

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: N 2301 Strojní inženýrství  
Studijní zaměření: Průmyslové inženýrství a management

## **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Optimalizace uspořádání výrobních linek s ohledem na produktivitu  
práce

Autor: **Bc. Richard SLADKÝ**  
Vedoucí práce: **Doc. Ing. Jana Kleinová, CSc.**

Akademický rok 2018/2019

## **Poděkování**

Rád bych tímto poděkoval vedoucí diplomové práce Doc. Ing. Janě Kleinové, CSc. za pomoc a odborné vedení při vypracování této práce.

Také bych chtěl poděkovat mému konzultantovi Ing. Matějovi Kseňákovi a kolegovi Ing. Julienu Sorlinovi ze společnosti Faurecia Automotive Czech Republic s.r.o. za věcné připomínky a poskytnuté informace.

Dále bych chtěl poděkovat své rodině a nejbližším za jejich podporu.

### **Prohlášení o autorství**

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

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

V Plzni dne: .....

.....

## ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	<b>Příjmení</b> Sladký	<b>Jméno</b> Richard	
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	N2301 „Průmyslové inženýrství a management“		
<b>VEDOUcí PRÁCE</b>	<b>Příjmení (včetně titulů)</b> doc. Ing. Kleinová, CSc.	<b>Jméno</b> Jana	
<b>PRACOVISŤE</b>	ZČU - FST - KPV		
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<del><b>BAKALÁŘSKÁ</b></del>	<b>Nehodící se škrtněte</b>
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Optimalizace uspořádání výrobních linek s ohledem na produktivitu práce		

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KPV	<b>ROK ODEVZD.</b>	2019
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

### POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	68	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	54	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	14
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

<p><b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b></p> <p><b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b></p>	<p>V teoretické části této diplomové práce jsou vysvětleny pojmy výroba, výrobní linka a produktivita práce. V praktické části se nachází analýza současného stavu, tedy popis obou zkoumaných výrobních linek a definování hlavních problémů a nedostatků stávajícího prostorového uspořádání. Dále se v práci nachází návrh nového prostorového uspořádání, díky kterému dochází ke snížení materiálových toků, redukci místa a zvýšení produktivity práce. V závěru práce se nachází porovnání úspor a nákladů na realizaci navrhovaného řešení a také výpočet doby návratnosti investice.</p>
<p><b>KLÍČOVÁ SLOVA</b></p> <p><b>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b></p>	<p>Layout, prostorové uspořádání, výroba, produktivita práce, materiálový tok.</p>

**SUMMARY OF DIPLOMA SHEET**

<b>AUTHOR</b>	<b>Surname</b> Sladký	<b>Name</b> Richard	
<b>FIELD OF STUDY</b>	N2301 „Industrial Engineering and Management“		
<b>SUPERVISOR</b>	<b>Surname (Inclusive of Degrees)</b> doc. Ing. Kleinová, CSc.	<b>Name</b> Jana	
<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>	Optimizing production lines with regard to labor productivity		

<b>FACULTY</b>	Mechanical Engineering	<b>DEPARTMENT</b>	KPV	<b>SUBMITTED IN</b>	2019
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

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

<b>TOTALLY</b>	68	<b>TEXT PART</b>	54	<b>GRAPHICAL PART</b>	14
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

<b>BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	The theoretical part of this thesis explains the terms production, production line and labor productivity. In the practical part there is an analysis of the current state, ie the description of both studied production lines and defining the main problems and shortcomings of the existing spatial arrangement. Furthermore, there is a proposal of a new spatial arrangement which reduces material flows, reduces space and increases labor productivity. At the end of the thesis there is a comparison of savings and costs for the implementation of the proposed solution as well as the calculation of the payback period.
<b>KEY WORDS</b>	Layout, spatial arrangement, production, labor productivity, material flow.

## Obsah

Seznam obrázků .....	8
Seznam tabulek .....	9
Úvod.....	10
1. Charakteristika výrobních linek a způsoby jejich uspořádání.....	11
1.1 Definice výroby .....	11
1.1.1 Členění výroby .....	12
1.1.2 Prostorové uspořádání výroby.....	15
1.1.3 P-Q analýza .....	20
1.2 Výrobní linky.....	21
1.2.1 Rozdělení linek.....	22
1.2.2 Prostorové uspořádání výrobních linek.....	22
2. Produktivita práce a faktory ovlivňující její hodnotu.....	25
2.1 Produktivita .....	25
2.2 Typy produktivity .....	25
2.3 Celková produktivita .....	26
2.3.1 Výpočet celkové produktivity .....	26
2.3.2 Faktory ovlivňující celkovou produktivitu.....	26
2.4 Produktivita práce.....	27
2.4.1 Měření produktivity práce .....	27
3. Analýza současného stavu uspořádání výrobních linek .....	29
3.1 Charakteristika společnosti.....	29
3.2 Výrobních linky TIG1 a TIG2.....	29
3.3 Popis linek .....	30
3.4 Přehled vyráběných dílů .....	30
3.5 Současné uspořádání výrobních linek .....	31
3.5.1 TIG1 .....	31
3.5.2 TIG2 .....	35
3.6 Výpočet produktivity práce stávajícího stavu .....	37
3.7 Problémy a nedostatky současného stavu.....	38
4. Návrh nového uspořádání výrobních linek .....	39
4.1 Nové prostorového uspořádání výrobních linek.....	39
4.2 Měření cyklových časů u nového uspořádání.....	41
4.3 Výpočet produktivity nového stavu.....	43

5.	Porovnání stávajícího a nového řešení .....	44
5.1	Změna způsobu balení hotových výrobků .....	44
5.2	Porovnání prostorového uspořádání .....	45
5.3	Porovnání produktivity stávajícího a nového řešení.....	47
5.4	Porovnání materiálových toků vně linky .....	47
5.5	Výpočet úspor, nákladů a doby návratnosti investice .....	49
5.5.1	Náklady .....	49
5.5.2	Úspory .....	49
5.5.3	Doba návratnosti .....	51
5.6	Přínosy navrženého řešení .....	52
	Závěr.....	53
	Bibliografie.....	54
	Přílohy .....	55

## Seznam obrázků

Obrázek 1-1: Výroba jako transformace (3) .....	11
Obrázek 1-2: Základní typy uspořádání pracovišť (5) .....	15
Obrázek 1-3: Individuální (volné) rozmístění (5) .....	16
Obrázek 1-4: Předmětné uspořádání (9).....	17
Obrázek 1-5: Technologické uspořádání (9) .....	18
Obrázek 1-6: Buňkové uspořádání (9) .....	19
Obrázek 1-7: P-Q diagram (8).....	20
Obrázek 1-8: Přímkové uspořádání linky (15).....	22
Obrázek 1-9: Linka do tvaru "U" (15).....	23
Obrázek 1-10: Obdélníková struktura linky (15) .....	23
Obrázek 3-1 Schéma stávající standardizované práce TIG1 .....	32
Obrázek 3-2 Schéma stávající standardizované práce TIG2.....	35
Obrázek 4-1 Schéma nové standardizované práce TIG1+2 .....	40
Obrázek 5-1 Vozík k přepravě dílů .....	44
Obrázek 5-2 Pozice rollingů po spojení linek .....	45
Obrázek 5-3 Materiálový tok skrz linky TIG1 a TIG2 .....	45
Obrázek 5-4 Materiálový tok skrz linku TIG1+2.....	46
Obrázek 5-5 Manipulační trasy před změnou (21).....	48
Obrázek 5-6 Manipulační trasy po změně (21) .....	48



## Seznam tabulek

Tabulka 1-1: Porovnání typů výroby (3).....	14
Tabulka 3-1 Přehled vyráběných dílů TIG1 a TIG2 (21).....	30
Tabulka 3-2 Zkoumání představitelé.....	31
Tabulka 3-3 Cyklové časy 1686285X operátor 1/2 (21).....	33
Tabulka 3-4 Cyklové časy 1686285X operátor 2/2 (21).....	33
Tabulka 3-5 Souhrn cyklových časů linky TIG1 (21).....	34
Tabulka 3-6 Cyklové časy 1203996X operátor 1/2 (21).....	35
Tabulka 3-7 Cyklové časy 1203996X operátor 2/2 (21).....	36
Tabulka 3-8 Souhrn cyklových časů linky TIG2 .....	36
Tabulka 3-9 PPH a DLE stávajícího stavu.....	37
Tabulka 4-1 Cyklové časy 1686285X + 1203996X operátor 1/3 (21).....	41
Tabulka 4-2 Cyklové časy 1686285X + 1203996X operátor 2/3 (21).....	41
Tabulka 4-3 Cyklové časy 1686285X + 1203996X operátor 3/3 (21).....	42
Tabulka 4-4 Souhrn cyklových časů linky TIG1+2 .....	42
Tabulka 4-5 PPH a DLE nového stavu .....	43
Tabulka 5-1 Srovnání cyklových časů .....	46
Tabulka 5-2 Srovnání PPH stávajícího a nového řešení .....	47
Tabulka 5-3 Srovnání DLE stávajícího a nového řešení .....	47

