neblížší bod zařízení je vzdálen 1 300 mm od zdi Výrobní haly a 1700 mm od velínu.

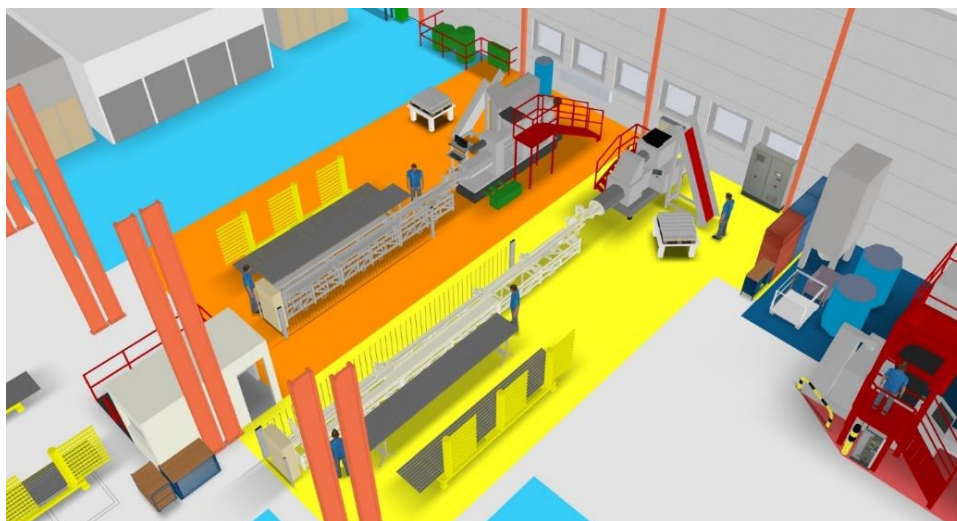
Instalace nového lisovacího zařízení je navržena v rovnoběžném směru s nově navrženým umístěním současného lisu. Lis je situován do nejmenší možné vzdálenosti od stěny haly 600 mm a do optimální vzdálenosti 1 000 mm od velínu, aby zde byl zajištěn průchod. Schody s platformou jsou umístěny na protilehlé straně oproti současnému lisu a vzájemné vzdálenosti 1 600 mm. Korečkový dopravník pro plnění násypky je umístěn na opačnou stranu, než jsou schody k údržbě. Vylisované válečky se odklápějí na identickou stranu, na které se nachází korečkový dopravník. Oproti navrhovanému umístění současného lisovacího zařízení s válečkovým dopravníkem se nový válečkový dopravník odklápí na opačnou stranu. Profily pro nově vylisované válečky a sušárenský vůz jsou situovány na stranu odklonu válečkového dopravníku. Dotyková obrazovka pro sledování a nastavování lisovacích parametrů je na straně lisu, na které se nachází pozice pracovníků plnící sušárenské vozy vylisovanými válečky.

Pozice strojů je určena podle délky nového lisovacího zařízení včetně válečkového dopravníku a celková délka je větší o 3 000 mm oproti současnému lisu s ohledem na možnost lisování delších válečků a kontinuálního lisování na novém zařízení. Dalším parametrem pro výběr pozic je rozdělení lisovaných hmot na lisech.

Výsledkem otočení a umístění lisovacích strojů je vytvoření většího manipulačního prostoru před sušárenskými boxy. Prostor kolem stolu pro palety s polotovary je dostačující a neomezující. Skříně a stůl pro sestavení nového lisovacího ústí jsou nepatrně pozměněny a přemístěny vedle prachového filtru, který je součástí mísiče.

Nové lisovací zařízení budou obsluhovat nejméně tři zaměstnanci, dva pracovníci budou plnit sušárenský vůz vylisovanými válečky na profilech a činnost třetího pracovníka je pouze plnění korečkového dopravníku kaolinovými polotovary. Minimální počet zaměstnanců a jejich činnosti na pracovišti zůstávají oproti současnému stavu nezměněny.

Návrh č. 1 je uvedena na Obr. 7-1: 3D vizualizace návrhu č. 1 a v příloze č. 3 je uveden layout a obrázky 3D vizualizace návrhu.



Obr. 7-1: 3D vizualizace návrhu č. 1

7.2 Návrh č. 2

Návrh č. 2 je vytvořen s ohledem na zachování umístění současného lisovacího zařízení pro výrobu keramických válečků a s tím spojeného prostoru pro sestavení ústí pro lis včetně dalších přidružených objektů ke stroji, kterými jsou schody s platformou, rozvaděč a korečkový dopravník pro plnění násypky kaolinovými polotovary.

Nové lisovací zařízení je v návrhu umístěno v prostoru nacházejícího se mezi současným lisem, manipulačním prostorem kolem sušárenských boxů, manipulační uličky kolem velínu a průjezdové uličky u Sušárny - 5. Směr ústí lisu je totožný se směrem současného lisovacího zařízení, které směřuje k sušárenským boxům 1 až 4 a motorová část směřuje k mísiči a vážící lince. Pro přívod elektrické energie ze stropní konstrukce bude použit stávající elektrický rozvod. Přívod vody je navržen pomocí mostní konstrukce, která bude umístěna nad manipulační cestou pro zásobování lisu vstupním materiálem a končí v těsné blízkosti současného lisu, kde dochází k jeho napojení na vodní okruh. Řešení přívodu vody a elektrické energie již bylo v minulosti použito pro jiný stroj, a proto je ověřeno a dochází pouze k úpravě rozvodů na požadované umístění k novému lisovacímu zařízení. Z důvodu malého prostoru pro umístění stroje a možnosti využití moderních technologií jsou navrženy dvě odlišné varianty plnění vstupních násypky obou strojů. Varianty jsou rozdílné nejen v transportu kaolinových polotovarů, ale také v pozici odklonu vylisovaných keramických válečků, které mění pozici pro

profily a sušárenský vůz a umístění korečkového dopravníku, který mění naopak pozici schodů a platformy pro opravu a kontrolu násypky.

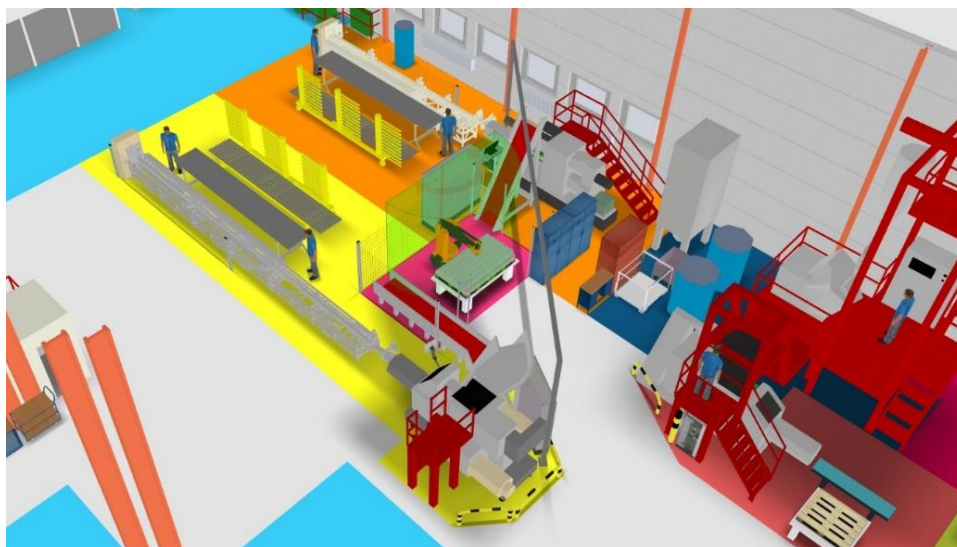
7.2.1 Manipulační robot

Pro manipulaci kaolinového polotovaru na korečkové dopravníky je navržen robot KR 40 PA od firmy KUKA. Robot má nosnost 40 kg, jeden kaolinový polotovar váží kolem 30 kg, maximální dosah stroje je 2 091 mm, montážní poloha je podlaha a disponuje stupněm krytí IP65. Robot je umístěn mezi lisovacími stroji. Bezpečnostní prostor v okolí robota je chráněn dvoumetrovým bezpečnostním plotem. Korečkový dopravník současného lisovacího stroje v důsledku umístění a dosahu robota zůstává nezměněn. Naopak korečkový dopravník pro nový lis je prodloužen oproti původnímu návrhu o dostatečnou délku, aby mohl robot vkládat polotovary na oba dopravníky. Platforma pro kontrolu násypky je navržena na opačné straně lisu, než je umístěn korečkový dopravník. [14]

Nové lisovací zařízení je umístěno do prostoru s ohledem na požadované místo kolem válečkového stolu ve vzdálenosti 1 000 mm od ochranné klece robota a lisu, které je zapotřebí při výměně ústí, na manipulační uličku kolem velínu o šířce 5 000 mm, na manipulační území u Sušárny – 5. Odklon vylisovaných válečků z lisu na válečkovém dopravníku je směrem k současnému lisu a dochází k opačnému odklonu polotovarů na jednotlivých dopravnících. Prázdné profily pro vylisované válečky a sušárenské vozy jsou umístěny ve směru odklonu dopravníku. Dotyková obrazovka pro sledování a nastavování lisovacích parametrů se nalézá na straně lisu, na které se nachází pozice pracovníků plnící sušárenské vozy vylisovanými válečky. Rozvaděč je umístěn do těsné blízkosti korečkového dopravníku. Pro ochranu před možnými poškozeními lisovacího zařízení jsou kolem motorové části lisu umístěny kovové podlahové zábrany. Nejužší vzdálenost manipulační uličky mezi zábranou a rohem regálového systému pro uskladnění kaolinových polotovarů je 2 850 mm.

