

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: N 2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: Strojírenská technologie - technologie  
obrábění

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Návrh dispozičního řešení nového provozu práškové lakovny

Autor: **Bc. Václav Votýpka**

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

Akademický rok 2015/2016

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
Fakulta strojní  
Akademický rok: 2015/2016

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Václav VOTÝPKA**  
Osobní číslo: **S14N0085P**  
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**  
Studijní obor: **Strojírenská technologie - technologie obrábění**  
Název tématu: **Návrh dispozičního řešení nového provozu práškové lakovny**  
Zadávající katedra: **Katedra technologie obrábění**

### Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Analýza současného stavu
3. Návrh nového výrobního systému, včetně kapacit, dispozic a manipulace s materiálem
4. Investiční rozpočet, návratnost
5. Závěr



Rozsah grafických prací: dle potřeby

Rozsah kvalifikační práce: 50 - 70 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

- VIGNER, M. , ZELENKA, A. , KRÁL, M. Metodika projektování výrobních procesů. Praha: SNTL, 1984.
- DUCHEK, VLADIMÍR. Projektování investičních celků. Plzeň: SmartMotion, 2013.
- DUCHEK, VLADIMÍR. Projektování výrobních systémů. Plzeň: Západočeská univerzita, 2012.
- MUTHER, RICHARD. Systematické projektování: (S.L.P.). Vyd.1.Praha: SNTL, 1970.
- MILO, PETER. Technologické projektovanie v praxi.1. vyd. Bratislava : Alfa, 1983.

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

Katedra technologie obrábění

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

Katedra technologie obrábění

Datum zadání diplomové práce: 18. října 2015

Termín odevzdání diplomové práce: 20. května 2016



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.  
děkan



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

V Plzni dne 20. října 2015

## Prohlášení o autorství

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

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

**V Plzni dne:.....**

.....

**podpis autora**

## AUTORSKÁ PRÁVA

Podle Zákona o právu autorském. č.35/1965 Sb. (175/1996 Sb. ČR) § 17a Zákona o vysokých školách č. 111/1998 Sb. je využití a společenské uplatnění výsledků bakalářské/diplomové práce, včetně uváděných vědeckých a výrobně-technických poznatků nebo jakékoliv nakládání s nimi možné pouze na základě autorské smlouvy za souhlasu autora a Fakulty strojní Západočeské univerzity v Plzni.

## **Poděkování**

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kdo mi pomohli s realizací této práce. Poděkovat bych chtěl především vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Vladimíru Duchkovi, Ph.D. za cenné připomínky a rady.

Dále bych chtěl poděkovat za spolupráci všem zaměstnancům ve firmě Comwa.

## ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ (BAKALÁŘSKÉ) PRÁCE

<b>AUTOR</b>	<b>Příjmení Bc. Votýpka</b>	<b>Jméno Václav</b>
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	N2301 „Strojírenská technologie – technologie obrábění“	
<b>VEDOUcí PRÁCE</b>	Příjmení (včetně titulů) Doc. Ing. Duchek, Ph.D.	Jméno Vladimír
<b>PRACOVIŠTĚ</b>	ZČU - FST - KTO	
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<del><b>BAKALÁŘSKÁ</b></del> <b>Nehodící se škrtněte</b>
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Návrh dispozičního řešení nového provozu práškové lakovny	

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KTO	<b>ROK ODEVZD.</b>	2016
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

### POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	64	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	64	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	0
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

<b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b> <b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b>	Diplomová práce řeší návrh pracoviště práškového lakování včetně systému manipulace. Zaměřuje se tedy analýzu starého pracoviště práškového lakování a na návrh nového pracoviště spolu s manipulací s materiálem.
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b> <b>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b>	práškové lakování, layout, manipulace s materiálem, posouzení investičních variant

## SUMMARY OF DIPLOMA (BACHELOR) SHEET

<b>AUTHOR</b>	<b>Surname</b> Bc. Votýpka	<b>Name</b> Václav
<b>FIELD OF STUDY</b>	N2301,, Manufacturing Technology - Machining Technology "	
<b>SUPERVISOR</b>	<b>Surname (Inclusive of Degrees)</b> Doc. Ing. Duchek, Ph.D.	<b>Name</b> Vladimír
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST - KTO	
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<b>BACHELOR</b> Delete when not applicable
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Draft layout of the new powder coating plant	

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	KTO	<b>SUBMITTED IN</b>	2016
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

### NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

<b>TOTALLY</b>	64	<b>TEXT PART</b>	64	<b>GRAPHICAL PART</b>	0
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

<b>BRIEF DESCRIPTION</b> <b>TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	This thesis solves workplace design including powder coating system manipulation. It focuses on the analysis of old workplaces and powder coating on the proposal for a new workplace, along with material manipulation.
<b>KEY WORDS</b>	powder coating, layout, material handling, assessing the investment options

## Obsah

1	Úvod .....	11
1.1	Firma Comwa.....	11
2	Analýza současného stavu.....	13
2.1	Práškové lakování .....	13
2.2	Současná lakovna .....	13
2.3	Současný výrobní proces a vybavení .....	14
2.4	Výrobní program lakovny .....	18
2.5	Layout současné lakovny .....	19
2.6	Umístění současné lakovny.....	21
2.7	Posouzení vhodnosti starého objektu pro novou lakovnu.....	22
2.8	Případné umístění lakovny v Přešticích .....	23
2.9	Shrnutí výhod a nevýhod ponechání současného stavu lakovny .....	25
2.10	Rozhodnutí o umístění lakovny.....	26
3	Návrh nového výrobního systému včetně kapacit, dispozic a manipulace s materiálem.....	28
3.1	Technické specifikace pro návrh lakovny.....	28
3.2	Základní návrh řešení .....	29
3.3	Návrh dopravního systému .....	29
3.4	Odmaštění a fosfátování.....	30
3.4.1	První varianta .....	30
3.4.2	Druhá varianta.....	32
3.4.3	Kapacitní výpočty .....	36
3.5	Vysušení po odmaštění .....	38
3.5.1	Kapacitní výpočty .....	39
3.6	Práškovací kabiny .....	41
3.6.1	Velká práškovací kabina .....	42



3.6.2	Malá práškovací kabina .....	43
3.6.3	Kapacitní výpočty pecí.....	44
3.7	Vytvrzovací pec .....	45
3.8	Určení počtu zaměstnanců .....	46
3.9	Návrh celkového layoutu .....	47
3.9.1	Umístění budovy .....	48
3.9.2	WC a sociální zařízení pro zaměstnance.....	50
3.9.3	Kancelář mistra .....	50
3.10	Samotný layout .....	51
3.10.1	První varianta .....	51
3.10.2	Druhá varianta.....	53
3.11	Výběr layoutu .....	55
4	Investiční rozpočet, návratnost.....	57
4.1	Investiční rozpočet .....	57
4.1.1	Stavební část .....	57
4.1.2	Technologická část.....	58
4.1.3	Celková velikost investice .....	58
4.2	Návratnost .....	59
5	Závěr.....	61
	Použitá literatura .....	62
	Seznam obrázků .....	63
	Seznam tabulek .....	64

## Seznam zkratk

<b>CNC</b>	Computer Numerical Control - Počítačové číslicové řízení
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization - Mezinárodní organizace pro normalizaci / mezinárodní norma
<b>WAP</b>	Tlakový čistič
<b>THP</b>	Technicko-hospodářský pracovník
<b>s r.o.</b>	Společnost s ručeným omezením
<b>spol.</b>	Společnost
<b>SRN</b>	Spolková republika Německo
<b>RAL</b>	Stupnice barevných odstínů

# 1 Úvod

Tématem této diplomové práce je návrh dispozičního řešení nového provozu práškové lakovny. V dnešní moderní době je nutné neustále zlepšovat výrobní procesy a ze strany zákazníků je tlak na snižování cen výrobků. Proto je moderní podnik nucen neustále zdokonalovat své procesy a výrobní technologie, aby si udržel svoji konkurenceschopnost. Téměř samozřejmostí je dnes certifikace ISO 9001 a ISO 14001, většina zákazníků tuto certifikaci i požaduje po svých dodavatelích jako podmínku spolupráce. Toto téma bylo navrženo pro potřeby firmy Comwa, kde vznikl požadavek na novou modernější halu pro práškové lakování. Tato práce by měla tedy sloužit jako studie určení vhodnosti umístění nové lakovny a výsledkem bude i samotný návrh layoutu lakovny.

## 1.1 Firma Comwa

Comwa spol. s r.o. byla založena v roce 1993 se 100% podílem českého kapitálu. Statutární sídlo je v Roupově, v obci, nacházející se asi 30 km jižně od Plzně. V současné době má firma dva provozy. Kovovýroba a administrativa je soustředěna v Přešticích, povrchové úpravy a případné montáže výrobků se provádějí v Roupově. Pracuje zde necelých 100 zaměstnanců a její roční obrat se pohybuje okolo 120 milionů korun. Firma se od svého vzniku zaměřuje především na dodávky zákazníkům ze SRN a ostatních západoevropských zemí, takže podíl exportu na celkových tržbách přesahuje 90 %. V roce 2005 firma získala certifikát ISO 9001 a ISO 1400. [1]

Hlavní výrobní program firmy se dělí na dva úseky. V prvním úseku je výroba přesných plechových dílů, skříní, krytů, rámců a rozvaděčových skříní z ocelového, hliníkového případně měděného plechu do tloušťky maximálně 5 mm a je zde možné laserové vypalování plechů do tloušťky maximálně 12 mm. Dále se zde vyrábí kovové svařence z trubek a profilovaného materiálu. První výrobní úsek se nachází v Přešticích, kde je umístěna i hlavní administrativní část. V tomto úseku jsou hlavní výrobní CNC stroje na vysekávání a ohýbání plechu, dále je zde svařovna a CNC stroje na navařování šroubů a matek. [1]

Druhý výrobní úsek je již důležitější pro tuto práci, jedná se o práškovou lakovnu. Zde se dělají povrchové úpravy práškovými plasty v libovolných barevných odstínech, kterým předchází odmaštění a nafosfátování výrobku. Ještě se zde provádí pro některé výrobky sítotisk a dělají se zde i jednoduché montáže výrobků. Tento výrobní úsek se nachází v Roupově, což je asi 10 kilometrů ve vzdálenosti od Přeštic. Zde jsou dvě práškovací kabiny, odmašťovací box s WAP, sušicí a vypalovací pec. Toto pracoviště funguje od počátku vzniku firmy a za celou dobu zde byly provedeny jen lehké modernizace, proto už je tedy poměrně zastaralé a na konci životnosti. Aby si firma zachovala svoji konkurenceschopnost a dokázala uspokojit i náročné německé zákazníky, rozhodli se majitelé firmy, že je nutné toto pracoviště zásadně modernizovat.

## 2 Analýza současného stavu

Tato kapitola popisuje současný stav práškovací lakovny firmy Comwa. Jak již bylo řečeno, původní lakovna se nachází v obci Roupov sedm kilometrů od Přeštic. Budova lakovny byla zakoupena majiteli v roce 1995 spolu s přílehlými sklady a pozemky. Celý tento areál byl bývalým zemědělským družstvem a stávající budova lakovny byla původně postavena jako stáje. Z tohoto popisu je jasné, že budova není primárně určena pro lakovnu a díky tomu není moc vhodné zdejší rozmístění pracovišť, protože bylo nutné využít prostory tak, jak již byly postavené.

### 2.1 Práškové lakování

Práškové lakování je moderní technologie povrchové úpravy kovů. Jedná se o nanášení práškové barvy - plastu na povrch kovu v elektrostatickém poli. Dochází k tomu, že částice prášku se elektricky nabíjejí, zatímco lakovaný předmět je uzemněn. Výsledná elektrostatická přitažlivá síla stačí k vytvoření dostatečné vrstvy prášku na předmětu. Udrží suchý prášek na místě, dokud se neroztaví a nepřilne k povrchu. K nabíjení částic dochází buď tribostatickým (kinetickým) nebo elektrostatickým nabíjením. Po nanesení práškové nátěrové hmoty následuje vypálení výrobků ve vypalovací peci. Při 180°C dochází k roztavení, vytvrzení a přilnutí prášku k povrchu výrobku. Před samotným nanášením prášku na kov je nutné povrch důkladně odmastit a nafosfátovat, což vede k lepší přilnavosti barvy. [2]

### 2.2 Současná lakovna

Původní budova lakovny má rozměry 24 x 11,2 metrů, z toho výrobní prostory zabírají přibližně dvě třetiny plochy, zbytek jsou chodby, šatny a kancelář mistra. Výška stropů není příliš velká, je pouze 3 metry. V tomto výrobním prostoru je výška důležitá jednak pro manipulaci a montáž jednotlivých zařízení, ale také kvůli nadměrnému teplu, které odchází především z vypalovací a vysoušecí pece.

V současné době je zde dvousměnný provoz od 6 do 23 hodin. V každé směně je 6 pracovníků. Jedním z těchto pracovníků je mistr, který řídí zaměstnance směny. Dále jsou zde dva práškovači a jeden odmašťovač. Poté jsou u každé pece další pracovníci, kteří dle uvážení mistra provádí navěšení výrobků, montáže výrobků, balení výrobků a

případné pomocné práce. Od nové nebo jen modernizované lakovny se očekává případná úspora pracovníků.

### 2.3 Současný výrobní proces a vybavení

Po přijetí rozpracovaného výrobku do lakovny je nejdříve potřeba polotovar důkladně odmastit a nafosfátovat. To je nutné z důvodu znečištění výrobku od oleje a ocelových pilin, které se na polotovar dostanou v průběhu předchozího výrobního procesu. Fosfátování je důležité pro lepší přichycení barvy. V současné lakovně se odmaštění provádí v odmašťovacím boxu, který má rozměr 3x3 metru. Odmašťovací box je vybaven horkovodním vysokotlakým čističem od společnosti Karcher, zjednodušeně vapkou. Tento čistič obsluhuje jeden zaměstnanec. Ten si výrobky do boxu vždy nejprve naskládá, poté je ostříká a nakonec je hotové naskládá na přiloženou paletu. Fosfátování a odmaštění probíhá najednou, fosfát je součástí roztoku na odmaštění. Tento roztok musí být ohřátý na 60°C, aby bylo odmaštění a fosfátování účinné. To zajišťuje vysokotlaký čistič, který ohřívá vodu pomocí dieselového ohřívače. Na tomto pracovišti se nachází hned několik problémů. Pracoviště produkuje velké množství odpadních vod, které jsou značně znečištěné odmašťovací emulzí, fosfátovací emulzí a olejem spolu s kovovými pilinami, které se do vody dostanou z polotovaru. Z tohoto důvodu je zde nutná speciální čistírna odpadních vod, přes kterou tyto odpadní vody musí projít. Další znečištění zde vzniká od výparů z vysokotlakého čističe, který má dieselový ohřev vody. Tyto výpary jsou zde svedeny komínem přímo ven. Jsou zde tedy velmi ztížené podmínky pro obsluhu, která je vystavena silnému roztoku odmašťovadel a fosfátu, který se ještě díky teplotě 60°C odpařuje do prostoru a celý box znatelně ohřívá. Zároveň zde opět vzniká zbytečný čas způsobený manipulací s výrobky. Při těžších výrobcích je manipulace s nimi složitá a namáhavá s možností vzniku nemocí z povolání. Na obr. 1 je vidět odmašťovací box. Jedná se tedy o velmi znečištěné prostředí a nepříjemnou práci pro zaměstnance. Tento odmašťovací box při prohlídce nedělá příliš dobrý dojem na zákazníky a určitě vzbuzuje pocit zastaralosti. Nevýhodou odmašťovacího boxu je také velká spotřeba vody a odmašťovací směsi, která se nijak nerecykluje. Na tomto pracovišti jsou tedy hodně nehostinné podmínky pro pracovníky, vysoká teplota, vlhký znečištěný vzduch a těžká namáhavá práce.



**Obr. 1 - Odmašťovací box**

Po odmaštění je nutné dát výrobky usušit do sušící pece. Zejména složité svařence mohou mít v sobě ještě větší množství vody v různých zákoutích. Pokud by se práškoval mokrý výrobek, barva by se na něj nechytala a stékala by. Výrobky jsou v sušárně přibližně 10 minut při teplotě 120°C. Tuto operaci nebude možno ani s novou technologií zrychlit, protože výrobky zkrátka musejí uschnout. Nevýhodou jsou na tomto pracovišti opět zbytečné manipulace. Výrobky, které do pracoviště přijdou, se musí navěsit na vozík, dát uschnout do pece a poté vyndat a zase svěřit.



**Obr. 2 - Sušící pec**

Dále se výrobky přesouvají k samotnému procesu práškového lakování. Současná lakovna je vybavena dvěma práškovacími kabinami od firmy Galatek. Kabiny jsou téměř totožné, jen se nepatrně liší velikostí. Tyto kabiny slouží k povrchové úpravě menších a středně velkých předmětů práškovými plasty. Mají jednostranně otevřený pracovní prostor s rozměry 1200 x 1150 x 1050 mm a 1850 x 1400 x 1300 mm. Jsou vybaveny odsáváním s filtračním systémem, který zachytává již nepotřebnou barvu vznikající přestříkem. Tím chrání obsluhu a vytváří hygienické prostředí. Do kabiny tedy obsluha nemůže vstoupit a musí stát vně. Dovnitř kabiny se zavěšují výrobky. Výrobek je tedy nutné manuálně zavěsit a při práškování výrobku z druhé strany zase převěsit, protože v kabině není dostatek místa na napráškování z obou stran. Výrobek se musí pokaždé převěsit, což samozřejmě přidává další neproduktivní časy navíc. Problém nastane, když je výrobek těžký. Některé výrobky mají tvar stolu nebo bedny a váží i přes 50 kg. Pak je nutné, aby navěšování prováděli dva pracovníci. Všechny tyto manipulace s výrobkem produkují vedlejší časy, které prodražují výrobu a snižují konkurenceschopnost firmy. Další nevýhodou těchto pohybů je zbytečné přetěžování pracovníků ve výrobě a tím zvětšování rizika nemocí z povolání.