## Úvod

V současné době panuje v oblasti automobilového průmyslu velká konkurence. Z tohoto důvodu je nutné neustále zlepšovat pozici podniku na trhu, ať už využitím nových technologií, informačních systémů či marketingu, ale také díky optimalizaci interních postupů a zvýšení produktivity práce. Aby byl podnik konkurenceschopný, je třeba, aby byla jeho výroba efektivní. Jedním ze způsobů, jak toho dosáhnout, je mít vhodné prostorové uspořádání výrobních zařízení. Díky správnému a optimalizovanému prostorovému uspořádání je podnik schopen zvyšovat i produktivitu práce, tedy vyrábět efektivněji. S vyšší efektivitou výroby souvisí mnohdy i možnost prodávat výrobky levněji, nebo disponovat vyšší výrobní kapacitou, a tím pádem být o krok napřed před konkurenčními podniky.

Za účelem optimalizace prostorového uspořádání výrobních linek s ohledem na produktivitu práce vznikla i tato diplomová práce.

Cílem této práce je shrnutí informací týkajících se výroby, výrobních linek a také produktivity práce. Dále zanalyzovat současný stav dvou výrobních linek v podniku Faurecia Automotive Czech Republic, s.r.o. a navrhnout optimalizaci prostorového uspořádání. Každá změna v podniku by měla být doprovázena určitými přínosy, proto je součástí této práce i vyčíslení úspor a nákladů na navrhované řešení.

# 1. Charakteristika výrobních linek a způsoby jejich uspořádání

V první, teoretické části této práce je nutné nejprve definovat některé základní výrazy a pojmy.

## 1.1 Definice výroby

Pojem výroba v sobě zahrnuje všechny hospodářské činnosti spojené se zajištěním výrobků a služeb. Výrobu lze definovat jako souhrn veškerých činností, které tvoří hodnotu (1).

Základní činností každého podniku je tedy výroba. Ta také ve velké míře ovlivňuje efektivnost hospodaření podniku a jeho konkurenceschopnost (2).

Výroba se rozumí tzv. technologická transformace, při které se přetvářejí vstupy na výstupy. Tato definice je znázorněna na následujícím obrázku (Obrázek 1-1) (3).



Obrázek 1-1: Výroba jako transformace (3)

Vstupy jsou veškeré činitele výroby. Mezi ty základní patří pracovní síla (zaměstnanci), pracovní prostředky (stroje, zařízení, budovy) a pracovní předměty (materiály, suroviny). Dalšími činiteli mohou být například informace, energie nebo okolí podniku.

Transformační proces znázorňuje jednotlivě všechny výrobní procesy, při kterých dochází k propojení výrobních faktorů při dodržení předem stanoveného postupu.

Výstupem transformačního procesu jsou výrobky a služby. Tyto výrobky a služby by měly korespondovat s požadavky odbytového trhu (2).

### 1.1.1 Členění výroby

Výrobu lze členit různými způsoby a podle různých hledisek. Například:

#### Rozdělení dle míry plynulosti technologického procesu

- **Plynulá výroba**

U plynulé výroby jsou často propojeny technologické a manipulační procesy. Jedná se o výrobu nepřerušovanou, velmi často bez jakýchkoli přestávek. Můžeme zde najít vysokou míru automatizace. S tím ale souvisí zvýšené náklady při rozběhu i zastavení výroby. Příkladem plynulé výroby jsou hutě, či chemický průmysl (4).

- **Přerušovaná (diskrétní) výroba**

U tohoto typu výroby se setkáváme s procesy, které jsou přerušovány netechnologickými operacemi (například manipulace a přesun mezi pracovišti). Příkladem přerušované výroby je strojírenství nebo stavebnictví (4).

Toto rozdělení je velmi důležité z hlediska výrobní logistiky. U plynulé výroby jsou technologické a manipulační procesy bezprostředně spojeny a ve velké části plně automatizovány. U přerušované výroby je technologický proces kombinován s manipulačními procesy, pomocí kterých je materiál nebo polotovary přemísťovány z jednoho pracoviště na druhé (5).

#### Rozdělení dle charakteru technologie

- **Mechanická výroba**

U mechanické výroby dochází k mechanické přeměně výrobku. Mění se například tvar produktu.

- **Chemická výroba**

Při chemické výrobě dochází ke změnám vlastností látkové podstaty produktu.

- **Biologická a biochemická výroba**

Při tomto typu výroby se využívá přírodních procesů ke změně látkové podstaty surovin a materiálů. Například v zemědělském nebo potravinářském průmyslu (5).

#### Rozdělení dle typu výroby (opakovatelnosti)

Významnou charakteristikou pro uspořádání a logistiku výrobního systému je typ výroby. Typ výroby charakterizuje výrobu z hlediska množství vyráběných výrobků a také z hlediska počtu jednotlivých druhů vyráběných výrobků. Podle rozsahu a opakovatelnosti rozeznáváme výrobu kusovou, sériovou a hromadnou (4).

- **Kusová výroba**

Tato výroba se vyznačuje zejména velkým počtem různých druhů vyráběných výrobků a zároveň malým množstvím vyráběných výrobků každého druhu (maximálně 10 kusů). Kusová výroba může být buď opakovaná (výroba jednotlivých druhů výrobků se opakuje) nebo neopakovaná. Ve srovnání se sériovou a hromadnou výrobou se průběh výrobního procesu kusové výroby neustále mění. Výroba je nepravidelná s náročnou konstrukcí. S tím souvisí i vysoké nároky na kvalifikované pracovníky. Dalším problémem kusové výroby jsou dlouhé dodací lhůty a nemožnost předpovědi požadavků zákazníků. Kusová výroba využívá zejména univerzální stroje a zařízení s technologickým uspořádáním pracovišť (6).

**Typy kusové výroby:**

- Výroba dle projektu – atypické výrobní haly, mosty atd.
- Výroba na zakázku – dle specifikací zákazníka.
- Výroba na stavbě – výrobní činitelé se přemisťují k výrobku (budovy atd.) (7).

- **Sériová výroba**

U sériové výroby se již setkáváme s větším množstvím výrobků jednoho druhu. Opakovaná výroba probíhá v sériích (dávkách), z čehož také vyplývá název. Při tomto druhu výroby se velmi často používají standardizované součásti či díly. Významným způsobem se také zapojují moderní technologie, automaty, roboty nebo montážní linky. Sériová výroba neklade již tak velký důraz na kvalifikaci zaměstnanců. Průběh výroby je stabilnější, méně proměnlivý, avšak je nezbytné přesné plánování a řízení výroby i navazující logistiky. To dnes velmi často zajišťuje specializovaný software (4), (8).

**Typy sériové výroby:**

- Malosériová
- Středně sériová
- Velkosériová

Velikost série není pevně stanovena a je liší se v závislosti na výrobním odvětví (5).

- **Hromadná výroba**

Hromadná výroba je charakterizována výrobou malého počtu druhů výrobků v „neomezeném“ množství (jednoduchá hromadná výroba). To znamená, že se stejný výrobní proces nepřetržitě opakuje, bez stanovení jeho konce. Je také možné vyrábět více druhů výrobků vedle sebe (vícesortimentní hromadná výroba). Zpracování výrobků je jednoduché a často je tedy využíváno montážních linek s vysoce specializovanými stroji. Tato výroba neklade vysoké nároky na kvalifikaci pracovníků. Produktivita práce je u tohoto typu výroby velmi vysoká. Pro zajištění potřebné efektivity se nejvíce hodí předmětné uspořádání pracovišť s vysokou úrovní automatizace (8).

