

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: B 2301      Strojní inženýrství

Studijní zaměření: Průmyslové inženýrství a management

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Kapacitní vytížení lakovací linky a její prostorové uspořádání

Autor:            **Polena Antonín**

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

Akademický rok 2015/2016

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych rád poděkoval všem, kteří mi pomáhali při tvorbě této bakalářské práce. Především bych rád poděkoval vedoucímu práce panu Doc. Ing. Michalu Šimonovi, Ph.D. a panu Ing. Antonínu Millerovi za poskytnuté rady a vedení při tvorbě této práce.

## **Prohlášení o autorství**

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

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

V Plzni dne: .....

.....

podpis autora

## ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ (BAKALÁŘSKÉ) PRÁCE

<b>AUTOR</b>	<b>Příjmení</b> Polena	<b>Jméno</b> Antonín	
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	B2301 Průmyslové inženýrství a management		
<b>VEDOUcí PRÁCE</b>	<b>Příjmení (včetně titulů)</b> Doc. Ing. ŠIMON, Ph.D.	<b>Jméno</b> Michal	
<b>PRACOVISŤE</b>	ZČU - FST – KPV		
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<b>BAKALÁŘSKÁ</b>	<b>Nehodící se škrtněte</b>
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Kapacitní vytížení lakovací linky a její prostorové uspořádání		

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

### POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	65	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	60	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	5
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

<b>STRUČNÝ POPIS</b>	<p>Tato práce řeší problematiku prostorového uspořádání a vložení nové lakovací linky do prostoru stávající lakovny ve firmě INOTECH ČR, spol. s r.o.</p> <p>Teoretická část je zaměřena na popis aktuálního stavu lakovny a stávajících lakovacích linek, problematiku prostorového řešení, zásobování lakovacích linek a návrhy prostorového řešení v prostoru lakovny a finální umístění nové lakovací linky .</p>
<b>KLÍČOVÁ SLOVA</b>	Lakovací linka, layout, materiálový tok, Sankeyův diagram

## SUMMARY OF DIPLOMA (BACHELOR) SHEET

<b>AUTHOR</b>	Surname Polena	Name Antonín	
<b>FIELD OF STUDY</b>	B2301 Průmyslové inženýrství a management		
<b>SUPERVISOR</b>	Surname (Inclusive of Degrees) Doc. Ing. ŠIMON, Ph.D.	Name Michal	
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST – KPV		
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<b>BACHELOR</b>	<b>Delete when not applicable</b>
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Capacity utilization of the painting line and its layout		

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

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

<b>TOTALLY</b>	65	<b>TEXT PART</b>	60	<b>GRAPHICAL PART</b>	5
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

<b>BRIEF DESCRIPTION</b>	<p>This paper is studying the proposal of the layout and insert a new paint line in the space of existing paint shop in the company's INOTECH ČR, s.r.o.</p> <p>The theory part is focused on the current state of the existing paint and painting lines, issues of layout solutions, supplying painting lines and design layout solutions in the area of the paint shop and final location of the new paint line.</p>
<b>KEY WORDS</b>	Painting line, layout, material flow, Sankey diagram

## Obsah

<b>Seznam obrázků</b>	<b>9</b>
<b>Seznam tabulek</b>	<b>10</b>
<b>Seznam grafů</b>	<b>11</b>
<b>GLOSÁŘ</b>	<b>12</b>
<b>Seznam použitých zkratk</b>	<b>13</b>
<b>Úvod</b>	<b>14</b>
<b>1. Představení společnosti</b>	<b>15</b>
1.1. Technologické souvislosti	16
1.2. Lakování	17
1.3. Podpůrné procesy	20
<b>2. Problematika prostorového řešení</b>	<b>22</b>
2.1. Charakteristiky výroby[7]	22
2.2. Materiálové toky	24
2.3. Metody prostorového řešení	29
2.4. Zásady uplatňované při řešení prostorového uspořádání dle zdroje [20]:	32
<b>3. Analýza lakovaných dílů</b>	<b>33</b>
3.1. Rozhodovací analýza [23]	34
3.2. Vyhodnocení	35
3.3. Objemová náročnost [19]	37
3.4. Ukázka výpočtu objemové náročnosti jednoho dílu	39
3.5. Propočet taktu lakovací linky	40
3.6. Obrátky balení pro zásobování lakovací linky	41
<b>4. Výpočet materiálových toků</b>	<b>43</b>
4.1. Převážní prostředky k lakovacím linkám	43
4.2. Lakované díly v průběhu let	44
4.3. Počet palet za rok	49
<b>5. Vytvoření layoutu lakovny</b>	<b>50</b>
5.1. Aktuální řešení lakovny	51
5.2. Návrh řešení č. 1	52
5.3. Návrh řešení č. 2	53
5.4. Návrh řešení č. 3	54

<b>5.5. Návrh řešení č. 4</b>	<b>55</b>
<b>6. Umístění nové lakovací linky do layoutu</b>	<b>56</b>
<b>7. Závěr a vyhodnocení</b>	<b>58</b>
<b>ZDROJE</b>	<b>59</b>

## Seznam obrázků

Obrázek 1 -1: Ukázka výrobků ve firmě INOTECH ČR spol. s r.o. ....	15
Obrázek 1 -2: Technologický postup pro vstřikované díly vhodné pro lakovací středisko .....	16
Obrázek 1 -3: Vřetenová lakovací linka Sprimag .....	17
Obrázek 1-4: Skid pro lakovací linku Sprimag (pro díly KNOB 2K).....	17
Obrázek 1--5:Lakovací zařízení s nízkým profilem „Nütro"    Obrázek 1--6: Lakovací linka Nütro .....	18
Obrázek 1-7: Manuální lakovací linka    Obrázek 1-8:Speciální lakovací plato.....	18
Obrázek 1-9: Výstup z ruční lakovací linky .....	19
Obrázek 1-10: 2D výkres nové lakovací linky [19] .....	20
Obrázek 1 -11: Sklad Oldřichov 75    Obrázek 1 -12: Příruční skladová pozice .....	21
Obrázek 2-1:Rozdělení výroby dle rozsahu sortimentu a objemové výroby [7] .....	23
Obrázek 2-2: Ukázka ID diagramu [7].....	26
Obrázek 2-3: Ukázka Sankeyova diagramu [17] .....	27
Obrázek 2-4: Ukázka šachovnicové tabulky [17] .....	27
Obrázek 2-5: Graf závislosti druhu layoutu a vyráběné množství [7] .....	29
Obrázek 2-6: Ukázka MFA [12] .....	30
Obrázek 2-7: Ukázka grafu Flowchart pro výrobek Panic button[19] .....	31
Obrázek 2-8: Ukázka metody návazností operací [7] .....	31
Obrázek 3-1 : Ukázka dílů Aussenrahmen a Bezel [19] .....	35
Obrázek 3-2: Karton firmy INOTECH GRUPPE [19]    Obrázek 3-3: Box firmy INOTECH GRUPPE [19] .....	38
Obrázek 3-4: Paleta s boxy INOTECH GRUPPE [19].....	38
Obrázek 3-5: Ukázka ze systému FOSS[19] .....	39
Obrázek 3-6: Ukázka průchodu celou lakovací linkou [19] .....	40
Obrázek 4-1: Pojízdny vozík s platy s díly pro lakování [19].....	43
Obrázek 4-2: Pojízdny vozík se skidy s díly pro lakování na lince Sprimag.....	44
Obrázek 5-1: 3D pohled do prostoru lakovny .....	50
Obrázek 5-2: Vytvoření SH „Oldřichov 73" .....	50
Obrázek 5-3: Aktuální stav lakovny firmy INOTECH ČR spol. s r. o.....	51
Obrázek 5-4: Aktuální stav lakovny firmy INOTECH ČR spol. s r. o.....	51
Obrázek 5-5: Návrh řešení č. 1 – 2D pohled.....	52
Obrázek 5-6: Návrh řešení č. 1 - 3D pohled .....	52
Obrázek 5-7: Návrh řešení č. 2 – 2D pohled.....	53
Obrázek 5-8 : Návrh řešení č. 2 – 3D pohled.....	53
Obrázek 5-9: Návrh řešení č. 3 – 2D pohled.....	54
Obrázek 5-10: Návrh řešení č. 3 – 3D pohled.....	54
Obrázek 5-11: Návrh řešení č. 4 – 2D pohled.....	55
Obrázek 5-12: Návrh řešení č. 4 – 3D pohled.....	55
Obrázek 6-2: 3D pohled varianty č. 4 .....	57



## Seznam tabulek

Tabulka 3- 1: Typy lakovaných dílů v roce 2014 [19] .....	36
Tabulka 3-2: Představitelé pro výpočet objemové náročnosti [19] .....	37
Tabulka 3-3: Balící jednotky a přepravní množství [19] .....	39
Tabulka 3-4: Výpočet taktu lakovací linky [19].....	41
Tabulka 3-5 : Výpočet obrátek a počty dílů potřebné pro novou lakovací linku [19] .....	42
Tabulka 4-1: Počet vozíků potřebných pro linku Nütro .....	46
Tabulka 4-2:Počet vozíků potřebných pro ruční lakování .....	47
Tabulka 4-3: Počet vozíků potřebných pro linku Sprimag.....	48
Tabulka 4-4: Počet vozíků potřebných pro novou lakovací linku .....	48
Tabulka 4-5: Celkové zásobování lakovny .....	49
Tabulka 6-1: Výsledné pořadí návrhů.....	56

## Seznam grafů

Graf 4-1: Množství dílů vyrobených v letech minulých a plánovaná výroba ve firmě INOTECH ČR spol. s r.o. [19].....	45
Graf 4-2: Množství dílů vyrobených na jednotlivých linkách .....	45
Graf 6-1 : ID Diagram navržených variant .....	56

## **GLOSÁŘ**

<b>FOSS</b>	<b>Informační systém, používaný ve firmě INOTECH GRUPPE pro vedení informačních toků o materiálech, vyrobených dílech a kompletní výrobě ve firmě.</b>
<b>ID FOSS</b>	<b>Jednoznačná identifikační značka, přiřazená ke každému výrobku, materiálu, zpracování, procesu atd.</b>
<b>PROCES</b>	<b>Soubor základních činností, pod kterými si můžeme představit přeměnu materiálu na produkt a které jsou hodnoceny dle žádaných ukazatelů. [13]</b>
<b>Just In Time</b>	<b>Systém řízení zásob redukcí zásoby tak, že se materiál dodává včas a v menších dávkách.</b>
<b>FIFO</b>	<b>Systém řízení skladových zásob, pro vývoz a dovoz materiálů dle způsobu první přijde, první odejde.</b>

### **Seznam použitých zkratek**

<b>FIFO</b>	<b>First In First Out</b>
<b>JIT</b>	<b>Just In Time</b>
<b>ČR</b>	<b>Česká republika</b>

## Úvod

Moderní technologie přináší velmi mnoho možností uplatnit se na trhu práce v různých ohledech výroby a nepřeberného množství produktů. Čím větší rozsah možností typů výroby, úpravy designu či rychlosti výroby a její kvality, tím umožňuje zvýšení kvalifikace firmy pro její uplatnění na trhu, který není zdaleka nasycen tak, aby pokryl nynější poptávky, které se nyní zaměřují právě na zákazníka a na možnost mu nabídnout co nejširší škálu ať barev, velikostí či variant jednoho typu výrobku.

Toto má za následek zvyšování konkurenceschopnosti mnoha firem, které se díky tomuto snaží minimalizovat veškeré náklady ve prospěch konečného zákazníka a přitom zvýšit svůj profit, přičemž musí dodržovat vysoké standardy, které jsou na ně jakožto na výrobce kladeny. Proto mnoho firem nyní přistupuje k použití nových softwarů, díky kterým dokáží vymodelovat celý výrobní závod a v nich modelovat nejrůznější prostorová uspořádání výrobních linek, strojů, stanic a přepravních míst tak, aby mohli minimalizovat nejen náklady spojené s dlouho a náročnou přepravou materiálů a jejich dlouhodobým skladováním, ale i zvýšením efektivity pracovních pozic, lepším využitím zaměstnanců firmy, kteří dokáží poté nejen pracovat efektivněji, ale i s menším rizikem možnosti úrazů při manipulaci jak s materiálem, tak s příslušným zařízením.

Cílem této bakalářské práce je rozbor nynějšího stavu střediska lakovny návrh zefektivnění materiálových toků tohoto úseku v INOTECH ČR, spol. s r.o. Teoretická část této práce je zaměřena na problematiku prostorového uspořádání, různé přístupy k řešení tohoto uspořádání a rozbor dílů lakovaných na tomto středisku. Praktická část práce je zaměřena na vytvoření layoutu prostoru lakovny, výpočet příslušných materiálových toků od příjmu materiálu po jeho výdej a umístění nové lakovací linky do připraveného layoutu.

## 1. Představení společnosti

Společnost INOTECH ČR, spol. s r.o. je součástí skupiny firem INOTECH Gruppe. Tato skupina firem se sestává z:

- INOTECH Kunststofftechnik GmbH (Nabburg, Německo)
- INOTECH ČR, spol. s r.o. (Tachov, ČR)
- INOTECH BG EOOD (Kostinbrod, Bulharsko)

INOTECH Gruppe se zaměřuje na výrobu plastových dílů technologií vstřikování a na jejich další zpracování pro automobilový, telekomunikační a kosmetický průmysl, lékařství a komponenty používané ve výrobě domácích spotřebičů. Předmětem této práce je analýza střediska lakovny v INOTECHu ČR. Tato společnost sídlí v Tachově a sestává se ze dvou od sebe oddělených provozů. Celkový počet zaměstnanců k 31.10.2015 činí 179. Obrat společnosti se v roce 2015 bude pohybovat okolo 10.200.000 EUR

V hlavní budově této firmy č.p. 75, tzv. „Nové hale“, sídlí zázemí firmy a technologie

- vstřikování
- tamponový tisk
- laserový popis
- ruční, poloautomatická i automatická montáž.

Ve starší části firmy č.p. 73, tzv. „Staré hale“, jsou umístěny technologie

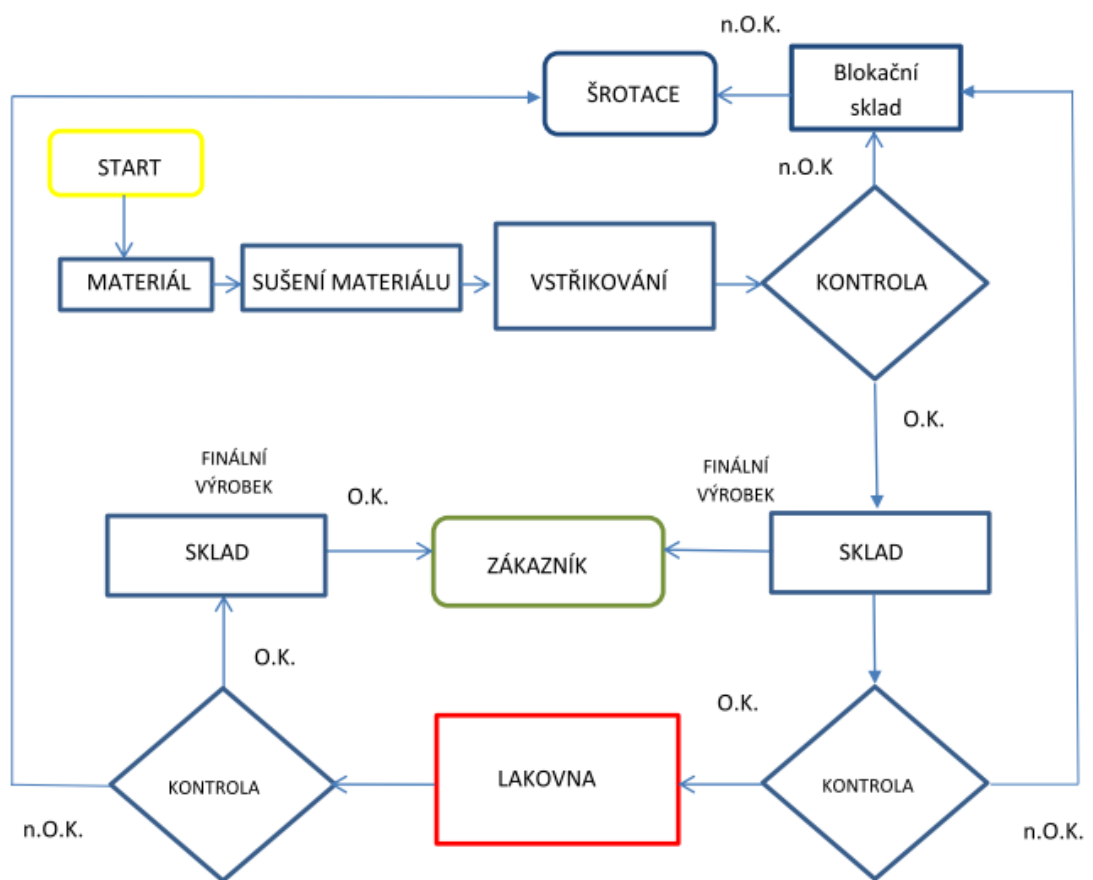
- vstřikování
- lakování



Obrázek 1 -1: Ukázka výrobků ve firmě INOTECH ČR spol. s r.o.