Nové lisovací zařízení budou obsluhovat minimálně dva zaměstnanci, podle typu výroby, kteří se starají pouze o plnění sušárenského vozu vylisovanými válečky na profilech a chod stroje. U současného lisu odpadá činnost plnění korečkového dopravníku vstupním materiálem.

Návrhu č. 2 s manipulačním robotem je uvedena na Obr. 7-2: 3D vizualizace návrhu č. 2 s manipulačním robotem a v příloze č. 4 je uveden layout a další obrázky návrhů.



Obr. 7-2: 3D vizualizace návrhu č. 2 s manipulačním robotem.

7.2.2 Bez manipulačního robota

Nový lis je umístěn do vytvořeného prostoru ve vzdálenosti 1 700 mm od lisu pro výrobu kaolinových polotovarů. Odstup mezi stroji umožňuje průjezd vysokozdvizného vozíku s paletou se vstupním materiálem, aby bylo zajištěno zásobování současného lisovacího zařízení. Konec válečkového dopravníku je dostatečně vzdálen od sušárenských boxů. Nejužší vzdálenost manipulační uličky mezi stroji a jeho objekty a paletovým regálovým systémem je dostačující hodnota 3 260 mm. Směr odklonu válečků na válečkovém dopravníku je totožný se směrem odklonu dopravníku u současného lisovacího stroje, a proto pozice sušárenského vozu pro plnění vylisovanými válečky s profily je shodná s pozicí u současného zařízení i u návrhu instalace nového lisu. Umístění korečkového dopravníku pro plnění stroje vstupním materiálem a schodů s platformou u nového zařízení jsou na totožné pozici jako u současného lisu. Dotyková obrazovka pro sledování a nastavování lisovacích parametrů se nalézá na stejné straně lisu jako pozice pracovníků plnicích korečkový dopravník. Rozvaděč lisovacího stroje je umístěn v těsné blízkosti dopravníku pro vstupní materiál. Pro ochranu stroje a rozvaděče je zde navrženo ochranné zábradlí kolem manipulační uličky pro zásobování současného lisu i v prostoru mezi rozvaděčem a meziskladem polotovarů.

Nové lisovací zařízení budou obsluhovat minimálně tři zaměstnanci, přičemž činnost jednoho ze zaměstnanců spočívá v plnění korečkového dopravníku kaolinovými polotovary.

Návrh č. 2 bez manipulačního robota je uvedena na Obr. 7-3: 3D vizualizace návrhu č. 2 bez manipulačního robota a v příloze č. 5 je uveden layout a obrázky 3D vizualizace návrhu.



Obr. 7-3: 3D vizualizace návrhu č. 2 bez manipulačního robota.

7.3 Zásobování

Zásobování materiálem k současnému a novému lisovacímu zařízení je s ohledem na finanční možnosti společnosti zachováno pomocí vysokozdvizného vozíku. Jak již bylo zmíněno v kapitole 3.4 Manipulace s materiálem na pracovišti Lis, za zásobování na pracovišti

zodpovídá zaměstnanec, který zároveň obsluhuje lis pro výrobu kaolinových polotovarů. Při uvedeném rozdělení pracovních úkolů může docházet k časové kolizi, kdy jediný zaměstnanec doplňuje spotřebovaný vstupní materiál při lisování keramických válečků a současně odebírá vylisované nové kaolinové polotovary. Zaměstnanec však nemůže vykonávat obě činnosti zároveň. V současnosti při vzniklé kolizi pomáhá se zásobováním vedoucí úseku.

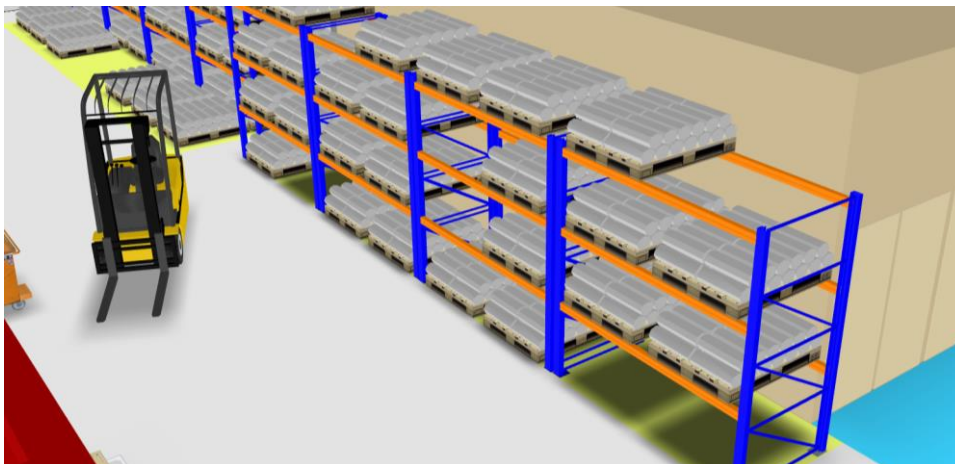
Pro eliminaci možné kolize je doporučeno u návrhu č. 1 a 2 bez manipulačního zařízení pro nové lisovací zařízení proškolen zaměstnance, jehož úkolem bude pouze doplňovat korečkový dopravník vstupní hmotou na vysokozdvíhový vozík, kterým bude zásobovat lis.

Prostor pro uskladnění palet na pracovištích u současného a nového lisu je zachován a navržen na jednu paletu se vstupní hmotou. Paleta je umístěna na speciální paletový stůl v optimální ergonomické výšce pro zaměstnance. U návrhu č. 1 u obou lisovacích zařízení a u návrhu č. 2 bez manipulačního zařízení a pouze u nového lisu lze v daném prostoru pro stroje navýšit počet palet na daném pracovišti a tím eliminovat kolizi při zásobování vstupního materiálu. S ohledem na využití maximálního volného prostoru u návrhu č. 2 bez manipulačního zařízení nelze navýšit počet palet pro zásobování. V návrhu č. 2 s manipulačním zařízením jsou navrženy dvě pozice pro palety, které mohou být využity pro zásobování jednoho zařízení nebo obou při současném lisování.

Pro úplné odstranění možných komplikací je doporučeno implementovat autonomní vysokozdvíhový vozík, který by naskladňoval mezisklad polotovarů plnými paletami od lisu pro výrobu kaolinových polotovarů a zároveň zásoboval obě lisovací zařízení na výrobu keramických válečků.

Mezisklad polotovarů

Instalací nového lisovacího stroje dochází k navýšení maximální lisovací kapacity, při kterém mohou lisovat keramické válečky obě zařízení současně. Proto dochází i k návrhu rozšíření meziskladu polotovarů, který je již na svém kapacitním maximu, o nový paletový regálový systém s kapacitou 32 míst pro keramické polotovary umístěné na paletě. Systém je umístěn v podélném směru u stávajícího skladového systému, v těsné blízkosti boční stěny Sušárny - 5. Regálový skladovací paletový systém je zakomponován ve všech návrzích pro rozmístění lisovacích zařízení k lisování keramických válečků. 3D vizualizace rozšířeného meziskladu je uvedena na Obr.7-4: Rozšířený mezisklad polotovarů.



Obr. 7-4: Rozšířený mezisklad polotovarů

8 Vyhodnocení návrhů

Navrhovaná řešení umístění nového lisovacího zařízení do výrobního prostoru společnosti mají své výhody, ale zároveň i úskalí a jsou vytvořeny na základě odlišného zaměření na umístění strojů ve Výrobní hale i s možností využití inteligentního přístupu při manipulaci. Důraz při výběru návrhu je kladen nejen na obtížně vyčíslitelné výhody a nevýhody návrhů rozmístění strojů a objektů, ale i na hodnoty materiálových toků a finanční náklady jednotlivých řešení.

8.1 Výhody a nevýhody návrhů

Návrh č. 1

Záměrem návrhu č. 1 bylo umístit stroje v odlišné pozici, než se nachází současný lis pro keramické válečky. Výhodou umístění je dostatečně velký prostor před otočeným současným lisem směrem k sušárenským boxům s možností instalace nové rozměrnější sušárny. Přínosem instalace nového lisu do navrhované pozice je možnost prodloužení nové válečkové dráhy pro vylišované válečky o 2 000 mm. V návrhu rozmístění strojů vzniká volný prostor mezi novým lisovacím zařízením, mísičem, lisem na výrobu kaolinových polotovarů a Sušárnou – 5, do kterého je možné umístit nové objekty, stroj, popřípadě nové pracoviště, při vytvoření manipulační uličky pro zásobování nového lisu.