Obr. 3 - Práškovací kabina



Ve firmě Comwa se používá jen ruční práškování. Dělají se zde malé série a je nutné i několikrát za směnu měnit barvu. Dále některé výrobky jsou poměrně složité svařence a jejich strojní práškování by bylo velmi obtížné. Ruční práškování je tedy pro tento provoz výhodnější, je velmi flexibilní a není nutné pořizovat velkou práškovací linku, která by byla jistě mnohonásobně dražší a ve výsledku by se zde nevyplatila. Při ručním práškování je nevýhoda, že barva nemusí být rovnoměrně nanášena. To je možné ale do značné míry eliminovat kvalifikovaným práškovačem. Napomáhají tomu i speciální práškovací pistole od švýcarské firmy GEMO, na kterých lze nastavit optimální dávkování prášku.

Po napráškování jdou výrobky do vytvrzovací pece. Ta je téměř shodná se sušicí pecí, jen je rozdíl v tom, že má silnější izolaci a je zde teplota 220 °C. Doba vypalování je průměrně také 10 minut. Konkrétní doba závisí na konkrétním typu barvy. Tato pec se obsluhuje totožně jako sušicí a z toho plynou i ty samé nevýhody. Výrobky se do těchto pecí zaváží na speciálních vozících. Tyto vozíky mají konstrukci a dají se na ně navěšovat výrobky. Konstrukce se dá upravovat přidáváním nebo odebráním profilů. Vozíky se používají i pro přepravu výrobků po dílně.



Obr. 4 - Transportní vozík

## 2.4 Výrobní program lakovny

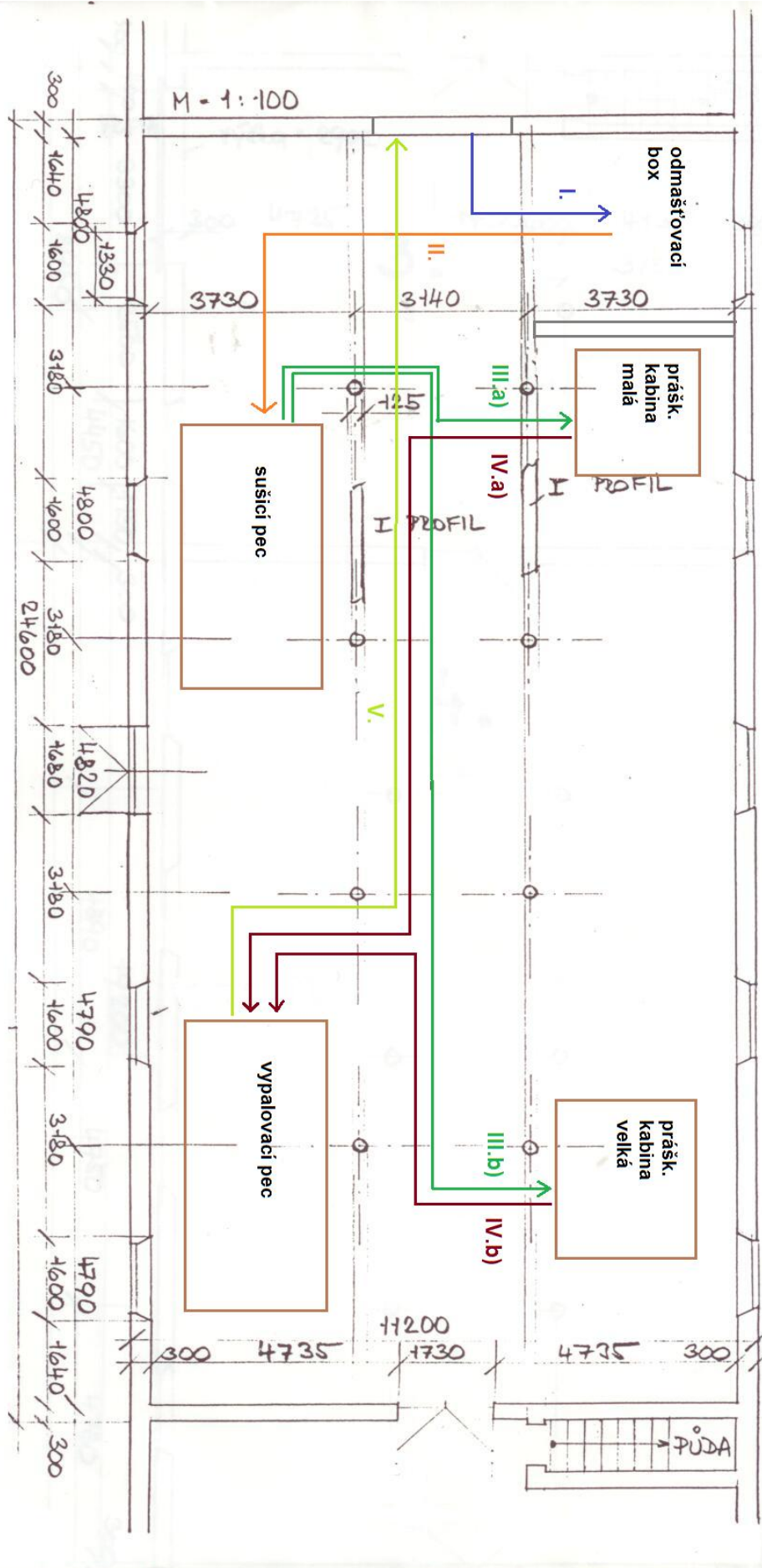
Výrobním programem lakovny jsou malé až střední série plechových výrobků. Z 90 % jsou to polotovary, které jsou vyrobené v prvním výrobním úseku firmy. Z 10 % výrobní program tvoří vnější zakázky. Výrobky mohou být plechy o váze několika desítek gramů anebo velké svařence ve tvaru bedny. Jak je vidět na obr. 5, tyto svařence jsou poměrně objemné a jak již bylo zmíněno v textu, mohou vážit i přes 50kg. Po popsání všech pracovišť je tedy zřejmé, že všechny výrobky je nutné u každého pracoviště svést z přepravního vozíku dát, případně navěsit, do pracovního prostoru a poté zase vyndat a navěsit na přepravní vozík. Tyto manipulace zabírají mnoho času, jsou pro obsluhu velmi namáhavé a mohou být zdrojem nebezpečných nemocí z povolání. Když jsou výrobky malé a lehké, fyzické přetěžování sice nehrozí, ale při větším počtu kusů, kterých bývá i několik set, vzniká obrovské množství manipulace. Tyto časy jsou pochopitelně neproduktivní a nevytváří firmě žádný zisk. Pro budoucí pracoviště by bylo velmi vhodné odstranění těžké a zdlouhavé manuální práce, bez nutnosti neustálého navěšování a svěšování výrobků.



Obr. 5 - Svařenec

## 2.5 Layout současné lakovny

Na obr. 6 je zobrazen layout současné lakovny a tok materiálu. Výrobky přicházejí do samotné lakovny z vedlejší haly, kam se zaváží a kde se rozbalují. Po rozbalení se výrobky převezou do lakovny před odmašťovací box. Tady si je vezme pracovník, který odmašťuje a ručně je přeskládá do odmašťovacího boxu (modrá šipka I.). Po odmaštění výrobky navěsí na přepravní vozík nebo případně při velkých rozměrech dá na EURO paletu. Po odmaštění výrobky putují do sušicí pece, kde se musí usušit. Do této pece pracovník zaveze celý vozík (oranžová šipka II.). Po usušení výrobků pokračují na přepravním vozíku do práškovacích kabin (zelené šipky III.). Před napráškováním je nutné na některých výrobcích zaslepit různé otvory. Práškovací kabiny jsou dvě, jedna větší a jedna menší. Jejich umístění se nejeví jako zrovna vhodné, bohužel ale není možné kabiny dát k sobě. V případě, že se v kabinách práškuje stejnou barvou, je vše bez problémů a mohli by být i hned vedle sebe. To by bylo výhodné a zjednodušilo by to manipulaci s polotovary. Problém ale nastane, když se v jedné kabině dělá bílá barva např. RAL 9010(bílá) a v druhé černá např. RAL 9005(černá). Kabiny mají silné odsávání a po umístění vedle sebe dokážou nasát barvu z vedlejší kabiny a na bílé barvě jsou vidět černé skvrny. V lakovně se velmi často stává, že se na kabinách dělají různé barvy a barva se mění třeba i několikrát za jednu směnu. Z tohoto důvodu jsou kabiny umístěny daleko od sebe, téměř přes celou halu, což ale samozřejmě komplikuje manipulaci s materiálem. Z důvodu zachování kvality ale není jiná možnost. Po napráškování se výrobky převezou opět na přepravním vozíku do vypalovací pece (hnědé šipky IV.). Odtud po vypálení výrobky putují zpět do vedlejší haly, kde se zabalí, zkontrolují a připraví k expedici (světle zelená šipka V.). Na zobrazení rozmístění jednotlivých pracovišť a toku materiálu je vidět, že se trasy velmi protínají. Nevýhodou na současném uspořádání je jen jediná dopravní cesta mezi všemi pracovišti. Ta je i poměrně úzká a vejde se do ní vždy jen jeden přepravní vozík. Na dopravní cestě se kříží tři trasy toku materiálu, což ve výrobě způsobuje další neproduktivní časy navíc způsobené čekáním na uvolnění dopravní cesty. Současný layout je takto navržen kvůli použití již postavené budovy, která dříve sloužila jako stáj. Manipulaci také komplikují sloupy, které tvoří opěrnou konstrukci stropu.

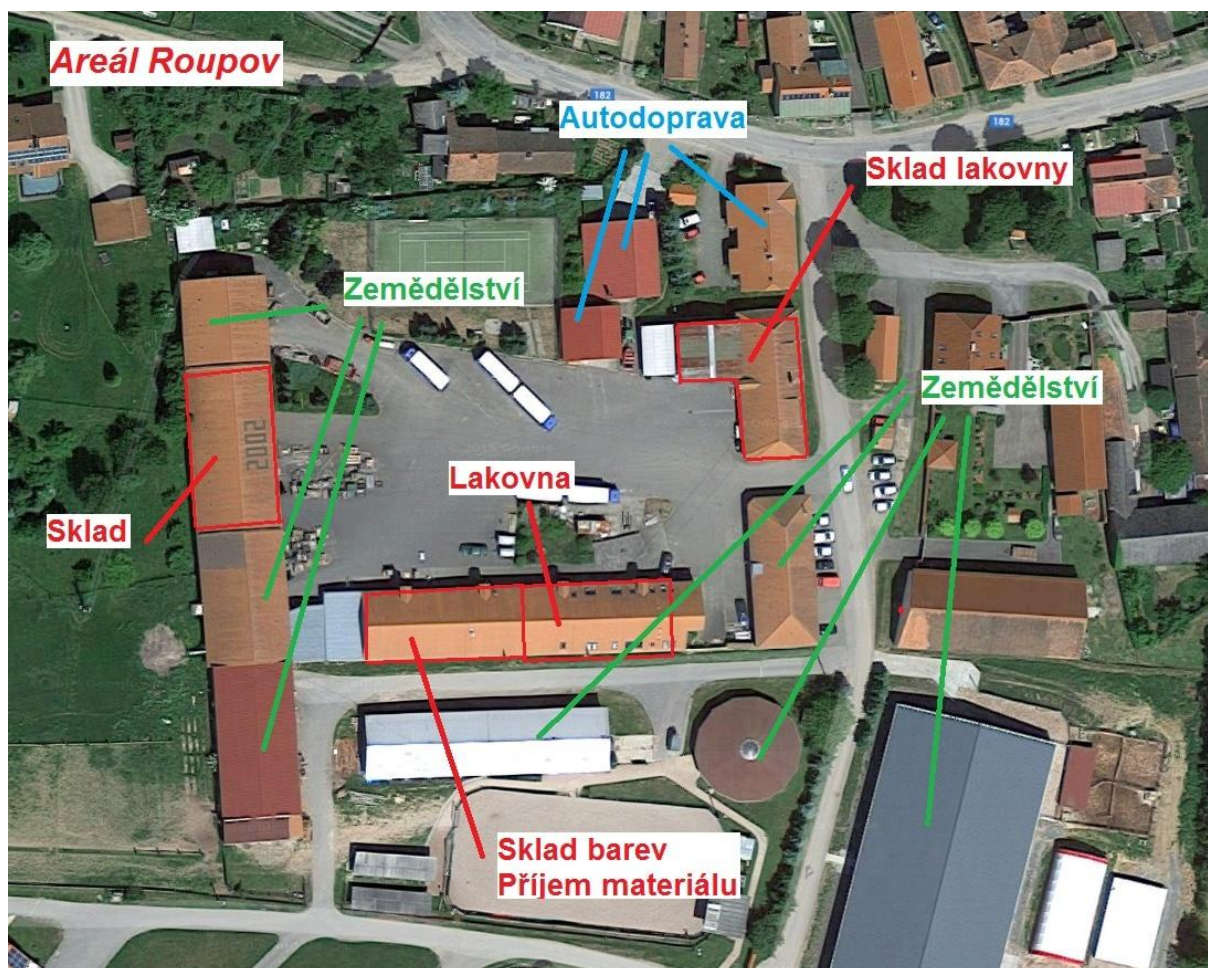


Obr. 6 - Layout staré lakovny

## 2.6 Umístění současné lakovny

Jak již bylo zmíněno, firma Comwa má dvě střediska. Hlavní středisko je v Přešticích, kde je umístěna kovovýroba, THP pracovníci a vedení firmy. V tomto středisku je soustředěno okolo 80 % personálu. Přeštice mají výhodnou polohu s hlediska dopravního spojení, nachází se na přímé trase Plzeň - Klatovy.

Druhé středisko, tedy současná lakovna je umístěna v Roupově, je to přibližně 10 km od Přeštic. Jak je na obr. 7 vidět, lakovna zabírá pouze část jedné budovy. Některé budovy slouží jako sklady výrobků pro lakovnu, ale více budov slouží jako sklady zemědělských produktů. V areálu firmy Comwa v Roupově sídlí ještě další dvě firmy, jimiž jsou zemědělská firma a autodoprava. Všechny tyto firmy se musí dělit o jeden areál, jedny sklady a hlavně o jeden dvůr. Z tohoto důvodu je budoucí působení lakovny v tomto areálu nevhodné. Z obrázku je vidět, že firmy jsou hodně propojené a tak je problematický například úklid areálu. V prvním patře lakovny jsou kanceláře zemědělství a autodopravy.



Obr. 7 - Areál firmy Comwa v Roupově[9]

Velkou nevýhodou dvou středisek firmy je vzájemná přeprava mezi nimi. Když vyjde hotový výrobek ze střediska Přeštice, je nutné ho napráškovat. Výrobek je tedy nutné zabalit, naložit a přepravit do Roupova do lakovny. Tady ho musí zase pracovníci vyložit, rozbalit a pak až jde do výroby. Tyto činnosti zaměstnávají zbytečně pracovníky, kteří opět dělají neproduktivní činnosti. Balení výrobků bývá poměrně složité, vždy se jedná o plechové výrobky nebo svařence a ty se nesmějí o sebe poškrabat nebo případně zohýbat. Výrobky se tedy musí i mezi sebou vypodložit a to jen kvůli přepravě mezi dvěma středisky. Dvě střediska jsou nevýhodná i z hlediska řízení firmy. Pro management jsou tak nutné neustálé přejezdy mezi středisky, zvláště při řešení nějakého problému. Novou lakovnu by bylo tedy spíše lepší umístit do areálu hlavního střediska v Přešticích, kde by odpadly všechny zbytečné převozy, balení a komplikace způsobené dvěma středisky.