### 1.1. Technologické souvislosti

Firma INOTECH ČR spol. s r.o. disponuje mnoha technologiemi v rámci přípravy výroby, výroby samotné, kontroly, lakování a dalších podpůrných technologií ke zvýšení hodnoty výrobků a spokojenosti zákazníků. V této práci nás bude hlavně zajímat část zabývající se střediskem lakovna, kam bude přidána nová lakovací linka. Přesto i lakovací středisko má své postupy které musí výrobky podstoupit, než budou polakovány, a i poté, než odejdou k zákazníkovi mají svoji specifickou cestu, kterou musí každý výrobek projít. Na obrázku 1-2 je jednoduché schéma technologického postupu výrobku, který bude polakován.



Obrázek 1 -2: Technologický postup pro vstřikované díly vhodné pro lakovací středisko

## 1.2. Lakování

Hlavní částí této práce je rozbor střediska lakovny a jejích součástí, které jsou jednou z hlavních částí firmy INOTECH ČR spol. s r.o. Toto středisko obsahuje vřetenovou lakovací linku, lakovací zařízení s nízkým profilem a i manuální lakovací zařízení.[11]

Lakovna se rozděluje na 4 části, a to:

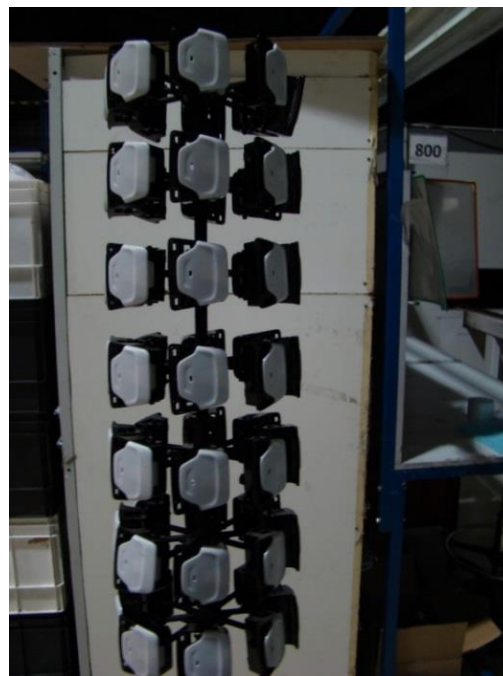
- vřetenová lakovací linka Sprimag
- lakovací zařízení s nízkým profilem „Nütro“
- manuální lakovací zařízení
- nová lakovací linka (od roku 2016)

### a. Vřetenová lakovací linka Sprimag

Vřetenová lakovací linka Sprimag (dále jen Sprimag) je nejmodernější lakovací linka. Díly jsou zde lakovány na tzv. skidech, na které se díly umísťují tak, aby jejich rozložení co nejvíce vytvářelo kruhovitý tvar. Po usazení dílů na skidy se nasadí na automatický řetězový dopravníkový pás obsahující 760 vřeten. Tato linka není vhodná pro těžší díly a malosériovou výrobu.



Obrázek 1 -3: Vřetenová lakovací linka Sprimag



Obrázek 1-4: Skid pro lakovací linku Sprimag (pro díly KNOB 2K)



*b. Lakovací zařízení s nízkým profilem „Nütro“*

Lakovací zařízení s nízkým profilem „Nütro“ (dále jen Nütro) je, jak se dá jinak říci, tzv. plošný poloautomat; je vhodný pro lakování velké rozměrové škály dílů, které se lakují na tzv. platech na které se díly usazují pomocí trayů či lepících pásek. Anebo se používají speciální plata vhodná pro určitý výrobek. Velikost plata určeného pro upnutí dílu je 800×800mm. Nevýhodou této linky je nevhodnost použití pro výrobu rotačních dílů.



Obrázek 1-5: Lakovací zařízení s nízkým profilem „Nütro“



Obrázek 1-6: Lakovací linka Nütro

*c. Manuální lakovací linka*

Manuální lakovací linka je další součástí systému lakovny. Zde stejně jako u plošného poloautomatu se používají univerzální plata o stejných rozměrech jako u plošného poloautomatu. Tato manuální linka má spousty výhod, jakou je např. vhodnost pro malé série, úpravy vzhledových ploch, jednoduchá obsluha, nízké pořizovací náklady, univerzálnost atd. Ovšem hlavní nevýhodou této linky je závislost na lidském faktoru, a tudíž možná nerovnoměrnost laku na lakovaném výrobku.



Obrázek 1-7: Manuální lakovací linka



Obrázek 1-8: Speciální lakovací plato



Obrázek 1-9: Výstup z ruční lakovací linky

*d. Důvody k pořízení nové lakovací linky*

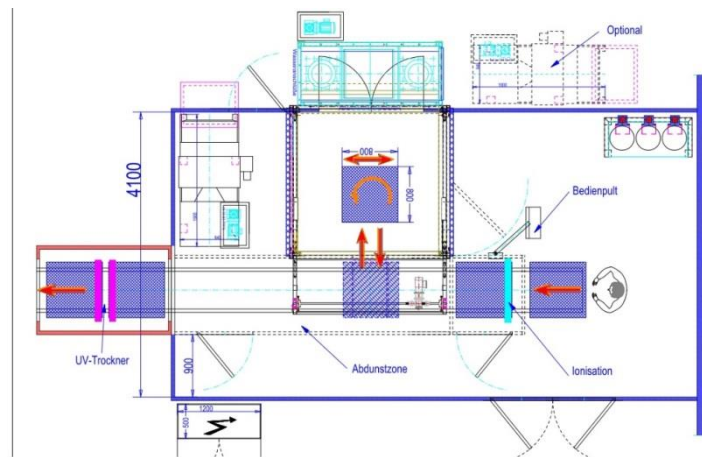
Z bodů a), b) a c) vidíme určité výhody a nevýhody těchto lakovacích linek. Přesto firmě INOTECH ČR spol. s r.o. chybí lakování UV lakem, možnost lakování složitějších geometrických tvarů, ale i možnost vložení do stávajícího stavu lakovny i přes omezené prostorové možnosti.

*e. Nová lakovací linka*

Nová lakovací linka, která má přijít v průběhu roku 2016, má také jisté klady i zápory. Proto již nyní musíme uvažovat její vložení do stávajícího systému lakovacího střediska, a zvažovat jaké díly se zde budou lakovat.

Výhody:

- možnost lakování až 80 % celkové výroby firmy INOTECH ČR
- flexibilita vůči geometrii dílů
- použití klasických i univerzálních plat o rozměrech 800 × 800 mm
- možnost lakování UV lakem
- malá rozměrová zástavba



Obrázek 1-10: 2D výkres nové lakovací linky [19]

### 1.3. Podpůrné procesy

Každá firma musí umět díly nejen kupovat ale zejména je také vyrábět, kontrolovat jejich kvalitu, mít možnost jejich skladování tak aby díly mohly jít přímo k zákazníkovi. Pokud nesplňují kvalitativní podmínky a musí být výroba pozastavena. Proto okrajově zmíníme některé tyto podpůrné výrobní procesy počínaje vytvořením dílu pomocí vstřikování.

#### a. Vstřikování

Hlavním základem a know-how této společnosti je vstřikování plastů, které jsou poté z větší části zhodnocovány polakováním či dále laserováním. Je zde umístěno 27 strojů různých velikostí od uzavírací síly 250 kN do 2700 kN. Vstřikované díly musí nejdříve získat tvarovou stálost, která je získána nejdříve po 12 hodinách od vypadnutí z formy. Přesto tyto díly musí být neustále kontrolovány.

#### b. Sídlo průběžné kontroly

Kvalita je jeden z hlavních aspektů nynějších výrobních závodů, proto před lakováním i po lakování jsou díly velmi pečlivě kontrolovány. Vystříknuté díly jsou kontrolovány jak vzhledově, tak i na rozměrovou přesnost, možnost vzniku zástříků či jejich nedolití. Přesto ne všechny díly jsou z důvodů finanční nákladnosti stoprocentně kontrolovány a proto i lakovací středisko má vlastní sídlo průběžné kontroly kvality, kde jsou díly namátkově kontrolovány před vstupem do lakovacího procesu a po nalakování 100% kontrolou předávány buď na sklad, nebo v případě výše zmíněných chyb na blokační sklad.

#### c. Sklad

Na sklad přichází všechny díly, které prošly stoprocentní kontrolou a ta je uvolnila jako vhodné pro zákazníka. Firma INOTECH ČR má celkem 3 hlavní sklady (040399Axxxxx, 040399Fxxxxx a 040399Gxxxxx). Tyto sklady slouží jako podpora pro kompletní logistiku materiálů, polotovarů a výrobků v celém závodě. Díky informačnímu systému FOSS je možné zjistit, kde se jednotlivé položky na skladě nacházejí. Dalšími oblastmi, kde se díly skladují, jsou takzvané příruční sklady

(0403HCMAT až 0403HC8MAT). Přes 90 % výroby projde těmito skladovacími prostory a zbytek projde přes blokační sklad.



Obrázek 1 -11: Sklad Oldřichov 75



Obrázek 1 -12: Příruční skladová pozice

*d. Blokační sklad*

Blokační sklad slouží pro 10% zbylé výroby, která byla kvůli určité vadě zjištěné při průběžné kontrole či problému pozastavena v průběhu procesu. Odtud poté díly putují buď

- k odborné likvidaci, pokud je vada shledána nepřijatelnou
- k napravení (opravě) a dalšímu zpracování
- k dalšímu zpracování, pokud je vada shledána přijatelnou.

## 2. Problematika prostorového řešení

Kvůli pořízení nové lakovací linky musíme taktéž řešit i kam a jak bude nová linka zakomponována do stávajícího stavu střediska lakovny a s tím nám pomůže návrh prostorového řešení. Prostorové řešení má za úkol celkově snížit náklady, které vznikají nepřiměřenou manipulací s materiálem a s výrobky. Tímto se snažíme určit, kde jsou optimální trasy pro vedení materiálu a výrobků z jednoho pracoviště na druhé, snížit manuální náročnost pro pracovníky a taktéž snížit riziko možných kolizí vzniklých při manipulaci a tím i zvýšit profit firmy, a to díky urychlení manipulace.

Prostorové uspořádání pracoviště, někdy též označováno anglickým výrazem „layout“, se týká uspořádání jednotlivých výrobních oddělení, pracovních stanic, nástrojů, strojů a dalšího potřebného vybavení s důrazem kladeným na pohyb práce (tok materiálu skrze výrobní systém). Vhodné uspořádání pracoviště má velký vliv na kapacitu celého systému a stejnou měrou ovlivňuje také výrobní náklady, především náklady na manipulaci a přepravu materiálu, jakožto celkové materiálové toky.[21]

### 2.1. Charakteristiky výroby[7]

Výrobu můžeme chápat jako určitý proces, při kterém dochází k přetváření vstupních komponentů v produkt. Výrobu tedy můžeme dělit dle různých specifikací, které dělíme hlavně dle systému vstup - proces - výstup dle vztahu k programu, procesu a vstupům.

Existuje mnoho rozdělení druhů výroby, jako jsou například:

- podle spojitosti výrobního toku
- podle časové spojitosti
- podle vztahu k odbytu

Přesto pro nás je nejdůležitější rozdělení výroby dle výrobních typů a to jsou dle zdroje [7]

- a) kusová výroba
- b) sériová výroba
- c) hromadná výroba

#### a. *Kusová výroba*

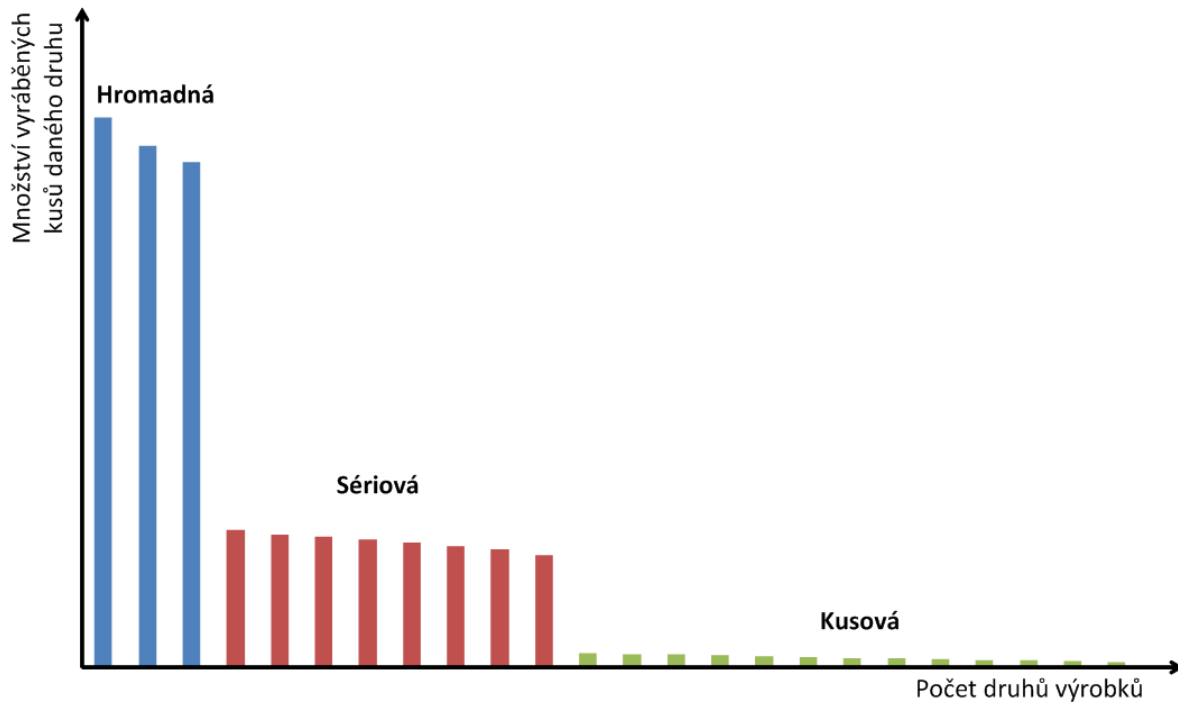
Dle druhu dokumentace se vyrábí velký počet druhů v malém množství (1-10 ks) v nepravidelných časových intervalech při použití vysoce kvalifikovaných pracovníků a univerzálních strojů. Jedná se o výrobu prototypů, výrobních zařízení, lopatky pro větrné elektrárny atd. Největší výhodou této výroby je možnost nápravy chyb už ve výrobní fázi a díky tomu snížení nákladů.