Na následující stránce je uvedena tabulka (Tabulka 1-1) se stručným porovnáním jednotlivých typů výroby:

<b>Ukazatel</b>	<b>Kusová výroba</b>	<b>Sériová výroba</b>	<b>Hromadná výroba</b>
Množství výrobků jednoho typu za rok	desítky	sta až tisíce	statisíce
Počet druhů výrobků	stovky	desítky	kusy
Počet typů výrobků	desítky	3 – 10	1 – 3
Opakování výroby výrobku téhož typu	nepřavidelné, případně žádné	pravidelné (např. měsíční)	nepřetržitá výroba (několik měsíců až roky)
Uspořádání dílen	technol., výjimeč. předmětné	předmětné, někdy technol.	předmětné
Výrobní a dopravní zařízení	univerzální, unikátní	univerzální, někt. součásti na linkách	specializ., jednoúčel. linky
Kvalifikace dělníků	velmi vysoká	dobrá	nízká, jen zaučení
Průběžná doba výroby	měsíc – rok	týden – měsíc	den – týden
Specializace pracovišť	malá	částečná	úplná
Možnost změny výrobního programu	snadná	obtížná	velmi obtížná
Plánování a řízení	náročné	středně obtížné	snadné
Využití vyr. zařízení	nízké	dobré	vysoké
Náklady na jednici	vysoké	poměrně nízké	nízké
Vyr. zásoby	relativně vysoké	malé	minimální
Mat. toky	dlouhé	krátké	minimální

Tabulka 1-1: Porovnání typů výroby (3)

### 1.1.2 Prostorové uspořádání výroby

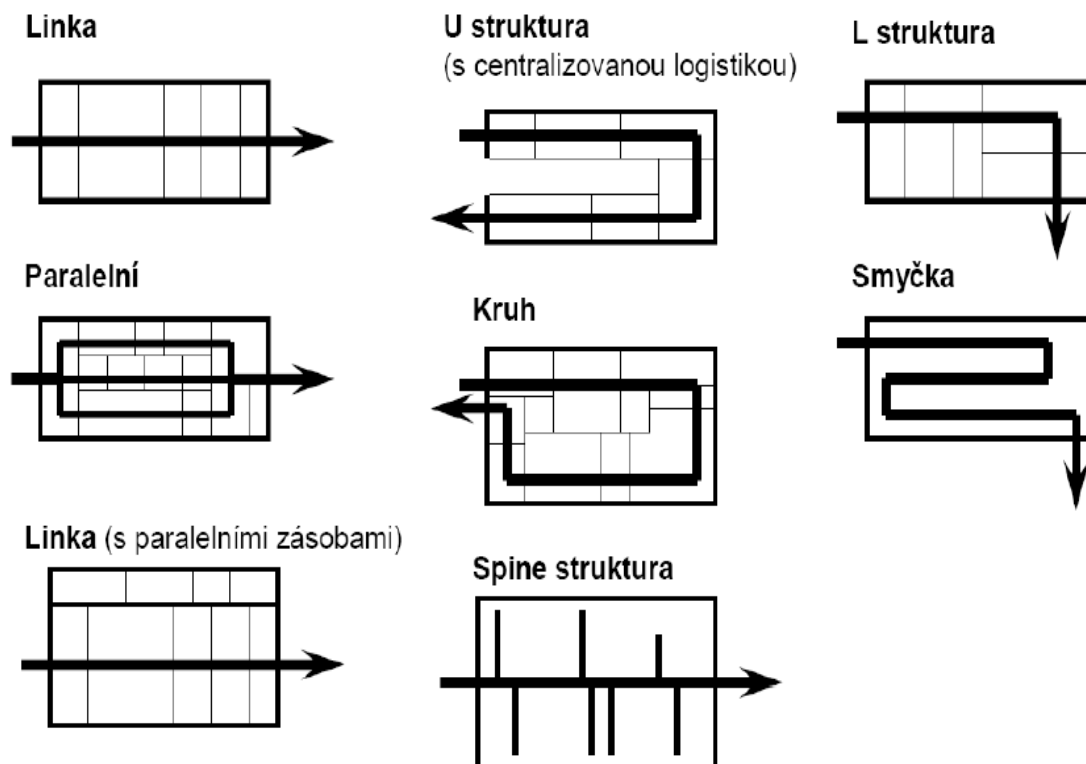
Uspořádání jednotlivých pracovišť je důležitou částí při navrhování výrobního systému. Uspořádání pracovišť musí zabezpečit: přehlednost výrobního procesu, vytvoření pracovních podmínek s požadavky na bezpečnost a hygienu, snadné řízení, úsporu výrobní plochy, pružnost a možnost změn v budoucnosti, efektivnost výroby a přímý materiálový tok (9).

Při navrhování prostorového uspořádání je důležité především:

- typ a úroveň výroby
- technologický postup
- vnitropodniková specializace, stupeň standardizace
- minimalizace nákladů na instalaci a případnou demontáž pracoviště
- hlavní materiálový tok (3), (9)

#### Tvar materiálových toků

Existuje několik základních typů materiálových toků v provozních plochách. Při návrhu prostorového uspořádání je nutné uvažovat vhodný tvar materiálového toku. Různé tvary jsou zobrazeny na následujícím obrázku (Obrázek 1-2):



Obrázek 1-2: Základní typy uspořádání pracovišť (5)

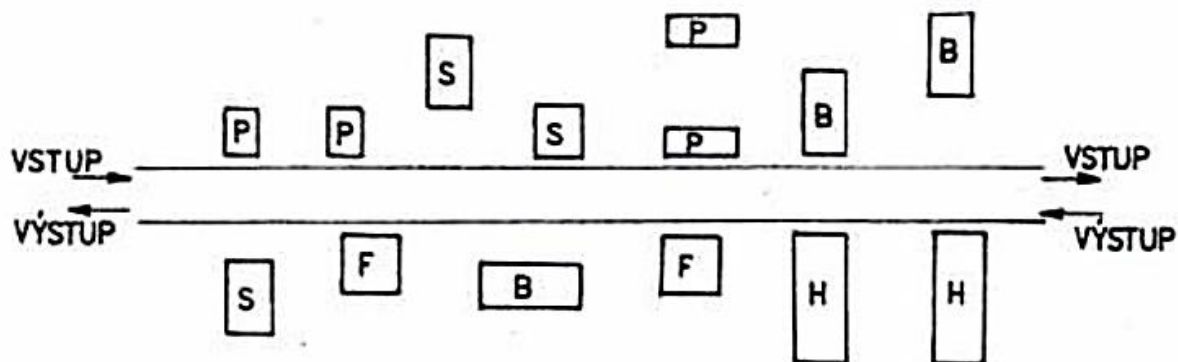
**Základní typy uspořádání výrobního procesu:**

- Individuální (volné)
- Skupinové
  - Předmětné
  - Technologické
  - Buňkové
- Pohyblivé

- **Individuální (volné) rozmístění pracovišť**

Stroje a pracoviště jsou uspořádány v dílně „náhodně“. Používá se především v kusové výrobě, kde nelze nebo není vhodné seskupovat výrobní zařízení do skupin. Využívá se v jednoduché výrobě, opravách, prototypové dílně, laboratořích atd. Tento způsob uspořádání je dnes již prakticky nevyhovující a setkáme se s ním pouze výjimečně (10).

Příklad volného rozmístění je na následujícím obrázku (Obrázek 1-3):



Obrázek 1-3: Individuální (volné) rozmístění (5)

- **Skupinové rozmístění pracovišť**

Zařízení, stroje a obsluha jsou u tohoto typu rozmístění pracoviště seskupeny podle výrobního postupu (předmětné uspořádání) nebo podle technologické výroby (technologické uspořádání). Objevuje se ve složitějších výrobních procesech (10).

### **Předmětné uspořádání**

Jedná se o seskupení technologicky odlišných pracovišť, určených k výrobě technologicky podobných výrobků. Výrobek postupuje od jednoho stroje k druhému a postupně jsou za sebou provedeny všechny potřebné operace. Předmětné uspořádání je vhodné pro hromadnou a velkosériovou výrobu.

Příkladem může být výrobní linka. Typické názvy výrobních úseků u tohoto uspořádání jsou například: ozubená kola, motorárna, převodovky, hřídele, karosárna, výfuky, nářadovna atd.