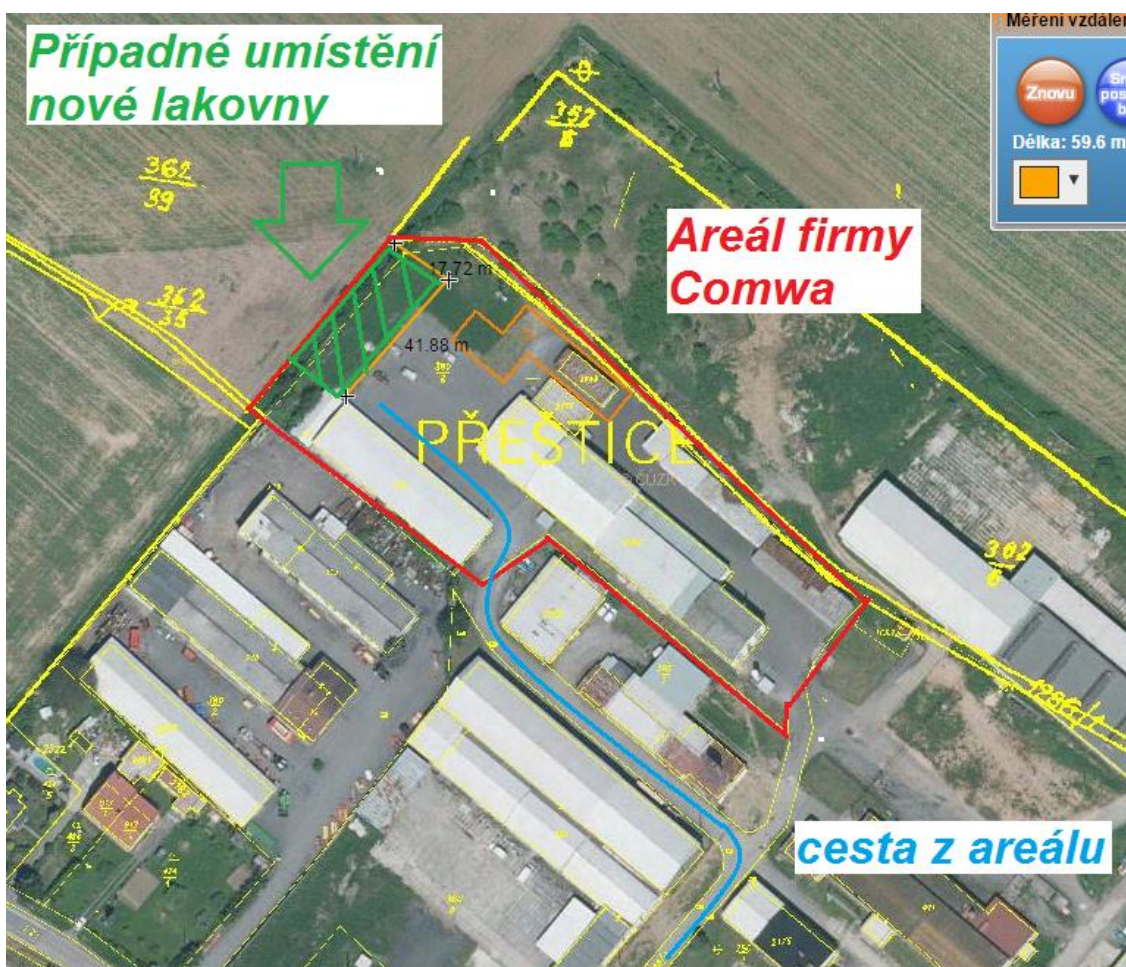
## **2.7 Posouzení vhodnosti starého objektu pro novou lakovnu**

Po popsání současného stavu lakovny, jejich výhod a nevýhod, je tedy nutné rozhodnout, zda pro budoucí lakovnu použít stávající prostory. Použití stávajících prostor by bylo velmi výhodné z důvodu nulové investice do nové budovy, což je velmi velká výhoda. Nevýhodou jsou ale již dané dispozice. Případné nové umístění strojů do vhodnějších pozic by bylo obtížné kvůli malým rozměrům budovy a jejímu charakteru. Jak je na obr. 6 vidět, v lakovně se v pracovním prostoru nachází 8 podpěrných sloupů o průměru 125 mm. Sloupy není možné odstranit, protože slouží jako podpěra pro nosné profily stropu. Strop je zde řešen třemi klenbami. To sebou nese další nevýhodu, kterou je výška stropu pouze 3 metry. Takto nízký strop ztěžuje umístění vybavení, které je většinou vyšší než 3 metry. Dalším problémem je nemožnost umístění jakékoliv závěsné konstrukce na přepravu materiálu. Po umístění konstrukce by zde zbývali přibližně dva metry výšky, což je naprosto nepřijatelné. Pro závěsnou konstrukci by byly i nevhodné stropy a obvodové nosné zdi, které nebyly stavěny pro takové zatížení, a hrozilo by narušení statiky budovy. Tato konstrukce bude zřejmě nutná pro budoucí lakovnu kvůli odstranění těžké a zdlouhavé manuální práce. Problémem u staré budovy je absence účinného odvětrávání nebo odsávání teplého vzduchu, který vychází z pecí a z výrobků, které se vyndávají z pecí. Instalace odsávacího systému do staré budovy s ještě takto nízkými stropy by byla velice nákladná. Z těchto důvodů je možné říci, že stará

budova je spíše nevyhovující pro novou moderní lakovnu. Bude tedy pravděpodobně nutná investice do nové budovy.

## 2.8 Případné umístění lakovny v Přešticích

Po předchozím posouzení vhodnosti nebo nevhodnosti staré budovy pro novou lakovnu se nabízejí další dvě možnosti. První je zbourání staré budovy a postavení nové. Tato možnost by zvedla náklady o bourání staré budovy, ale neodpadly by nevýhody způsobené umístěním v Roupově. Druhou možností je výstavba nové haly na novém pozemku. Jako jedna z možností výstavby nové lakovny se dá uvažovat pozemek v areálu firmy v Přešticích. Jak je na obr. 8 vidět pozemek není naprosto bez omezení, ale jeho velikost pro lakovnu dostačuje. Pozemek dovoluje umístění budovy o rozměrech maximálně 42 metrů na délku a 18 metrů na šířku. Vzhledem k rozměrům původní budovy 24,6 metru na 11,2 metru je to více než dostačující. Lakovnu je možno stavět až na hranici pozemků, neboť sousední pozemek je také ve vlastnictví firmy, stavební ale není. Pozemek pro případné umístění lakovny je vyšrafován zelenou



Obr. 8 - areál firmy Comwa v Přešticích[10]

barvou. V areálu v prostoru před případnou novou lakovnou by měl být i dostatek místa pro otočení nákladního automobilu. Rovněž cesty k výjezdu z areálu jsou dostatečně široké a mají velké rádiusy, aby projel i velký nákladní automobil. Výjezdová cesta je zobrazena modrou barvou.

Díky umístění lakovny v areálu firmy v Přešticích by odpadly všechny nevýhody způsobené převozy. Pro management podniku by byl o mnoho snazší dohled na personál obou středisek. Firma Comwa se nachází v areálu firem kde je společná bezpečnostní agentura a tak by se náklady na zabezpečení nezvýšily a naopak by odpadly v Roupově. Další výhodou je i přítomnost jídelny v tomto areálu a možnost stravování se zaměstnanců. V areálu v Roupově jídelna není a obědy se musí vozit z Přeštic každý den, což samozřejmě znamená náklady navíc. Jako další výhoda se zde nabízí možnost využití jednoho vysokozdvížného vozíku při poruše toho druhého. Kovovýroba i lakovna potřebují každý po jednom vysokozdvížném vozíku. V případě poruchy vozíku buď v budoucí lakovně, nebo v kovovýrobě by mohlo dočasně po vhodném plánování jeden vozík obsloužit oba provozy a výroby by nebyly tolik ochromeny. V minulosti se již stalo, že se vysokozdvížný vozík v Přešticích porouchal a výroba tím pádem byla částečně ochromena. V kovovýrobě je vozík důležitější, protože se s ním naváží tabule plechů k vysekávacím strojům a laseru a odváží zbytky plechových tabulí do kontejneru.

Velkou výhodou umístění a stavby v Přešticích je, že je možnost výrobní halu lakovny navrhnout od začátku a tak ji plně optimalizovat pro provoz lakovny. Může být navržena podle ideálního materiálového toku a bude zde možné uvažovat o podvěsné konstrukci na přepravu materiálu. Tím by se odstranila většina namáhavé ruční manipulace z provozu.



## 2.9 Shrnutí výhod a nevýhod ponechání současného stavu lakovny

Výhody:

- momentálně nulová investice
- odpadá zaškolování obsluhy na novou technologii

Nevýhody:

- malá produktivita => malá konkurenceschopnost firmy
- nevyhovující pracovní prostředí
- mnoho manuální práce, která neprodukuje žádný zisk
- hrozba nemocí z povolání
- rozdělení firmy na dvě střediska
- časté převozy mezi středisky
- špatně navržený materiálový tok
- technologie na konci životnosti

## 2.10 Rozhodnutí o umístění lakovny

Poř. číslo	Kriterium	Váha kriteria	Roupy		Roupy		Přešice	
			stará budova	Vážená hodnota	nová budova	Vážená hodnota	nová budova	Vážená hodnota
-	-	-	body		body		body	
1.	Pořizovací cena	2	10	<b>20</b>	0	<b>0</b>	4	<b>8</b>
2.	Nutnost převozů	4	0	<b>0</b>	0	<b>0</b>	10	<b>40</b>
3.	Vhodnost budovy	5	3	<b>15</b>	10	<b>50</b>	10	<b>50</b>
4.	Optimalizace výroby	8	5	<b>40</b>	10	<b>80</b>	10	<b>80</b>
5.	Pracovní podmínky	5	5	<b>25</b>	10	<b>50</b>	10	<b>50</b>
-	<b>Součet</b>	-	18	<b>100</b>	31	<b>180</b>	44	<b>228</b>
-	<b>Pořadí užítivosti</b>	-	-	<b>3.</b>	-	<b>2.</b>	-	<b>1.</b>

Tab. 1 - Volba umístění lakovny

Pro rozhodnutí o umístění nové lakovny byla použita metoda měření užitenosti variant, modifikovaná a zjednodušená pro tuto situaci. Tato metoda je použita z literatury: Projektování výrobních systémů (viz. Seznam použité literatury [4]). V tabulce jsou přidělovány jednotlivým kritériím body od 0-10, čím více bodů tím lépe. Dále je zde váha jednotlivých kritérií, ta vyjadřuje jejich důležitost rovněž body od 0-10. Váha se vynásobí počtem bodů u kritéria. Na konci tabulky je výsledný součet bodů. Sloupec s největším počtem bodů je nejvhodnější varianta.

První variantou je zachování původní lakovny ve stávajícím objektu. Tato možnost nepřináší příliš velkou investici, přibližně asi poloviční oproti variantě výstavby v Přešticích. To je jediná výhoda, jinak se zde vyskytují samé nevýhody. Tato varianta dostává 100 bodů.

Druhou variantou je zbourání původní budovy v Roupově a postavení nové. Budova by se dala plně optimalizovat pro výrobu i materiálový tok, neodpadly by ale nevýhody způsobené umístěním. Velmi podstatné jsou ale obrovské pořizovací náklady. Tato varianta dostává 180 bodů.

Poslední variantou je výstavba nové budovy v areálu firmy v Přešticích. Zde jsou jedinou nevýhodou pouze pořizovací náklady, které by se ale měly do budoucna vyplatit. Zbytek jsou jen výhody. Poslední varianta dostává 228 bodů a je zvolena jako nejvhodnější.

Po vyhodnocení rozhodovací metody bude nová lakovna tedy postavena v areálu v Přešticích na místě vyznačeném na obr. 8. Její dispozice a velikost budou určeny v následující kapitole.

### 3 Návrh nového výrobního systému včetně kapacit, dispozič a manipulace s materiálem

Pro výstavbu nové lakovny byl po zjištění všech výhod a nevýhod zvolen pozemek v areálu firmy v Přešticích. Pro návrh lakovny se bude vycházet z hodnot ze staré lakovny. To znamená z množství upravované plochy za rok, které bude navýšeno o přibližně 20 % z důvodu růstu zakázek, dále z maximálních rozměrů výrobku a jeho maximální hmotnosti. Lakovna bude navržena na vytížení dvou směn za den. S případnou třetí směnou nebude počítáno a bude ponechána jako rezerva. V případě potřeby bude tedy možné výrobní kapacitu lakovny navýšit o 33 % zavedením třetí směny. Důležité je také zmínit, že návrh kapacity práškovací lakovny tohoto typu je velice obtížný a není na něj aplikovatelný prakticky žádný obecný postup.

#### 3.1 Technické specifikace pro návrh lakovny

Množství upravované plochy:	~ 200 000 m <sup>2</sup> / rok
Počet směn:	2 směny / den 15 hodin / den 240 dní / rok 3600 hodin / rok
Maximální rozměry výrobku:	900x1300x2300 mm
Maximální hmotnost výrobku:	150 kg
Spotřeba práškových plastů:	30 000 kg / rok
Sortiment lakovaných výrobků:	ocelové konstrukce, plechové díly otevřené i uzavřené

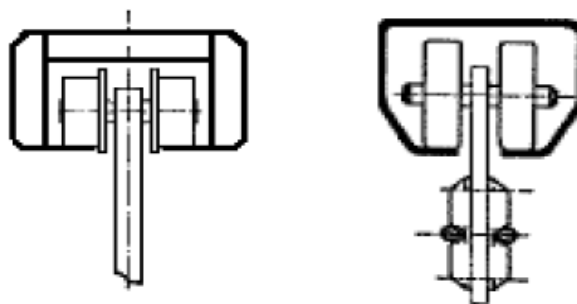
### 3.2 Základní návrh řešení

Základem řešení návrhu pracoviště lakovny je pracoviště, které bude obsahovat čtyři druhy strojů. První je odmašťovací a fosfátovací stroj, druhým je sušicí pec, dalším je práškovací kabina na nanesení barvy a posledním je vypalovací pec. Cílem této kapitoly je tedy navrhnout počty těchto strojů, rozmístění, jejich přibližnou specifikaci a rozměry. Většina z těchto strojů není sériově vyráběna a vyrábí se na zakázku, konečná podoba stroje tedy bude záviset na firmě, která stroj vyrobí a případně podle sebe ještě pozmění. Tato práce tedy bude sloužit jen jako určitá studie a finální řešení se může lišit. Záleží na rozhodnutí majitelů firmy, kdo bude zvolen jako dodavatel technologie.

### 3.3 Návrh dopravního systému

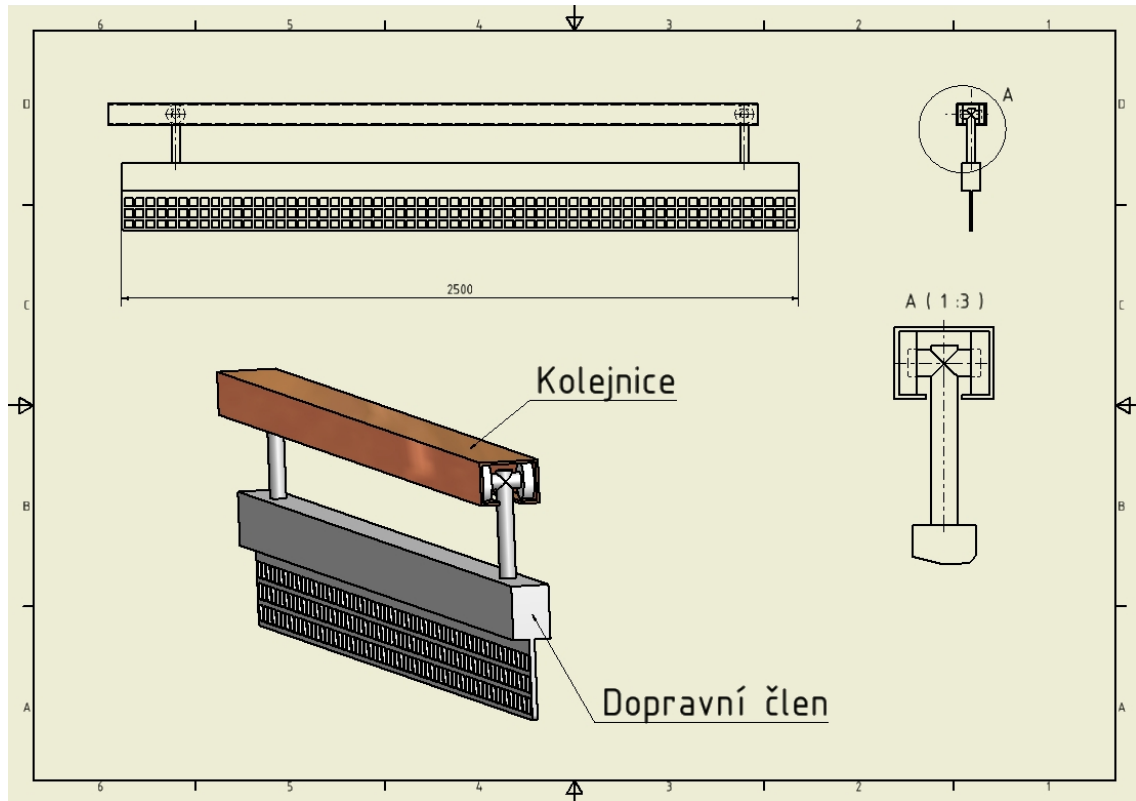
Jedním z důležitých prvků v novém pracovišti na práškové lakování bude systém manipulace s materiálem. Jak již bylo dříve napsáno, ve staré lakovně jsou všechny výrobky přenášeny ručně anebo pomocí vozíků, na které se musí převěšovat. Po přivezení k pracovišti se musí opět převést, což velmi prodlužuje manipulační časy. Z těchto důvodů bude tedy v novém pracovišti použit závěsný dopravník, který bude sloužit pro veškerou manipulaci s materiálem. Myšlenka celé této koncepce je, aby se rozpracovaný výrobek navěsil na začátku výrobního procesu a svěsil se až na konci jako hotový výrobek.

Dopravník bude tedy závěsný a bude to typ s jezdcem vedeným uvnitř pojezdové dráhy, jak je vidět na obr. 9 pod textem.



Obr. 9 - Typ dopravníku [8]

V kolejnicích tedy bude zavěšen dopravní člen, který bude sloužit pro převážení polotovarů. Polotovary se na něj budou navěšovat pomocí různých háčků, které se liší v závislosti na tvaru a váze polotovarů. Dopravní člen bude mít 2500 mm na délku. Na obr. 10 pod textem je tento člen zobrazen.