#### b. *Sériová výroba*

Jedná se o výrobu velkého množství stejných produktů (10-1 000 000 ks) s použitím zaměnitelných standardizovaných součástí a dílů. Do této výroby se snažíme co nejvíce zapojit moderní technologie jako jsou roboti, automaty, montážní linky atd. Tato výroba vyžaduje precizně propracované řízení a plánování výroby včetně logistiky. Toto v nynější době nejčastěji zajišťuje speciální výpočetní technika a k tomu přidružený software. Tato výroba se dále rozděluje na malosériovou, středně sériovou a velkosériovou.

c. *Hromadná výroba*

Je charakterizována výrobou malého počtu druhů výrobků, ale téměř v kvantitativně neomezeném množství. Tato výroba je jednoduchá díky jednomu procesu, který se neustále dokola opakuje, aniž by byl jednoznačně stanoven jeho konec. Jedná se o produkci o velikosti 1 000 000 ks a více po dobu delší než 12 měsíců. U této výroby je velmi vysoký podíl automatizace s nízkým podílem ruční práce. Velkou výhodou této výroby je kvantitativně vysoká produkce, tudíž i na levnějších výrobcích, odpovídající profit z této výroby.



Obrázek 2-1: Rozdělení výroby dle rozsahu sortimentu a objemové výroby [7]

U firmy INOTECH ČR spol. s r.o. je použita převážně sériová výroba, ale jsou zde i výrobní linky jako je nyní například linka FEHRER pro výrobu držáků na pití, která produkuje denně téměř 3000 ks.



## 2.2. Materiálové toky

Další z aspektů při návrhu prostorového uspořádání je sledování toku materiálu při pozorování výrobního procesu jako celku z hlediska jeho dynamiky v prostoru. Jeho základním projevem je pohyb. Odmyslíme-li si část pohybu - vlastní technologické operace - zůstane nám neméně důležitá a obvykle větší část pohybu netechnologického.[7]

Tento pohyb nazýváme materiálový tok, který také probíhá v prostoru a času. Začíná vykládkou materiálu na vstupu do závodu, pokračuje přes sklad, výrobu s mezisklady, sklady hotových výrobků a končí expedicí výrobku nebo odpadu. Materiálový tok je určen směrem, intenzitou a frekvencí. Jeho charakter a délka jsou určeny prostorovým uspořádáním. Pomocí těchto parametrů lze materiálové toky měřit, hodnotit a optimalizovat.[7]

Možnosti hodnocení toku materiálu:

- Intenzita toku – přepravované množství ks za jednotku času \*
- Směr toku – odkud – kam se přepravuje přepravované množství za jednotku času
- Frekvence toku – počet přeprav za jednotku času
- Přepravní výkon – součin intenzity toku a délky materiálového toku
- Ostatní podmínky toku[7]

\*Intenzita toku materiálu je udávána v množství přepravovaného materiálu za jednotku času po určité trase. Udává se v tunách, metrech krychlových, kusech, paletách, za hodinu, den, rok atd.

Aby rozbor byly použitelné, je třeba jejich výsledky přehledně shrnout. Poté můžeme začít s návrhem dopravy. Přehled obsahuje zpravidla tyto údaje[7]:

- Pro každý pohyb materiálové skupiny na jedné trase:
  - Intenzita toku materiálu
  - Přepravní výkon
  - Podmínky pohybu
  - Hodnocení významu
- Pro každou trasu
  - Celková intenzita a frekvence toku materiálu
  - Celkový přepravní výkon
  - Hodnocení významu
- Pro každou materiálovou skupinu
  - Celková intenzita toku
  - Celkový přepravní výkon

Ve firmě INOTECH ČR spol. s r.o. budeme sledovat jako hlavní parametry pro přepravní výkon pohyb paletové jednotky na které je určité množství ks vůči vzdálenosti vztažené na metr.

### ***Přepravní výkon***

Pro výpočet celkové přepravy materiálu budeme používat výpočet přepravného výkonu, který nám udává jaký výkon je třeba pro přepravení určitého množství ks na určité vzdálenosti viz rovnice (2.2). Do této rovnice za přepravní množství budeme dosazovat počet europalet a přepravní vzdálenost v metrech.

$$P = q * l \quad (2.2)$$

Kde:

- P... přepravní výkon[m\*ks]
- q... přepravní množství[ks]
- l... přepravní vzdálenost[m]

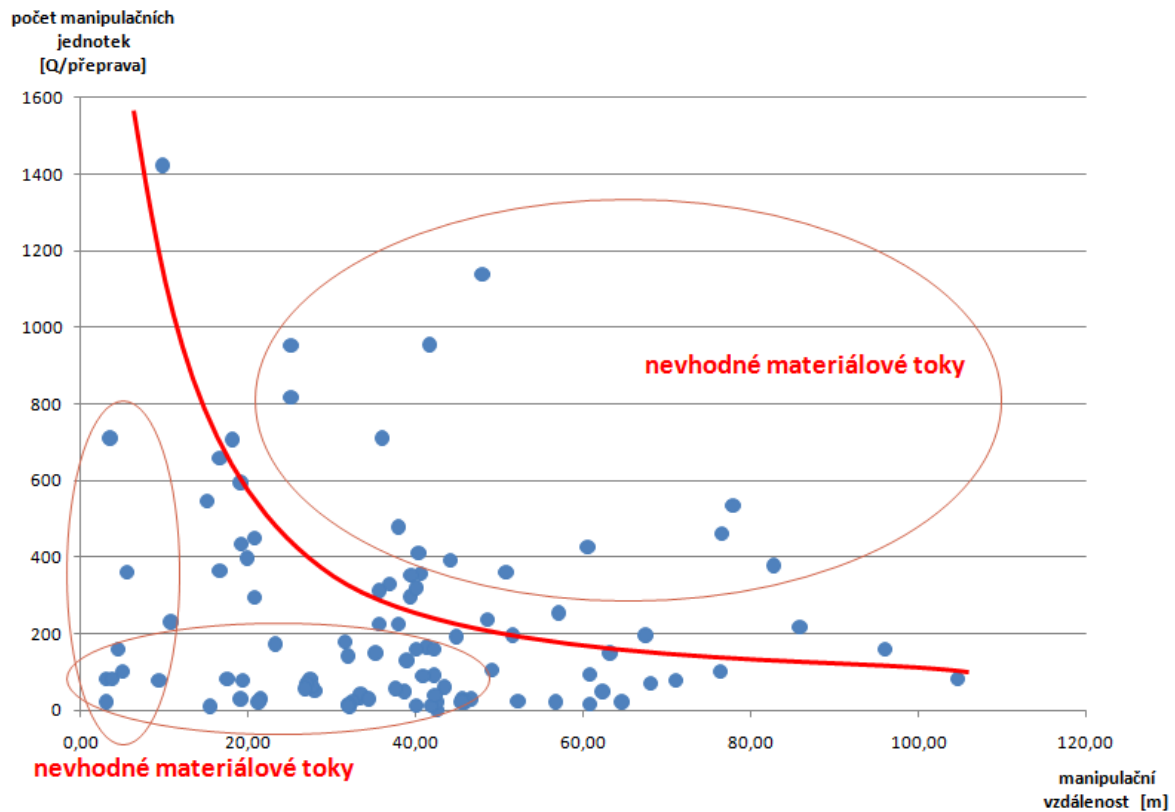
Přepravní výkon nám názorně pomůže ukázat ID diagram nebo Sankeyův diagram spolu s šachovnicovou tabulkou, proto také pomocí softwaru VisTable dále znázorníme tento přepravní výkon.

#### *a. ID diagram*

I-D diagram názorně ukáže náš požadovaný přepravní výkon a představuje nástroj pro vyhodnocení vztahů v materiálových tocích, a tudíž slouží jako pomůcka pro návrh dispozice pracovišť. Plné využití tohoto diagramu je však jen u dílenské výroby.[7]

Jedná se o graf vyjadřující závislost intenzity přepravy, tj. množství přepravovaného materiálu na dané pracoviště za jednotku času a vzdálenosti daného pracoviště od zdroje dodávky. Projektantovi poskytuje informaci o materiálových tocích a tím i informaci o efektivním rozmístění jednotlivých pracovišť. Základním požadavkem je, aby pracoviště vyžadující vysokou intenzitu zásobování byly umístěny co nejbliže k zásobujícímu pracovišti (co nejkratší vzdálenost pro zásobování). [7]



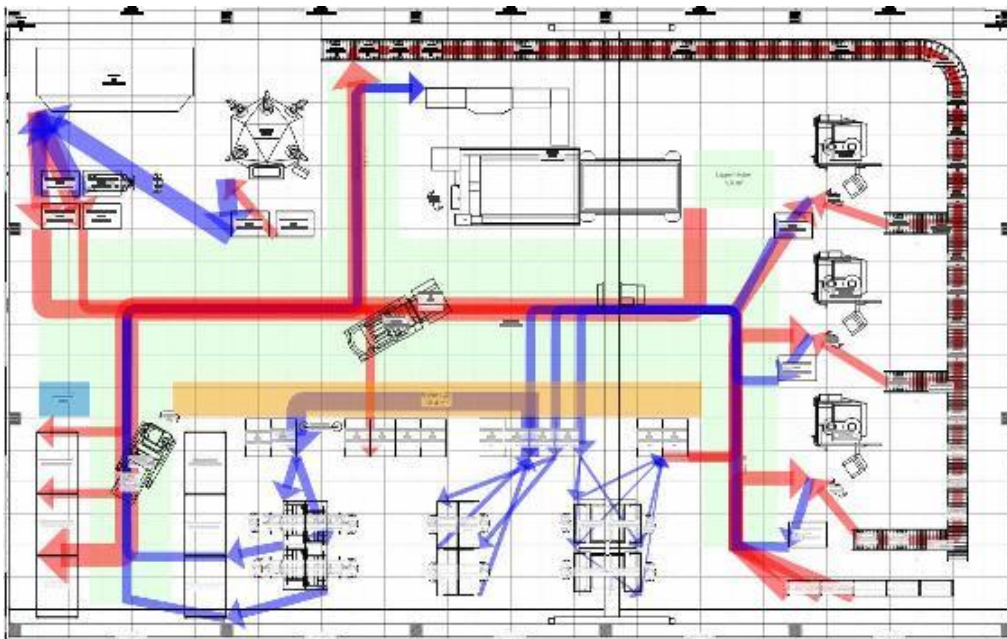


Obrázek 2-2: Ukázka ID diagramu [7]

b. Sankeyův diagram a šachovnicová tabulka

Graficky znázorňuje průběh materiálového toku mezi pracovišti. Tloušťka čar vyjadřuje objem materiálu za určitou časovou jednotku, délka čáry znázorňuje vzdálenost přepravy, šipka směřuje přepravy.[16]

Sankeyův diagram je pak zaznamenán jak v tabulkové formě (šachovnicová tabulka), tak v grafické formě – přímo v layoutu podniku. Šachovnicová tabulka má praktický význam při použití během analýzy a vyhodnocování materiálového toku. Pomocí této tabulky můžeme velice přehledně zobrazit intenzitu toku materiálu mezi jednotlivými pracovišti. Pro celkový záznam toků v dokumentaci tato tabulka nemá dostatečné vyjadřovací schopnosti oproti grafickému zobrazení, avšak hodí se jako doplněk vyhodnocení k některé grafické metodě.[17]



Obrázek 2-3: Ukázka Sankeyova diagramu [17]

Sankey Chart (43)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
arbeitsstisch3_1520x1305x2400.504	4					2								2					
arbeitsstisch3_1520x1305x2400.511	5													3					
arbeitsstisch3_1520x1305x2400.538	6													2					
deckelmaho_dmu35m_2235x2655x2755	7															10			
deckelmaho_dmu35m_2235x2655x2755.968	8																	10	
deckelmaho_dmu35m_2235x2655x2755.975	9													10					
dexion_ipn_4955x2035x6000	10																		
dexion_rollebahn_670x1000x800.1556	11						10	10	10										
eurotauschalette_holz_1200x800x145	12									20									
eurotauschalette_holz_1200x800x145.14	13																		
eurotauschalette_holz_1200x800x145.220	14																		

Back Export Matrix Show

Obrázek 2-4: Ukázka šachovnicové tabulky [17]

Bohužel ale není jednoznačně dáno, jaká struktura je ta neoptimálnější pro daný výrobní systém. Nyní známe několik metod, které v této práci nám mohou být nápomocny. Jedná se o určité formy uspořádání výroby, ze kterých je vhodné vycházet.[7]

## 1.2. Základní typy výrobního layoutu dle zdroje[7]

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

*a. Technologické (procesní) uspořádání*

Technologické uspořádání je vhodné pro kusovou a malosériovou výrobu. Firma INOTECH ČR spol. s r. o. toto uspořádání má názorně ukázané mimo výrobní segment a to v nástrojárně pro opravu a údržbu forem. Stroje jsou stavěny dle sledu operací v technologickém postupu, které jsou dle určitých kritérií, např. příbuznosti, tudíž jsou stroje stavěny dle stejných typů strojů k sobě. S určitostí nelze stanovit jednotný směr materiálového toku, díky jeho různorodosti. Tudíž toto uspořádání je nevhodné pro větší série.

Výhody

- vyšší odolnost proti poruchám
- pružnější výrobní proces
- snadnější přizpůsobení pracovišť při změně výrobního programu

Nevýhody

- prodloužení výrobního cyklu
- vyšší zásoby rozpracované výroby
- vyšší náročnost na manipulaci s materiálem
- vyšší náročnost na operativní řízení výroby

*b. Předmětné (produkční) uspořádání*

Předmětné uspořádání vhodné pro větší série určitých typů výrobků. Toto uspořádání by se dalo chápat jako předchůdce dnešních výrobních linek. Tudíž pracoviště jsou seřazena podle technologického postupu úpravy výrobku. Pohyb výrobku má jeden určitý neměnný směr a tak vzniká výrobní proud. Firma INOTECH ČR spol. s r. o. nevyužívá přímo předmětné uspořádání, ale je zde použito modernější uskupení v podobě výrobní linky.

Výhody

- zkrácení manipulačních drah
- snížení rozpracovanosti
- zkrácení průběžné doby výroby
- menší potřeba výrobní plochy
- zlepšení operativního řízení výroby

Nevýhody

- snížením objemu výroby poklesne využití strojů
- vysoké nároky řízení

*c. Pevné uspořádání*

Toto uspořádání slouží pro rozměrově velké výrobky, se kterými by byla velmi špatná manipulace. Je tedy nutné, aby výrobní proces byl přizpůsoben tak, že výrobek je na stálém místě a jednotlivé stroje k výrobku přijíždí dle technologického postupu. Toto uspořádání můžeme vidět při výrobě výrobních

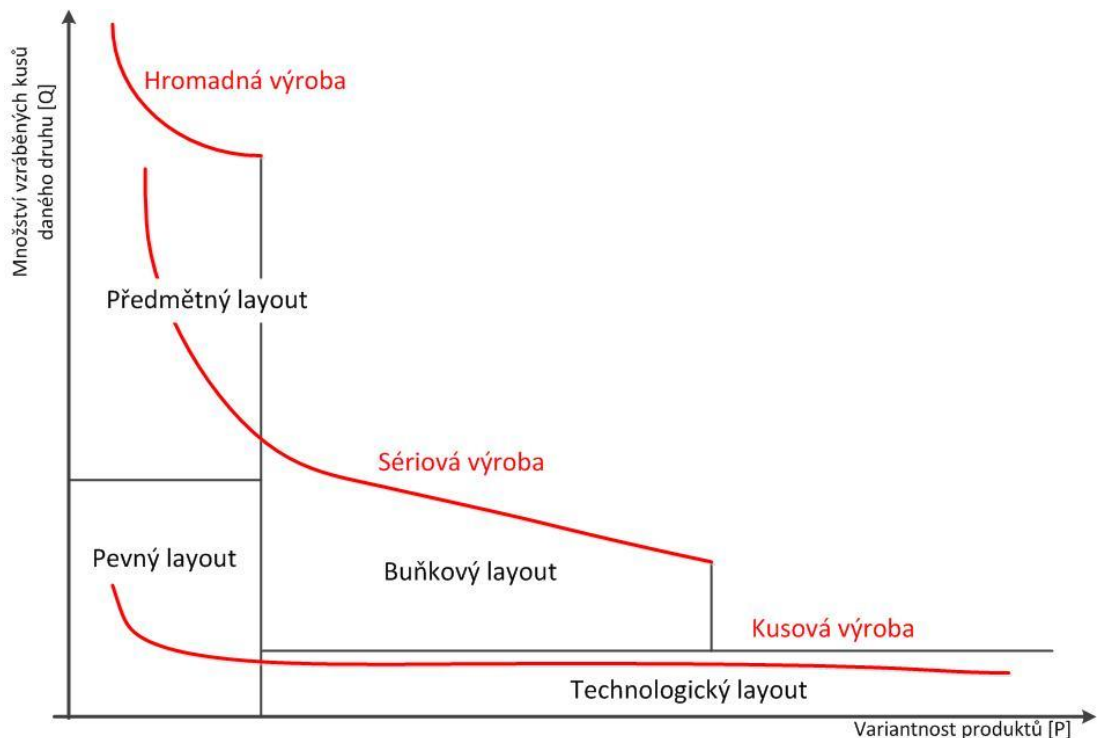
hal, stavbě nákladního letadla či mrakodrapu. Firma INOTECH ČR spol. s r.o. toto uspořádání používá jen v ojedinělých případech např. při výstavbě skladovacích prostor.

d. *Volné uspořádání*

Stroje a pracoviště jsou umístěny náhodně. Toto uspořádání je voleno tam kde nevíme dopředu, jak budou vypadat výrobky, které budeme vyrábět, a nemůžeme odhadnout materiálový tok či návaznost používaných operací. Volné uspořádání se již téměř nepoužívá a prakticky se od něj upustilo. Firma INOTECH ČR spol. s r. o. toto uspořádání nevyužívá v žádné možné situaci.

e. *Buňkové uspořádání*

Jak už název napovídá, jedná se o moderní uspořádání, kdy jsou stroje umístěny do tzv. buněk, které fungují jako samostatné výrobní linky, ale přesto dokáží vyrábět výrobky s příbuznými výrobními požadavky. Toto uspořádání v sobě kombinuje výhody technologického a předmětného uspořádání, za předpokladu dobře fungujícího řídicího informačního systému. V tomto uspořádání jsou minimální nároky na dopravu výrobků.