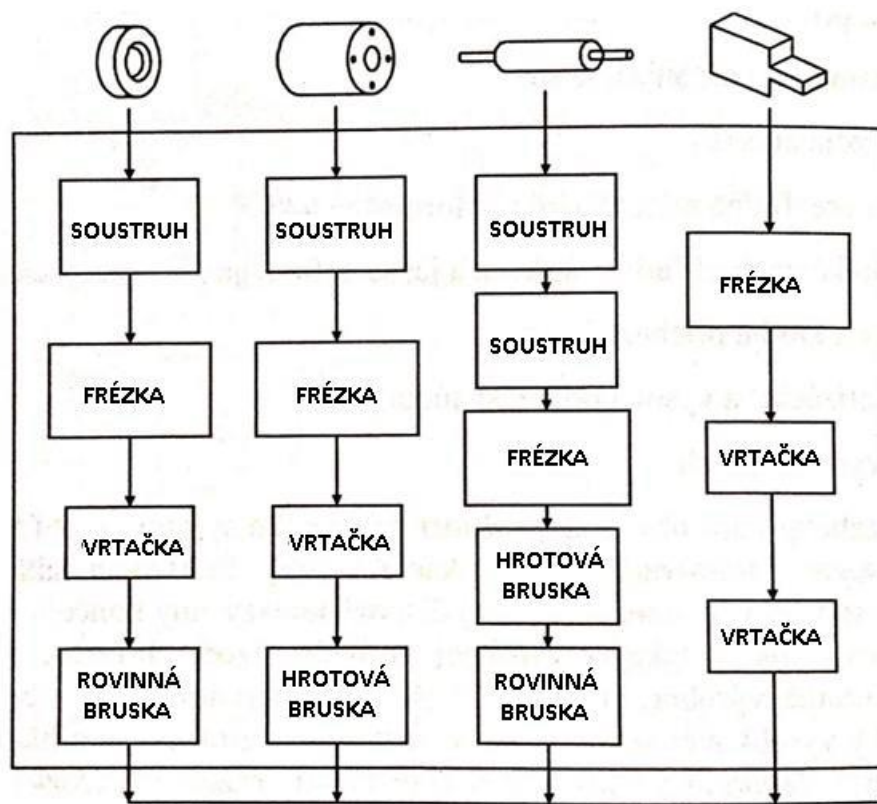
**Výhody předmětného uspořádání:**

- umožňuje vysokou efektivitu výroby
- krátké a přehledné dopravní cesty mezi pracovišti
- krátké průběžné doby
- nižší nároky na prostor
- menší potřeba meziskladů
- menší objem rozpracované výroby
- nižší nároky na přípravu výroby
- nižší nároky na řízení výroby

**Nevýhody předmětného uspořádání:**

- práce bývá velmi jednotvárná (pracovníky práce nenaplňuje)
- obtížné řešení možných výpadků zařízení
- obtížné řešení kapacitních obtíží
- vyšší nároky na univerzální kvalifikace obsluhy
- náročná údržba a složité opravy speciálních strojů a zařízení
- složitější změna verze (3), (4), (10)

Na následujícím obrázku (Obrázek 1-4) je vidět příklad předmětného uspořádání:



Obrázek 1-4: Předmětné uspořádání (9)

### Technologické uspořádání

Stroje jsou uspořádány podle operací v technologických postupech, které jsou slučovány podle podobnosti. Výrobek se posouvá z jednoho pracoviště na druhé. Množství jednotlivých druhů vyráběných součástek je zde tak velké, že není možné určit jednotný směr materiálového toku. Technologické uspořádání se nejčastěji objevuje v kusové a malosériové výrobě.

Typické názvy výrobních úseků u tohoto uspořádání jsou např.: obrobna, lisovna, kovárna, slévárna, svařovna, montáž, balení, expedice atd.

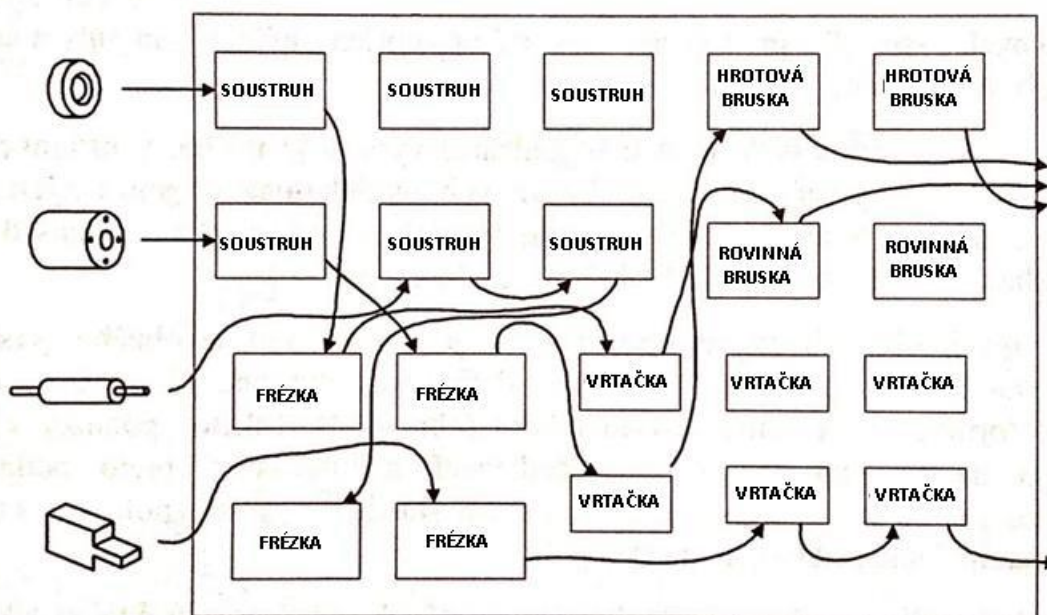
#### Výhody technologického uspořádání:

- možnost obsluhy více strojů, zejména NC strojů a automatů
- snadná záměna pracovišť (poruchy strojů nejsou tak fatální)
- snadnější údržba
- lepší kapacitní využití
- jednodušší změna verze
- podpora růstu kvalifikace pracovníků

#### Nevýhody technologického uspořádání:

- náročné operativní řízení výroby
- delší dopravní trasy
- nutnost většího množství meziskladů
- potřeba univerzálnějších výrobních zařízení
- vysoké nároky na výrobní plochu
- vyšší cyklové časy (3), (4)

Na následujícím obrázku (Obrázek 1-5) je vidět příklad technologického uspořádání:



Obrázek 1-5: Technologické uspořádání (9)

### Buňkové uspořádání

Jedná se o moderní uspořádání strojů do skupin, které jsou schopny vyrábět výrobky s podobnými požadavky na výrobu. Buňka je vlastně zmenšená, samostatná a flexibilní obdoba předmětného uspořádání. V buňce jsou minimální požadavky na přepravu. Obdobné výrobky uvnitř buňky cestují vždy po stejné trase, ale produkt může přeskočit nepotřebnou operaci. Buňkové uspořádání v sobě kombinuje výhody technologického a předmětného uspořádání. Toto uspořádání je výhodné zejména při splnění podmínek dobře fungujícího řídicího informačního systému výroby.

Buňka je nejčastěji tvořena vysoce produktivním strojem s mechanizovaným nebo automatizovaným okolím. Plynulé využití buňky musí být zabezpečeno stálým, dostatečně objemným výrobním programem. Přípravné operace se provádějí uvnitř buňky na pomocném pracovišti, a to i v čase chodu hlavního pracoviště. Pro tyto pracoviště je nevhodnější třisměnný provoz.