Úskalím návrhu je zrušení manipulační cesty podél jedné strany velínu. V návrhu je manipulační cesta vedena kolem pecí. Bohužel při zanášení a plnění pece je prostor zaplněn sušárenskými vozy s vysušenými válečky nebo naopak speciálními přípravkami pro vkládání vypálených keramických válečků, a proto je prostor z převážné části blokován. Při plánování výroby je zapotřebí brát v úvahu možnost blokace uličky, a to při možném zásobování současného lisu kaolinovými polotovary, tak při plnění a vyndávání sušárenských vozů ze Sušáren 1-4. Další nevýhodou návrhu je nutnost otočení sušárenského vozu o 180 stupňů při lisování na současném lisu v novém umístění, a to z důvodu pouze jednoho správného vložení vozu do Sušáren 1-4.

Návrh č. 2 s manipulačním robotem

Výhodou návrhu je zachování minimálního počtu zaměstnanců na pracovišti. Instalací lisu v podélném směru se současným lisovacím zařízením a do minimální blízkosti je zachována manipulační ulička mezi velínem a novým strojem. Konce nově umístěného válečkového dopravníku jsou téměř ve stejné úrovni, jako u současného stroje a vzniká zde prostor pro možné rozšíření dopravníku nebo sušáren.

Nevýhodou návrhu je směr odklonu vylišovaných válečků směrem k současnému lisu, který mění pozici sušárenského vozu pro plnění. Vůz se před vložení do sušárenského boxu, bude muset otočit o 180 stupňů, jako v návrhu č. 1. Problém návrhu je akceptovatelný, oproti vhodnému odklonu dopravníku a umístění sušárenského vozu pro plnění na vhodnou stranu lisu a tím zrušení manipulační uličky mezi velínem a strojem.

Práce na zkoumaném pracovišti je silově velmi namáhavá. Jak již bylo zmíněno, jeden z pracovníků u současného lisu s pomocí druhého kolegy plní sušárenský vůz vylišovanými válečky, které jsou umístěny na profilech a zároveň se stará o plnění korečkového dopravníku. Potřeba vstupního materiálu je velmi odlišná podle plánu výroby. Průměrně se spotřebuje za směnu 8 palet s 26 kaolinovými polotovary na jedné paletě o váze kolem 30 kg jednoho polotovaru. V důsledku implementace robotického zařízení se nejen sníží minimální počet zaměstnanců u nového lisovacího zařízení, ale zároveň se sníží ergonomické zatížení

pro pracovníka u současného lisu a tím se zvýší i úroveň pracovních podmínek na pracovišti a firemní kultura.





Návrh č. 2 bez manipulačního robota

Prostor pro ukládání vylisovaných válečků do vozů je ve vhodném směru a nevzniká zde povinnost otočení sušárenského vozu před vjezdem do sušárenského boxu. U konce nového lisovacího zařízení vzniká volný prostor pro rozšíření válečkového dopravníku či potřebného manipulačního prostoru kolem sušáren.

Nevýhodou návrhu je obsluha lisovacího stroje s minimálně třemi pracovníky, dle typu výroby a dochází tak k navýšení počtu zaměstnanců na pracovišti oproti současnému lisu. Činnost jednoho ze zaměstnanců spočívá v přesunu kaolinových polotovarů z paletového stolu na korečkový dopravník, který dopravuje vstupní materiál do násypky nového lisovacího zařízení. Problém může nastat u manipulace při plnění vstupní hmotou současného lisu při průjezdu manipulační uličkou kolem nového lisu a lisu na výrobu polotovarů. Na minimalizaci vzniklých problémů jsou kolem uličky navrženy ochranné zátarasy.

8.2 Materiálový tok

Jedním z hledisek pro výběr vhodného rozmístění strojů ve Výrobní hale je analýza roční délky materiálového toku z meziskladu polotovarů k místům pro umístění palety se vstupní hmotou u lisů a následný transport naplněných sušárenských vozů vylisovanými válečky do sušárenských boxů. Porovnání je uvedeno na Obr. 8-1: Porovnání materiálových toků podle variant návrhů.

Současný stav		Návrh č. 1		Návrh č.2 s manipulačním robotem		Návrh č.2 bez manipulačního robota	
205,52 km (±0 m)		226,15 km (±0 m)		153,80 km (±0 m)		160,80 km (±0 m)	
 forklift	±0 %	 forklift	±0 %	 forklift	±0 %	 forklift	±0 %
total length	205,52 km	total length	226,15 km	total length	153,80 km	total length	160,80 km
single length	201,93 m	single length	536,85 m	single length	353,72 m	single length	389,00 m

Obr. 8-1: Porovnání materiálových toků podle variant návrhů

Z porovnání vyplývá, že nejkratšího ročního materiálového sledovaného úseku výroby je dosaženo u návrhu č. 2 s manipulačním robotem a délkou 153,8 km za rok. Návrh č. 2 bez manipulačního robota má délku materiálového toku delší o pouhých 7 km za rok oproti nejlepšímu návrhu. Nejdelší roční materiálový tok má návrh č. 1, který je delší o 72,35 km ve srovnání s návrhem č. 2 s manipulačním robotem, a dokonce je hodnota větší o 20,64 km oproti současnému stavu. Důvodem vysoké hodnoty toku u návrhu č. 1 je změna manipulační uličky Výrobní halou.

V příloze č. 6 – Materiálové toky současného rozmístění a návrhů jsou obrázky materiálových toků současného stavu a jednotlivých návrhů.

8.3 Finanční hodnocení návrhů

Návrhy řešení umístění nového lisovacího zařízení a možnost změny umístění vybraných strojů a objektů mají odlišné finanční náklady na jejich uskutečnění. Finanční hodnocení nezohledňuje položky totožné u všech návrhů, kterými jsou nákup nového lisovacího zařízení, válečkového dopravníku, korečkového dopravníku, regálového systému pro mezisklad vstupní hmoty a přesun lisu pro výrobu kaolinových polotovarů a s tím spojená změna pódia u mísiče. Vyčíslení návrhu č. 1 je uvedeno v Tab. 8-1: Mimořádné náklady na realizaci návrhu č. 1.

Položka	Cena [Kč]
Přesun současného lisu	200 000
Ostatní práce	100 000
Celkem	300 000

Tab. 8-1: Mimořádné náklady na realizaci návrhu č. 1

Vyčíslení návrhu č. 2 s manipulačním robotem je uvedeno v Tab. 8-2: Mimořádné náklady na realizaci návrhu č. 2 s manipulačním robotem.

Položka	Cena [Kč]
Robot – včetně příslušenství	750 000
Prodloužení dopravníku	150 000
Ostatní práce	80 000
Celkem	980 000

Tab. 8-2: Mimořádné náklady na realizaci návrhu č. 2 s manipulačním robotem

U návrhu č. 2 s manipulačním robotem je vyčíslená vysoká investice v rámci pořízení robotického stroje a prodloužení korečkového dopravníku pro kaolinové polotovary. Benefitem implementace robota je snížení minimálního počtu zaměstnanců o 1 zaměstnance. Roční náklady na zaměstnance plnicího korečkového dopravníku činí 450 000 Kč. Návratnost investice v pořízení robota a rozdílu cen standartního a prodlouženého korečkového dopravníku byla vyčíslena na 2 roky a výpočet je uveden v Tab. 8-3. Návratnost investice v podobě pořízení manipulačního robota.

Položka	Cena [Kč]
Náklady na robota	750 000
Rozdíl nákladu korečkového dopravníku	150 000
Celkové náklady	900 000
Roční náklady na zaměstnance	450 000
Návratnost	2 roky

Tab. 8-3: Návratnost investice v podobě pořízení manipulačního robota

Vyčíslení návrhu č. 2 bez manipulačního robota je uvedeno v Tab. 8-4: Mimořádné náklady na realizaci návrhu č. 2 bez manipulačního robota.

Položka	Cena [Kč]
Ostatní práce	80 000
Celkem	80 000

Tab. 8-4: Mimořádné náklady na realizaci návrhu č. 2 bez manipulačního robota.

Z mimořádných nákladů na realizaci jednotlivých návrhů řešení vyplývá, že minimální výdaje jsou při implementaci návrhu č. 2 bez manipulačního robota. U návrhu č. 2 s manipulačním robotem jsou nejvyšší náklady ve srovnání s ostatními hodnocenými projekty a u řešení je příležitost na částečnou návratnost do 2 let při snížení minimálního počtu zaměstnanců na pracovišti. Náklady se následně vyrovnají na stejnou hodnotu jako u řešení s minimálními výdaji u návrhu č. 2 bez manipulačního robota.

8.4 Výběr návrhu

Pro stanovení vhodného výběru návrhu umístění lisů bylo použito bodové vícekritériální hodnocení. Prvním krokem bylo stanovení hodnoty od 0 do 10 pro jednotlivá sledovaná kritéria hodnocení. Hodnoty jsou uvedeny v Tab. 8-5: Bodové hodnocení návrhů.

Bodové hodnocení			
Kritérium	Návrh č. 1	Návrh č. 2 s manipulačním robotem	Návrh č. 2 bez manipulačního robota
Finanční náklady	4	8	8
Materiálový tok	3	10	8
Minimální počet zaměstnanců	2	5	2
Možnost rozšíření lisovacího stolu	3	5	5
Otočení sušárenského vozu	0	0	3
Přístup k zásobování lisů	3	3	1
Zachování manipulační uličky	0	7	7

Tab. 8-5: Bodové hodnocení návrhů

Dalším bodem je určení důležitosti kritéria a stanovení jeho váhy a hodnoty, které jsou uvedeny v Tab. 8-6 Váhy kritérií.