Obrázek 2-5: Graf závislosti druhu layoutu a vyráběné množství [7]

### 2.3. Metody prostorového řešení

Pro řešení prostorového uspořádání je možno použít několik metod řešení jako jsou např. dle zdrojů [18] a [7]:

- MFA
- Flowchart
- Rozhodovací tabulky
- Metoda vážených průměrů

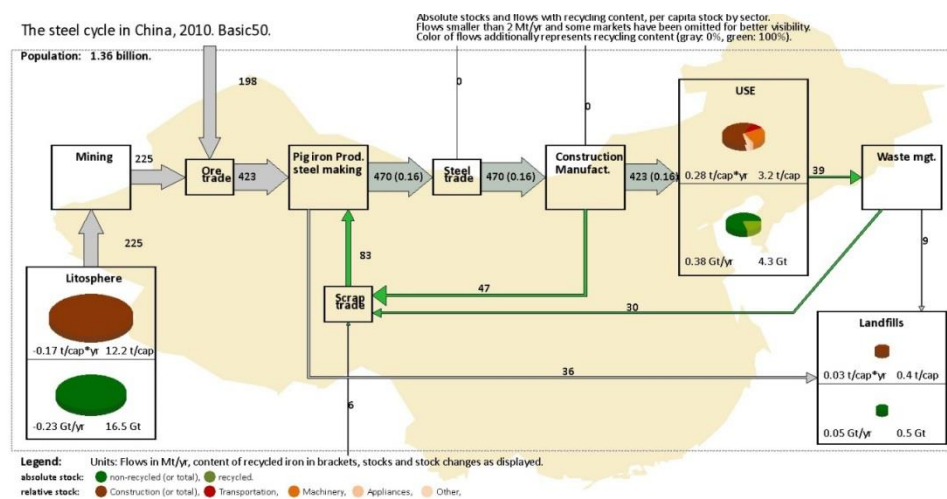
- Metoda návaznosti operací

Toto jsou metody, které se velmi často používají pro zlepšení procesů ve firmách, kde jsou náklady spojené s přepravou a manipulací nemalou součástí výdajů firmy.

#### a. MFA

MFA (materiál flow analysis) je analytická metoda kvantifikace toků a zásoby materiálů nebo látek v dobře definovaný systém. MFA je důležitým nástrojem k posouzení fyzické náročnosti lidské činnosti a potřeb v oblasti průmyslové ekologie, kde se používá v různých prostorových a časových měřítcích.[12]

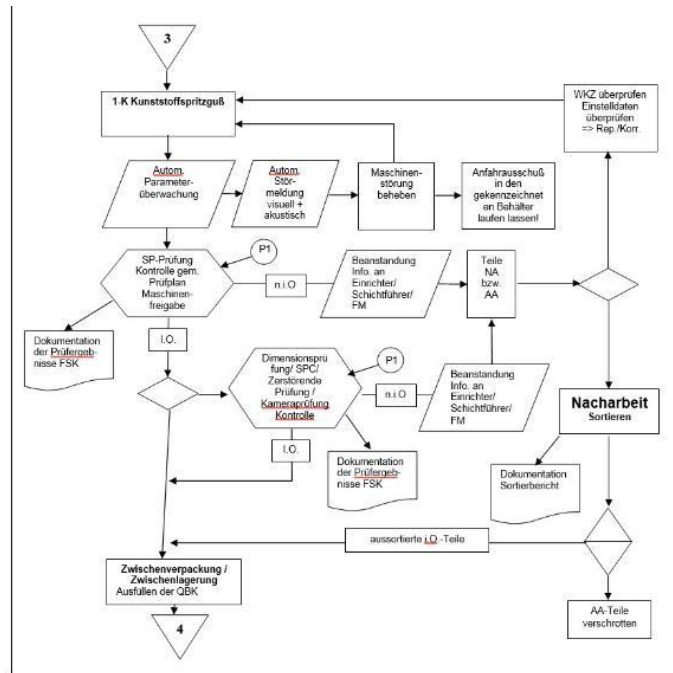
Jedná se např. o počítání materiálových toků v rámci určitých odvětví a souvisejících ekosystémů, stanovení ukazatelů materiálového využití ze strany různých společností a rozvoj strategií pro zlepšení systémů toku materiálu ve formě řízení toku materiálu. [12]



Obrázek 2-6: Ukázka MFA [12]

#### b. Flowchart neboli vývojový diagram

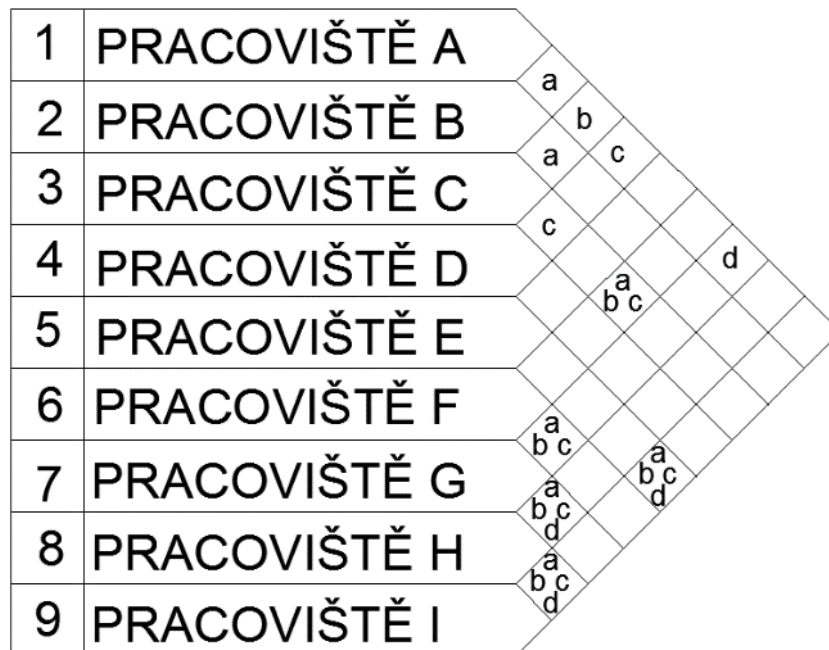
Vývojový diagram je druh diagramu, který slouží ke grafickému znázornění jednotlivých kroků algoritmu nebo obecného procesu. Vývojový diagram používá pro znázornění jednotlivých kroků algoritmu symboly, které jsou navzájem propojeny pomocí orientovaných šipek. Symboly reprezentují jednotlivé procesy, šipky tok řízení. Vývojové diagramy standardně nezobrazují tok dat, ten je zobrazován pomocí data flow diagramů. Vývojové diagramy jsou často využívány v informatice během programování pro analýzu, návrh, dokumentaci nebo řízení procesu. [12]



Obrázek 2-7: Ukázka grafu Flowchart pro výrobek Panic button[19]

c. *Metoda návazností operací*

Metoda se používá k sestavování pracovišť v dílnách, ve kterých se vyrábí více součástí. Dle určeného sledu operací se pokoušíme sestavit stroje tak, aby nedocházelo ke zpětnému chodu materiálu, křížování či hromadění výrobků. Naopak je požadováno, aby zároveň probíhal krátký a plynulý tok materiálu.[7]



Obrázek 2-8: Ukázka metody návazností operací [7]

#### **2.4. Zásady uplatňované při řešení prostorového uspořádání dle zdroje [20]:**

Pro správný návrh layoutu není nutností jen použít softwarové nástroje a výše uvedené metody řešení, ale musíme taktéž dodržovat určité zásady, které nám pomohou vhodně zakomponovat novou linku do stávajícího statusu lakovacího střediska. Tyto zásady nám pomohou neopomenout nic z potřeby řešení, aniž bychom poté museli upravovat nově zakomponovanou linku v layoutu při zjištění chybovosti a aniž bychom opomněli níže uvedené zásady:

- Respektovat charakter výroby
- Vytvářet předpoklady pro bezporuchový a spolehlivý chod provozu a výroby
- Vytvářet předpoklady pro vytváření pružných změn
- Minimalizovat náklady na instalaci, deinstalaci a demontáž
- Minimalizovat materiálové toky a dopravní výkon
- Optimalizovat vnitropodnikové sítě
- Optimalizovat rozmístění dílčích ploch v rámci základní plochy
- Vyvarovat se případným možným kolizím v toku materiálu mezi jednotlivými dílčími plochami
- Provádět interní optimalizaci v rámci jednotlivých dílčích ploch

### 3. Analýza lakovaných dílů

V této části se budeme věnovat analýze dílů, které jsou nyní lakovány určitým systémem lakování, ale mohly by být lakovány díky zakoupení nové lakovací linky ve firmě Inotech ČR spol. s r.o. efektivnějším způsobem. Tento nákup je očekáván v průběhu roku 2016.

Hodnotíme dle:

- **Parametr P1: Velikosti**
  - malá do 6 cm = 0
  - střední 6-10cm = 1
  - velké 10 a více cm = 2

Velikost dílu je až jako druhořadý parametr, jelikož velikost dílů při plošném lakování může být jakákoliv, ale musíme ji brát v potaz proto, neboť větší či střední díly nevyžadují tak pracnou manipulaci při nasazování a tím nám urychlí cyklus před přípravy lakování.

- **Parametr P2: Tvar**
  - jednoduchý = 0
  - složitý = 1

Tvar dílu jako parametr vhodnosti je rozdělen pouze do dvou skupin, jelikož díly tvarově jednoduché můžeme lakovat i ručním lakováním a nepotřebujeme je tudíž lakovat touto speciální metodou, která je oproti ručnímu lakování o mnoho nákladnější.

- **Parametr P3: Vhodnost plošného lakování**
  - ne = 0
  - ano = 1

Vhodnost plošného lakování je pro nás nejdůležitější parametrem, který musí být bezpodmínečně dodržen. Proto je rozdělen pouze do dvou kategorií. Tato vhodnost je posuzována při poptávání dílu u firmy Inotech ČR spol. s r. o., a proto je toto jeden z parametrů, které rozhodují o finální ceně dílu pro zákazníka.



### 3.1. Rozhodovací analýza [23]

V tomto bodě se nyní budeme rozhodovat, které díly budou moci být použity pro novou lakovací linku, v níž využijeme hodnocení dle parametrů z bodu 3. Pro každý parametr si určíme jeho váhu, která nám stanoví, nakolik pro nás je tento parametr důležitý pro vhodnost lakování na nové lince, či zde takto hodnocené díly nemůžeme vůbec lakovat.

Zvolení vah:

- **Parametr P1:** *Velikosti*

Pro parametr velikosti volíme váhu s hodnotou 2, jelikož se velikost dílů upřednostňuje před tvarem, pokud se rozhoduje mezi parametrem velikosti a parametrem tvaru.

- **Parametr P2:** *Tvar*

Pro parametr tvaru volíme váhu s hodnotou 1, jelikož tento parametr je pro nás nejméně významný s ohledem na parametry velikosti a plošného lakování.

- **Parametr P3:** *Vhodnost plošného lakování*

Pro parametr vhodnosti plošného lakování volíme váhu s hodnotou 3, jelikož tento parametr je pro nás nejdůležitější a tento parametr musí být bezpodmínečně splněn.

Váhy jednotlivých parametrů byly zvoleny s ohledem na proces lakování na této lince a po konzultaci s vedením lakovny ve firmě Inotech ČR spol. s r.o., podle kterého je toto zvolení vah při výběru dílů ideální.

### 3.2. Vyhodnocení

Díly jsou vhodné či nevhodné pro lakování na nové lakovací lince dle stanovených parametrů vhodnosti a jim přiřazených vah. Tyto parametry musí být minimálně z části splněny krom podmínky plošného lakování, aby bylo možno díly na této lince lakovat. Díky vyhodnocení těchto parametrů můžeme rozdělit díly do několika skupin.

#### a) *Nevhodné pro lakování*

Tyto díly se jednoznačně nehodí pro lakování na této lince, jelikož jsou vhodné například přímo pro lakování na skidech, které jsou používány pro linku Sprimag. Tyto díly jsou malé, nevhodné pro plošné lakování a jednoduché.

Součet těchto parametrů je roven 0 anebo 3.

#### b) *Podmíněně vhodné pro lakování*

Tyto díly mohou být lakovány jak na této nové lince tak i na všech dalších lakovacích linkách, ale pokud lakovací linka bude mít volné kapacity, můžeme ji využít i pro lakování těchto dílů.

Součet těchto parametrů je roven 4 až 5.

#### c) *Vhodné pro lakování*

Aby se lakovací linka vyplatila, budeme brát tuto skupinu dílů, tak, aby díly byly rozměrově středně velké a velké, tvarově složité a vhodné pro plošné lakování. Právě pro tyto díly se nová lakovací linka navrhovala a hlavně u těchto dílů nás bude zajímat jejich objemová náročnost, se kterou budeme dále pracovat.

Součet těchto parametrů musí být roven 6 až 8.