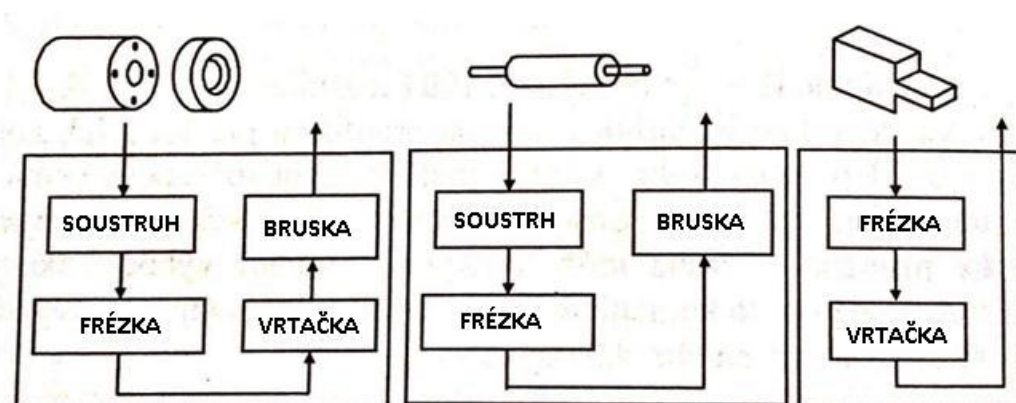
#### Výhody buňkového uspořádání:

- minimální vzdálenosti mezi operacemi
- přehledné materiálové a informační toky
- přehledné řízení a dobrá komunikace
- nízké zásoby
- krátké průběžné časy

#### Nevýhody buňkového uspořádání:

- vyšší náročnost na technickou přípravu výroby
- vyšší cena strojů a speciálních zařízení (11), (12)

Na následujícím obrázku (Obrázek 1-6) je vidět příklad buňkového uspořádání:



Obrázek 1-6: Buňkové uspořádání (9)

- **Pohyblivé uspořádání**

Pohyblivým uspořádáním se rozumí takové uspořádání, kdy velikost daného produktu je tak velká, že není možné s tímto produktem pohybovat a je tedy nezbytné, aby všechny výrobní stroje či zařízení postupně dle výrobních postupů přijížděly k danému produktu. Výrobní zařízení se přizpůsobuje místu vytvoření zakázky. Např. výroba nákladního letadla, stavba obchodního domu apod. (5)

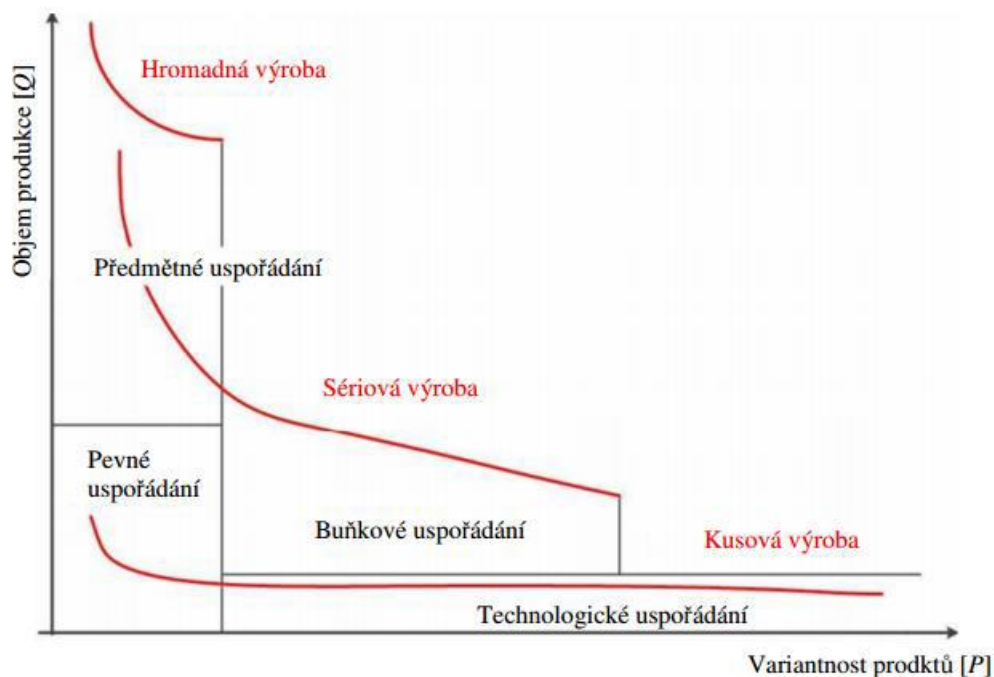
### 1.1.3 P-Q analýza

Pro přiřazení způsobu uspořádání výrobního systému v závislosti na typu výroby je možné využít P-Q diagram. Osa x znázorňuje počet druhů výrobků a osa y znázorňuje opakovanost výroby každého druhu. Pomocí těchto dat je výroba rozdělena do tří již zmiňovaných základních typů (kusová, sériová, hromadná) a následně je těmto typům přiřazen nejvhodnější způsob prostorového uspořádání výroby.

Tato P-Q analýza je jedním z klasických nástrojů každého projektanta výrobních systémů. Díky tomuto diagramu lze získat první velice užitečné informace o typu výroby, její organizaci, stupni automatizace, logistice ale i o možném plánování a řízení výroby.

Nevýhodou P-Q analýzy je v současné době spolehlivost údajů. U současného, stále se měnícího trhu je pro podniky velmi obtížné přesně stanovit výrobní sortiment i výrobní množství na dlouhodobější časový horizont (9).

Následující obrázek (Obrázek 1-7) znázorňuje výše popsanou P-Q analýzu:



Obrázek 1-7: P-Q diagram (8)

## 1.2 Výrobní linky

Výrobní linkou se rozumí výroba s takovým uspořádání, že materiál je zpracováván plynule a rovnoměrně při časově sladěných a navazujících operacích. Výrobní linky slouží k hromadné výrobě a nejvhodnějším layoutem pro výrobní linky je předmětný layout (detailněji popsáno v předchozí kapitole) (13).

Jedním z cílů výrobní linky je zajistit postup materiálu linkou po co možná nejkratší dráze (většinou přímé dráze), neboli „lince“, podél které jsou umístěna jednotlivá pracoviště (13).

Při návrhu předmětné linkové výroby by se mělo dbát na co možná největší využití výrobních strojů a zařízení. Dosažení vysokého využití strojů může být někdy značně obtížné, zejména při větším počtu výrobních operací, tedy i vyšším počtu výrobních strojů a zařízení. Z tohoto důvodu musíme zasahovat i do technologického postupu výroby, především do členění práce. Výrobní časy na jednotlivých pracovištích by se měli upravit tak, aby trvání jednotlivých operací bylo násobkem taktu. Přitom musíme brát ohled také na vytížení pracovníků, aby nedocházelo ke zbytečnému čekání a prostojům operátora. Nicméně v drtivé většině případů je čekání operátora na stroj značně výhodnější, než obráceně, protože hodinové náklady na stroj jsou mnohem vyšší než náklady na operátora. Proto musí kvalifikovaní lidé provést rozbor časů s cílem potřebné úpravy kusových časů. Na pracovních podmínkách je závislý čas výroby a musí se tedy tyto podmínky upravit pomocí technicko-organizačních opatření, jakými jsou například:

- Slučování či rozdělování výrobních operací a úkonů
- Navržení upínacího zařízení pro současné obrábění více kusů
- Použití novějších řezných nástrojů pro dosažení vyšší řezné rychlosti
- Mechanizací a automatizací práce

Pokud se podnik rozhodne využít linkového způsobu výroby, je třeba řešit koordinaci vztahů a pohybů materiálu, operátora a stroje. Při tomto řešení je možné si vybrat z řady možných způsobů, jako například:

- **Pohyb materiálu** – řeší se pohyb výrobku z jednoho pracoviště k dalšímu
- **Pohyb operátora** – výrobní dělník postupuje od jednoho pracoviště k druhému a vykonává zde různé úkony
- **Pohyb nástrojů** – operátor na jednom stabilním pracovišti využívá postupně různých nástrojů (zařízení)
- **Pohyb materiálu, operátora i nástroje** – při operaci se pohybuje výrobek spolu s dělníkem i nástrojem
- **Jiné kombinace**

V této kapitole bylo čerpáno ze zdrojů (5) a (13).