Obr. 10 - Dopravní člen

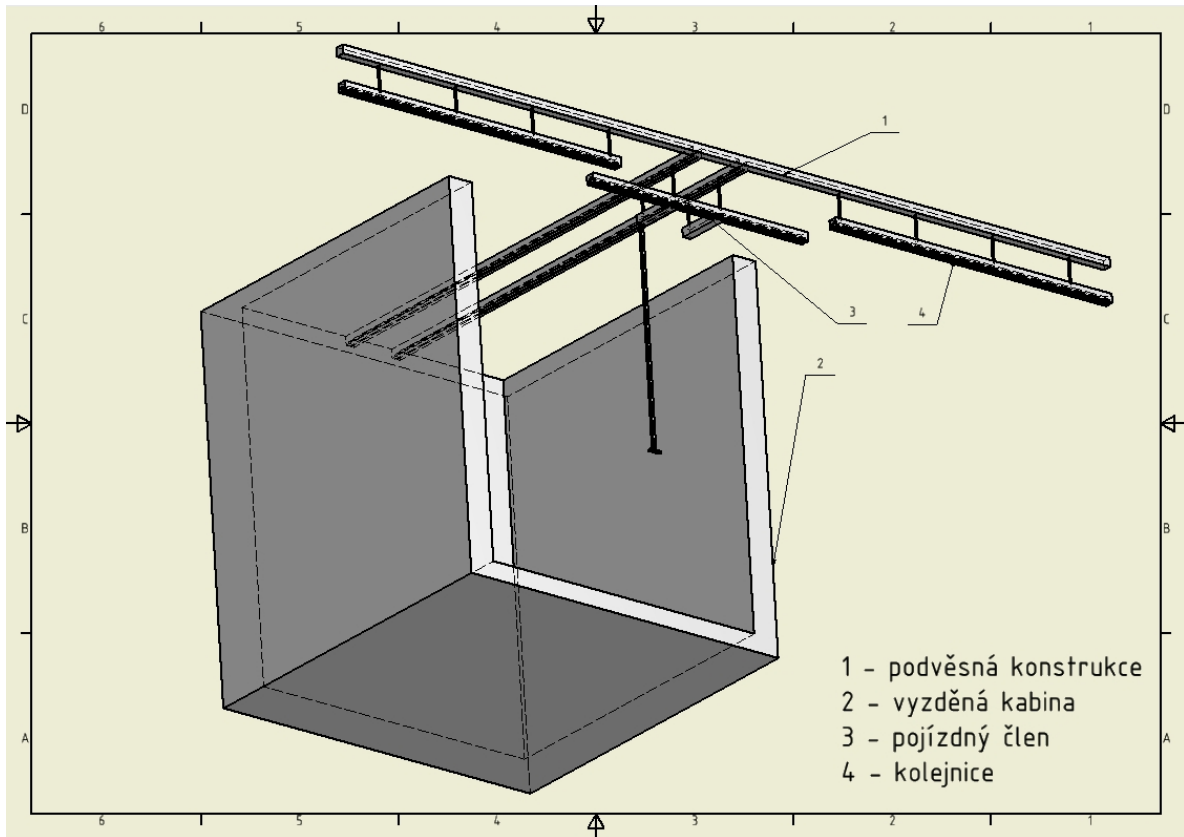
### 3.4 Odmaštění a fosfátování

Po přivezení výrobků do lakovny a jejich rozbalení musí následovat důkladné odmaštění a nafosfátování. Význam těchto činností byl již popsán v předchozí kapitole. Na toto pracoviště se nabízí dvě možné koncepce.

#### 3.4.1 První varianta

První variantou je zachování původní koncepce odmašťovacího boxu s vylepšením, to znamená použití vysokotlakého čističe (WAP) s odmašťovací a fosfátovací emulzí. V původní lakovně zde nebyl žádný dopravník ani pomocné zařízení na manipulaci s materiálem. S tím souvisely všechny nevýhody způsobené manuální prací již zmíněné v kapitole 2. Při použití podvěsného dopravníku by materiál byl stále zavěšený na kolejnicích a obsluha by ho jen přesouvala do odmašťovacího

boxu, odmastila a zase zpět. Odpadla by tedy těžká manuální práce spojená s navěšováním a svěšováním. Jak je vidět na obr. 11, na stropě by mohla být zavěšena konstrukce, do které by se zavěsily kolejnice, ve kterých by poté na speciálních závěsnících mohly výrobky jezdit.



Obr. 11 - Nový odmašťovací box

Zajíždění do kabiny by mohlo být řešeno jako na obrázku, tedy že by část kolejnice byla rozdělená a pohybovala by se do kabiny a zpět. Pracovník by si tedy zajel s výrobky až na předělenou část a manuálně by si část kolejnice s výrobky dotáhl dovnitř boxu za madlo, odmastil, vytáhl ven a výrobky by mohly pokračovat dál do výrobního procesu. Důležité by bylo vyřešit aretaci pohyblivé kolejnice, aby se dala přesně ustavit a nebyl problém s přesunem výrobků na ní. To může být řešeno například manuálně anebo pneumaticky. Dále by bylo také nutné vyřešit otáčení výrobků, protože výrobky je třeba odmastit z obou stran. To by neměl být příliš velký problém. Řešením by byla montáž točny na pohyblivou kolejnici. Toto řešení by velmi vylepšilo původní koncepci a odstranilo by většinu nedostatků, bohužel by zde pořád zůstalo nehostinné prostředí pro pracovníka, který by odmašťoval. Částečným způsobem by se to dalo

redukovat účinným odsáváním. Pracovník ale i tak určitě bude pořád vystaven horku, vlhku a nepříjemnému prostředí. Tento typ odmašťování by nebyl moc efektivní a rychlý při odmašťování série výrobků, protože do boxu by se vždy vešlo jen malé množství výrobků. Výhodou ovšem, a to hodně podstatnou, je flexibilita tohoto pracoviště. Je zde možné odmastit téměř jakýkoliv výrobek s jakoukoliv složitostí a velikostí. Velikost výrobku by byla limitovaná pouze velikostí boxu a nosností podvěsného dopravníku. Ve výrobním programu firmy se nachází i složité svařence, které je obtížné odmastit, proto tato koncepce odmašťování určitě stojí za zvážení. Velkou výhodou zde bude také malá pořizovací cena.

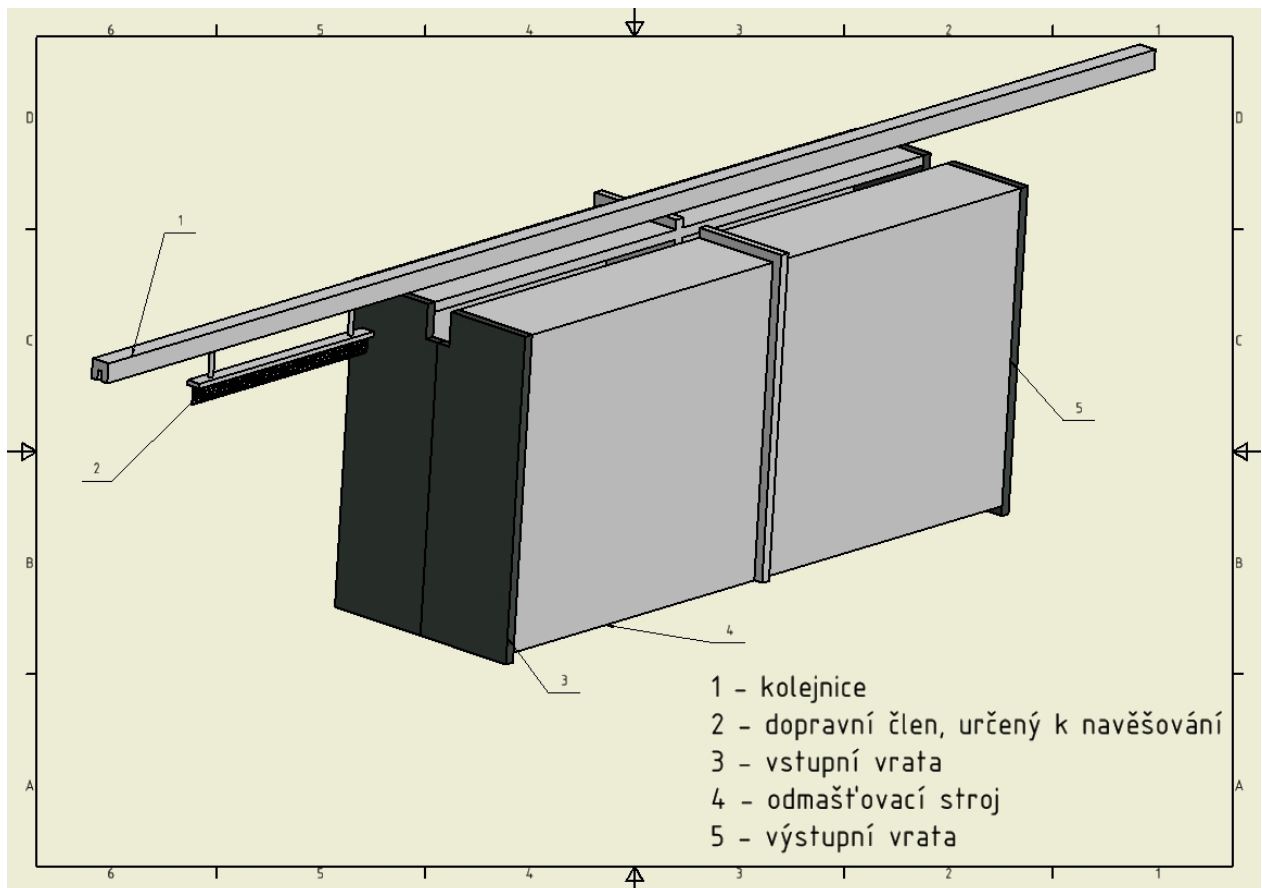
### 3.4.2 Druhá varianta

Druhou možností odmaštění je za pomoci průjezdného odmašťovacího postřikovacího stroje. Tato koncepce se již neobejde bez podvěsného dopravníku. Tato možnost je poměrně složitá a součástí této kapitoly bude jen přibližný návrh, neboť přesný návrh bude muset provést až provádějící firma na základě těchto požadavků. Průjezdné odmašťovací stroje se staví spíše na zakázku a tak o nich není mnoho dostupných informací. Pro lepší seznámení s touto problematikou bylo tedy nutné provést návštěvu společnosti s podobným vybavením. Nejvhodnější se jevila firma Solar Technik na Moravě. Tato firma má stejnou technologii nanášení barev a tedy i požadavky na stejné odmaštění a nafosfátování. Dá se říci, že je její výrobní program do jisté míry podobný. Po seznámení se s technologií by tedy podobný odmašťovací stroj mohl být použit pro provoz ve firmě Comwa. Tato koncepce má samozřejmě oproti první svoje výhody ale i nevýhody. Hlavní nevýhodou je cena tohoto řešení, ta bude přibližně 5x vyšší než při pořízení pracoviště s vysokotlakým čističem. Odmašťovací stroj by zase měl ušetřit částečně jednoho pracovníka. Nejdůležitější je ale kvalita odmaštění. Tu by měl automatický průběžný stroj zajišťovat pořád stejnou. Při odmašťování vysokotlakým čističem kvalita velmi záleží na odhodlanosti a kvalifikaci obsluhy. Problémem by zde mohly být složitější výrobky, které by se nemusely hlavně uvnitř plně odmastit. Toto se dá částečně eliminovat vnitřním nastavením trysek do optimální polohy. Odmašťovací stroj funguje tak, že výrobky zajedou dovnitř a tam po předem nastavený čas, např. 5 minut, jezdí tam a zpět. Při tom je omývají trysky, které jsou umístěny na všech stranách nahoře, na stěnách a dole. Je tedy jasné, že složité vnitřní tvary anebo navařené přepážky budou problematické pro odmaštění, zde totiž není takový tlak odmaštění jako u vysokotlakého čističe. Odmašťovací stroj pracuje



spíše na principu velkého objemu vody než vysokého tlaku. Tento stroj je také při práci podstatně rychlejší než ruční odmašťování, zvláště při sériovosti výroby. Důležitým plusem je to, že odpadá namáhavá ruční práce v nehostinném prostředí při ručním odmašťování. Dalším plusem může být i image firmy, jelikož odmašťovací stroj vypadá rozhodně lépe než ruční odmašťovací box.

Jak je vidět na obr. 12, nad odmašťovacím strojem je konstrukce dopravníku.



Obr. 12 - Odmašťovací stroj

Stroj funguje tak, že se před něj naveze dopravní člen s navěšenými výrobky a zapne se automatický provoz. Stroj tedy obsahuje ještě něco jako podávací zařízení, které si přebere dopravní člen a proveze ho celým odmašťovacím strojem. Toto není pro svoji složitost zobrazeno na obr. 12. Doba odmašťování je nastavitelná, průměrně ale bývá kolem 6 minut jedné závažky. Odmašťovací stroj je dvojstupňový. V první fázi dochází k odmaštění a nafosfátování, v druhé fázi k oplachu. Celý tento proces trvá 6 minut. Když ale dopravní člen najíždí do druhé fáze, do první fáze najíždí nové výrobky.

Pro zjednodušení volby vhodné odmašťovací technologie bude použita opět metoda měření užítosti variant. V tabulce 2 vychází výhodněji automatický odmašťovací stroj. Jednotlivým kritériím jsou přidělovány body od 1 do 10, a čím více bodů tím lépe. Následně jsou body jednotlivých kritérií vynásobeny vahou kritéria.

Bylo zde zvoleno šest kritérií. Prvním kritériem je pořizovací cena. Jak již bylo zmíněno, pořizovací cena odmašťovacího stroje je mnohonásobně vyšší než cena odmašťovacího koutu. Je zde ale přiřazena váha jen 3, protože pořizovací cena boxu v celkové částce investice nehraje tak velkou roli a v průběhu let by se určitě měla vrátit. Dalším kritériem je flexibilita. Zde by měla být o něco větší flexibilita odmašťovacího boxu, jelikož pomocí ručního vysokotlakého čističe se dá snáze čistit složitější výrobek. Opět váha 3, neboť by odmašťovací stroj měl zvládat vyráběný sortiment ve firmě odmastit. Dále je zde rychlost, ta již má důležitost 8. Poté provozní náklady, které mají opět důležitost 8. Hodinový provoz těchto dvou technologií bude pravděpodobně stejně nebo podobně drahý, odmašťovací stroj ale za stejný čas vyprodukuje více výrobků. Tím bude tedy cena za odmaštění jednoho výrobku podstatně nižší. Dalším kritériem jsou pracovní podmínky. Ty jsou zde u těchto obou technologií naprosto nesrovnatelné a jednoznačně lepší v prospěch odmašťovacího stroje. Byla přiřazena váha 5. Posledním kritériem je Image firmy. Většinou chtějí zákazníci před začátkem obchodování s firmou vidět provoz, a pohled na odmašťovací kout není zrovna pro Image firmy dobrý. Zde je zvolena jen váha 2.

Po vyhodnocení všech vlastností obou koncepcí a porovnání pomocí metody měření užítosti variant byl zvolen pro odmašťování ve firmě Comwa průběžný odmašťovací stroj s 248 body proti 119 bodům.

Poř. číslo	Kriterium	Váha kriteria	Odmašťovací box		Odmašťovací stroj	
			body	Vážená hodnota	body	Vážená hodnota
-	-	-	body	Vážená hodnota	body	Vážená hodnota
1.	Požizovací cena	3	8	<b>24</b>	1	<b>3</b>
2.	Flexibilita	3	8	<b>24</b>	5	<b>15</b>
3.	Rychlost	8	3	<b>24</b>	10	<b>80</b>
4.	Provozní náklady	8	5	<b>40</b>	10	<b>80</b>
5.	Pracovní podmínky	5	1	<b>5</b>	10	<b>50</b>
6.	Image	2	1	<b>2</b>	10	<b>20</b>
-	<b>Součet</b>	-	26	<b>119</b>	41	<b>248</b>
-	<b>Pořadí užítivosti</b>	-	-	<b>2.</b>	-	<b>1.</b>

Tab. 2 - Volba způsobu odmašťování

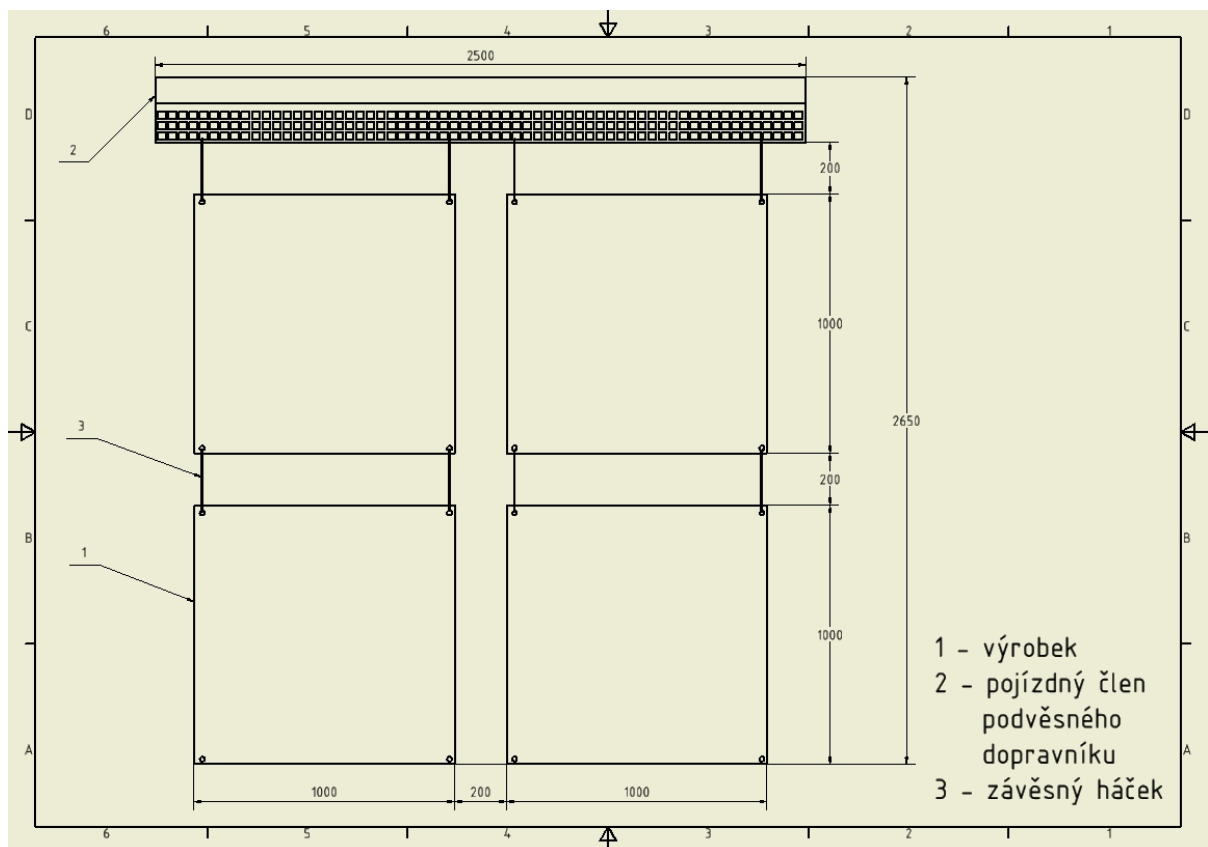
### 3.4.3 Kapacitní výpočty

Po zvolení odmašťovacího stroje budou provedeny kapacitní výpočty, aby bylo možné určit přibližné rozměry stroje. Jak již bylo dříve zmíněno, konečná podoba stroje bude záviset na firmě, která bude dodávat technologii, neboť se odmašťovací stroje staví na zakázku a nejedná se o sériové zařízení. Je nutné znát alespoň přibližné rozměry k návrhu layoutu výroby.