Obrázek 3-1 : Ukázka dílů Aussenrahmen a Bezel [19]

FOSS	Název	P1	Váha* P1	P2	Váha* P2	P3	Váha* P3	Součet	Vhodnost použití pro novou lakovací linku
113416	AUSSENRAHMEN LINKS MATT LACK	2	4	1	1	1	3	8	Vhodné
110394	BLENDE SATURN LACKIERT	2	4	1	1	1	3	8	Vhodné
111614	FRONTSCHALE LC0025 LACK	2	4	1	1	1	3	8	Vhodné
113673	GEHØUSE BASIS AM LACKIERT	2	4	1	1	1	3	8	Vhodné
113670	GEHØUSE BASIS LACKIERT	2	4	1	1	1	3	8	Vhodné
113665	GEHØUSE FRONT LACKIERT	2	4	1	1	1	3	8	Vhodné
110876	GEHØUSE LI/RE LACK SOUL	2	4	1	1	1	3	8	Vhodné
111958	GEHØUSE SL4 LACK	2	4	1	1	1	3	8	Vhodné
112792	GEHØUSEDECKEL GOLD LACK	2	4	1	1	1	3	8	Vhodné
112368	GEHØUSEDECKEL SCHWARZ LACK	2	4	1	1	1	3	8	Vhodné
113666	AKKUDECKEL LACKIERT	2	4	1	1	1	3	8	Vhodné
110749	AKKUDECKEL BLACK LACKIERT	1	2	1	1	1	3	6	Vhodné
112778	AKKUDECKEL GOLD LACK LC0050	1	2	1	1	1	3	6	Vhodné
111401	AKKUDECKEL LION LACK	1	2	1	1	1	3	6	Vhodné
114268	BEZEL DAB 15-40 NEW LACK	1	2	1	1	1	3	6	Vhodné
114270	INSERT DAB 15-40 NEW LACK	1	2	1	1	1	3	6	Vhodné
112790	BASIS AM GEHØUSE GOLD LACK	1	2	0	0	1	3	5	Podmíněně vhodné
112788	BASIS GEHØUSE GOLD LACK	1	2	0	0	1	3	5	Podmíněně vhodné
110886	DECKEL LI/RE LACK SOUL	1	2	0	0	1	3	5	Podmíněně vhodné
113422	SYMBOLTRØGER 2K LI MATT LACK	0	0	1	1	1	3	4	Podmíněně vhodné
113782	LICHTLEITER BMF4X WEISS LACK	0	0	1	1	1	3	4	Podmíněně vhodné
113783	LICHTLEITER MI F5X WEISS LACK	0	0	1	1	1	3	4	Podmíněně vhodné
113939	BEDIENELEMENT LI LACK GREIGE	0	0	0	0	1	3	3	Nevhodné
113935	BEDIENELEMENT LI LACK SCHWARZ	0	0	0	0	1	3	3	Nevhodné
113941	BEDIENELEMENT RE LACK GREIGE	0	0	0	0	1	3	3	Nevhodné
113937	BEDIENELEMENT RE LACK SCHWARZ	0	0	0	0	1	3	3	Nevhodné
113943	B-ELEMENT LI LACK PORCELLAIN	0	0	0	0	1	3	3	Nevhodné
113945	B-ELEMENT RE LACK PORCELLAIN	0	0	0	0	1	3	3	Nevhodné
113547	KAPPE LI LACK GREIGE	0	0	0	0	1	3	3	Nevhodné
113548	KAPPE LI LACK SEIDENBEIGE	0	0	0	0	1	3	3	Nevhodné
113545	KAPPE LI LACK SCHWARZ	0	0	0	0	1	3	3	Nevhodné
113549	KAPPE RE LACK ALPACAGRAU	0	0	0	0	1	3	3	Nevhodné
113553	KAPPE RE LACK GREIGE	0	0	0	0	1	3	3	Nevhodné
113554	KAPPE RE LACK SEIDENBEIGE	0	0	0	0	1	3	3	Nevhodné
113551	KAPPE RE LACK SCHWARZ	0	0	0	0	1	3	3	Nevhodné
112259	TASTERKAPPE LESELICHT LACK	1	2	0	0	0	0	2	Nevhodné
113411	KNOB 2K LACK	0	0	1	1	0	0	1	Nevhodné
113855	KNOB 2K PRIMER	0	0	1	1	0	0	1	Nevhodné
112708	STELLRAD LACKIERT	0	0	0	0	0	0	0	Nevhodné
113821	STELLRAD LACKIERT SCHRAMM	0	0	0	0	0	0	0	Nevhodné
112871	VM TASTE PSA LACK SOFT	0	0	0	0	0	0	0	Nevhodné

Tabulka 3- 1: Typy lakovaných dílů v roce 2014 [19]

Vzhledem k rozdílnosti laků, ale stejnému základnímu dílu budeme počítat objemovou náročnost pouze pro zástupce těchto dílů, ale tohoto zástupce vynásobíme počtem dílů v dané skupině. (parametr P0:).

FOSS	Název	P0
111401	AKKUDECKEL	4
113416	AUSSENRAHMEN LINKS MATT LACK	1
114268	BEZEL DAB 15-40 NEW LACK	1
110394	BLENDE SATURN LACKIERT	1
111614	FRONTSCHALE LC0025 LACK	1
111958	GEHØUSE	5
112792	GEHØUSEDECKEL	2
114270	INSERT DAB 15-40 NEW LACK	1

Tabulka 3-2: Představitelé pro výpočet objemové náročnosti [19]

### 3.3. Objemová náročnost [19]

V analýze jsme se zabývali tím, že jsme si určili, které díly jsou vhodné pro novou lakovací linku pro firmu INOTECH ČR spol. s r.o. a nyní budeme řešit objemovou náročnost. Objemovou náročností myslíme, jaký objem materiálu musí být transportován, abychom zajistili přípravu dílů pro lakování, lakování samotné a následný odvoz do skladu.

V tomto případě bereme ohled i na ostatní aspekty, jako jsou:

- velikost balení
- volná plocha ke skladování
- množství dílů v balení
- výrobní dávka

Balení:

- BOX 600 × 400 × 315 [mm]
- KARTON 595 × 390 × 310 [mm]
- KARTON 585 × 385 × 120 [mm]

Speciální balení:

Speciální balení jsou taková, které si navrhl zákazník a nepatří firmě INOTECH ČR spol. s r.o. Tato balení jsou majetkem zákazníka a po dokončení výroby jsou tyto obaly zpět navraceny.

Jedná se například o obaly na díly:

- BEZEL DAB 15-40 NEW LACK 335 × 300 × 200 [mm]
- INSERT DAB 15-40 NEW LACK 385 × 295 × 255 [mm]



Obrázek 3-2: Karton firmy INOTECH GRUPPE [19]



Obrázek 3-3: Box firmy INOTECH GRUPPE [19]

Tato balení budou stohována a přepravována na europaletách o rozměrech:

- Europaleta 1200 × 800 × 144 [mm]



Obrázek 3-4: EUR paleta s boxy INOTECH GRUPPE [19]

Na jednu europaletu lze umístit podle složitosti balení určitý počet balících jednotek, ve které je dle velikosti dílu jejich různé množství. Proto je níže uveden přehled množství dílů v balících jednotkách, samotná balící jednotka atd. Díky těmto parametrům můžeme dále vyhodnotit, jaké množství je potřeba přivést k lakovací lince tak, abychom pokryli celou potřebnou výrobní dávku\*.

Příklad balení na EUR paletě:

Na jednu vrstvu je možno umístit 4 boxy o rozměrech 600 × 400 × 315 mm. Pokud na paletu umístíme 5 vrstev, bude na této paletě celkem 20 boxů. Tento počet odpovídá klasickému přepravnímu množství ve firmě INOTECH ČR spol. s r.o.

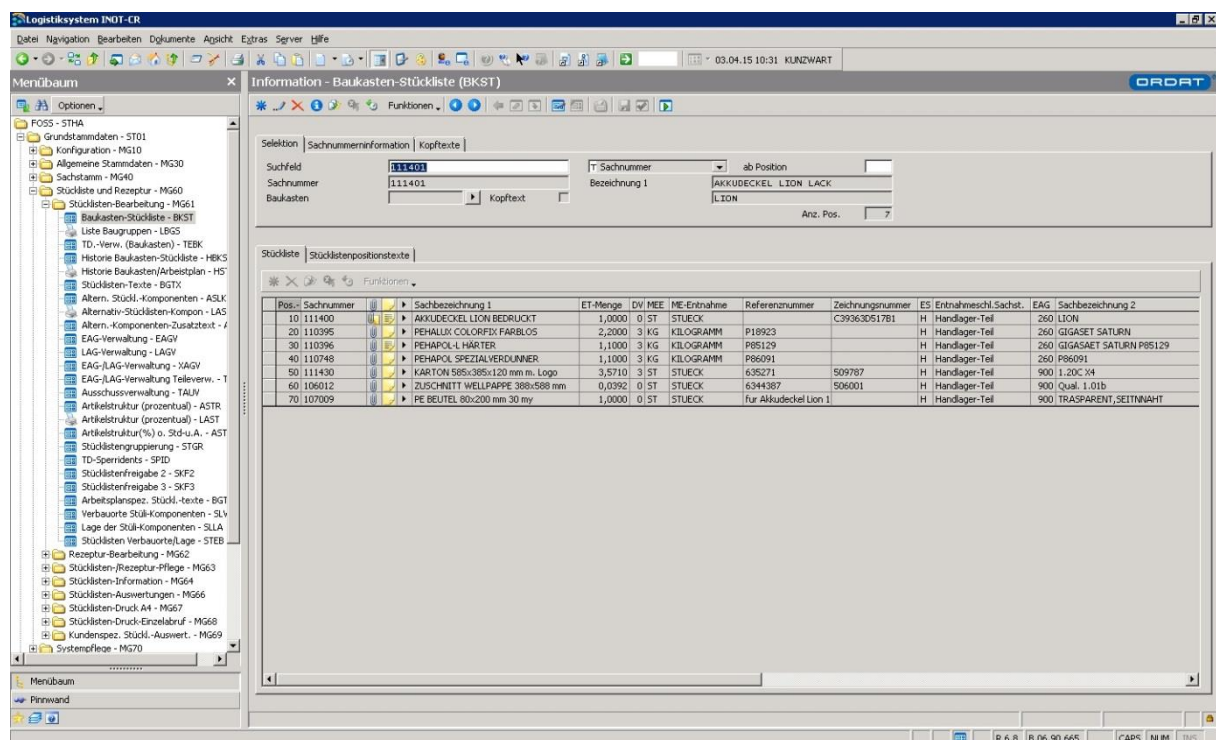
\* Výrobní dávkou bereme průměrnou výrobní dávku za 14 dní, pro díl s jedním typem laku; tudíž pro více verzí laků násobíme výrobní dávku parametrem PO

Název	Velikost BJ	Počet dílů v BJ [ks]	Počet BJ na paletě [ks]	Počet dílů na paletě [ks]	Předpokládaná výrobní dávka [ks]	Počet palet na výrobní dávku [ks]
AKKUDECKEL	585 × 385 × 120	280	40	11200	9 000	0,80
AUSSENRAHMEN LINKS GLOSS LACK	595 × 390 × 310	42	20	840	3 000	3,57
BEZEL DAB 15-40 NEW LACK	335 × 300 × 200	220	24	5280	20 000	3,79
BLENDE SATURN LACKIERT	600 × 400 × 315	144	20	2880	4 000	1,39
FRONTSCHALE LC0025 LACK	600 × 400 × 315	32	20	640	2 000	3,13
GEHÖUSEDECKEL	600 × 400 × 315	180	20	3600	10 000	2,78
GEHÖUSE	600 × 400 × 315	162	20	3240	20 000	6,17
INSERT DAB 15-40 NEW LACK	385 × 295 × 255	1080	24	25920	10 000	0,39

Tabulka 3-3: Balící jednotky a přepravní množství [19]

### 3.4. Ukázka výpočtu objemové náročnosti jednoho dílu

Pro jednotlivé díly jsou stanoveny různé druhy balení. Počet dílů v balení je uveden jednak v příslušném balicím předpisu a jednak v informačním systému FOSS, kde tento údaj slouží pro dispozici obalovým materiálem. My tento údaj použijeme pro výpočet objemové náročnosti.



Obrázek 3-5: Ukázka ze systému FOSS[19]

[19]

$$\text{Počet dílů v balení} = \frac{1}{ET - Menge}$$

### 3.5. Propočet taktu lakovací linky

Takt výrobní linky, v našem konkrétním případě lakovací linky, je hlavní parametr pro její návrh. Je to doba pro vyrobení jednoho kusu na lakovací lince při procesu lakování. [14]

(3.1)

$$t = \frac{t_L}{N}$$

t ... takt [s]

$t_L$  ... čas lakování [s]

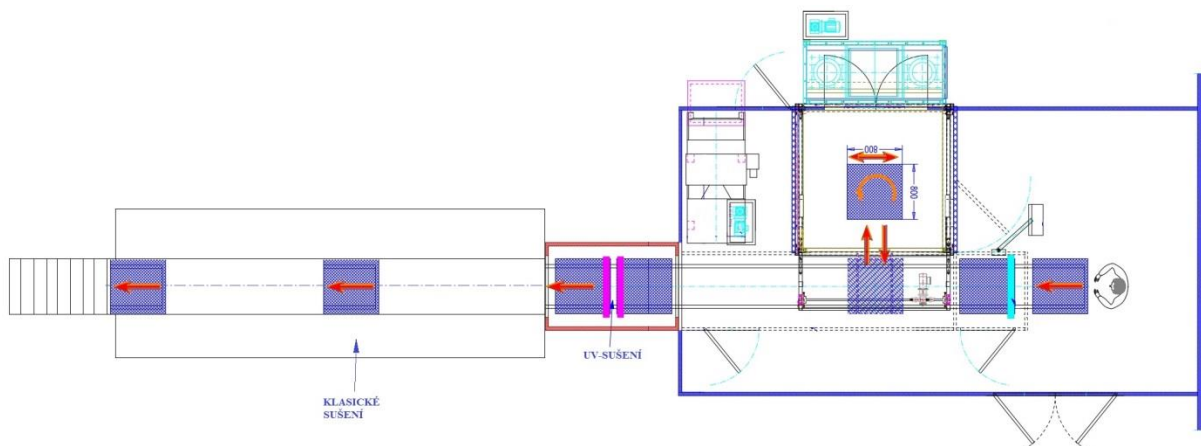
N... počet dílů na jednom platě o rozměrech 800 × 800 [ks]

Jedním z hlavních údajů potřebných pro výpočet taktu výrobní linky je čas potřebný pro nalakování jednoho nosiče (plato 800x800 mm). Nedílnou součástí této informace musí být i údaj o počtu dílů umístěných na tomto nosiči.

Přesnou specifikaci nelze nyní určit, jelikož proces lakování se vždy individuálně nastavuje podle referenčních vzorků.

Časy  $t_0$  a  $t_s$  se z většiny upravují podle typu použitého laku a přídavných látek (tvrdidla, ředidla atd.), které nyní nemůžeme přesně stanovit. Proto budeme vycházet z časů doporučených výrobcem laku.

Nová lakovací linka bude rozdělena na dvě části s rozdílným typem sušení. Přesto plato s díly musí projít celým dopravníkem, který je složen z nové lakovací linky a připojené sušící linky z ručního lakování.



Obrázek 3-6: Ukázka průchodu celou lakovací linkou [19]

Název	Počet dílů na plato $N$ [ks]	Čas lakování $t_l$ [sec]	Čas odvětrávání $t_o$ [min]	Čas sušení $t_s$ [min]	Takt $t$ [sec]
AKKUDECKEL	50	120	10	30	2,40
AUSSENRAHMEN LINKS GLOSS LACK	16	150	10	30	9,38
BEZEL DAB 15-40 NEW LACK	56	135	10	30	2,41
BLENDE SATURN LACKIERT	14	150	10	30	10,71
FRONTSCHALE LC0025 LACK	6	200	10	30	33,33
GEHØUSEDECKEL	50	120	10	30	2,40
GEHØUSE	60	130	10	30	2,17
INSERT DAB 15-40 NEW LACK	432	110	10	30	0,25

Tabulka 3-4: Výpočet taktu lakovací linky [19]

Tabulka č. 3-4 nám udává, jaký takt má lakovací linka pro určitý druh výrobků. Nová lakovací linka spolu s napojenou sušicí linkou budou na bázi taktového lakování, tudíž podle nastaveného taktu se budou posouvat díly na UV sušení či do klasické sušicí linky dle typu použitého laku bude zapnutý jeden či druhý sušicí proces, ale i přes použitý typ laku plato s díly projede přes obě sušicí linky.

### 3.6. Obrátky balení pro zásobování lakovací linky

Jedním z hlavních aspektů návrhu lakovací linky musíme uvažovat, jak rychle musíme lakovací linku zásobovat díly. Tento aspekt nazýváme obrátky balení a značíme ho písmenem  $O$ . Proto musíme vypočítat vhodné zavážení lakovací linky, aniž by došlo k jejímu zastavení. Jedna směna na lakovací lince trvá 450 min. Výrobní dávkou rozumíme požadovaný počet ks žádaných zákaznickou logistikou, každý sudý týden v měsíci.