### 1.2.1 Rozdělení linek

Linky lze rozdělit například dle (14):

- Využití mechanizace a zapojení člověka do montáže:
  - Ruční linky
  - Poloautomatizované (mechanizované) linky
  - Automatizované linky
- Způsobu pohybu montovaného výrobku
  - Stacionární linky
  - Linky s pohybujícím se výrobkem
    - Výrobek se pohybuje až po ukončení operace (Stop&Go line)
    - Výrobek se pohybuje soustavně (Continuous Flow line)
- Způsobu provádění montážních operací
  - Přímo na dopravníku
  - Mimo dopravník
- Způsobu prostorového uspořádání linky
  - Jednoduché linky
  - Rozvětvené linky
- Stupně synchronizace
  - Synchronizované linky (nepřetržité)
  - Nesynchronizované linky (přerušované)
- Montážního taktu
  - Linky s pevným montážním taktům
  - Linky s volným montážním taktům

### 1.2.2 Prostorové uspořádání výrobních linek

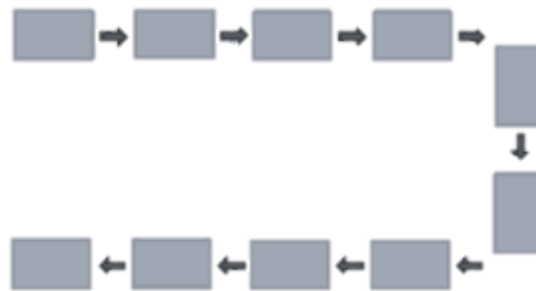
Druhy uspořádání pracovišť jsou dle (15):

- Otevřená struktura
  - Přímková, viz Obrázek 1-8



Obrázek 1-8: Přímkové uspořádání linky (15)

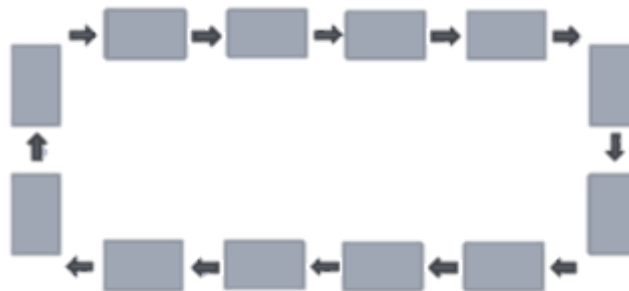
- Tvaru „U“, viz Obrázek 1-9



Obrázek 1-9: Linka do tvaru "U" (15)

Otevřené struktury jsou výhodnější z hlediska variability počtu pracovišť a relativně dobrou možností zásobování. Nevýhodou jsou vyšší prostorové nároky.

- Uzavřená struktura
  - Obdélníková, viz Obrázek 1-10



Obrázek 1-10: Obdélníková struktura linky (15)

- Šestiúhelníková
- Kruhová

U uzavřených struktur je možné provádět návrat systémových palet a také využít zpětnou větev dopravníku. Nevýhodou je omezená přístupnost pro zásobování a variabilita počtu pracovišť.

Další možné rozdělení výrobních linek uvádí zdroj (5):

- **Pružná linka:**  
Jedná se o linku, kde je možné vyrábět více druhů produktů. Pružná linka je flexibilní a dokáže se přizpůsobit poptávce. Tok materiálu, jako například množství nebo pořadí, lze měnit v závislosti na požadavcích výroby. Využívá se zde pružné manipulace s materiálem pomocí zásobníků či manipulátorů.
- **Proudová linka:**  
Tento druh linky se využívá při výrobě jednoho výrobku, kde se nepočítá s ukončením jeho výroby. Pracoviště jsou zde seřazena podle sledu operací. Uvažuje se výroba až do konce životnosti výrobních strojů a zařízení, bez přestavování linky. Potenciální přestavba linky by byla velmi nákladná. Manipulační technika je jednosměrná a pevně nainstalována. Využití tohoto typu linky je zejména ve velkosériové a hromadné výrobě.

Proudové linky je možné ještě dále dělit na základě časové kontinuity výroby:

- **Synchronizované** – jedná se o časově sladěné linky. Složité operace jsou rozděleny na menší a jednodušší, nebo je zavedena paralelní výroba pro srovnání taktu.
- **Nesynchronizované** – v případech, kde není možné synchronizovat jednotlivá pracoviště linky (z důvodu technologie, financí atd.). Každé pracoviště na lince může mít jiný takt.



## 2. Produktivita práce a faktory ovlivňující její hodnotu

Produktivita práce je často užívaný termín, a proto je nutné ji blíže definovat a popsat.

### 2.1 Produktivita

Produktivita je jedním ze zásadních činitelů, které ovlivňují konkurenceschopnost podniku, respektive produktivita vstupů. Pomocí zvyšování produktivity podniku může firma dosahovat dlouhodobého ekonomického růstu. Při zvyšování produktivity, tedy snižování nákladů, je třeba pečlivě sledovat produkční postupy, dodržovat technologickou kázeň a také znát faktory působící na produktivitu.

Produktivitou je možné rozumět účinnost či efektivnost, s jakou jsou výrobní faktory využívány ve výrobě. Výrobu lze definovat jako přeměnu vstupů na výstupy, tedy produktivita se může spojovat s výrobními, ale i nevýrobními podniky. Úroveň produktivity je určena poměrem množství produkce k objemu užitých vstupů za určité období. Produktivita tedy roste tím více, čím méně je využito zdrojů k rostoucí výrobě. Je také úzce spojena s kvalitou produktu.

Produktivita může být definována jako poměr výstupu a vstupu za určité období při určité kvalitě, neboli dle (16):

$$Produktivita = \frac{Výstupy}{Vstupy, za dané období, při dané jakosti} \quad (1)$$

Z této definice vyplývají některé možnosti, jak zvýšit produktivitu, jako například:

- Zvýšit výstupy při zachování vstupů
- Snižit vstupy při zachování výstupů
- Současné snížení vstupů a zvýšení výstupů

### 2.2 Typy produktivity

Existuje několik různých typů produktivity, které se mohou rozdělovat podle různých hledisek. Nyní budou uvedeny tři základní dělení produktivity dle (17):

Rozdělení dle rozsahu uvažovaného vstupu:

- **Celková produktivita** – někdy také označována jako souhrnná. Jedná se o kombinaci různých vstupů pro dosažení výstupu. Celková produktivita je pro podnik rozhodující.
- **Parciální produktivita** – důležitá pro vnitropodnikové řízení. Jedná se například o produktivitu práce, materiálu nebo energie.

Rozdělení dle hodnotového rozměru:

- **Technická produktivita** – poměruje vstup a výstup v naturálních jednotkách.
- **Technologická produktivita** – poměruje vstup a výstup v naturálních jednotkách v peněžním ocenění.

Rozdělení dle stupně agregace:

- **Mikroekonomická produktivita** – týká se firmy nebo konkrétní výroby.
- **Makroekonomická produktivita** – měřena za národní ekonomiku.

## 2.3 Celková produktivita

Podle zdroje (7) celkovou produktivitu můžeme chápat také jako vyjádření celkové účinnosti všech zdrojů. Následující obecný vzorec vyjadřuje výpočet produktivity pomocí spotřeby všech vstupů jako je práce, kapitál, energie a materiál:

$$\begin{aligned} \text{Celk. produktivita} &= \frac{\text{Výstup}}{\sum \text{Zdrojové vstupy}} \\ &= \frac{\text{Výstup}}{\text{Práce} + \text{Kapitál} + \text{Energie} + \text{Materiál}} \end{aligned} \quad (2)$$

### 2.3.1 Výpočet celkové produktivity

Celkovou produktivitu lze lépe vyjádřit následujícím vzorcem dle (17):

$$\frac{\sum_{j=1}^m p_j * q_j}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p_{v,i} * v_{i,j}} \quad (3)$$

kde:

$p_j$  – cena jednotek výstupů pro j-tý druh výstupu ( $j= 1, 2, \dots, m$ ),

$q_j$  – počet jednotek výstupů pro j-tý výstup ( $j= 1, 2, \dots, m$ ),

$p_{v,i}$  – cena jednotky vstupů pro i-tý druh vstupu ( $i= 1, 2, \dots, n$ ),

$v_{i,j}$  – počet jednotek vstupů pro i-tý druh vstupu ( $i= 1, 2, \dots, n$ ) spotřebovaných nebo vázaných při výrobě výstupů.

### 2.3.2 Faktory ovlivňující celkovou produktivitu

Podle zdroje (18) uvádí, že faktory, které ovlivňují celkovou produktivitu, působí jak uvnitř podniku, tak i vně struktury výrobní jednotky. Produktivita je těmito faktory ovlivňována buď přímo, nebo nepřímo. Tyto faktory lze rozdělit na **fyzikální**, jako je technologie, metoda zpracování, doprava či logistika, a také na faktory **psychologické**, jako jsou modely chování zaměstnanců, kvalita vzdělání, motivace, inovační schopnosti atd..