Parametry odmašťovacího stroje:

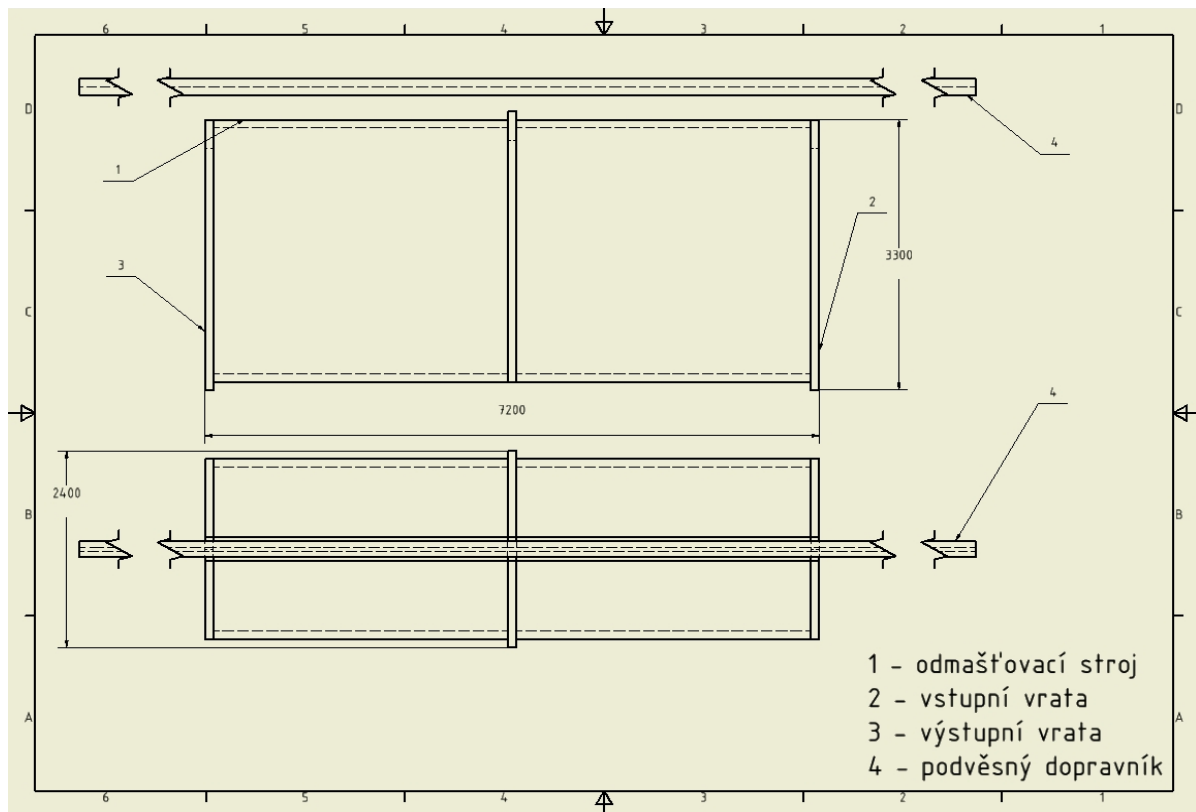
Odmašťovaná plocha za rok:	200 000m <sup>2</sup>
Počet směn:	2 směny / den 3600 hodin / rok
Maximální rozměry výrobku:	900x1300x2300 mm

Po přepočtení požadované odmaštěné plochy na hodiny, vychází požadavek na přibližné 55,55 m<sup>2</sup> odmaštěné plochy za hodinu. Pro výpočet plochy, kterou dokáže průměrně odmastit stroj za hodinu, bude použito zavěšení čtyř součástí na dopravní člen, který bude mít délku 2500 mm.



Obr. 13 - Výrobky pro výpočet plochy

Po vymodelování této situace, je možné uvažovat, že součásti by byly 1000 mm dlouhé i vysoké a byly by zavěšeny 200 mm od sebe na výšku i do strany. Po sečtení ploch tedy vychází plocha  $4 \text{ m}^2$ . Tato plocha je ale dvojnásobná, protože se součásti odmastí z obou stran. Proto tedy vychází  $8 \text{ m}^2$ . Odmaštění těchto součástí by trvalo 6 minut. Z toho tedy vyplývá, že odmašťovací stroj zvládne  $8 \text{ m}^2$  za 6 minut, to znamená  $80 \text{ m}^2$  za hodinu. Pokud by byla vytvořená před odmašťovacím strojem malá "nádraží" na dopravní členy a stroj by si je odebíral po jednom, mohla by se tak zdvojnásobit jeho rychlost, protože jak již bylo dříve napsáno, stroj má dvě fáze. První odmašťovací a druhou oplachovou. V každé z nich je součást 3 minuty a pak přejede dál. Při vyjetí součásti z první fáze do druhé již do první může najíždět druhá a tak je čas zkrácen na polovinu. To znamená, že stroj by zvládl průměrně  $160 \text{ m}^2$  za hodinu. To samozřejmě za předpokladu pořád plně navěšených dopravních členů. Reálný výkon bude nižší. Požadavek  $55,55 \text{ m}^2$  je tedy splněn a stroj by měl mít určitou rezervu. Ta je nutná, neboť výrobky nemusí být vždy takto ideální a tím se odmaštěná plocha výrazně sníží, například při odmašťování malých dílů. Dále například při odmašťování velkých svařenců plocha bude nepatrně větší, ale je nutné odmašťovat dvojnásobný čas. Jak již tedy bylo zmíněno, výpočet kapacity strojů v lakovně je velice problematický.



Obr. 14 - Odmašťovací stroj

Pro výpočet rozměrů je tedy směrodatná velikost dopravního členu, který musí uvnitř jedné fáze odmašťovacího stroje jezdit dopředu a dozadu kvůli lepšímu odmaštění. Jedna fáze bude tedy muset být velká 3,5 m, protože dopravní člen má rozměr 2,5 m. Stroj má dvě fáze, délka tedy bude přibližně 7,5 metru, když se bere v úvahu i tloušťka dveří například. Konečné rozměry stroje budou 7,2 metru na délku, 2,2 metru na výšku a 2,4 metru na šířku.

### 3.5 Vysušení po odmaštění

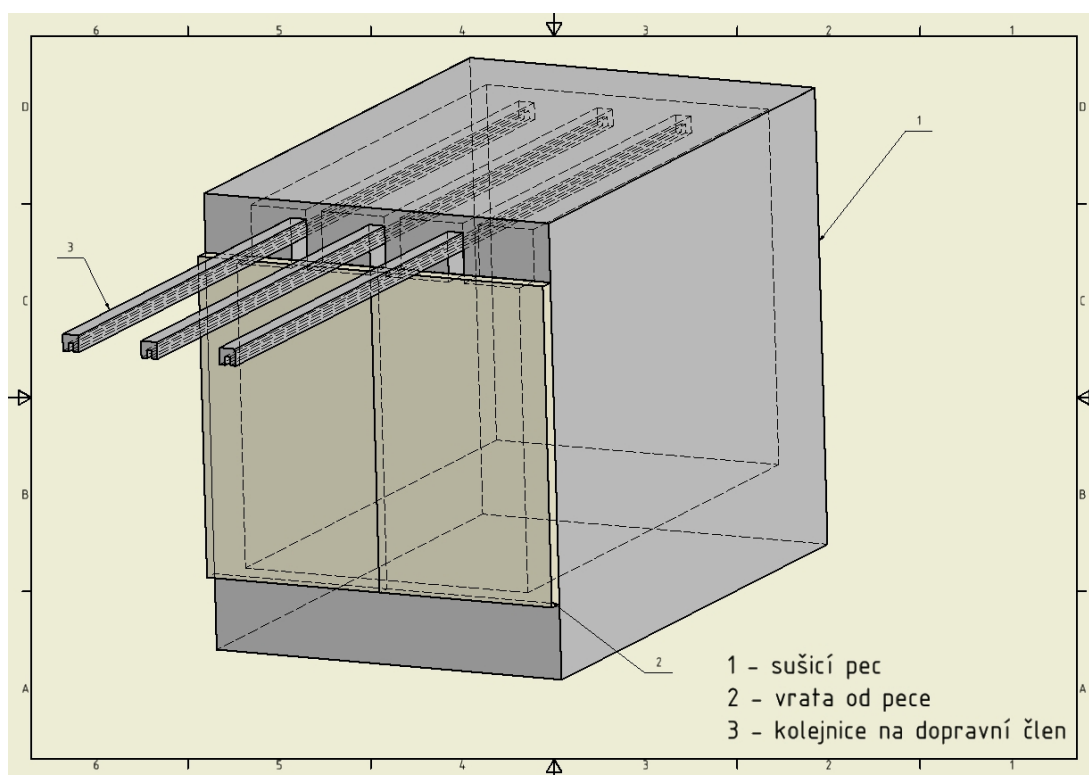
Po odmaštění vyjedou výrobky z odmašťovacího stroje mokré. Pokud by přecházely rovnou k práškovací kabině, znemožňovalo by to jejich kvalitnímu napráškování, protože by prášková barva stékala dolů. Je tedy nutné výrobky důkladně vysušit. Pro navržení vysušovací pece je možné se do značné míry inspirovat původní vysušovací pecí v Roupově. Na tomto kroku není moc věcí, které by bylo možné vylepšit. Jediný podstatný rozdíl zde bude způsob zavážení věcí do pece. V původní lakovně, se výrobky musely navěsit na zavážecí vozík a zavést dovnitř pece.

V nové koncepci lakovny bude podvěsný dopravník na výrobky. Proto by bylo tedy vhodné, aby byl zaveden i do této pece. Původní sušící pec má rozměry 3000 mm

na délku, 2200 mm na šířku a 2200 mm na výšku. Teplota je 120°C a průměrná doba vysušení 10 minut. Hodnoty teploty budou tedy zachované i pro novou pec. Následně bude proveden kapacitní výpočet pro určení rozměrů pece.

### 3.5.1 Kapacitní výpočty

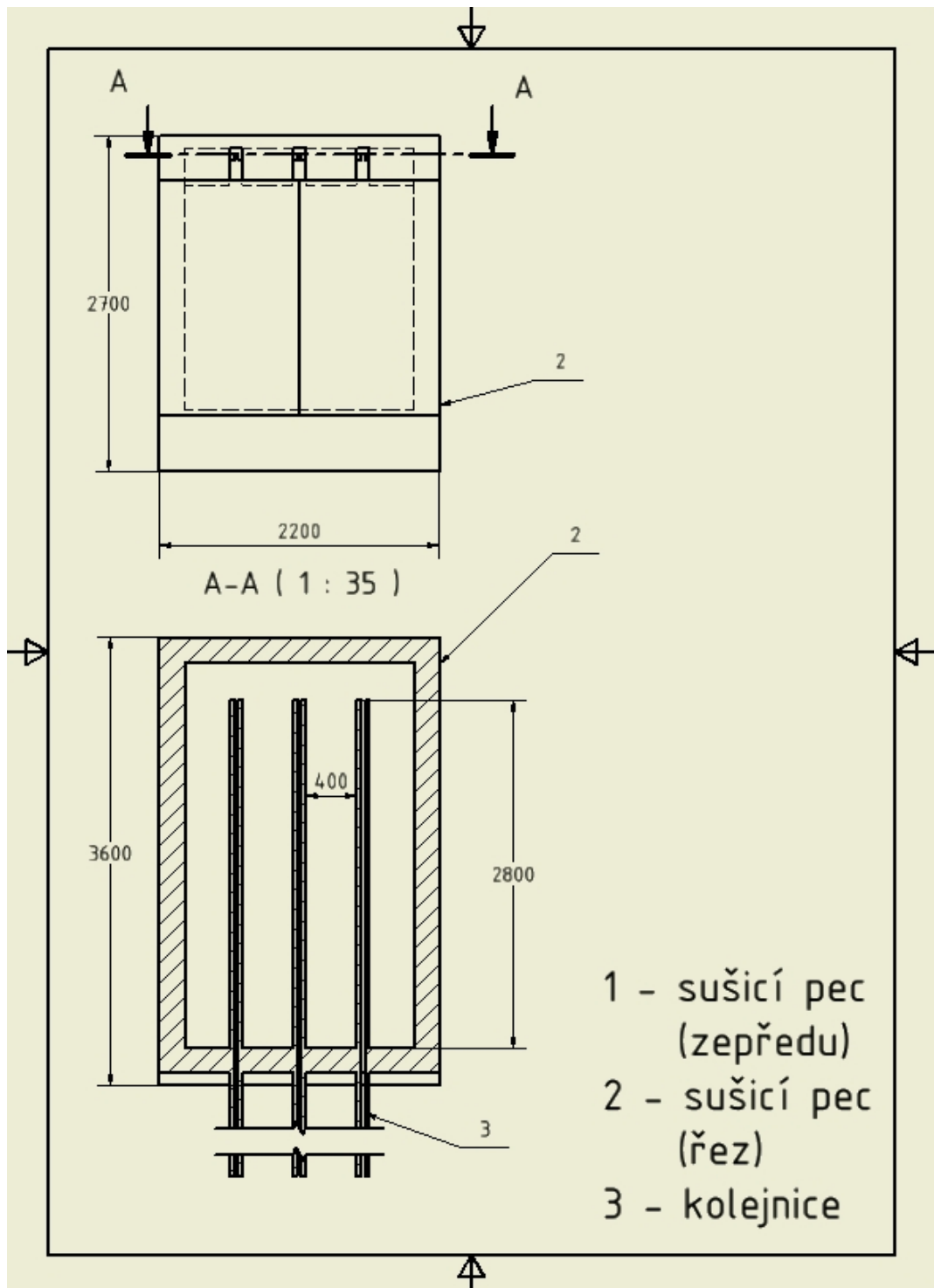
Kapacita sušící pece bude určena na stejném principu jako u odmašťovacího stroje. Zde bude použit stejný výpočtový model, tedy dopravní člen s navěšenými výrobky s plochou 8 m<sup>2</sup>, průměrná doba sušení je 10 minut. To je přibližně 40 m<sup>2</sup> za hodinu, teoreticky by to bylo 48 m<sup>2</sup>. Je ale nutné brát ohledy na manipulaci s dopravními členy, proto je lepší uvažovat s 40 m<sup>2</sup>. Nejvhodnější bude použít v peci tři kolejnice na zavezení třech dopravních členů, tím se tedy dostáváme na 120 m<sup>2</sup> vysušené plochy za hodinu. Tato kapacita by měla být dostatečná. Opět je to velmi těžko stanovitelné, výkon pece se bude odvíjet od sortimentu výrobků. Vysušecí pec musí být také více naddimenzovaná, protože při vysušení složitých svařenců, může být doba znatelně vyšší a plocha nižší. Hodinový výkon by tedy opět, jako u odmašťovacího stroje, znatelně klesl.



Obr. 15 - Sušící pec

Rozměry nové pece budou tedy 3600 mm na délku, 2200 mm na šířku a 2200 mm na výšku. Důležité je rozvržení drah v sušárně. Tento návrh počítá se třemi dráhami na sušení. Dráhy musí být logicky delší než dopravní člen. Dopravní člen bude dlouhý 2500 mm, místo uvnitř pece je dlouhé 2800 mm.

Na výkresu obr. 15 na předchozí straně je vidět 3d model sušicí pece a na obr.16 rozměry sušicí pece a umístění dopravníku uvnitř.



Obr. 16 - Sušicí pec - rozměry



### 3.6 Práškovací kabiny

Po odmaštění výrobků a jejich usušení může následovat samotné napráškování. V současné lakovně jsou 2 práškovací kabiny. Dvě kabiny by bylo možné nahradit jednou velkou kabinou, to by ale značně zmenšilo flexibilitu podniku. Problémem je změna barvy. Při změně je nutné dokonale vyfoukat kabinu a vyčistit i práškovací pistole. Tato činnost zabere přibližně 40 minut. Jedna velká kabina by tedy byla vhodná v případě, že by se barva neměnila, zde se ovšem mění někdy i 2x za směnu. Proto bude vhodné zachovat stávající koncepci a používat i nadále dvě práškovací kabiny. Nejlepší by bylo udělat jednu hlavní kabinu velkou a druhou menší pro případné změny barvy. Jak již bylo zmíněno, je nutné, aby tyto kabiny byly co nejdále od sebe kvůli mísení barvy.