Celkové množství dílů na výrobní dávku jednoho typu výrobku [ks]: (3.2)

$$Q_{dílů} = P_0 * V_{dávka}$$

$P_0$  ... Parametr násobnosti výrobní dávky [-]

$V_{dávka}$  ... Předpokládaná výrobní dávka [ks]

$Q_{dílů}$  ... Celkové množství dílů na výrobní dávku jednoho typu výrobku [ks]

Počet směn na jednu výrobní dávku [směny]: (3.3)

$$N_{směn} = \frac{t * V_{dávka}}{T_{směny} * 60}$$

$N_{směn}$  ... Počet směn na jednu výrobní dávku [ks]

$T_{směny}$  ... Čas směny [min]

$t$  ... Takt [sec]



Nyní si vypočítáme počet obrátek na celkovou výrobní dávku [palety]: (3.4)

$$O_{\text{výr.dávka}} = \frac{Q_{\text{dílů}}}{N_{\text{palety}}}$$

Kde  $O_{\text{výr.dávka}}$  ... Obrátka palet na výrobní dávku [ks]

$N_{\text{palety}}$  ... Počet dílů na paletě [ks]

Název	Množství dílů na výrobní dávku [ks]	P0	Počet dílů za celkovou výrobní dávku [ks]	Počet směn na výrobní dávku [ks]	Počet směn na celkovou dávku [ks]	Obrátky palet na celkovou výrobní dávku [ks]
AKKUDECKEL	9 000	4	36 000	0,8	3	1
AUSSENRAHMEN LINKS GLOSS LACK	3 000	1	3 000	1,0	1	4
BEZEL DAB 15-40 NEW LACK	20 000	1	20 000	1,8	2	4
BLENDE SATURN LACKIERT	4 000	1	4 000	1,6	2	1
FRONTSCHALE LC0025 LACK	2 000	1	2 000	2,5	2	3
GEHØUSEDECKEL	10 000	5	50 000	0,9	4	3
GEHØUSE	20 000	2	40 000	1,6	3	6
INSERT DAB 15-40 NEW LACK	10 000	1	10 000	0,1	0	0
<b>Celkové počty</b>	<b>78 000</b>	<b>16</b>	<b>165 000</b>	<b>11</b>	<b>18</b>	<b>22</b>

Tabulka 3-5 : Výpočet obrátek a počty dílů potřebné pro novou lakovací linku [19]

Z celkových počtů tabulky 3- 5 vidíme, kolik směn je potřeba pro každou výrobní dávku. Abychom dostali přesný počet směn, které jsou potřeba pro vyrobení všech požadovaných dílů, musíme vynásobit zástupce výrobní dávky parametrem P0. Z toho poté plyne, že přesný počet nutných směn pro tuto výrobu, je 18 směn za 14 dní, jelikož na lakovně firmy INOTECH ČR spol. s r.o. je zaveden 2 směnný provoz. Pokud tedy budeme počítat na 10 pracovních dní, 20 směn, tak je lakovací linka vytížená na 90 %. Tudiž zbylé 2 směny nám zbývají na přípravu dílů, údržbu prostoru lakovny a neplánované události. Z tohoto poznatku budeme dále čerpat.

## 4. Výpočet materiálových toků

V tomto bodě nyní budeme řešit, jaké budou materiálové toky do celého prostoru lakovny, tudíž ke všem lakovacím linkám. Vzhledem k tomu, že máme 2 hlavní materiálové toky, které vedou buď přímo či přes mezisklad na hlavní přípravnu materiálů, máme zjednodušený výpočet materiálových toků. Pro pohyb dílů do a i v prostoru lakovny budeme vycházet z plánování výroby pro rok 2016, kde tento údaj získáme od vedení firmy INOTECH ČR spol. s r. o.

### 4.1. Přepravní prostředky k lakovacím linkám

Z tabulky 3-5 vidíme kolik palet, je potřeba pro lakování na 14 dní. Lakovna má jednu hlavní přípravnu dílů a dvě menší přípravní dílů, které jsou využívány dodatečně, kde jsou díly nasazovány na plata pro ruční lakování a linku Nütro a na skidy pro lakovací linku Sprimag. Z tohoto důvodu budeme používat jako výchozí a cílové místo materiálového toku hlavní přípravnu materiálu.

Zde na přípravně dílů jsou díly přiváženy na paletách, popř. pokud je malá lakovací dávka pouze v určitém počtu balení a tyto palety a balení mají své skladovací místo. Na tomto místě jsou z palet odebírány balení dílů a ty jsou dále rozbaleny a díly vyskládány na plata či Skidy.

Poté co se díly vyskládají na plata, musejí být taktéž někde uskladněna. K těmto účelům slouží pojízdné vozíky o rozměrech 850 x 850 mm, na který můžeme vyskládat až 14 plat. Taktéž díly vyskládané pro linku Sprimag na skidy jsou usazovány do vozíků určené pro přepravu skidů. Na jeden tento vozík můžeme vyskládat až 77 skidů.



Obrázek 4-1: Pojízdný vozík s platy s díly pro lakování [19]

Pro tyto vozíky jsou zde již vytvořené uličky, a jelikož zde není tak častý provoz nemusíme tudíž nově toto propočítávat. Proto díky těmto vozíkům dokážeme téměř celou paletu s díly dopravit k začátku lakovací linky, aniž bychom potřebovali tak široké manipulační cesty a potřebný dopravní prostředek jako je např. ruční paletový vozík.

Vzhledem k tomu, že víme přesný počet skidů a plat, které můžeme umístit na každý vozík jednoduchým výpočtem zjistíme jak velký je materiálový tok ke každé lince a zpět od ní.



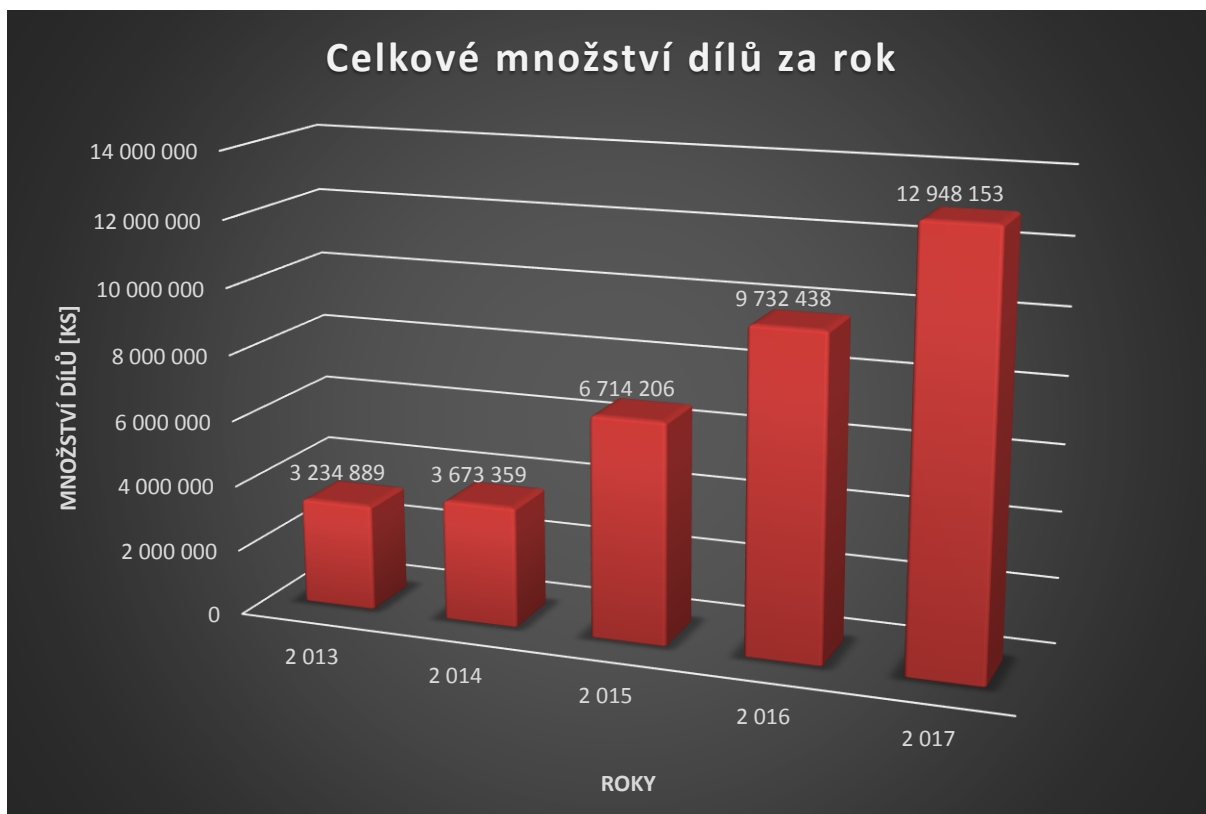
Obrázek 4-2: Pojízdný vozík se skidy s díly pro lakování na lince Sprimag

#### 4.2. Lakované díly v průběhu let

Pro zjištění kompletní vytíženosti cesty přepravovaných dílů, musíme taktéž započítat díly, které jsou potřeba pro výrobu další lakovacích linek. Díky informacím získaných od vedení lakovny ve firmě INOTECH ČR spol. s r. o. nyní víme, jak probíhalo lakování v letech minulých a plánování výroby pro roky budoucí.

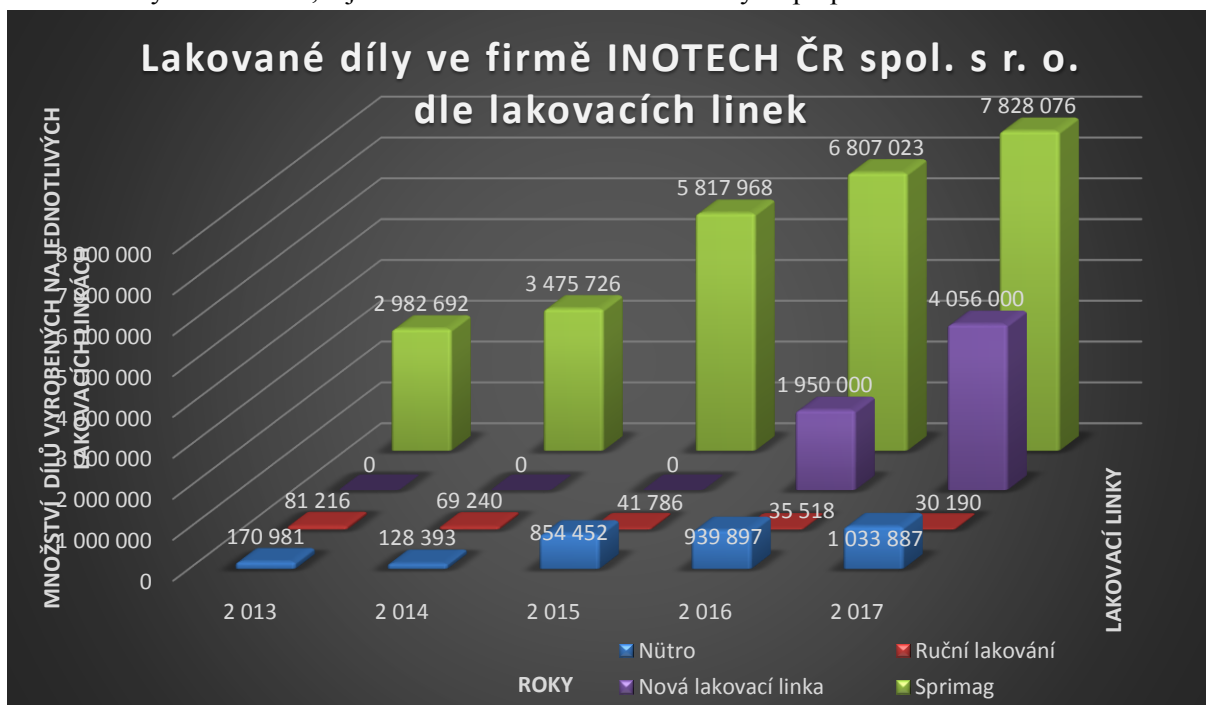
##### a. Celková výroba lakovny

Jako první údaj, který je potřeba, je množství dílů vyrobených na lakovacích linkách v minulých letech a výhled do budoucna. Vycházíme z interních údajů poskytnutých firmou INOTECH ČR spol. s r. o. které sahají od roku 2012.



Graf 4-1: Množství dílů vyrobených v letech minulých a plánovaná výroba ve firmě INOTECH ČR spol. s r.o. [19]

Zde můžeme vidět postupný nárůst výroby ve firmě INOTECH ČR spol. s r.o. Díky tomuto trendu můžeme nyní stanovit, jaké množství dílů musí být přepraveno k lakovacím linkám.



Graf 4-2: Množství dílů vyrobených na jednotlivých linkách

Z grafu 4.2 můžeme vidět, jak probíhalo lakování na jednotlivých linkách v průběhu let minulých a jaký trend výroby plánuje vedení firmy INOTECH ČR spol. s r. o. a v jakém vztahu jsou k sobě provázány různé druhy lakování.

b. *Lakovací zařízení s nízkým profilem „Nütro“ - 800*

U této lakovací linky můžeme sledovat skokový nárůst dílů z let 2014 na 2015, jelikož firma INOTECH ČR spol. s r.o. ke konci roku 2014 obdržela kontrakt na výrobu tlačítek do automobilového průmyslu. V následujících letech plánují již stálé navýšení každý rok přibližně o 10 %.

Z interních údajů firmy INOTECH ČR spol. s r.o. jsme vybrali zástupce, pro lakování na lince 800 a z těchto zástupců a navýšení 10 % vidíme kolik palet je potřeba pro dostatečné zásobování této lakovací linky.

FOSS	Název	Počet dílů vyrobených za rok 2015 * 110% [ks]	Počet dílů na plato[ks]	Počet dílů na vozíku[ks]	Počet vozíků[ks]
113783	LICHTLEITER MI F5X WEISS LACK	105777,1	672	9408	11
112259	TASTERKAPPE LESELICHT LACK	72892,6	140	1960	37
113878	UNLOCK BUTTON LACK	59390,1	840	11760	5
113782	LICHTLEITER BMF4X WEISS LACK	54133,2	672	9408	6
113875	LOCK BUTTON LACK	50871,7	840	11760	4
113882	TRUNK BUTTON LACK	45718,2	840	11760	4
113503	LICHTSCHEIBE 2K POL LACKIERT	43923	84	1176	37
113885	CAR FINDER BUTTON LACK	43707,4	840	11760	4
113268	BUTTON PAO LACK	33431,2	140	1960	17
<b>Celkové počty</b>		<b>509 844,50</b>			<b>126</b>

Tabulka 4-1: Počet vozíků potřebných pro linku Nütro

Zde je nutné podotknout, že na této lakovací lince se lakuje převážná část tlačítek pro automobilový průmysl, proto zde můžeme vidět velké množství dílů ale díky jejich malé objemové náročnosti jich je také mnoho na jednom vozíku a proto zde není tak razantní materiálový tok.

c. *Manuální lakovací linka – 801*

Manuální lakování ve firmě INOTECH ČR spol. s r.o. je využíváno jako doplňková část lakování. Kvůli vyšší zmetkovitosti se ruční lakování využívá pouze pro malé série (maximálně stovky kusů) nebo vzorování. Je vidět, že trend využívání manuálního lakování pomalu klesá každým rokem přibližně o 15%.