Příklady dalších faktorů dle zdroje (18) působících na produktivitu:

- Kvalita strojního zařízení
- Úroveň schopností pracovní síly
- Úroveň metod průmyslového inženýrství
- Stav národního hospodářství a ekonomiky
- Stav infrastruktury
- Systém hodnocení a odměňování
- Využívání kapitálu
- Pracovní postupy, organizace práce

## 2.4 Produktivita práce

Produktivita práce, také zvaná produktivita živé práce, se řadí mezi nejpoužívanější parciální produktivity. Nejčastěji je využívána pro potřebu vnitropodnikového řízení.

Produktivita práce může být definována jako množství užitných hodnot zhotovených jedním pracovníkem za jednotku času. Obecný vzorec dle (19) tedy vypadá takto:

$$\text{Produktivita práce} = \frac{Q}{t} \quad (4)$$

kde:

$Q$  – objem vyrobených užitných hodnot (tržby, přidaná hodnota, zisk)

$t$  – pracovní fond spotřebovaný na objem  $Q$  výroby.

### 2.4.1 Měření produktivity práce

Produktivitu práce lze počítat mnoha různými způsoby. Jedním ze základních výpočtů je PPH, neboli *Parts per hour* (20):

$$PPH = \frac{Q}{WH} \text{ [ks/hod]} \quad (5)$$

Kde:  $PPH$  - Počet správně vyrobených kusů za hodinu pracovníka [ks/hod]

$Q$  - Počet správně vyrobených kusů [ks]

$WH$  - Počet odpracovaných hodin pracovníkem [hod]

PPH vyjadřuje, kolik kusů (bez zmetků) bylo vyrobeno za jednu odpracovanou hodinu pracovníkem.

Dalším ze základních ukazatelů produktivity práce, které lze použít je DLE, neboli *Direct Labour Efficiency* (21):

$$DLE = \frac{WC * Q}{WH} * 100 [\%] \quad (6)$$

Kde: *DLE* - Efektivnost práce [%]

*WC* - Norma času práce [hod/ks]

*Q* - Počet správně vyrobených kusů [ks]

*WH* - Počet odpracovaných hodin pracovníkem [hod]

DLE ukazuje, jak efektivně (na kolik procent) využívají operátoři svůj časový fond.

### **Faktory ovlivňující produktivitu práce:**

Obecný vztah pro vyjádření produktivity práce ukazuje, že při růstu objemu produkce a zmenšování objemu spotřeby práce dochází k nejrychlejšímu růstu produktivity práce. To znamená, že faktory, které ovlivňují produktivitu práce, jsou takové, které podmiňují změnu a dosažení požadované výše objemu produkce a spotřebu práce pro vyprodukování tohoto objemu produkce.

Základní faktory ovlivňující produktivitu práce jsou tedy vedle přírodních podmínek zejména:

- **Technika** – mechanizace, automatizace, technická úroveň výrobních prostředků, rozsah výrobních prostředků
- **Technologie** – úroveň technologických procesů a postupů
- **Koncentrace, organizace a řízení** – jejich úroveň, využití pracovní doby, rytmičnost práce atd.
- **Úroveň pracovníků** – kvalifikace pracovníků, rozmístění pracovníku ve výrobě, využití pracovní síly
- **Úroveň motivace** – zainteresovanost pracovníků na výsledcích výroby, zájem o práci, možnosti seberealizace atd. (19)

### 3. Analýza současného stavu uspořádání výrobních linek

Cílem této práce je návrh prostorového uspořádání strojů linky, která vznikne spojením dvou stávajících výrobních linek. Ještě před popisem samotných linek je vhodné v krátkosti představit společnost, ve které byla řešena praktická část této diplomové práce.

#### 3.1 Charakteristika společnosti

Společnost Faurecia Automotive Czech Republic s.r.o. se sídlem v Písku spustila svoji výrobu poprvé v prosinci roku 2006 a v současné době závod zaměstnává na 750 zaměstnanců. Faurecia Automotive Czech Republic s.r.o. je součástí obchodní skupiny Clean Mobility a zaměřuje se na výrobu výfukových systémů (svodová potrubí, katalyzátory, filtry pevných částic) pro zákazníky jako jsou VW Group, PSA Group, Volvo, FIAT, Chrysler a další.

Jak již bylo zmíněno, firma se věnuje výrobě výfukových systémů. Výroba výfukového systému sestává z několika operací, které se liší pouze částečně, a to většinou ve velikosti a tvaru. Jednotlivé části výfukového systému zůstávají stejné, pouze při výrobě výfuků pro benzinové motory nejsou některé komponenty obsaženy.

Je tedy možné definovat obecný postup operací, který je možné aplikovat na většinu vyráběných produktů. Vstupním materiálem jsou plechy a trubky. Výrobní podnik v Písku se již nezabývá dělením plechů, ale nechává si všechny potřebné plechy dovážet od dodavatelů již nařezané na požadovanou velikost. První operací je tedy vždy zkružování těchto plechů a následné svaření. Tyto plechy pak následně slouží jako schránky pro filtry pevných částic, katalyzátory atd., tedy dochází k jejich „plnění“ monolity a uzavření přivařením přírub. Trubky se i řezou, ale zejména ohýbají a různě tvarují. Poté jsou spojovány s filtry či katalyzátory a následně dochází k přivaření dalších částí, jako například držáků nebo tepelných štítů. Finální výrobky jsou baleny podle požadavků zákazníka a následně expedovány.

#### 3.2 Výrobních linky TIG1 a TIG2

Obsah této práce se bude týkat výrobních linek TIG1 a TIG2. Tyto linky se nacházejí ve stejné výrobní hale, nicméně jsou od sebe značně vzdálené. Vzhledem k tomu, že na obou linkách jsou vyráběny obdobné výrobky, je žádoucí situovat tyto linky co možná nejbližší k sobě, nebo ještě lépe, spojit tyto dvě linky v jednu.

Za tímto účelem vznikla i tato práce, která si dává za cíl zanalyzovat současný stav a navrhnout nové, lepší řešení.

### 3.3 Popis linek

Na linkách se tvarují a následně sváří ocelové plechy, které následně slouží jako pevné schránky katalyzátorů a filtrů pevných částic ve výfukovém systému. Jedná se tedy o prvotní operace, které jsou prováděny na vstupním materiálu. Tyto linky zásobují velké množství dalších výrobních linek a všechny změny cyklových časů na těchto linkách ovlivňují i navazující linky.

Jak již bylo zmíněno, obě linky produkují obdobné výrobky, tedy i jednotlivé operace prováděné na lince jsou dosti podobné. Prvotní prováděnou operací je zkružování plechů. Tato operace probíhá ve stroji s názvem Rolling, do kterého jsou na jedné straně manuálně zakládány rovné plechy, které jsou následně uvnitř stroje rolovány do požadovaného tvaru. Následně jsou srolované plechy odebrány ke svařování. Doba svařování je poměrně dlouhá, tím pádem je u obou linek využíváno dvou svařovacích strojů, které jsou manuálně zakládány jedním operátorem. V závislosti na vyráběné referenci po svařování následují ještě další operace jako žehlení (TIG1) nebo stříhání (TIG2), a následně je díl uložen do KLT boxu. Po naplnění KLT boxu hotovými díly je box přesunut do meziskladu (shopstocku), odkud je pomocí vláčku přesouván na další pracoviště.

Příloha č. 1 této semestrální práce obsahuje layouty stávajících prostorových uspořádání obou probíraných linek.