Stanovené váhy kritérií		
Kritérium	Důležitost kritéria	Váha
Finanční náklady	6	0,21
Materiálový tok	7	0,25
Minimální počet zaměstnanců	4	0,14
Možnost rozšíření lisovacího stolu	3	0,11
Otočení sušárenského vozu	2	0,07
Přístup k zásobování lisů	1	0,04
Zachování manipulační uličky	5	0,18
Celkem	28	1,00

Tab. 8-6: Váhy kritérií

Posledním krokem vyhodnocení je vynásobení vah jednotlivých kritériích návrhů a hodnoty, které jsou uvedeny v Tab. 8-7: Nejvýhodnější návrh.

Stanovení nejvýhodnějšího návrhu			
Kritérium	Návrh č. 1	Návrh č. 2 s manipulačním robotem	Návrh č. 2 bez manipulačního robotu
Finanční náklady	0,857	1,714	1,714
Materiálový tok	0,750	2,500	2,000
Minimální počet zaměstnanců	0,286	0,714	0,286
Možnost rozšíření lisovacího stolu	0,321	0,536	0,536
Otočení sušárenského vozu	0,000	0,000	0,214
Přístup k zásobování lisů	0,107	0,107	0,036
Zachování manipulační uličky	0,000	1,250	1,250
Celkem	2,321	6,821	6,036

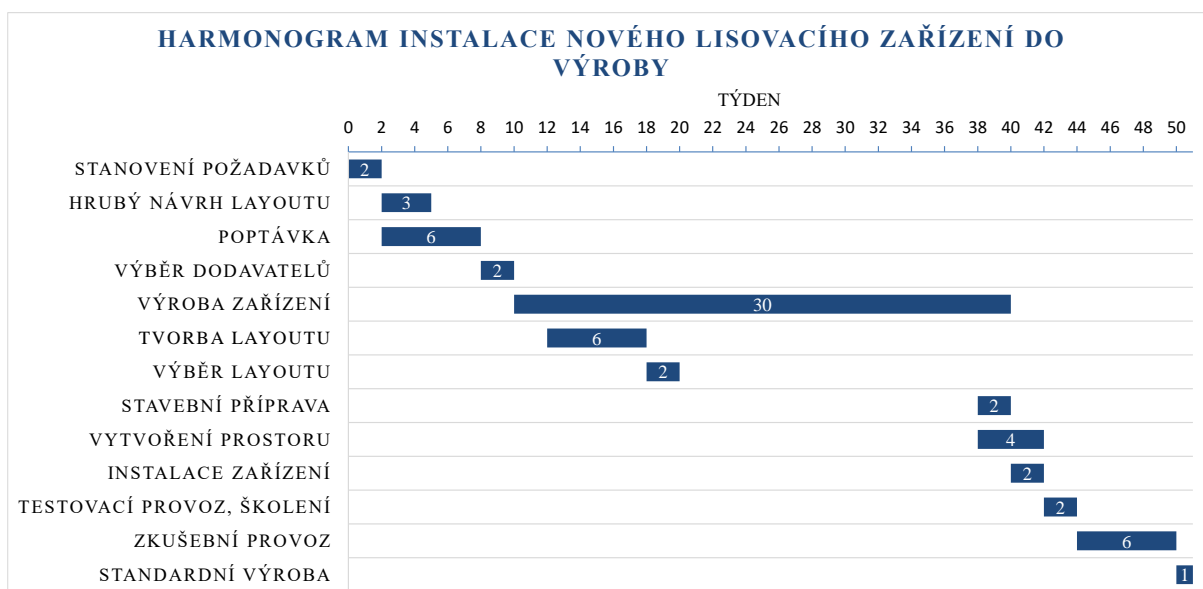
Tab. 8-7: Nejvýhodnější návrh

S ohledem na nevyčíslitelné výhody a nevýhody, velikosti materiálových toků a finanční nákladů jednotlivých navrhovaných řešení a výsledné bodové vícekritériální hodnocení je doporučena realizace návrhu č. 2 s manipulačním robotem. Řešení obsahuje využití moderní techniky v rámci instalace robotického podavače, který má za úkol plnit korečkové dopravníky vstupní hmotou a tím snížit minimální počet zaměstnanců na pracovišti o jednoho pracovníka u nového lisovacího zařízení a snížit ergonomickou zátěž zaměstnanců u současného lisu. Finanční náklady řešení jsou nejvyšší, ale získaným benefitem, který představuje snížení počtu obsluhujících zaměstnanců na pracovišti, je návratnost robota stanovena do 2 let.

Pokud by se společnost rozhodla nerealizovat návrh č. 2 s manipulačním robotem s ohledem na vstupní náklady projektu a jejich finanční možnosti je doporučeno implementovat návrh č. 2 bez manipulačního robota. Návrh oproti variantě č. 1 vyniká v obtížně vyčíslitelných výhodách a nevýhodách, kdy nedochází ke změně manipulační uličky ve Výrobní hale a roční materiálový tok se sníží o 65,35 km, které představují téměř jednu třetinu celkového ročního materiálového toku ve sledovaném úseku výroby.

9 Harmonogram

Časový rozpis projektu k instalaci nového lisovacího zařízení do výroby obsahuje nezbytné činnosti a jejich časovou náročnost pro úspěšnou implementaci stroje a uvedení do plného provozu ve společnosti. Harmonogram je vytvořen pro doporučený návrh č. 2 s manipulačním robotem. Zpracovaný harmonogram je uveden na Obr. 9-1: Harmonogram instalace nového lisovacího zařízení do výroby.



Obr. 9-1: Harmonogram instalace nového lisovacího zařízení do výroby

Harmonogram je sestaven na 51 týdnů, které odpovídají téměř celému jednomu kalendářnímu roku.

Důležitým bodem pro optimální zahájení harmonogramu je instalace zařízení, která je naplánována na dobu dvou týdnů a měla by být totožná s každoroční dvoutýdenní odstávkou výroby, která se uskutečňuje v měsících srpna a prosince. Pokud společnost využije navrhovanou instalaci zařízení na srpnovou odstávku výroby, je potřeba spustit realizaci projektu na konci měsíce října předcházejícího roku. Jestliže bude záměrem firmy instalace lisu do výroby využitím prosincové odstávky výroby, počátek projektu se přesune na začátek měsíce března daného roku. Pro plynulý chod všech naplánovaných činností je zapotřebí synchronizovat dodavatele lisovacího stroje, lisovací dráhy a robotického zařízení nebo vybrat firmy, které jsou schopny dodat všechny stroje požadovaných parametrů a kvality ve smlouveném termínu. Testovací provoz byl stanoven na 6 týdnů nebo vylisování 10 000 ks keramických válečků v požadované kvalitě.

Pro návrh č. 2 bez manipulačního zařízení lze využít sestavený harmonogram uvedený na Obr. 9-1: Harmonogram instalace nového lisovacího zařízení do výroby. Z časového rozpisu projektu odpadají činnosti spojené s poptávkou a následnou implementací robotického zařízení. Stanovená celková doba, časová náročnost jednotlivých činností i optimální zahájení projektu jsou shodné.

Závěr

Pro rozšíření nabídky keramických válečků do válečkových vypalovacích pecí se společnost rozhodla pořídit nové lisovací zařízení, které dokáže vyrábět produkt v nových rozměrech, ve vyšší kvalitě, v kusové výrobě a tím splnit požadavky zákazníků. Nový lis byl již vedením firmy vybrán. Cílem bylo umístit stroj do výrobní haly s ohledem na požadavky, kritéria, zachování technologického upořádání strojů a norem, vytvořit optimální návrh rozmístění jednotlivých strojů v objektu ve stanoveném výrobním prostoru.

Pro kontrolu dostatečného počtu strojů byl využit kapacitní propočet podle plánu výroby společnosti a dostupných dat od výrobce nového lisu. K vytvoření optimálního prostoru pro instalaci nového zařízení bylo zapotřebí změnit umístění lisovacího zařízení pro tvorbu kaolinových polotovarů, které jsou vstupním materiálem současného a nového lisovacího zařízení pro lisování keramických válečků, a přemístit sklad sušárenských vozů mimo vnitřní prostor haly. Příprava změny přispěla k vytvoření speciálního dopravníku pro plnění vstupní komory lisu pro kaolinové polotovary hmotou z mísiče. V důsledku rozšíření počtu lisů vznikla potřeba navrhnout i nový prostor meziskladu pro umístění nového paletového regálu pro uskladnění kaolinových polotovarů jako vstupního materiálu pro lisovací zařízení.

V projektu byly vytvořeny dva návrhy s odlišným umístěním současného a nového lisovacího zařízení včetně přidružených objektů k daným strojům. V návrhu č. 1 dochází k otočení současného lisu o 90 stupňů a ústí stroje směřuje směrem do výrobní haly. Nový lis je umístěn v podélném směru k otočenému současnému zařízení. Pozice byla stanovena s ohledem na materiálový tok a s možností budoucího rozšíření válečkové dráhy, po které se odvalují vylisované válečky z lisovacích zařízení. V návrhu č. 2 je nové lisovací zařízení umístěno v podélném směru k současnému lisu, u kterého nedochází k transformaci. Návrh je zpracován ve dvou odlišných variantách, s moderním manipulačním zařízením v podobě robota pro plnění korečkového dopravníku vstupní hmotou pro lisovací zařízení a bez zařízení. Modifikace se odlišují nejen manipulací se vstupním materiálem, ale i s vylisovanými válečky, kterými jsou plněny sušárenské vozy přepravující válečky na další pracoviště ve výrobním procesu.