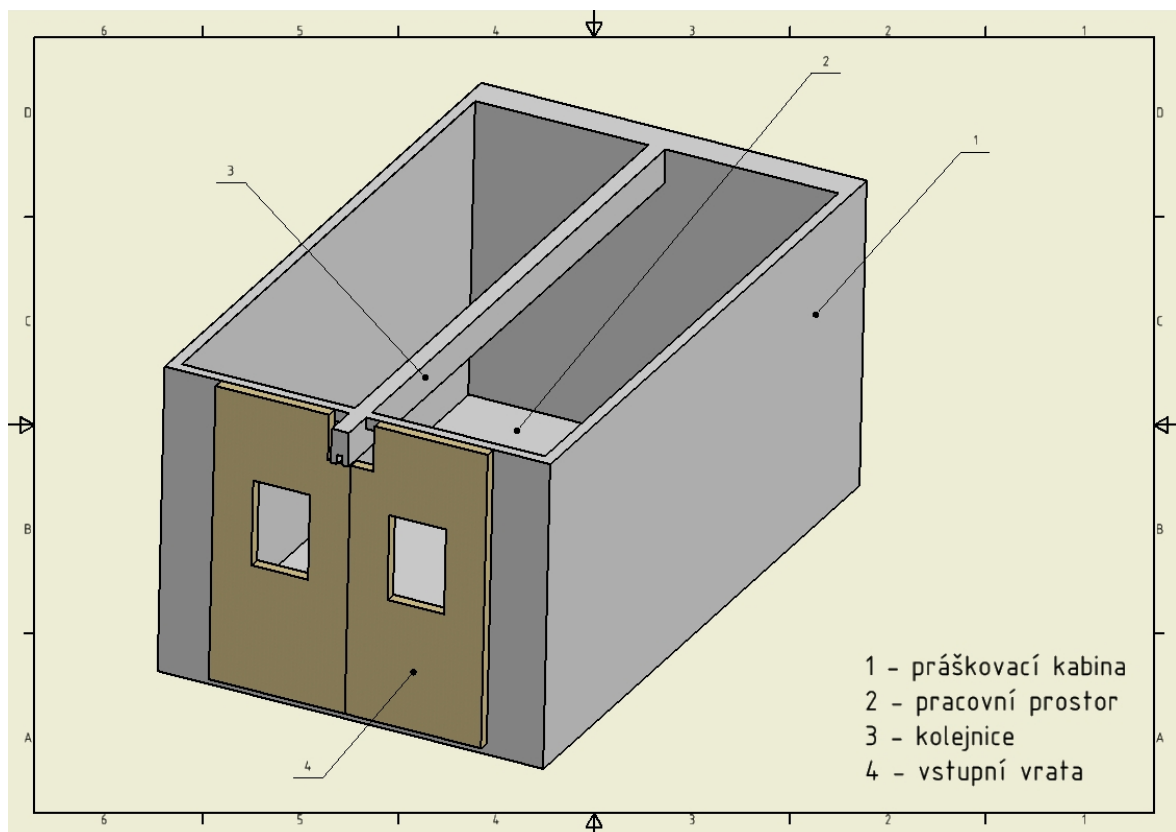
Současná lakovna disponuje dvěma kabinami o rozměrech pracovních prostorů 1300 x 1250 x 1150 mm a 1950 x 1500 x 1400 mm. Zde je velice obtížné provést kapacitní výpočty. Spotřeba lakovny je 25 000 kg / rok, můžeme tedy vycházet z toho, že tyto dva pracovní prostory odpovídají této spotřebě. Požadavek je takový, aby lakovna zvládala 30 000kg / rok. Jednoduchou úvahou lze tedy přijít na to, že se pracovní prostory zvětší přibližně o 20 %. Přesné určení kapacity kabin je dost obtížné, protože sortiment výrobků a druhy barev se hodně mění. Některý den tedy jede kabina nepřetržitě, jiný den může i několik hodin stát kvůli čištění a přechodu na jiný druh barvy. Pro práškování výrobků jsou zde používány práškovací pistole od firmy GEMO. Tyto pistole budou použity i v nové lakovně a jsou technologicky téměř totožné. Rychlost nanášení prášku bude tedy podobná. Zvětšení prostoru kabiny pomůže tedy v tom, že bude možno navěsit více výrobků najednou anebo práškovat větší výrobky. Navěšením více výrobků najednou se opět ušetří čas. Obě navrhované kabiny budou muset být minimálně 2500 mm dlouhé nebo široké aby se do nich vešel dopravní člen, který má 2500 mm.

Původní kabiny jsou postavené tak, že pracovník stojí vně kabiny. Pro novou lakovnu by bylo vhodnější použít alespoň jednu kabinu větší, kde by pracovník stál uvnitř kabiny a mohl tak lépe k práškováným výrobkům. Podstatně by se tím také zvýšila produktivita práce.

Pro lakovnu budou tedy použity dvě práškovací kabiny, jedna větší- hlavní, kde bude obsluha uvnitř kabiny a jedna menší, kde bude obsluha vně kabiny.

### 3.6.1 Velká práškovací kabina

Velká práškovací kabina bude navržena tak, aby se dalo vstupovat do pracovního prostoru, který bude mít rozměry 5100 x 3200 mm. Tyto rozměry jsou dostatečné, aby si obsluha mohla do pracovního prostoru dát dopravní člen s navěšenými výrobky a práškovat je najednou. Práškováním výrobků na dopravních členech najednou se výrazně zmenší manipulační časy a zvýší se produktivita práce oproti minulé lakovně. Šířka je zde také důležitá, protože některé výrobky mohou být až metr a půl široké.

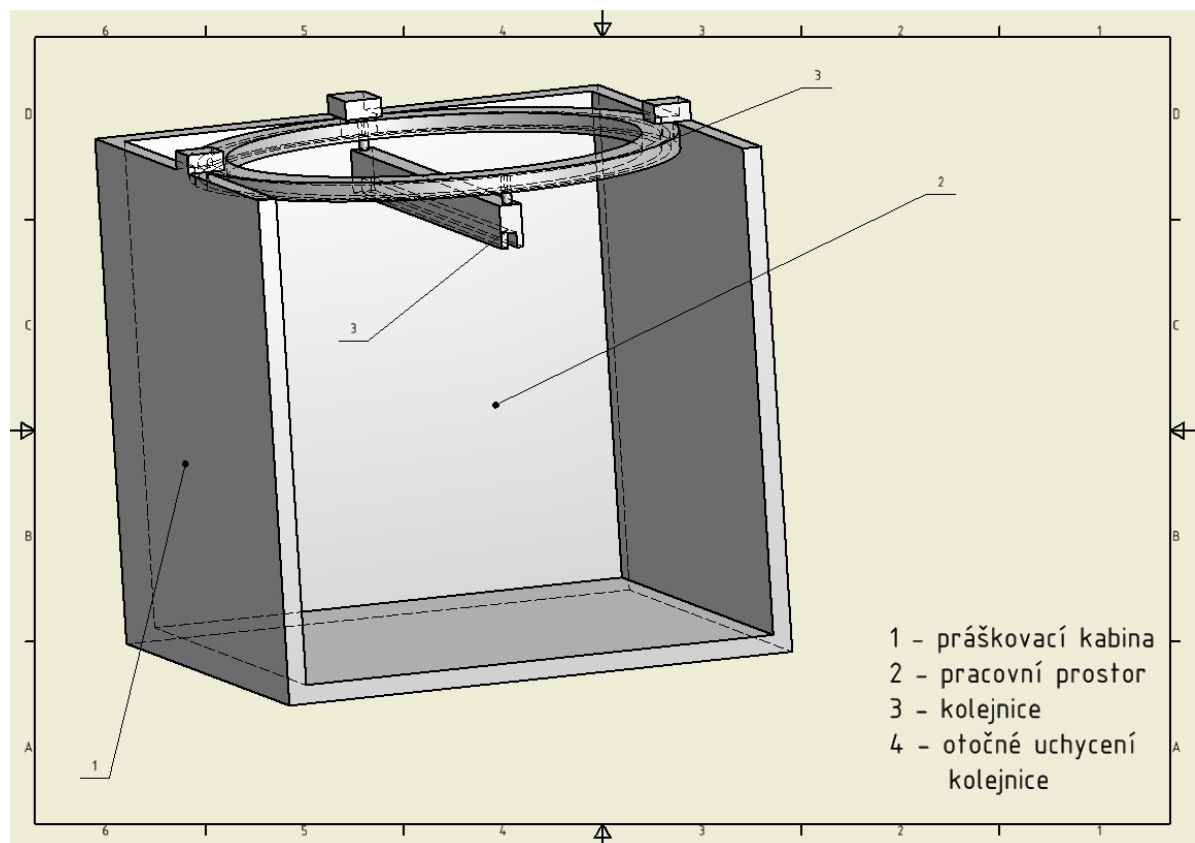


Obr. 17 - Práškovací kabina - velká

Kabina bude mít vrata, která jsou v půlce rozdělena a jsou posuvná do stran. Po napráškování se výrobky vysunou stejnými vraty, jako se vsunovaly. Nad celou kabinou je dlouhá kolejnice, která bude navazovat na centrální dopravní systém řešený podvěsným dopravníkem.

### 3.6.2 Malá práškovací kabina

Druhá práškovací kabina bude menší, rozměry pracovního prostoru budou 2600 x 2600 mm. Do této kabiny se při práci nebude vstupovat a bude se tedy obsluhovat z venku tak, jak to bylo v původních kabinách na starém pracovišti. Tato kabina bude rovněž napojena na centrální dopravní systém. Uvnitř kabiny bude otočná kolejnice, do které se zepředu nasune dopravní člen, kolejnice se pootočí o 90° doprava, výrobky se napráškují, poté se otočí o 180° a výrobky se napráškují z druhé strany. Další možností by mohlo být, že by zde nebyla žádná kolejnice a výrobky by se musely z dopravního členu převěšovat dovnitř do kabiny. To by bylo ale značně zdlouhavé a příliš by to neefektivnovalo výrobu. Na obr. 18 je vidět malá práškovací kabina, je zde vidět



Obr. 18 - Práškovací kabina - malá

otočný systém s kolejnicí, který bude sloužit k pohodlnému natočení výrobků podle potřeby obsluhy.

Obě kabiny budou vybaveny práškovacím systémem od švýcarské firmy GEMO. Ten není ale třeba více zmiňovat. Je téměř totožný se systémem v současné lakovně, jedná se pouze o druhou generaci systému.

### 3.6.3 Kapacitní výpočty pecí

Pro výpočet bude uvažován opět dopravní člen s navěšenými čtyřmi výrobky (obr. 13) o ploše  $2 \times 4 \text{ m}^2$ . Obě práškovací kabiny jsou udělané tak, aby se do nich vešel jeden dopravní člen s výrobky. Podle měření ve staré lakovně trvá práškování plochy  $1 \text{ m}^2$ , tabule plechu  $1 \times 1 \text{ m}$ , přibližně 0,5 minuty, což je  $120 \text{ m}^2$  za hodinu na každou práškovací kabinu. Takovýto výkon je samozřejmě v reálném provozu nedostižitelný.

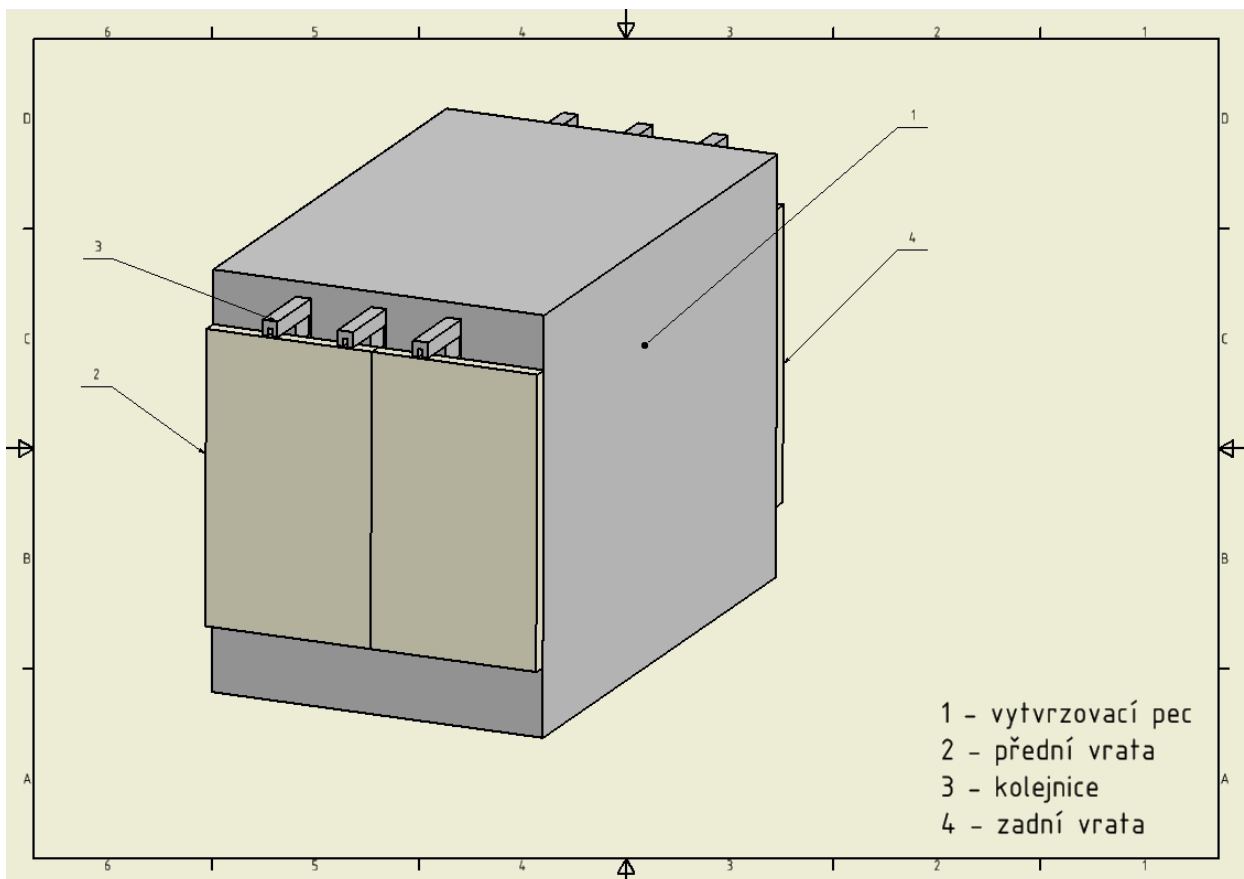
Ve velké práškovací kabině stojí dělník uvnitř pracovního prostoru a tak zde nebudou takové vedlejší časy. Její hodinový výkon je tedy možné stanovit na přibližně  $100 \text{ m}^2$ .

U malé práškovací kabiny stojí dělník vně pracovního prostoru a tak, když chce výrobky práškovat z druhé strany, musí je vždy pomocí manipulační tyče otočit v otočném uchycení kolejnice. Výkon této práškovací kabiny je tedy možné stanovit na  $80 \text{ m}^2$ .

Celkový výkon obou práškovacích kabin je po sečtení přibližně  $180 \text{ m}^2$ , je ale nutné zmínit, že je to výkon při ideálním tvaru výrobků a při použití jen jedné barvy. Dalo by se říci, že se jedná o maximální výkon práškovacích kabin. Při změně barvy v jedné z kabin bude kabina minimálně na 30 minut vyřazena, záleží na druhu barvy. Dále při komplikovanějším tvaru výrobků bude výkon podstatně nižší. Kapacitní výpočet je zde opět velmi komplikovaný a těžko proveditelný. Podle teoretického výpočty by kabiny ale měly stíhat dostatečně rychle práškovat.

### 3.7 Vytvrzovací pec

Po napráškování je nutné barvu vypálit. Vypaluje se při 220°C po danou dobu 10 minut. Tato pec je téměř shodná s původní pecí. Na této technologii není moc co k zdokonalení. Pec bude opět obsahovat kolejnice, které budou navazovat na podvěsný dopravní systém. Tato pec může být řešena buď jako průjezdná, bude mít tedy vrata z obou stran, anebo klasické koncepce se vstupem jen z jedné strany podle typu layoutu lakovny. V případě prvního layoutu je tedy důvod takový, že dvě zvolené práškovací kabiny musí být každá na jiném konci haly a tak je vhodné, aby vytvrzovací pec byla uprostřed haly. Proto je nutné, aby bylo možné do ní zavážet výrobky z obou stran. V případě druhého layoutu bude pec téměř identická se sušicí pecí. Rozměry vytvrzovací pece tedy budou shodné s rozměry sušicí pece s tím rozdílem, že vytvrzovací pec bude průjezdná. U vytvrzovací pece není potřeba provádět kapacitní výpočet, protože se téměř shoduje se sušicí pecí. Její velikost a doba sušení je stejná. Výsledné rozměry jsou tedy 3600 x 2200 x 2200 mm.