FOSS	Název	Počet dílů vyrobených za rok 2015 * 85% [ks]	Počet dílů na plato[ks]	Počet dílů na vozíku[ks]	Počet vozíků[ks]
106163	ESSTISCHKNEBEL FARBE SILBER KP	10031,7	120	1680	6
110414	KAPPE NFPA UCF 6/7/9000 LACK 2	4497,35	280	3920	1
110412	KAPPE NFPA UCF 6/7/9000 LACK1	4476,95	280	3920	1
106161	ESSTISCHKNEBEL FARBE SILBER KP	4165,85	120	1680	2
106177	ESSTISCHKNEBEL KURZ MKH VA LAC	1890,4	120	1680	1
110407	KAPPE TOGGLE UCF 7/9000 LACK1	1744,2	140	1960	1
106478	ESSTISCHKNEBEL MKH SILBERKP	1377	120	1680	1
104691	ESSTISCHKNEBEL KURZ MKH LACK1	1157,7	120	1680	1
105468	ESSTISCHKNEBEL FARBE SILBER KP	1071,85	120	1680	1
<b>Celkové počty</b>		<b>30 413</b>			<b>15</b>

Tabulka 4-2: Počet vozíků potřebných pro ruční lakování

Díly použité pro ruční lakování jsou většinou lakovány po velmi malých sériích, tudíž objemová náročnost vozíků zde není tak razantní jak se dalo již očekávat.

d. *Vřetenová lakovací linka Sprimag*

Tato lakovací linka má podobný skokový nárůst v letech 2014 – 2015 stejně jako linka „Nütro“, díky již zmíněné výrobě tlačítek, ale u této linky se také počítá každým rokem téměř o dvojnásobně větší kapacity výroby dílů díky své technologii. Na této lince je nárůst počítá pro další roky mezi 15 - 17% .

Z interních údajů firmy INOTECH ČR spol. s r.o. jsme vybrali zástupce, pro lakování na lince Sprimag a z těchto zástupců a navýšení 17 % vidíme kolik vozíků je potřeba pro dostatečné zásobování této lakovací linky.

FOSS	Název	Počet dílů vyrobených za rok 2015 * 117% [ks]	Počet dílů na skidu[ks]	Počet dílů na vozíku[ks]	Počet vozíků[ks]
113821	STELLRAD LACKIERT SCHRAMM	765 120	11	847	903
112792	GEHØUSEDECKEL GOLD LACK	624 014	18	1 386	450
112778	AKKUDECKEL GOLD LACK LC0050	586 464	18	1 386	423
113545	KAPPE LI LACK SCHWARZ	437 681	72	5 544	79
113551	KAPPE RE LACK SCHWARZ	373 154	72	5 544	67
113939	BEDIENELEMENT LI LACK GREIGE	246 627	216	16 632	15
113941	BEDIENELEMENT RE LACK GREIGE	216 647	216	16 632	13
111958	GEHØUSE SL4 LACK	206 449	18	1 386	149
112871	VM TASTE PSA LACK SOFT	196 216	30	2 310	85
<b>Celkové počty</b>		<b>3 652 370</b>			<b>2 185</b>

Tabulka 4-3: Počet vozíků potřebných pro linku Sprimag

Zde můžeme vidět největší objem vozíků, ze všech současných lakovacích linek.

e. *Nová lakovací linka*

Pro novou lakovací linku musíme taktéž určit, jaké množství dílů bude přepraveno z hlavní přípravný materiálů k nové lakovací lince pomocí vozíku s platy.

FOSS	Název	Počet dílů za rok [ks]	Počet dílů na platě [ks]	Celkové množství dílů na jednom vozíku [ks]	Množství vozíku za rok [ks]
111401	AKKUDECKEL	900 000	50	700	1 286
113416	AUSSENRAHMEN LINKS GLOSS LACK	75 000	16	224	335
114268	BEZEL DAB 15-40 NEW LACK	500 000	56	784	638
110394	BLENDE SATURN LACKIERT	100 000	14	196	510
111614	FRONTSCHALE LC0025 LACK	50 000	6	84	595
111958	GEHØUSEDECKEL	1 250 000	50	700	1 786
112792	GEHØUSE	1 000 000	60	840	1 190
114720	INSERT DAB 15-40 NEW LACK	250 000	432	6 048	41
<b>Celkové počty</b>		<b>1 950 000</b>			<b>6 381</b>

Tabulka 4Chyba! V dokumentu není žádný text v zadaném stylu.-4: Počet vozíků potřebných pro novou lakovací linku

U této linky pro rok 2016 nemůže počítat celý rok, jelikož linka bude vyrábět, až od půlky roku. Proto celkové množství vozíků bude tvořit pouze polovina našeho výpočtu.

Vzhledem k velkému množství lakovaných dílů byli analyzovány pouze zástupci těchto dílů. Tito zástupci u linek Nütro a Sprimag tvoří více jak 50% celkové výroby. Tudíž u těchto linek budeme počítat s dvojnásobným materiálovým tokem než je uveden v tabulkách 4-1 a 4-3..

### 4.3. Počet palet za rok

Pro zásobování celé lakovny potřebujeme zjistit kolik palet za rok je nutno přivést do prostoru lakovny. Tyto palety jsou dále roztrženy na hlavní přípravně dílů a nasazeny na potřebné nosiče k jednotlivým linkám za rok.

Lakovací linka	Počet palet za rok [ks]	Počet palet za týden [ks]	Počet palet za měsíc [ks]
800	21,1	0,42	1,76
801	6,3	0,13	0,52
802	359,8	7,20	29,98
Nová lakovací l.	550,3	11,01	45,85
<b>Celkové počty</b>	<b>937,4</b>	<b>18,75</b>	<b>78,12</b>

Tabulka 4-5: Celkové zásobování lakovny

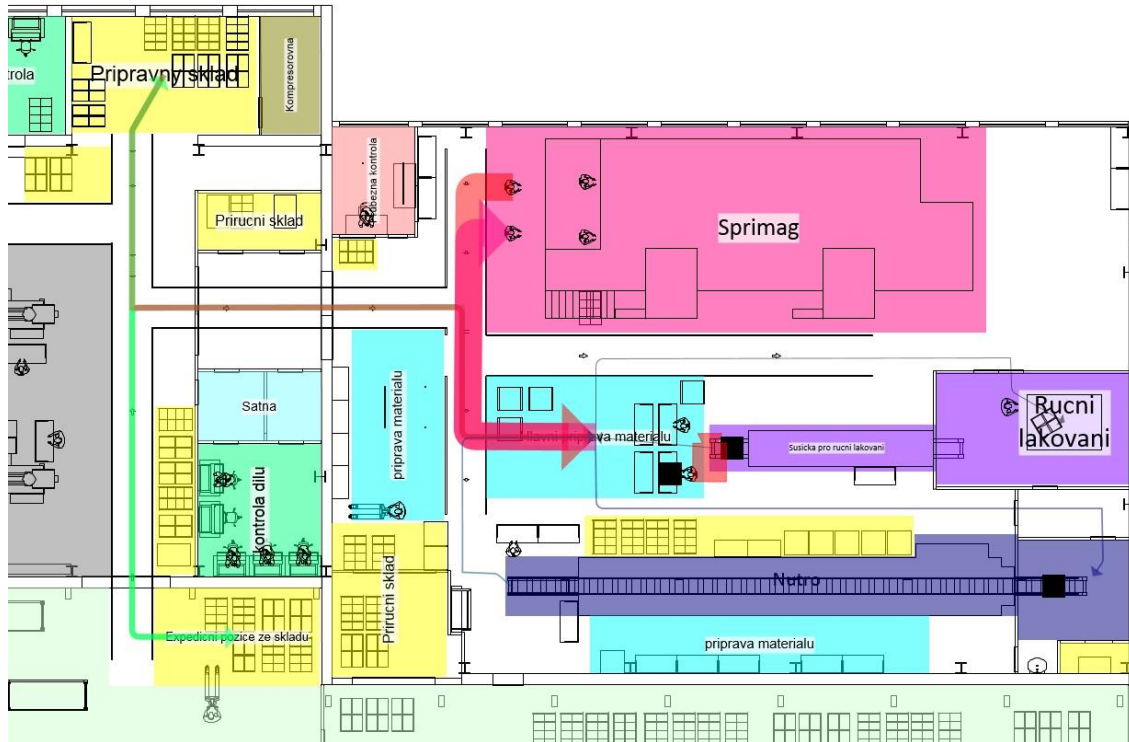
Ze všech těchto údajů jsme nyní schopni vytvořit v programu VisTable materiálové toky v prostoru lakovny ve firmě INOTECH ČR spol. s r.o. a poté porovnat rozdíly v navržení usazení nové lakovací linky do stávajícího layoutu.





### 5.1. Aktuální řešení lakovny

Na obrázcích č. 5-3 a č. 5-4 je 2D pohled a 3D pohled na aktuální řešení prostoru lakovny. Z tohoto aktuálního stavu budeme dále vycházet pro návrhy několika typů uspořádání a možností materiálových cest.



Obrázek 5-3: Aktuální stav lakovny firmy INOTECH ČR spol. s r. o.



Obrázek 5-4: Aktuální stav lakovny firmy INOTECH ČR spol. s r. o.

## 5.2. Návrh řešení č. 1

Jako první variantu řešení jsme zvolili posunutím stávajícího místa ručního lakování s jeho zachováním pro možné další ruční lakování. Ruční lakování tedy nahradíme novou lakovací linkou bez přidružení sušící linky z ručního lakování.

Kladem této varianty je snížení nároků nové lakovací linky na prostor a zachování ručního lakování, které se může nadále využívat.

Velkým omezením tohoto řešení je omezenost použití této nové lakovací linky pouze pro UV laky, což by do budoucna mohlo vytvořit systémové problémy, jelikož stálost produktů se samotnými UV laky není jednoznačně zaručena. Dalším omezením bude při zachování ručního lakování manipulační prostor, který se bude muset zredukovat kvůli přidání této lakovací linky.



Obrázek 5-5: Návrh řešení č. 1 – 2D pohled



Obrázek 5-6: Návrh řešení č. 1 - 3D pohled

Jako dopravní cestu materiálu k přípravě a poté k lakovací lince budeme brát aktuální dopravní cestu, která vede přes vstříkovnu a spojovací prostor přes dvoje vrata.

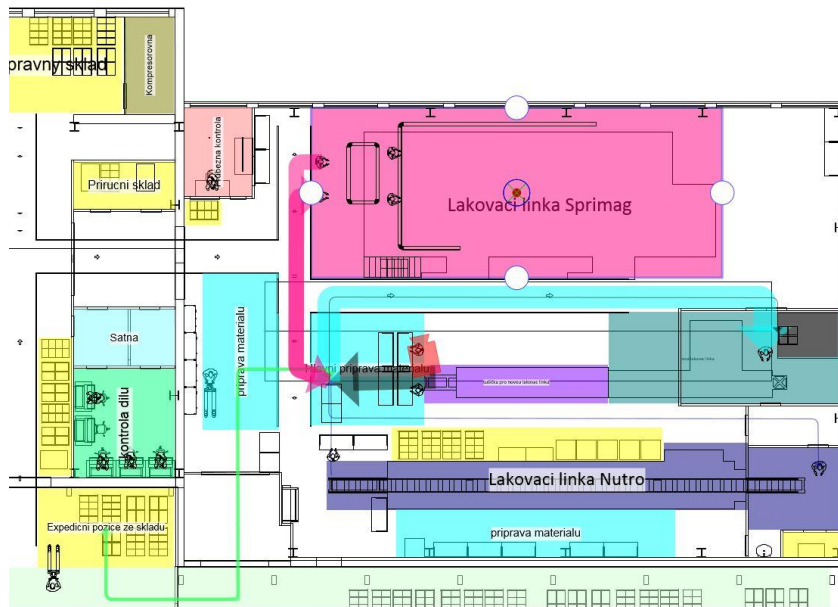






### 5.5. Návrh řešení č. 4

Jako poslední variantu řešení vložení lakovací linky a cestu materiálu k této lince částečně spojíme dvě předchozí řešení a tj.: novou lakovací linku vložíme na nynější místo ručního lakování stejně jako v řešení č. 1 a 3, ale budeme brát tok materiálů z řešení č. 2 tudíž přes starší sklad a spojovací prostor přes dvoje vrata v pravé části lakovny, kde je tento prostor nyní využíván jako příruční sklad materiálu.



Obrázek 5-11: Návrh řešení č. 4 – 2D pohled



Obrázek 5-12: Návrh řešení č. 4 – 3D pohled

V tomto návrhu navíc ponecháme možnost ručního lakování, tudíž zůstanou všechny linky provozu schopné i při zachování možnosti vzorkování dílů.

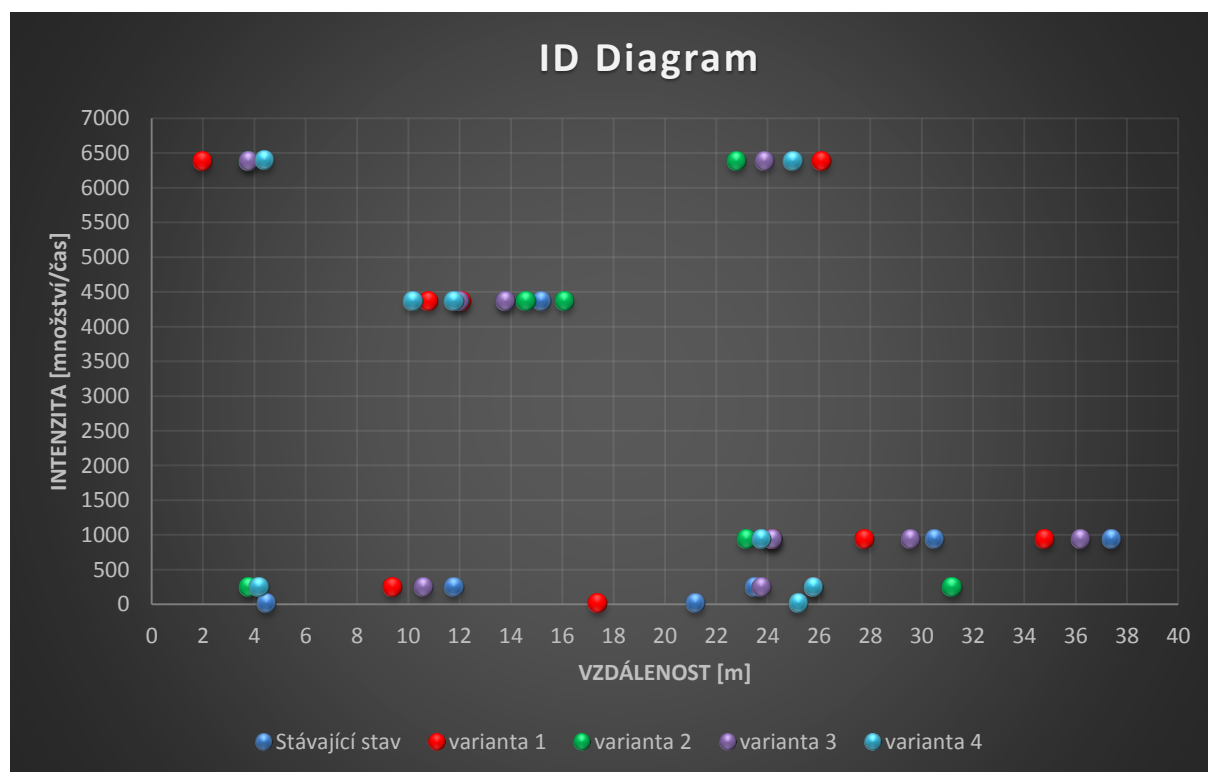
## 6. Umístění nové lakovací linky do layoutu

V této části již porovnáme výsledky předchozích návrhů, které jsme vytvořili v programu VisTable. Tyto návrhy, byli konzultovány, s vedením lakovny ve firmě INOTECH ČR spol. s r.o. a byla porovnávána celková přepravní vzdálenost a celková intenzita vůči vzdálenosti na velikosti materiálového toku. Jako výstupním parametrem pro porovnání materiálových toků bereme stávající řešení a tudíž dostane hodnotu 100 %.