Návrhy a varianty umístění nového lisovacího zařízení do výrobní haly společnosti přináší různé výhody a nevýhody, zároveň dochází k odlišnému materiálovému toku u jednotlivých návrhů včetně jejich finančních nákladů na implementaci. S ohledem na všechna kritéria výběru a vytvoření bodového vícekritériálního hodnocení vytvořených návrhů je doporučeno zvolit variantu návrhu č. 2 s manipulačním robotem i s vysokými pořizovacími náklady, jejichž vypočtená návratnost je součástí návrhu. Další doporučenou variantou je instalace zařízení do haly podle návrhu č. 2 bez manipulačního zařízení s možností jeho budoucí dodatečné instalace a přeměnou na návrh č. 2 s manipulačním robotem a tím zvýšení úrovně výroby keramických válečků do vypalovacích válečkových pecí.

Posledním bodem diplomové práce je harmonogram prací a činností, který přehledně zobrazuje, v jaké aktuální části implementace lisovacího zařízení do výroby se projekt nachází. Začátek prací je doporučen tak, aby instalace všech zařízení byla totožná s jednou s plánovaných odstávek výroby, které se pravidelně provádějí v měsících srpnu a prosinci s ohledem na nejkratší možnou dobu zastavení výroby.

Seznam použité literatury

- [1] KEŘKOVSKÝ M. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2. vyd. Praha: C. H.Beck, 2009. ISBN: 978-80-7400-119-2.
- [2] *Technologie* [online] 2016. [cit.17.10.2020] Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/technologie>
- [3] HLAVENKA B. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty*. I. Vyd. 3. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. ISBN: 80-214-2871-6.
- [4] TOMEK G. *Řízení výroby a nákupu: plánování, řízení a kontroling: komplexní standardizace: řízení dodavatelského řetězce-Supply Chain Management: praktické příklady: pro manažery a specialisty výroby, nákupu, logistiky a stude*. Praha: Grada Publishing a.s., 2007. ISBN: 978-80-247-1479-0.
- [5] DUCHEK V. *Projektování investičních celků*. 1. vyd. Plzeň: Smartmotion s.r.o., 2013, ISBN: 978-80-87539-26-2
- [6] DOLEŽAL, J a kolektiv *Projektový management Komplexně, prakticky a podle světových standardů*. Praha: Grada Publishing a.s., 2016. ISBN: 978-80-247-5620-2.
- [7] TOMEK G., VÁVROVÁ V. *Integrované řízení výroby. Od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada Publishing a.s., 2014. ISBN: 978-80-247-4486-5.
- [8] GROS I., BARANČIK I., ČUJAN Z. *Velká kniha logistiky*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2016. ISBN: 978-80-7080-952-5
- [9] RYCK M. De, VERSTEYHE M., DEBROUWERE F. *Automated guided vehicle systems, state-of-the-art control algorithms and techniques*, Journal of Manufacturing Systems, [online] 2020. [cit. 30.10.2020]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/>
- [10] *Automatizovaný tahač od firmy Jungheinrich* [online] 2020. [cit. 31.10.2020]. Dostupné z: <https://www.jungheinrich.cz/systemy/autonomni-voziky/automaticke-voziky/ezs350a-492450>
- [11] SVOBODA R. *Manipulační technika: Od vozíků až po roboty* [online] 2016. [cit. 1.3.2021]. Dostupné z: <https://factoryautomation.cz/manipulacni-technika-od-voziku-az-po-roboty/>
- [12] *Průmyslové roboty firmy KUKA* [online]. [cit. 1.3.2021]. Dostupné z: <https://www.kuka.com/cs-cz/produkty,-slu%C5%BEby/robotick%C3%A9-syst%C3%A9my/pr%C5%AFmyslov%C3%A9-roboty/>
- [13] SVOZILOVÁ A. *Projektový management: systémový přístup k řízení projektů*. Praha: Grada Publishing a.s., 2016. ISBN 978-80-271-0075-0.
- [14] *KR 40 PA* [online] 2021. [cit. 30.3.2021]. Dostupné z: <https://www.kuka.com/cs-cz/produkty,-slu%C5%BEby/robotick%C3%A9-syst%C3%A9my/pr%C5%AFmyslov%C3%A9-roboty/kr-40-pa>

Seznam obrázků

Obr. 1-1: Možnost přizpůsobení výrobku individuálním požadavkům zákazníka v jednotlivých typech výroby. [1]	12
Obr. 2-1: Technologický princip uspořádání pracoviště-výhody a nevýhody [7]	15
Obr. 2-2: Technologický princip uspořádání pracoviště. [7]	15
Obr. 2-3: Předmětný princip uspořádání pracoviště-výhody a nevýhody [7]	16
Obr. 2-4: Předmětný princip uspořádání pracoviště. [7]	16
Obr. 2-5: Skupinová organizace výroby [7]	17
Obr. 2-6: Příklad modulárního uspořádání pracoviště [3]	18
Obr. 2-7: Vzdálenost mezi jednotlivými stroji a zařízeními [3]	19
Obr. 2-8: Vzdálenost strojů a zařízení od stěn [3]	19
Obr. 2-9: Vzdálenost strojů a zařízení od dopravní cesty [3]	19
Obr. 2-10: Šířka manipulační uličky [5]	20
Obr. 2-11: Automatizovaný tahač od firmy Jungheinrich [10]	22
Obr. 2-12: Manipulační roboti [12]	22
Obr. 3-1: Produkt společnosti	23
Obr. 3-2: Výrobní hala společnosti	24
Obr. 3-3: Současná Výrobní hala – pohled na mísič	25
Obr. 3-4: Layout současné Výrobní haly	26
Obr. 3-5: Současné lisovací zařízení	27
Obr. 3-6: 3D vizualizace současného pracoviště Lis	28
Obr. 3-7: Mezi sklad kaolinových polotovarů	29
Obr. 3-8: Vstupní zásobování lisu	30
Obr. 3-9: Sušárenský vůz	30
Obr. 4-1: Lisovací zařízení	31
Obr. 4-2: Korečkový dopravník	32
Obr. 4-3: Válečkový dopravník	32
Obr. 6-1: Lis pro výrobu kaolinových polotovarů se speciálním dopravníkem	38
Obr. 6-2: Volná plocha pro umístění lisovacího zařízení	39
Obr. 7-1: 3D vizualizace návrhu č. 1	41
Obr. 7-2: 3D vizualizace návrhu č. 2 s manipulačním robotem	42
Obr. 7-3: 3D vizualizace návrhu č. 2 bez manipulačního robota.	43
Obr. 7-4: Rozšířený mezi sklad polotovarů	44
Obr. 8-1: Porovnání materiálových toků podle variant návrhů	46

Obr. 9-1: Harmonogram instalace nového lisovacího zařízení do výroby 50

Seznam tabulek

Tab. 5-1: Časový fond stroje 33

Tab. 5-2: Hodnoty současného lisovacího zařízení 34

Tab. 5-3: Hodnoty nového lisovacího zařízení 35

Tab. 8-1: Mimořádné náklady na realizaci návrhu č. 1 47

Tab. 8-2: Mimořádné náklady na realizaci návrhu č. 2 s manipulačním robotem 47

Tab. 8-3: návratnost investice v podobě pořízení manipulačního robota 48

Tab. 8-4: Mimořádné náklady na realizaci návrhu č. 2 bez manipulačního robota. 48