Obr. 19 - Vypalovací pec - průchozí

### 3.8 Určení počtu zaměstnanců

V lakovně je pět hlavních strojů. Odmašťovací stroj, sušicí pec, dvě práškovací kabiny a vypalovací pec. Jak již bylo zmíněno, určit vytížení lakovny a spočítat materiálový tok je velice obtížné, podobné je to s určením počtu zaměstnanců. Za hlavní stroje, které by měly být vytíženy neustále, můžeme považovat práškovací kabiny. Je tedy nutné, aby v každé kabině byl jeden zaměstnanec. Dále je nutné, aby byla obsluha u odmašťovacího stroje a obou pecí. Je zde potřeba také balení výrobků k expedici, tuto činnost bude zastávat vždy nějaký z pracovníků, pravděpodobně od pecí. Nakonec zde musí být jeden mistr jako vedoucí směny, ten bude případně rozhodovat o balení výrobků. Pracovníci zde budou dělat osmihodinové směny a tyto směny budou dvě. Je tedy zapotřebí 2 x 6 zaměstnanců. Přesný nutný počet pracovníků se ukáže až ve zkušebním provozu, protože teoreticky to jde velmi obtížně určit. Počet pracovníků je velmi závislý na konkrétním sortimentu výrobků, který se bude právě vyrábět. V závislosti na tom budou některá pracoviště více či méně vytížena. Proto je nutná přítomnost schopného mistra, který musí pružně reagovat a pracovníky řídit, aby vše fungovalo a žádný stroj nestál. V případě pomalejší činnosti jednoho z pracovišť jsou zde umístěna již dříve zmíněná "nádraží", která dočasné kolísání produkce jednotlivých pracovišť částečně vyrovnají.

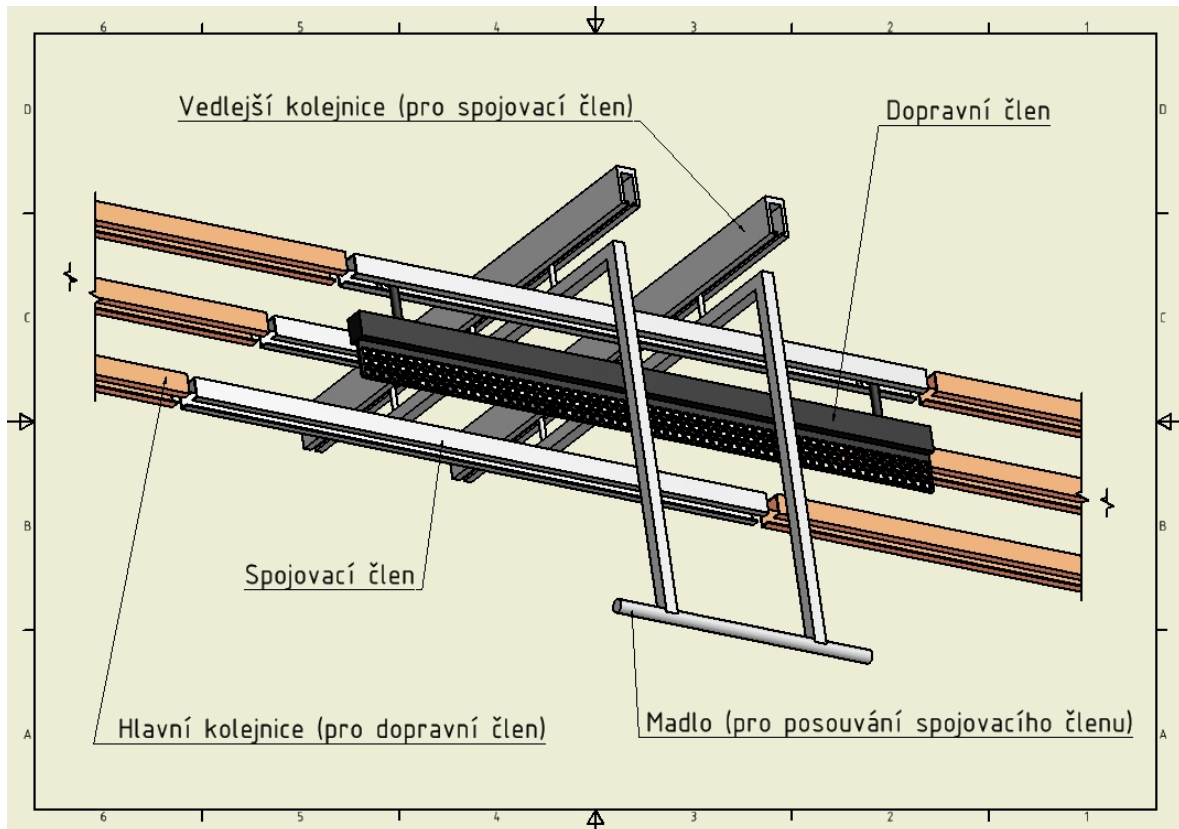
Návrhem nové lakovny tedy teoreticky nedošlo ke snížení počtu zaměstnanců, případná úspora bude zjištělná až v provozu. Teoreticky by mohl jeden zaměstnanec obsluhovat obě pece najednou. Po rozběhnutí lakovny bude nutné sledovat provoz a pak bude na uvážení managementu firmy, jak se rozhodne a případně kterého zaměstnance vyřadí, nebo například přesune do kovovýroby, kde je jich nedostatek.

### 3.9 Návrh celkového layoutu

V této podkapitole bude navržen celkový layout haly. V hale bude použit podvěsný dopravní systém. Ten se bude skládat z kolejnic a z v nich zavěšených dopravních členů. Každý dopravní člen bude 2500 mm dlouhý a bude posouván ručně. K jeho posouvání bude vždy sloužit tyč, která bude mít na konci háček a ten se do dopravního členu zahákne a člen je možné popotáhnout. Pro lepší pochopení a návrh dopravního systému pomocí podvěsného dopravníku bylo nutné navštívit podobný podnik. Po exkurzi ve firmě Solar Technik bylo tedy rozhodnuto, že bude použit podvěsný dopravníkový systém.

Výrobky se po lakovně budou pohybovat navěšené na dopravních členech, které byly již dříve popsány a vyobrazeny. Dále zde budou spojovací členy, které budou propojovat jednotlivé dráhy kolejnic, budou sloužit pro přepravu dopravních členů a k propojování jednotlivých kolejnic. Spojovací člen bude mít vlastní kolejnice, které budou nad kolejnicemi pro dopravní členy. Například na obr. 22 je vidět význam spojovacího členu. Slouží k mnohem větší flexibilitě celé výroby. Tento systém by bylo možné udělat bez těchto členů s dráhami plynule na sebe navazujícími. V tom případě by ale nebylo příliš možné například vyjet s dopravním členem s výrobky z pracovního cyklu a bylo by i velmi problematické zařazení druhé malé kabiny do linky. Dále by nebylo možné používat systém "nádraží", kde je umístěno větší množství kolejnic vedle sebe, aby se sem daly umístit dopravní členy s výrobky. Toto se dá využít v případě, že je nutné nějaké polotovary rozpracovat do zásoby například. Absence spojovacích členů by tak určitě vedla ke zbytečnému převěšování výrobků a v tom případě by již systém podvěsného dopravníku z části ztrácel smysl. Také by bylo velmi problematické kolmé napojení kolejnic na sebe. Kolejnice samozřejmě nejde na sebe kolmo napojit a tak by musely být napojené do oblouku, což by výrazně zvětšovalo celou pracovní plochu. Na obr. 20 je vidět spojovací člen, kde je i vyznačen směr jeho pohybu. Hlavní kolejnice tedy slouží pro přesouvání dopravních členů a vedlejší horní kolejnice pro přesouvání spojovacích členů. Důležitou věcí zde je napojení hlavních kolejnic pro přejezd dopravního členu. To na obr. 20 není vyobrazeno. Zde je určitý mechanismus, který propojuje kolejnice a je možné ho řešit manuálními táhly anebo pneumatickými mechanismy. Každé řešení má samozřejmě svoje výhody a nevýhody, které zde není nutné popisovat. Pro toto řešení by bylo vhodnější manuální ovládání. Spojovací člen je

opatřen madlem pro jeho obsluhu. Dělník tedy spojovací člen ručně posouvá po vedlejší kolejnici a může tak pružně rozmisťovat výrobky po hale. Spojovací člen by mohl mít různý počet kolejnic, zde ale byly zvoleny tři kolejnice jako optimální počet.



Obr. 20 - Spojovací člen

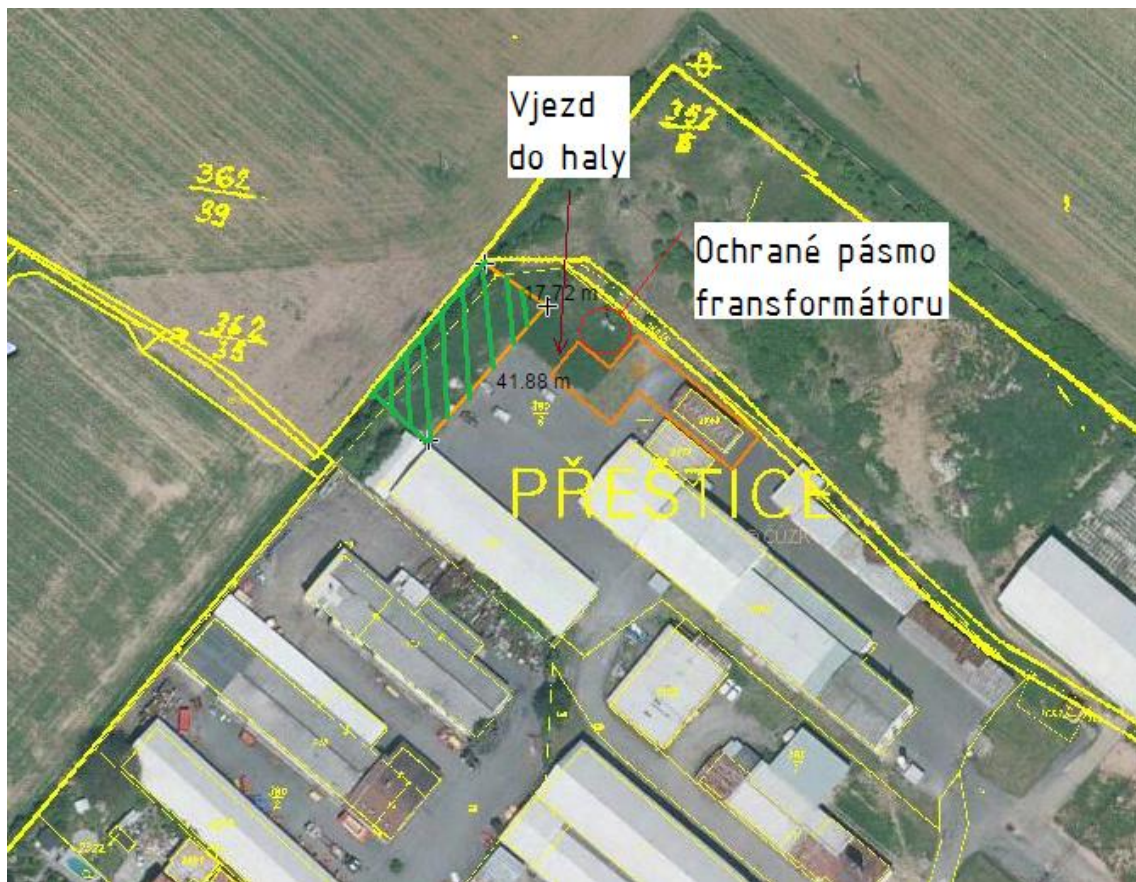
Pro správné navržení budovy a následně layoutu je třeba vycházet z velikosti a vhodnosti pozemku, který zde nemá neomezené rozměry a je nutné výstavbu budovy dobře rozmyslet.

### 3.9.1 Umístění budovy

Umístění haly bylo již zmíněno v předešlých kapitolách. Hala bude umístěna v Přešticích, kde je prostor pro halu o velikosti přibližně 42x18 metrů. Tyto rozměry jsou dostatečné. Původní lakovna má rozměry 24,6 x 11,2 metrů, nová lakovna musí být teoreticky o něco větší. Pro navržení velikosti budovy bude nutné nejdříve navrhnout layout. Na obr. 21 je vidět místo vhodné pro umístění lakovny. Prostor pro budovu je limitován vyasfaltovaným prostorem, který je nutný pro otočení nákladního auta i s



přívěsem. Dále je zde prostor limitovaný ochranným pásmem transformátoru a vjezdem do skladovací haly z boku. Tato hala ještě není vyobrazena, kvůli stáří fotografie.



Obr. 21 - Prostor pro novou lakovnu[10]

Rozměry jednotlivých strojů:

Odmašťovací stroj:	7200 x 2400 mm
Sušicí pec:	3600 x 2200 mm
Kabina velká:	5100 x 3200 mm
Kabina malá:	2600 x 2600 mm
Vypalovací pec:	3600 x 2200 mm

Rozměry strojů jsou tedy dané, dále je nutné brát v úvahu, že je potřeba nějaký manipulační prostor mezi stroji. Jejich pořadí v procesu je stejné, tak jak jsou vyjmenovány po sobě. Dále zde bude nutné mít další místo pro navěšování a svěšování

výrobků. Velkou komplikací pro layout bude umístění kabin, jak již bylo dříve zmíněno, kabiny musí být co nejdál od sebe. Koncepce bude tedy taková, že velká kabina bude brána jako hlavní a bude zařazena ideálně ve výrobním procesu a malá kabina bude brána jako podpůrná a nebude již zcela ideálně umístěna. Důležité je také brát v úvahu vodní hospodářství. Pro provoz odmašťovacího stroje je nutná čistírna odpadních vod. Je tedy potřeba počítat s umístěním tohoto vybavení. Velikost odpadního hospodářství je pouze odhadnutá a to na základě velikosti vodního hospodářství v původní lakovně.

### **3.9.2 WC a sociální zařízení pro zaměstnance**

K plánované lakovně je samozřejmě nutné sociální zařízení pro zaměstnance. To jsou tedy WC, šatny a sprchy. Je tedy nutné k lakovně připojit šatny pro ženy a pro muže, WC pro ženy a pro muže a nakonec sprchy pro ženy a pro muže zvlášť. Návrh těchto prostor není předmětem této práce a tak zde o nich nebude dále pojednáno. Při návrhu a výstavbě těchto zařízení budou dodrženy patřičné normy o velikosti a počtu zařízení. Prostor pro celou lakovnu je dostatečně velký a tak nebude problém s místem pro postavení dostatečného sociálního zařízení. Celkový počet zaměstnanců lakovny je 12, ale bylo by vhodné, kdyby toto zařízení mělo kapacitu pro 18 lidí a to z důvodu případného provozu na 3 směny. WC bude mít kapacitu jen pro 6 lidí.

### **3.9.3 Kancelář mistra**

Za uvážení stojí také kancelář mistra. Mohla by být umístěna v přídatné budově pro WC a sociální zařízení. Pro takovou kancelář vyhovuje prostor o velikosti zhruba 15 m<sup>2</sup>. Kancelář by mohla být opatřena oknem, přes které by bylo vidět do výrobního prostoru v lakovně. To je již na rozhodnutí investorů, zda je tato kancelář nutná či nikoliv.

### 3.10 Samotný layout

Pro ideální návrh layoutu byly vybrány dvě varianty, které budou výsledně posouzeny, a jedna bude zvolena.

#### 3.10.1 První varianta

Jako první varianta bude zvolen layout v jedné řadě se stroji za sebou. Tento návrh počítá s budovou dlouhou skoro po celé délce pozemku, stroje jsou zde seřazeny přímo za sebou, tak jak je technologický postup. Jak je vidět na obr. 22, polotovar přijde do lakovny vstupními vraty, zde se navěsí na dopravní členy, které se následně posouvají po kolejnicích, ty jsou na obrázku vyznačeny hnědou barvou. Nad nimi jsou další kolejnice vyznačené fialovou barvou, po kterých jezdí spojovací členy, které slouží k přepravě dopravních členů mezi jednotlivými úseky spodních kolejnic. Jejich význam byl již dříve vysvětlen. Polotovar projde odmašťovacími stroji, z něho se přesune dále do sušicí pece, zde musí polotovary setrvat přibližně 10 minut. Ze sušicí pece jdou polotovary do kabin. Při použití velké kabiny cyklus hned navazuje, ale bohužel při použití malé kabiny ne. Proč kabiny nemohou být umístěny vedle sebe, bylo také již popsáno a tak při potřebě použít menší kabinu je zapotřebí pomocí spojovacího členu dopravit dopravní člen s výrobky na delší kolejnici a přemístit je k prvnímu spojovacímu členu a následně do malé práškovací kabiny. Po napráškování se použije ta nejdelší kolejnice a napráškové výrobky se dopraví až k spojovacímu členu k vytvrzovací peci. Následně projdou pecí a dopraví se zase pomocí spojovacího členu na konečné kolejnice na obr. 22 úplně vpravo, kde se svěsí a zabalí. Podél všech strojů jsou další kolejnice, které slouží k odkládání polotovarů, například když je nějaká operace složitější a trvá delší dobu anebo je-li potřeba udělat nějaké polotovary dopředu. Nejvíce kolejnic bude umístěno vedle odmašťovacího stroje, což bude sloužit jako "nádraží".