	Celková vzdálenost [m]	intenzita	Pořadí [%]	Pořadí
<i>Stávající řešení</i>	<b>182</b>	<b>221 190</b>	<b>100</b>	<b>/</b>
<i>Návrh č. 1</i>	<b>190</b>	<b>368 068</b>	<b>166</b>	<b>3</b>
<i>Návrh č. 2</i>	<b>139</b>	<b>357 859</b>	<b>162</b>	<b>2</b>
<i>Návrh č. 3</i>	<b>177</b>	<b>380 810</b>	<b>172</b>	<b>4</b>
<i>Návrh č. 4</i>	<b>154</b>	<b>340 490</b>	<b>154</b>	<b>1</b>

Tabulka 6-1: Výsledné pořadí návrhů

Jako nejlepší návrh nám díky tomuto porovnání vychází návrh číslo 4. Tato varianta nám splňuje všechny kladené požadavky, obsahuje nejmenší materiálové toky oproti ostatním návrhům a díky ponechání ručního lakování může firma INOTECH ČR spol. s r.o. i nadále vzorovat a lakovat malé série.



Z ID diagramu můžeme vidět, že veliké množství výrobků musíme převážet ke vkládání do lakovací linky Nütro a k nové lakovací lince. Tyto materiálové toky jsou nevyhovující, ale tyto hodnoty jsou zároveň kompenzovány velmi krátkou vzdáleností od vyndávání dílů z linek. Proto tyto vzdálenosti mohou být akceptovány.



Obrázek 6-2: 3D pohled varianty č. 4



## 7. Závěr a vyhodnocení

Cílem této bakalářské práce bylo prohloubení znalostí materiálových toků a problematiky prostorového řešení a aplikování těchto znalostí k navržení prostoru lakovny a usazení nové lakovací linky ve firmě INOTECH ČR spol. s r.o..

Hlavním přínosem této práce bylo propočítání materiálových toků fungujících v aktuálním řešení lakovny, které jsou poté upraveny při přidání nové lakovací linky a zaneseny do programu Vistable, kde byl vymodelován prostor celé výrobní haly i s přidruženými skladovacími prostory. Před samotným vymodelováním bylo potřebné zjistit nutná přepravní množství k jednotlivým lakovacím linkám tak, aby linky byly dostatečně zásobovány, přepravní prostředky a prostor pro přeskládání polotovarů na nosiče pro lakování. Dále jsme museli zjistit, jaké díly jsou vhodné pro lakování na nové lakovací lince, což jsme museli stanovit z několika parametrů, které si stanovilo vedení ve firmě INOTECH ČR spol. s r.o.. Pro tyto díly a novou lakovací linku bylo dále propočítáno jaké množství a za jakou dobu bude nalakováno a jak velké množství je linka dodávat během dvou pracovních týdnů. Díky těmto informacím jsme mohli prostory tzv. „Staré haly“ vymodelovat a zanést do těchto modelů potřebné informace. Jako výstupní data jsme brali z aktuálního stavu prostoru lakovny a stávajícího materiálového toku. Tento aktuální stav jsme poté upravili na čtyři rozdílné varianty, jak v různém umístění lakovacích linek, tak návrhu nového materiálového toku, který několika násobně zkrátí jak čas, tak vzdálenost potřebnou pro manipulaci s polotovary tak i hotovými výrobky. Tyto varianty byly navrženy po domluvě s vedením lakovny a návrhy byli koncipovány tak, aby co nejméně narušili chod celé lakovny v průběhu přidávání nové lakovací linky.

V kapitole 6. jsme již porovnali a vyhodnotili jednotlivé návrhy řešení, které jsme vymodelovali a z těchto návrhů nám jako nejlepší vyšel návrh č. 4. Toto uspořádání lakovny má nesporně nejvíce výhod jako jsou ponechání ručního lakování, které je potřebné pro vzorování či lakování malých sérií, ponechání ostatních linek na svých místech a tudíž ušetření nákladů s manipulacemi a předání přívodů energií spolu s nezastavením výroby na těchto linkách či již zmíněním hlavním přínosem a to vytvoření nového materiálového toku, který již nevede přes prostor vstříkovny a díky tomu již i ušetření prostoru potřebného příručního skladu pro zásobování lakovny.

Jako poslední bod jsme vytvořili ID diagram, který nám ukazuje porovnání materiálových toků ke každé lince u všech návrhů řešení spolu s aktuálním stavem lakovny.

**Toto řešení bylo představeno vedení firmy INOTECH ČR spol. s r.o., které poznatky z této práce hodnotí jako přínosné a dle varianty č. 4 je nyní budován nový koncept lakovny v této firmě.**

## ZDROJE

- [1] ŠIMON, M., MILLER, A., ČECHOVÁ, L., ČERNÝ, Z. VYZTYMDP : *Logistika a DP, e-book*. Plzeň: ZČU-KPV, 2012. ISBN 978-80-87539-13-2.
- [2] ŠIMON, M., TRNKOVÁ, L. ŽIVDIG: *Logistika, e-book*. Plzeň: ZČU-KPV, 2013. ISBN 978-80-87539-35-4, ISBN 978-80-87539-36-1.
- [3] VÁCHAL, J., VOCHOZKA, M. *Podnikové řízení*. Praha: GradaPublishnig, a.s., 2013. 688s., ISBN:978-80-2474-642-5.
- [4] TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. *Řízení výroby a nákupu*. Praha : GradaPublishing, a.s., 2007 384s., ISBN:978-80-247-7017-8.
- [5] BUREŠ, M. ŠRAJER, V., GÖRNER, T. VYZTYMDP : *Projektování výrobních systémů a DP, e-book*. Plzeň: ZČU-KPV, 2012. ISBN 978-80-87539-10-1.
- [6] KEŘKOVSKÝ, M., VALSA, O. *Moderní přístupy k řízení výroby*. Praha: Nakladatelství C.H.Beck, s.r.o., 2012. 154s., ISBN: 978-80-7179-319-9.
- [7] MILLER, A., BUREŠ, M., ŠRAJER, V., PEŠL, J. ŽIVDIG: *Projektování výrobní základny, e-book*. Plzeň: ZČU-KPV, 2013. ISBN 978-80-87539-30-9.
- [8] KOPEČEK, P., MALAGA, M. VYZTYMDP: *Plánování a řízení výroby a DP, e-book*. Plzeň: ZČU-KPV, 2012. ISBN 978-80-87539-14-9.
- [9] MILLER, A. a kol. ŽIVDIG : *Projektování výrobní základny - praktická část, e-book*. Plzeň: ZČU-KPV, 2013. ISBN 978-80-87539-31-6.
- [10] <http://www.inotech.de> Oficiální web skupiny INOTECH GRUPPE,
- [11] <http://www.inotech.cz>, Oficiální web skupiny INOTECH GRUPPE,
- [12] <http://www.cs.wikipedia.org>
- [13]<http://vydavatelstvi.vscht.cz> Oficiální web skupiny
- [14] HORALÍK, P., *Prostorové uspořádání linky –Bakalářská práce*, Plzeň: ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI, 2014.
- [15] Fa. TRUMPF, *Aplikační školení popisování laserem-základní podklady*, TCHL581js020102, 2002
- [16]KOSTELNÝ , V. POLÁŠEK, P. MILLER, A.: *1. -2. cvičení - Výpočty, e-book*. Plzeň: ZČU-KPV, 2013. ISBN 978-80-87539-31-6.
- [17] <http://www.digipod.zcu.cz> , Oficiální web digitalfactory FST/KPV
- [18]<http://www.studentske.cz> , Oficiální web.
- [19] Fa. INOTECH ČR, Interní dokumentace: Tachov 2014
- [20] [www.utb.cz/file/35242\\_1\\_1/](http://www.utb.cz/file/35242_1_1/) *prostorové uspořádání pracoviště*, Vstup a úkoly pro 6. Kapitulu: *PROSTOROVÉ USPOŘÁDÁNÍ PRACOVIŠŤ*, Oficiální web UTB.

[21] Bc.LENC, J., *Optimalizace prostorového uspořádání pracoviště – Diplomová práce*, Plzeň: ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI, 2012.

[22] HLAVENKA, B., *Projektování výrobních systémů*, Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. 80-214-2871-6.

[23] EDL, M., *Přednášky a cvičení z předmětu KPV/PRT COUSEWARE*, Plzeň: ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI, 2007.

## **PŘÍLOHA**

**Layouty výrobních a nevýrobních prostor tzv. „Staré haly“ ve firmě  
INOTECH ČR spol. s r.o.**

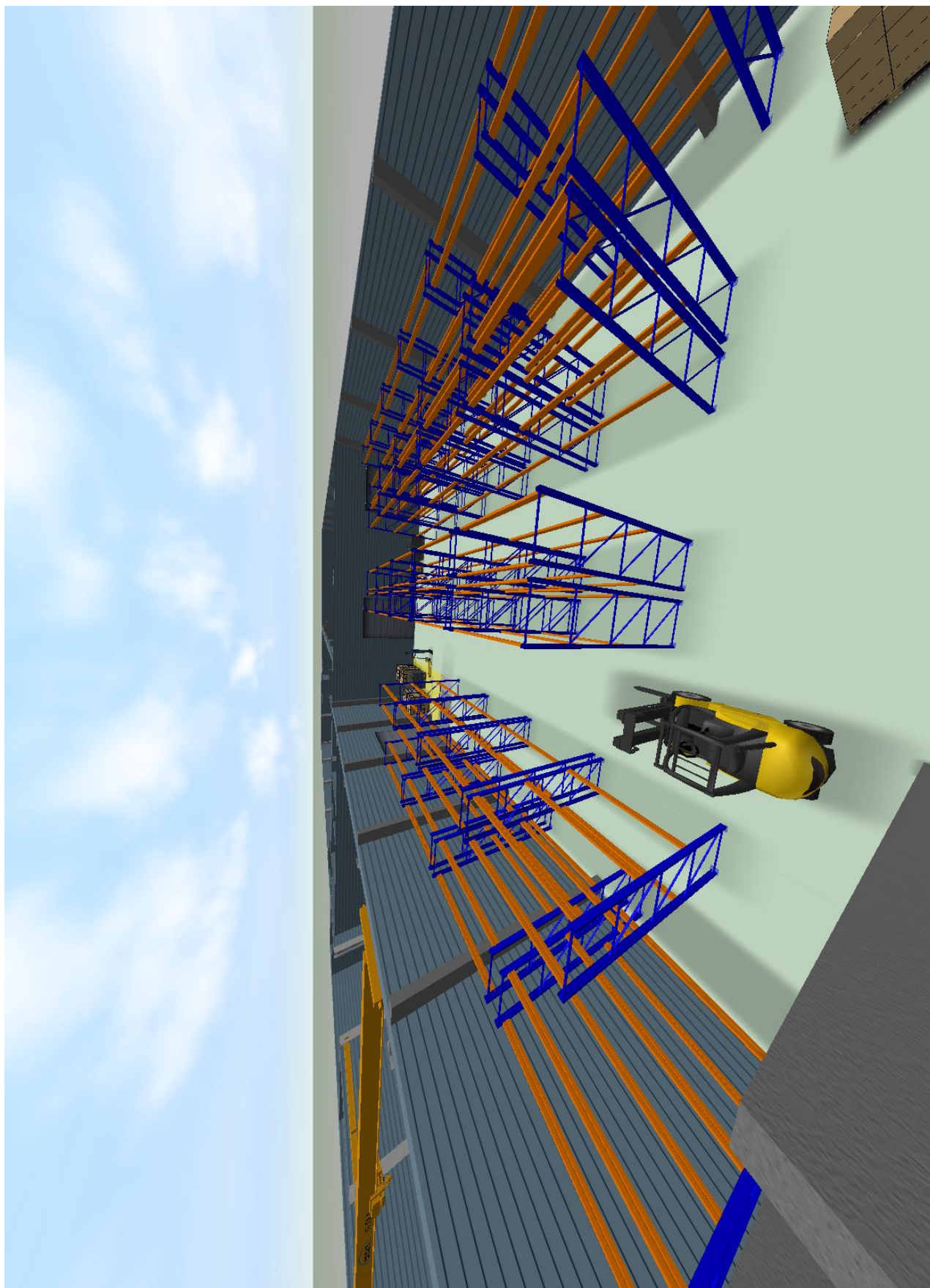


Obrázek I: Layout vstříkovny v prostoru tzv. „Staré haly“



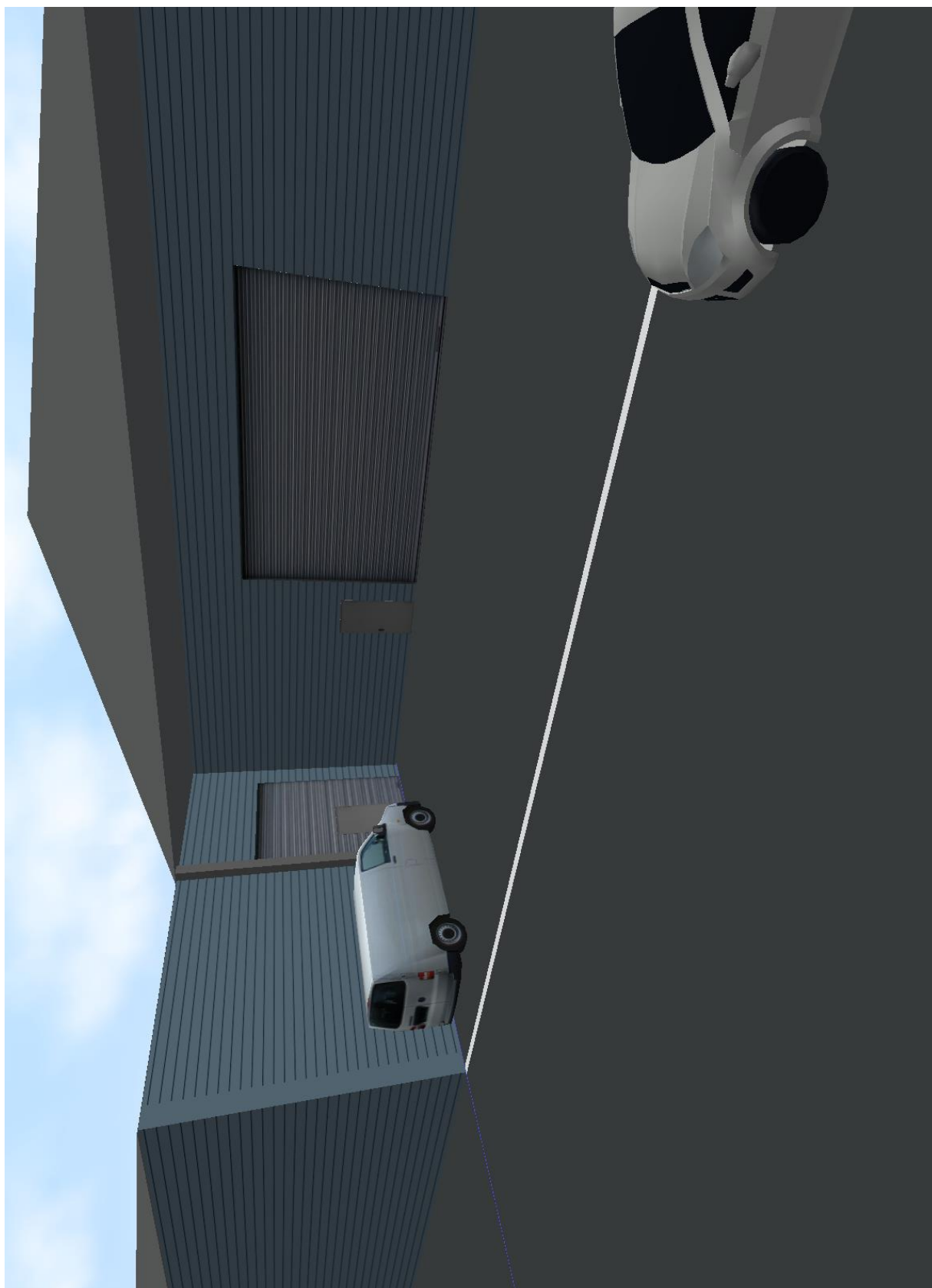


Obrázek II: 3D pohled prostoru tzv. „Staré haly“



Obrázek III: 3D pohled do prostoru skladu na tzv. „Staré hale“





Obrázek IV: 3D pohled na tzv. „Starou halu“