Tab. 8-5: Bodové hodnocení návrhů 48

Tab. 8-6: Váhy kritérii 49

Tab. 8-7: Nejvýhodnější návrh 49

Seznam příloh

Příloha č. 1 – Layout a 3D vizualizace pracoviště Lis

Příloha č. 2 – Návrh přístřešku pro sušárenské vozy

Příloha č. 3 – Layout a 3D vizualizace návrhu č. 1

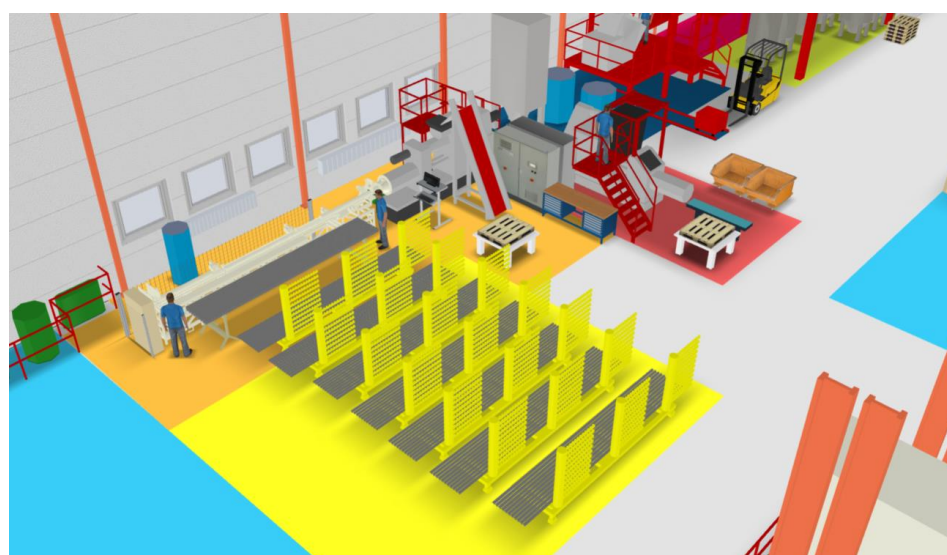
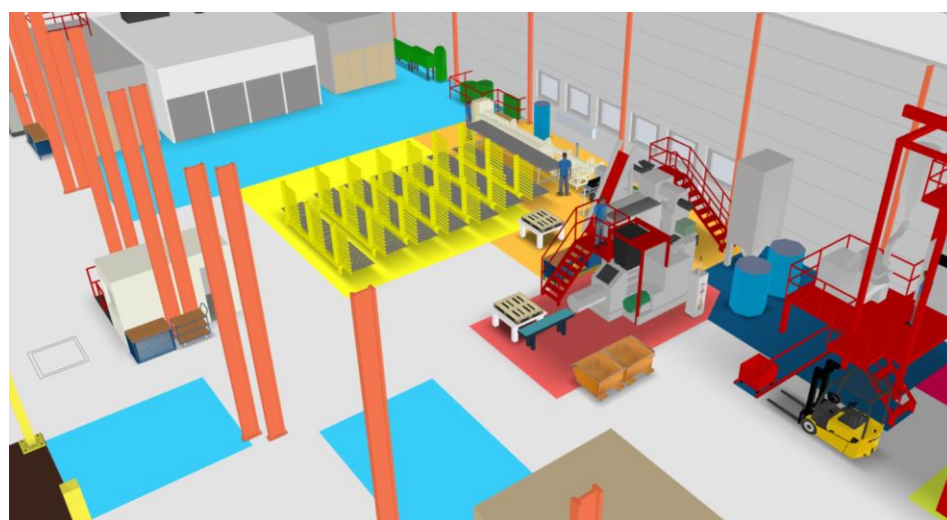
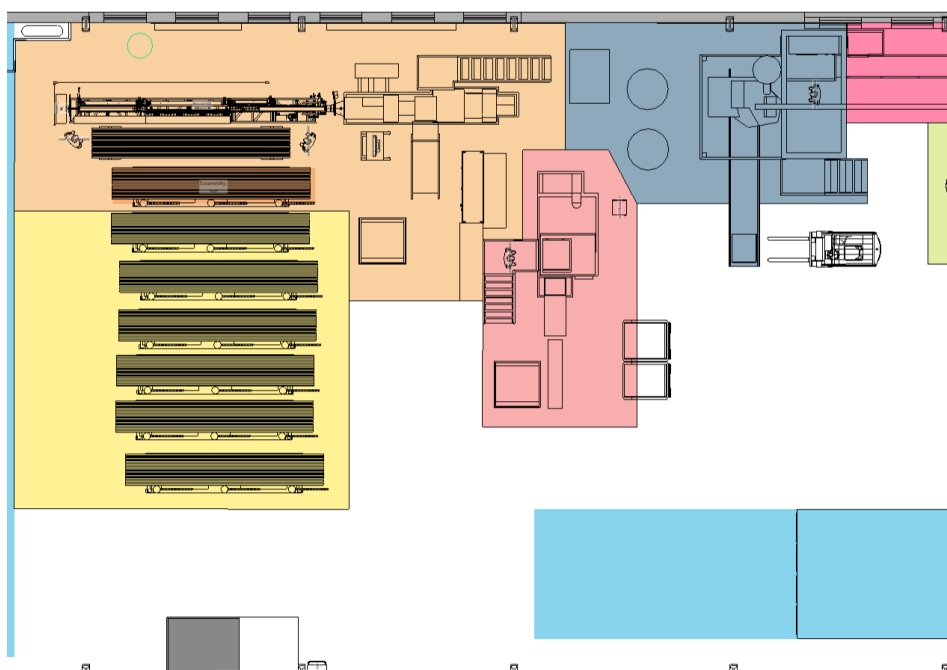
Příloha č. 4 – Layout a 3D vizualizace návrhu č. 2 s manipulačním robotem

Příloha č. 5 – Layout a 3D vizualizace návrhu č. 2 bez manipulačního robota

Příloha č. 6 – Materiálové toky současného rozmístění a návrhů

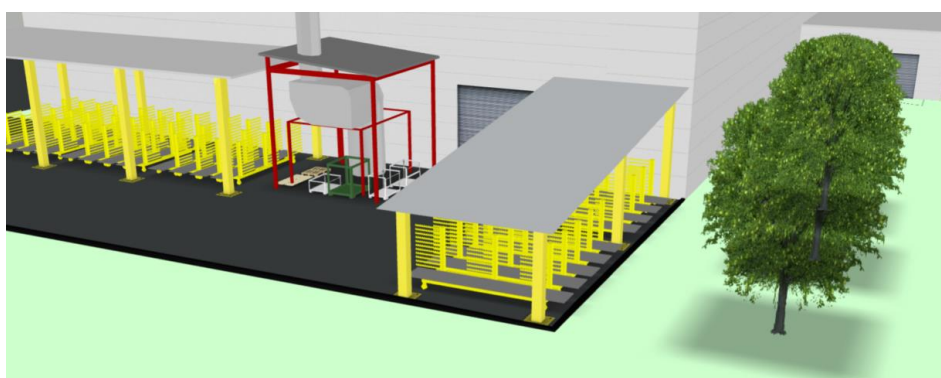
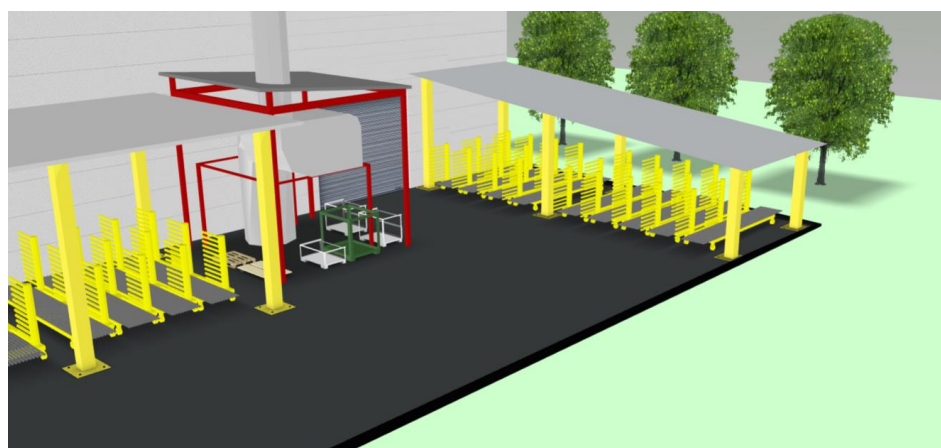
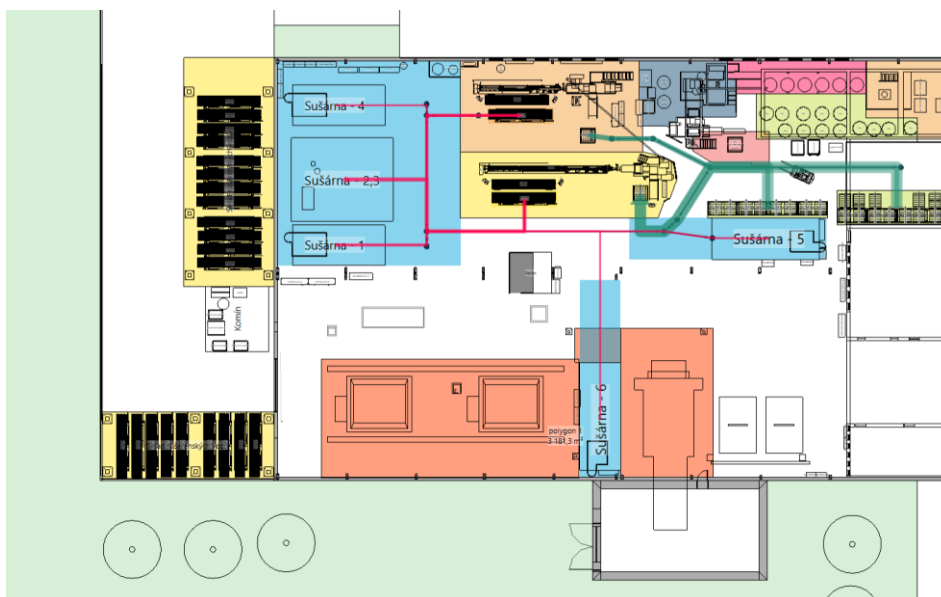
PŘÍLOHA č. 1