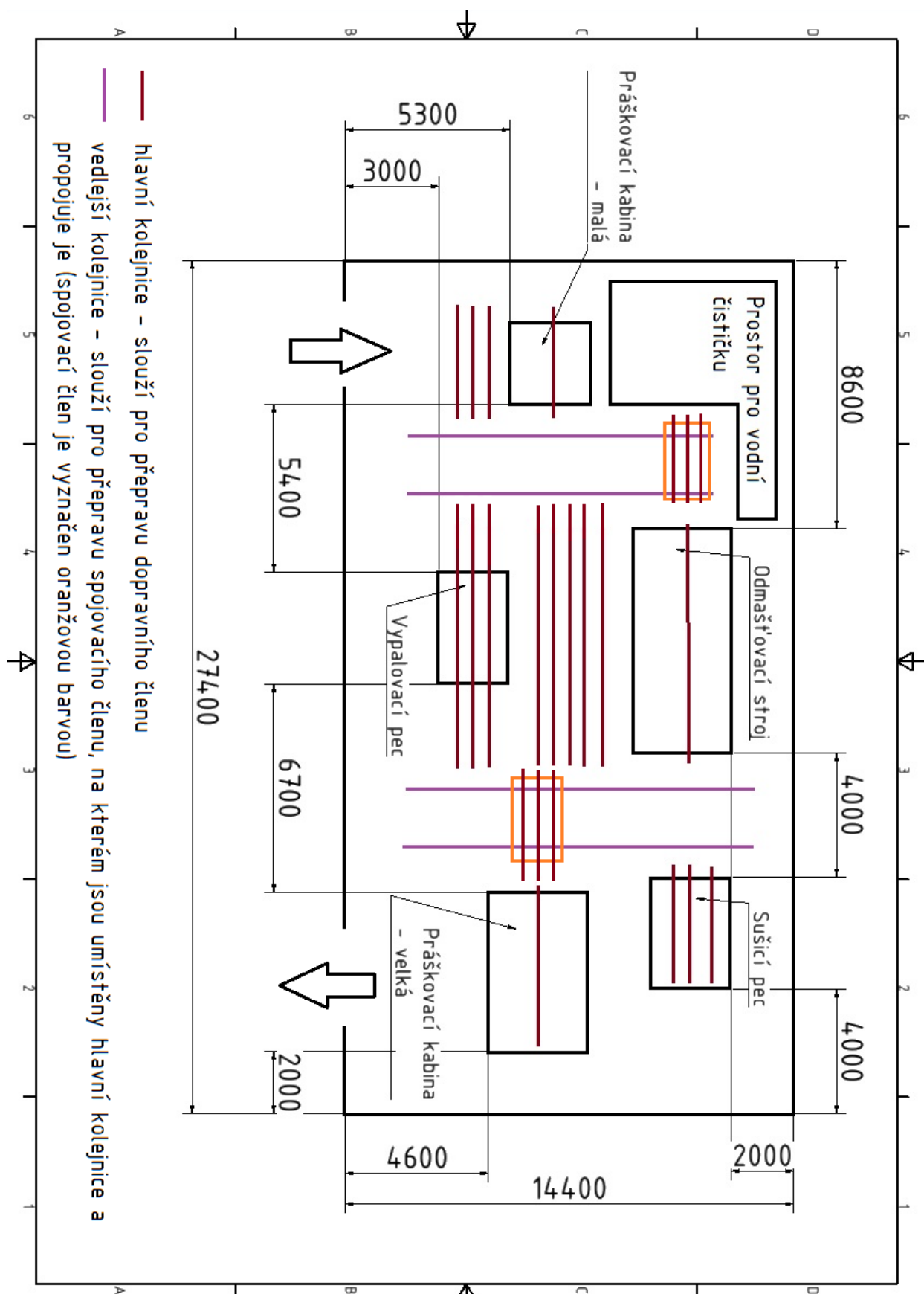
Toto řešení layoutu vyžaduje budovu o rozměrech 42,1 x 12,2 metrů, to znamená zastavěnou plochu 513,62 m<sup>2</sup>. Jsou zde zapotřebí 4 spojovací členy. Dále je zapotřebí přibližně 190 metrů hlavních kolejnic pro dopravní členy a 80 metrů vedlejších kolejnic pro spojovací členy.



### 3.10.2 Druhá varianta

Další možností layoutu je ve tvaru U. Tento layout využije celou šířku pozemku a polovinu délky, jak je tedy z obr. 23 zřejmé. Polotovar zde přijde vstupními vraty, za kterými se hned navěsí na dopravní člen v kolejnicích vedle malé práškovací kabiny. Po navěšení dopravní členy putují na spojovací člen a přesunou se k odmašťovacímu stroji. Až jsou polotovary odmaštěny, pomocí druhého spojovacího členu se přesunou do sušicí pece. Zde po vysušení jsou převezeny pomocí spojovacího členu do práškovací kabiny. S velkou práškovací kabinou není problém, je umístěna hned vedle a plynule navazuje na technologický postup. Malá kabina je ale umístěna na druhé straně lakovny a do ní je tedy nutné polotovary dopravovat přes spojovací člen, poté přes "nádraží" kolejnic uprostřed a přes druhý spojovací člen. Nádraží je zde opět důležité. Slouží jako mezisklad rozpracovaných výrobků bez nutnosti svěšování. Po napráškování polotovarů v jedné z kabin se přesunou do pece, kde se vypálí. Pec je průchozí, aby se do ní daly zavážet polotovary z obou stran podle toho, v jaké kabině se práškovaly. Hotové výrobky se svěšují po vyjetí z pece po mírném vychladnutí. Následně se zabalí a vyexpedují.

Tento layout v tvaru U potřebuje budovu o rozměrech 14,4 x 27,4 metrů a zabírá zastavěnou plochu 394,56 m<sup>2</sup>. Jsou zde zapotřebí 2 spojovací členy. Dále je zapotřebí přibližně 110 metrů hlavních kolejnic pro dopravní členy a 40 metrů vedlejších kolejnic pro spojovací členy.



Obr. 23 - Nový layout - druhá varianta

### 3.11 Výběr layoutu

V této podkapitole bude vybrán nejvhodnější layout ze dvou variant, které byly představeny. Pro výběr bude použita opět rozhodovací metoda jako v dřívějších výběrech.

Poř. číslo	Kriterium	Váha kriteria	Podélná varianta (první)		U varianta (druhá)	
			body	Vážená hodnota	body	Vážená hodnota
-	-	-	body	Vážená hodnota	body	Vážená hodnota
1.	Zastavěná plocha	5	7	35	10	50
2.	Délka kolejnic	5	7	35	10	50
3.	Efektivita	10	8	80	10	100
4.	Vzdálenost práškových kabin	3	10	30	5	15
5.	Využití pozemku	5	5	25	8	40
6.	Počet spojovacích členů	2	5	10	10	20
-	<b>Součet</b>	-	42	<b>215</b>	53	<b>275</b>
-	<b>Pořadí užítosti</b>	-	-	<b>2.</b>	-	<b>1.</b>

Tab. 3 - Volba layoutu

Z rozhodovací metody tedy vyplývá, že vhodnější je varianta druhá, layout do tvaru U. Jako kritéria jsou zde použita zastavěná plocha, to udává, jak moc velkou plochu je nutné zastavět pro vybudování lakovny. Čím větší plocha tím samozřejmě dražší výstavba, a tak čím menší plocha tím více bodů v rozhodovací analýze. Podélný layout potřebuje necelých 520 m<sup>2</sup>, zatímco layout do tvaru U jen přibližně 400 m<sup>2</sup>, proto druhá varianta dostává více bodů, je levnější. Dalším kritériem je délka kolejnic. Jedná se o nutnou délku kolejnic k fungování lakovny, čím větší délka tím hůř, protože samozřejmě vznikají celkově delší přesuny výrobků a tím i vyšší náklady na vedlejší časy. Délka kolejnic u podélného layoutu je přibližně 175 metrů pro hlavní kolejnice a 80 metrů pro vedlejší kolejnice. Layout do tvaru U potřebuje 110 metrů hlavních kolejnic a 40 metrů vedlejších kolejnic. Dále je kritérium efektivita. Tím je myšlena celková efektivita layoutu. Nevýhodou jsou například již zmíněné delší dráhy kolejnic a s tím související delší přesuny. Mezi další nevýhody podélného layoutu patří i mnohem větší vzdálenost malé práškovací kabiny od sušicí a vypalovací pece. Při používání malé kabiny bude podélný layout výrazně méně efektivní, než layout do tvaru U. Mezi kritéria pro výběr je možné také zařadit i vzdálenost práškovacích kabin, jak již bylo zmíněno, čím jsou kabiny od sebe dál tím lépe. Vzdálenost v layoutu tvaru U by ale měla být už dostatečná a tak toto kritérium nemá velkou váhu. Dalším kritériem v rozhodovací analýze je využití pozemku. Tím je myšleno, jak by bylo možné zbývající pozemek případně dále využít k výstavbě. Samozřejmě by bylo možné lépe využít pozemek při použití druhé varianty, protože při použití první varianty by zbylo pozemku méně a v horším tvaru. Posledním kritériem je počet spojovacích členů, čím větší počet těchto členů, tím je složitější provoz a i vyšší pořizovací cena. Zde opět vychází lépe varianta do tvaru U s dvěma členy oproti podélné variantě s čtyřmi.

Po vyhodnocení rozhodovací analýzy, kde podélná varianta (první) získala 215 bodů a varianta do tvaru U (druhá) 275 bodů, je tedy zvolena druhá varianta layoutu do tvaru U. Pro lakovnu bude zapotřebí budova o rozměrech 27,4 x 14,4 metru.



## 4 Investiční rozpočet, návratnost

V této kapitole bude stanoven investiční rozpočet pro navrženou lakovnu a poté návratnost celé této investice. Investiční rozpočet bude rozdělen na dva, a to na technologickou část, tedy vybavení a na stavební část.

### 4.1 Investiční rozpočet

#### 4.1.1 Stavební část

Pro lakovnu je potřeba budova o rozměrech 27400 x 14400 mm. Tato budova bude mít strop vysoký 4000 mm. Stěny budou postaveny z cihel o tloušťce 440 mm. V následující tabulce je sestaven přibližný rozpočet stavební části lakovny.

Pořadí	Popis	Cena [Kč]
001	Zemní práce	520 000
002	Základy	650 000
003	Svislé konstrukce	1 470 000
004	Vodorovné konstrukce	220 000
005	Omítky vnitřní	460 000
006	Omítky vnější	300 000
007	Podlahy a podlahové konstrukce	1 120 000
008	Přesun hmot	220 000
009	Izolace proti vodě	300 000
010	Izolace tepelné	200 000
011	Konstrukce klempířské	500 000
012	Konstrukce truhlářské	440 000
013	Konstrukce zámečnické	320 000
014	Dveře, obklady, dlažby, malby	440 000
015	Elektroinstalace	420 000
016	Vzduchotechnika	550 000
017	Plyn	630 000
018	Topení	480 000
019	Vedlejší náklady	320 000
-	<b>Celkem</b>	<b>9 560 000</b>

Tab. 4 - Stavební rozpočet

#### 4.1.2 Technologická část

Rozpočet technologické části se bude skládat z pěti hlavních strojů a vodního hospodářství. To je nutné pro provoz odmašťovacího stroje, obsahuje rovněž čističku odpadních vod.

Pořadí	Popis	Cena [Kč]
001	Odmašťovací stroj	2 420 000
002	Sušicí pec	1 560 000
003	Kabina velká	2 440 000
004	Kabina malá	2 060 000
005	Vypalovací pec	2 150 000
006	Vodní hospodářství	560 000
-	<b>Celkem</b>	<b>11 190 000</b>

Tab. 5 - Technologický rozpočet

#### 4.1.3 Celková velikost investice

Pořadí	Popis	Cena [Kč]
001	Stavební část	9 560 000
002	Technologická část	11 190 000
-	<b>Celkem</b>	<b>20 750 000</b>

Tab. 6 - Celkový rozpočet

Celková výše investice je tedy 20 750 000 Kč, jedná se o cenu bez DPH. Rozpočty jsou sestaveny na základě poptávky u případných dodavatelských firem.

## 4.2 Návratnost

V této podkapitole bude stanovena návratnost celé investice do lakovny. Pro stanovení návratnosti je nejprve nutné stanovit počáteční investici, ta byla stavena v předchozí podkapitole. Dále je nutné znát průměrný roční zisk nové lakovny. Ten bude stanoven na základě odhadu ze zisku staré lakovny, který bude navýšen o 20 %. Po zvážení všech variant stanovení zisku nové lakovny byla tato zvolena jako nejvhodnější a nejpřesnější. Nová lakovna by měla být efektivnější. Odpadá zde většina manipulačních časů, které byly ve staré lakovně, takže pracovník by toho měl za svoji směnu vyrobit více, než ve staré lakovně a to přibližně o 20 %. Toto číslo tedy bylo stanoveno jako odborný odhad po konzultaci s ekonomem firmy, v úvahu bylo bráno zvýšení kapacity nové lakovny oproti staré a také očekávaná vyšší produktivita práce. Průměrný čistý zisk lakovny za posledních 5 let byl 990 000 Kč. Při navýšení o 20 % se dostáváme na částku 1 188 000, což je dle odborného odhadu průměrný roční zisk nové lakovny. Nakonec pro výpočet návratnosti je nutné stanovit průměrné roční odpisy. Ty byly stanoveny podle obvyklé provozní doby strojů a budovy. U budovy je to 30 let a u technologického vybavení byla doba určena na 10 let, jedná se o takzvané kalkulační odpisy.

Předmět	Celková doba odepisování	Roční odpisy	Požizovací cena
Stavební část	30 let	318 666,667	9 560 000
Technologická část	10 let	1 119 000	11 190 000

Tab. 7 - Výpočet odpisů

$$\text{Návratnost} = \frac{\text{Výše investice}}{\text{Zisk} + \text{Odpisy}}$$

$$\text{Návratnost} = \frac{20\,750\,000}{2\,625\,666,667}$$

$$\text{Návratnost} = 7,903 \text{ roku}$$

Podle výše uvedeného výpočtu návratnost vychází na přibližně 8 let, což je pro investory přijatelná doba. Dále je také možné brát v úvahu, že díky přemístění lakovny do hlavního areálu firmy odpadne nutnost převozů mezi pracovišti. Cena za tyto převozy je přibližně 100 000 Kč ročně, tím se tedy návratnost ještě zrychlí.

O investici je tedy možné říci, že je výhodná, neboť se budova i stroje zaplatí dříve, než skončí jejich životnost. Technologické vybavení bude pravděpodobně potřebovat větší opravu nebo výměnu po 10 letech, investice ale do lakovny již bude poloviční, protože životnost budovy je mnohonásobně větší.

## **5 Závěr**

Předložená diplomová práce přináší koncepční řešení návrhu nového pracoviště na práškové lakování včetně systému manipulace. Výsledky této práce budou použity jako podklady pro investory a prováděcí firmy k realizaci výstavby. V této práci byl nejprve posouzen současný stav starého pracoviště, které je již na konci životnosti. Po navrhnutí vhodného umístění nového pracoviště byly následně navrženy samotné rozměry strojů spolu s manipulačním systémem. Nakonec je zde návrh dvou výsledných podob layoutů a pomocí rozhodovací metody je vybrán vhodnější z nich.

## Použitá literatura

- [1] Comwa. *Comwa*. [Online] 2015. Dostupné z:  
<http://comwa.cz/?comwa=o-nas> [Citováno: 5.10.2015]
- [2] Prášková lakovna JECH s.r.o. *Prášková lakovna JECH s.r.o.* [Online] 2015. Dostupné z: <http://www.praskova-lakovna.cz/technologie> [Citováno: 5.10.2015]
- [3] DUCHEK, V. *Projektování manipulace s materiálem*. 1. vyd. Plzeň : Smartmotion s.r.o., 2013, ISBN: 978-80-87539-27-9
- [4] VIGNER, M. , ZELENKA, A. , KRÁL, M. *Metodika projektování výrobních procesů*. Praha: SNTL, 1984.
- [5] DUCHEK, VLADIMÍR. *Projektování investičních celků*. Plzeň: SmartMotion, 2013.
- [6] MUTHER, RICHARD. *Systematické projektování: (S.L.P.)*. Vyd.1.Praha: SNTL, 1970.
- [7] MILO, PETER. *Technologické projektovanie v praxi*.1. vyd. Bratislava : Alfa, 1983.
- [8] BAŇKA, Z. *Koncepční popis návrhu závěsného dopravníku*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 54 s. Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jaroslav Kašpárek, Ph.D.
- [9] Google. Google. [Online] 2016. Dostupné z:  
<https://www.google.cz/maps/place/Obec+Roupov/@49.537981,13.2481128,314m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x470ac17957d85dd1:0xd210f167e3ae607f!8m2!3d49.539593!4d13.255165?hl=cs>[Citováno: 5.1.2016]
- [10] Marushka . *Nahlížení do katastru nemovitostí*. [Online] 2015. Dostupné z: <http://sgi.nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&&MarQueryId=2EDA9E08&MarQParam0=25573685010&MarQParamCount=1&MarWindowName=Marushka>[Citováno: 5.8.2015]

## Seznam obrázků

Obr. 1 - Odmašťovací box .....	15
Obr. 2 - Sušící pec.....	15
Obr. 3 - Práškovací kabina.....	16
Obr. 4 - Transportní vozík.....	17
Obr. 5 - Svařenec .....	18
Obr. 6 - Layout staré lakovny .....	20
Obr. 7 - Areál firmy Comwa v Roupově .....	21
Obr. 8 - areál firmy Comwa v Přešticích .....	23
Obr. 9 - Typ dopravníku [8].....	29
Obr. 10 - Dopravní člen .....	30
Obr. 11 - Nový odmašťovací box .....	31
Obr. 12 - Odmašťovací stroj .....	33
Obr. 13 - Výrobky pro výpočet plochy .....	36
Obr. 14 - Odmašťovací stroj .....	38
Obr. 15 - Sušící pec.....	39
Obr. 16 - Sušící pec - rozměry .....	40
Obr. 17 - Práškovací kabina - velká.....	42
Obr. 18 - Práškovací kabina - malá.....	43
Obr. 19 - Vypalovací pec - průchozí.....	45
Obr. 20 - Spojovací člen .....	48
Obr. 21 - Prostor pro novou lakovnu .....	49
Obr. 22 - Nový layout - první varianta.....	52
Obr. 23 - Nový layout - druhá varianta.....	54

## Seznam tabulek

Tab. 1 - Volba umístění lakovny.....	26
Tab. 2 - Volba způsobu odmašťování.....	35
Tab. 3 - Volba layoutu .....	55
Tab. 4 - Stavební rozpočet .....	57
Tab. 5 - Technologický rozpočet .....	58
Tab. 6 - Celkový rozpočet.....	58
Tab. 7 - Výpočet odpisů.....	59