Layout a 3D vizualizace pracoviště Lis



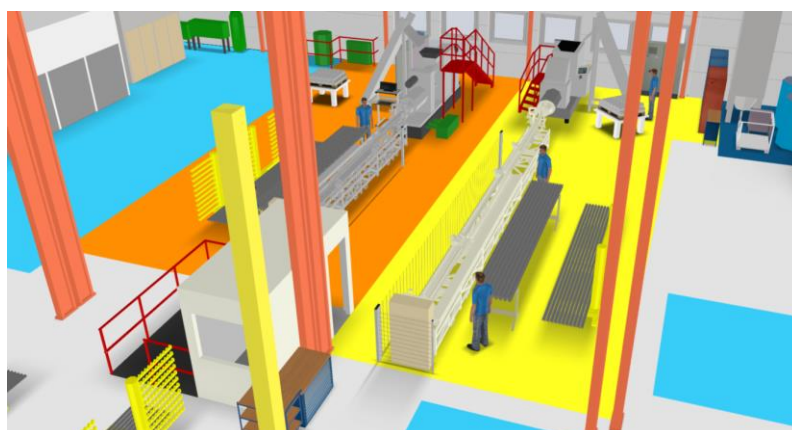
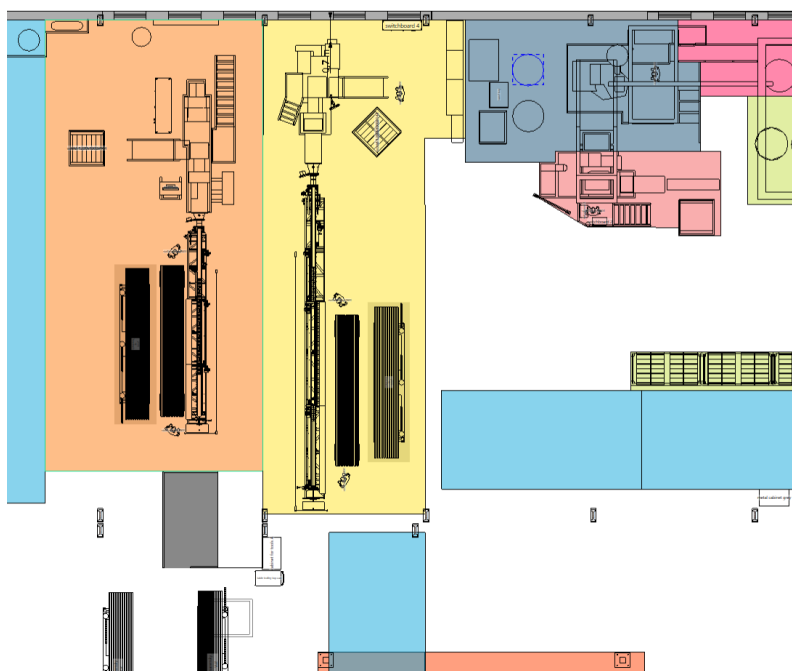
PŘÍLOHA č. 2

Návrh přístřešku pro sušárenské vozy



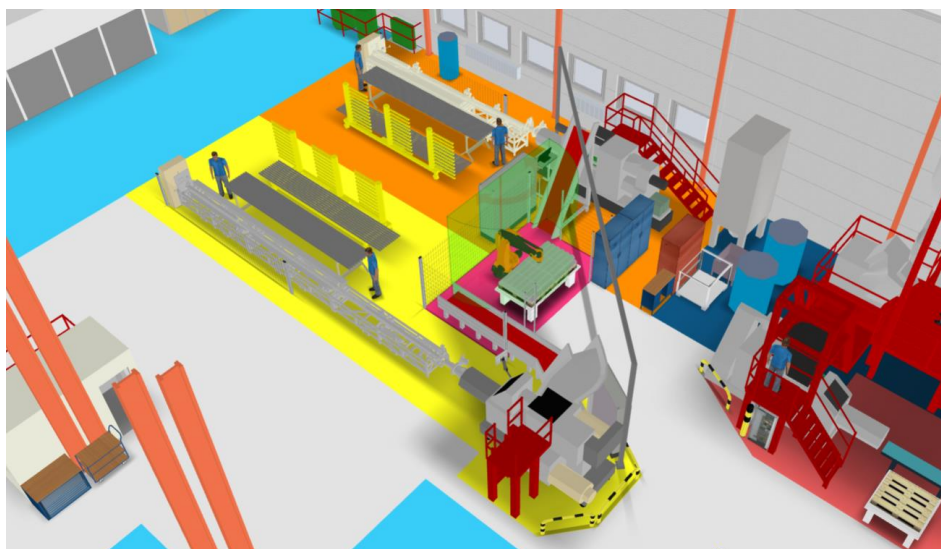
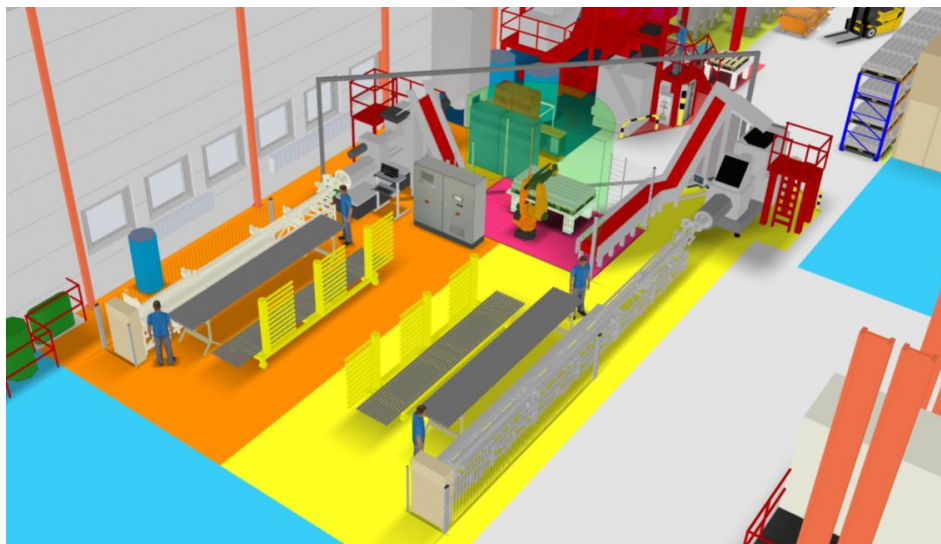
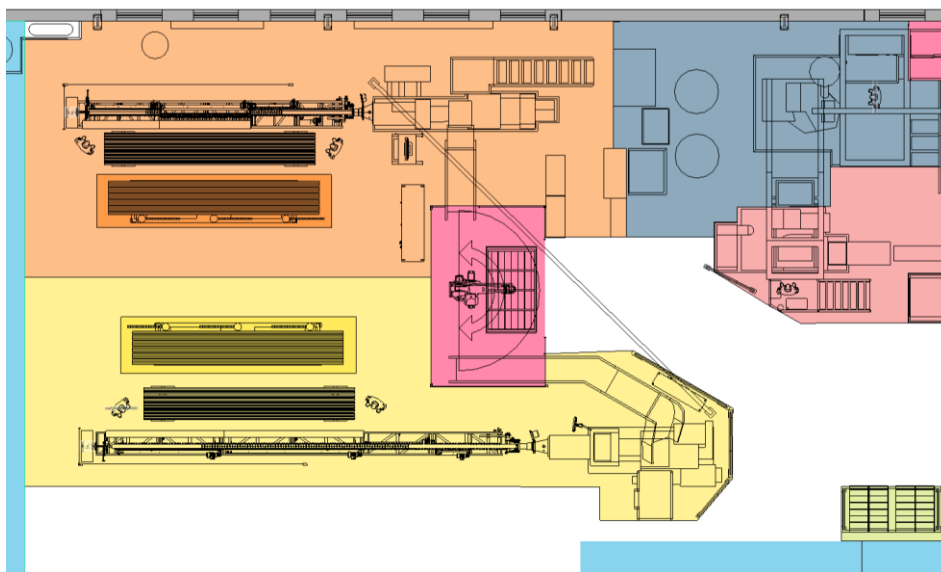
PŘÍLOHA č. 3

Layout a 3D vizualizace návrhu č. 1



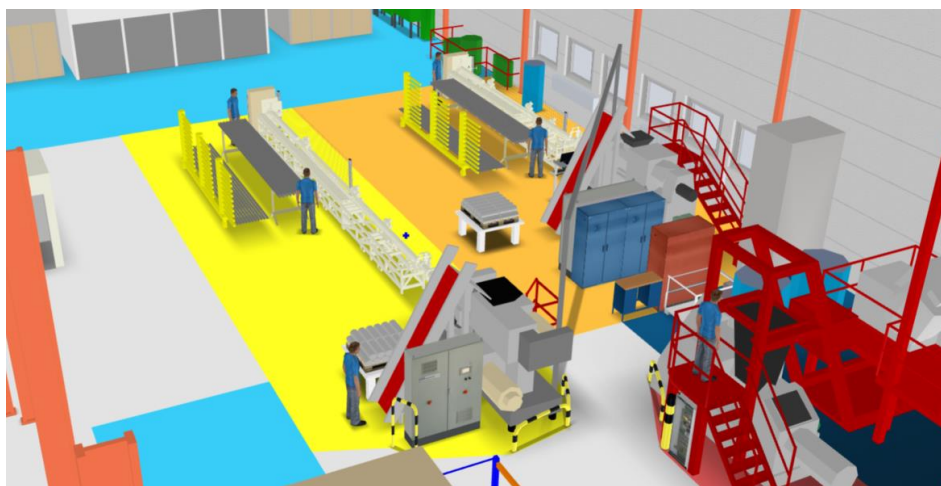
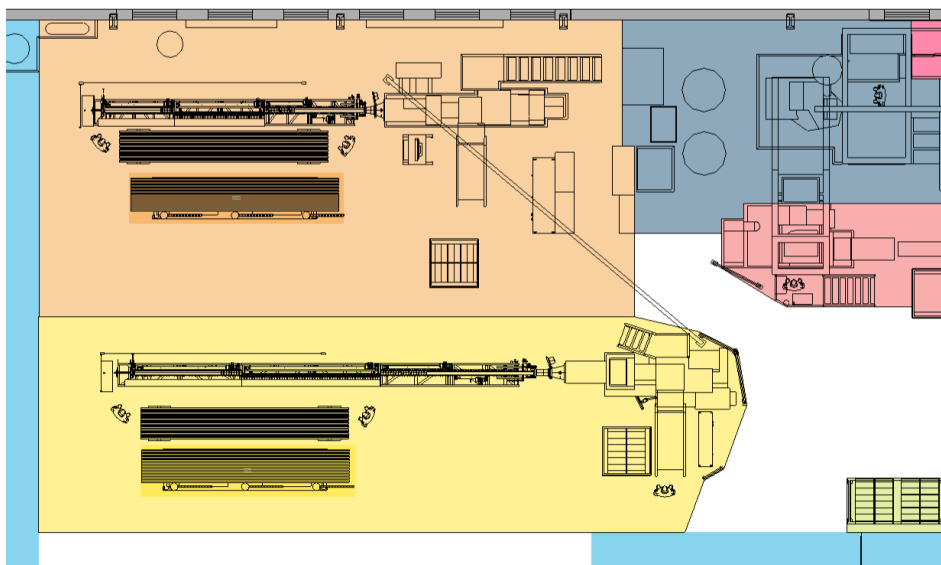
PŘÍLOHA č. 4

Layout a 3D vizualizace návrhu č. 2 s manipulačním robotem



PŘÍLOHA č. 5

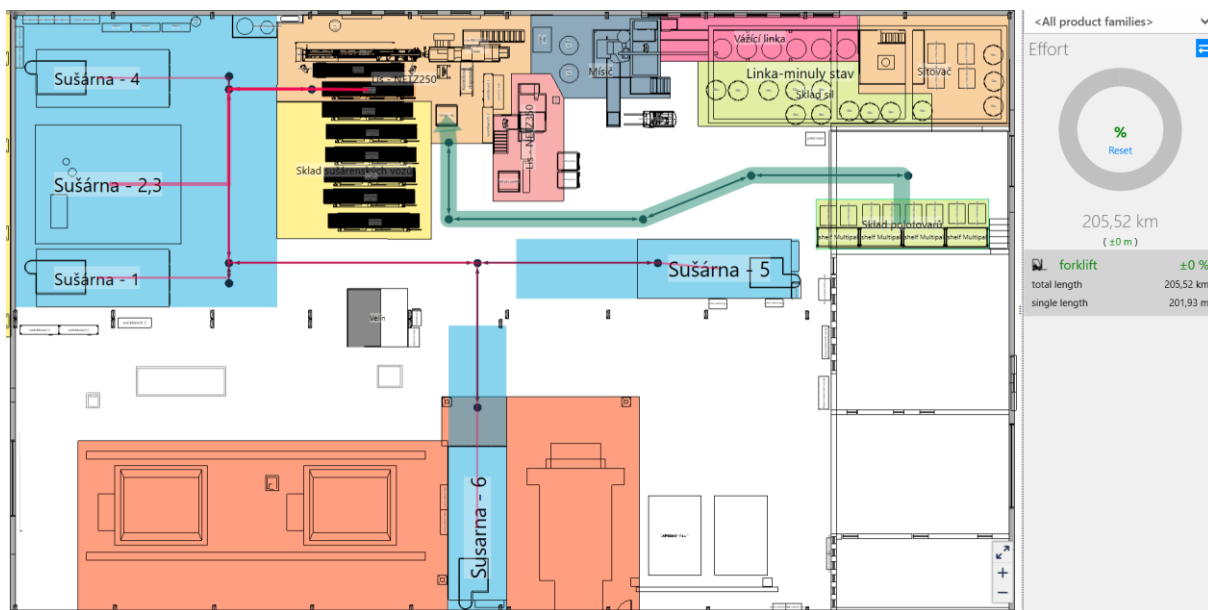
Layout a 3D vizualizace návrhu č. 2 bez manipulačního robotu



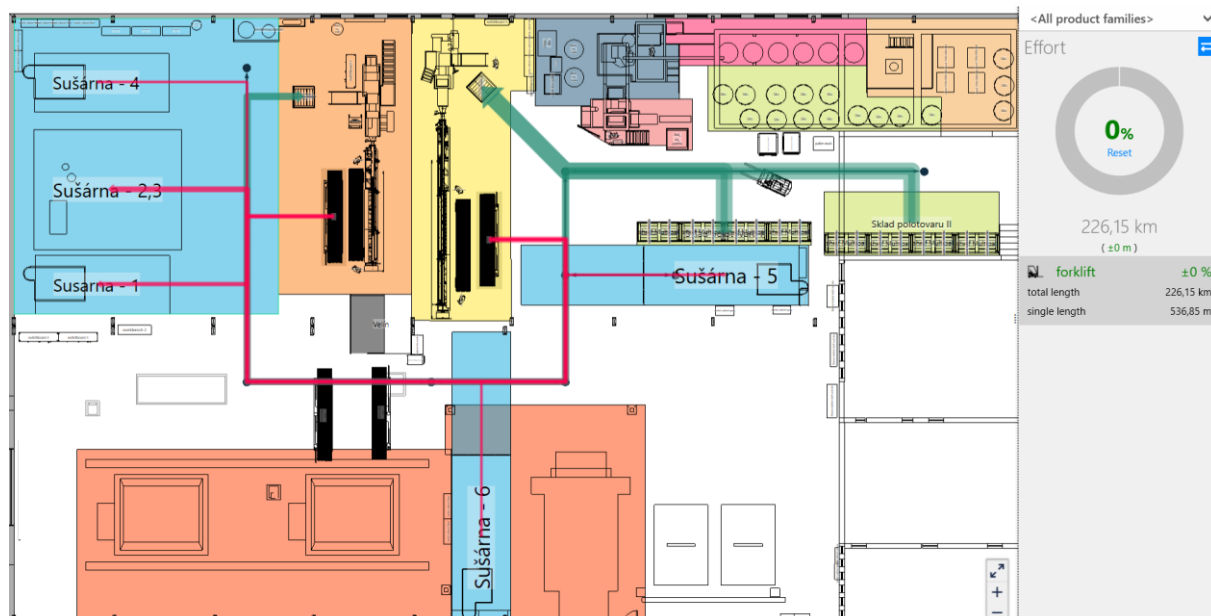
PŘÍLOHA č. 6

Materiálové toky současného rozmístění a návrhů

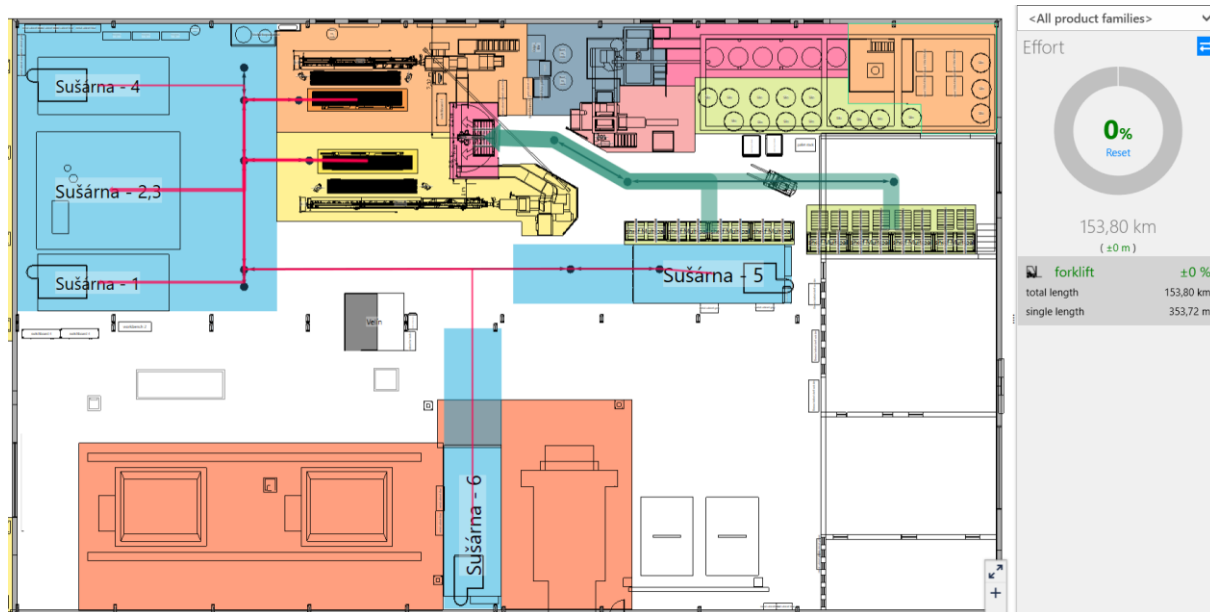
Současný stav



Návrh č. 1



Návrh č. 2 – manipulační robot



Návrh č. 2 – bez manipulačního robota