### 3.4 Přehled vyráběných dílů

Jak již bylo zmíněno, na obou linkách se vyrábí několik druhů výrobků. Tabulka 3-1 uvádí všechny díly, které se budou na linkách vyrábět v roce 2019:

Linka	Číslo dílu
TIG1	1232436X
TIG1	3141049600
TIG1	1686285X
TIG1	2026416X
TIG2	1203996X
TIG2	1204157X
TIG2	1561812X
TIG2	1959452X
TIG2	1876107X
TIG2	2070836X01
TIG2	1821275X
TIG2	1911979X

Tabulka 3-1 Přehled vyráběných dílů TIG1 a TIG2 (21)

Zkoumat všechny vyráběné díly by bylo velmi časově náročné a neefektivní. Z tohoto důvodu byli pro každou linku vybráni představitelé, kteří charakterizují cílovou skupinu výrobků. Jedná

se o takzvané „highrunnery“, kteří zastupují většinu objemu plánované výroby do poloviny roku 2019. Postup výroby je stejný u všech výrobků, rozdílem je pouze využití žehličky při výrobě na lince TIG1 a stříhačky při výrobě na lince TIG2. Konkrétní pracovní postup je uveden v příloze této práce, a to pro jednoho hlavního představitele u linky TIG1 (Příloha č. 3) a jednoho u linky TIG2 (Příloha č. 4). Přehled zkoumaných výrobků je v následující tabulce (Tabulka 3-2):

TIG1	TIG2
1686285X	1203996X
1232436X	1204157X
	1876107X
	1821275X

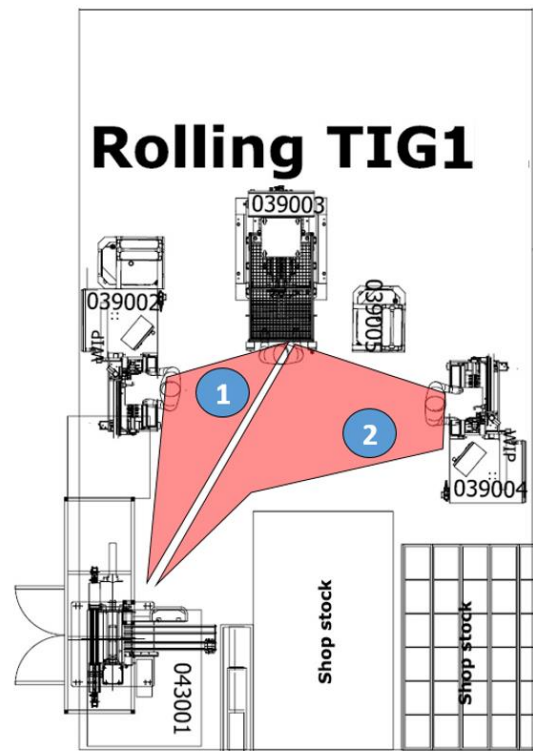
Tabulka 3-2 Zkoumání představitelů

### 3.5 Současné uspořádání výrobních linek

Pro lepší nastínění plánovaných změn je nutné nejprve uvést stávající layout výrobních linek, pohyby operátorů na těchto linkách při dodržování standardizované práce a cyklové časy pro vybrané představitele. Jak již bylo zmíněno, vyráběné díly jsou z velké části podobné, liší se pouze velikostí, popř. průměrem svařenců.

#### 3.5.1 TIG1

Následující obrázek (Obrázek 3-1) znázorňuje pohyby operátorů na lince TIG1 při dodržování standardizované práce. První operátor zakládá plechy do rollingu (číslo stroje: 043001), následně přechází ke svařovacímu stroji (039002), kde čeká na dokončení svařování. Poté odebere svařený kus a založí nový. Pokračuje k žehličce (039003), kde vyloží hotový kus a založí nový svařený. Hotový kus odkládá do KLT boxu a vrací se zpět k rollingu. Po naplnění KLT boxu ho operátor musí odložit do shopstocku a přinést prázdný box zpět ke stroji. Druhý operátor postupuje stejným způsobem, akorát zakládá svařovací stroj (039004) na druhé straně pracoviště. Oba operátoři se tedy střídají v obsluze rollingu a žehličky, což není ideální řešení. Dochází ke kolizím operátorů a navíc oba operátoři při každém cyklu musejí čekat u svařovacích strojů na dokončení svařování.



Obrázek 3-1 Schéma stávající standardizované práce TIG1

Jak již bylo řečeno, výroba na obou linkách probíhá obdobně pro všechny vyráběné díly. Odlišnosti jsou pouze v délce svařování. Z tohoto důvodu je detailní rozpis cyklových časů zobrazen pouze pro jednoho, hlavního představitele pro každou výrobní linku. U linky TIG1 se jedná o díl s číslem 1686285X.

U každého zkoumaného představitele bylo změřeno minimálně 10 cyklů. Každý cyklový čas je součtem časů všech činností, potřebných pro výrobu jednoho kusu. MP (Measuring Point) je nějaká jasně definovatelná událost, od které se začíná měřit čas do doby, kdy nastane další měřicí bod. V tabulce je vždy pod řádkem s MP i řádek s popisem prováděných činností a změřeného času těchto činností. Zelený sloupec označuje nejkratší možný opakovatelný cyklový čas (jedná se buď o nejnižší cyklový čas, pokud se tento čas při měření vyskytuje více než jednou, nebo druhý nejnižší cyklový čas).



Následující tabulka (Tabulka 3-3) zobrazuje časy jednotlivých operací prováděných prvním operátorem na lince TIG1 pro díl číslo 1686285X.

PRODUCT: 1686285X		OPERATOR N°: 1/2									
N°	ELEMENTARY OPERATIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Status of cycle	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
1	MP: Dotek plechu u rollingu										
	Založení rollingu	5,60	3,40	3,80	5,70	4,40	4,80	4,90	7,40	4,90	4,80
2	MP: START roling										
	Walk chůze ke svářečce 1 (039002)	2,40	3,10	3,20	3,00	2,80	3,10	3,00	2,80	3,00	2,80
3	MP: zastavení u svářečky 1										
	Wait čekání na svářečku 1	8,40	11,80	12,30	6,90	8,30	3,20	9,50	8,60	9,90	7,80
4	MP: dotek svařence										
	vyložení + založení svářečky 1	14,50	11,50	9,10	9,70	10,20	11,70	9,30	11,60	11,80	10,60
5	MP: START svářečka 1										
	Walk chůze k žehlení	1,50	1,60	1,80	1,50	1,60	1,40	1,60	1,50	1,60	1,40
6	MP: dotek kus v žehličce										
	vyložení + založení žehličky	4,30	3,70	3,40	3,40	3,60	3,60	3,40	4,60	3,70	3,60
7	MP: odložení hotového kusu do KLT										
	Walk chůze k rollingu	5,10	4,90	4,60	5,10	4,90	5,20	4,70	4,80	4,80	5,10
CYCLE TIME (CT)		41,80	40,00	38,20	35,30	35,80	33,00	36,40	41,30	39,70	36,10
CT WITHOUT WAITING		33,40	28,20	25,90	28,40	27,50	29,80	26,90	32,70	29,80	28,30

Tabulka 3-3 Cyklové časy 1686285X operátor 1/2 (21)

Stejným způsobem bylo provedeno měření i u druhého operátora na lince TIG1. Stále se jedná o díl číslo 1686285X. Naměřené hodnoty jsou v následující tabulce (Tabulka 3-4).

PRODUCT: 1686285X		OPERATOR N°: 2/2									
N°	ELEMENTARY OPERATIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Status of cycle	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
1	MP: Dotek plechu u rollingu										
	Založení rollingu	3,60	2,90	3,30	3,60	3,20	4,60	4,50	4,60	5,20	4,80
2	MP: START roling										
	Walk chůze ke svářečce 2 (039004)	0,50	5,40	4,60	5,10	3,60	5,40	3,50	3,80	4,80	3,90
3	MP: zastavení u svářečky 2										
	Wait čekání na svářečku 2	7,60	4,20	9,90	7,20	7,10	6,70	9,40	4,80	5,40	8,40
4	MP: dotek svařence										
	vyložení + založení svářečky 2	9,70	8,90	9,60	9,40	11,50	9,40	9,60	9,00	8,70	9,40
5	MP: START svářečka 2										
	Walk chůze k žehlení	2,70	2,90	3,50	3,00	3,60	2,80	2,70	3,20	2,90	2,90
6	MP: dotek kus v žehličce										
	vyložení + založení žehličky	3,80	4,70	5,40	4,80	3,90	3,70	3,60	3,90	3,70	3,20
7	MP: odložení hotového kusu do KLT										
	Walk chůze k rollingu	6,10	5,20	4,40	4,40	4,20	3,70	5,90	4,30	4,60	4,20
CYCLE TIME (CT)		34,00	34,20	40,70	37,50	37,10	36,30	39,20	33,60	35,30	36,80
CT WITHOUT WAITING		26,40	30,00	30,80	30,30	30,00	29,60	29,80	28,80	29,90	28,40

Tabulka 3-4 Cyklové časy 1686285X operátor 2/2 (21)

Z předchozích tabulek (Tabulka 3-3, Tabulka 3-4) je patrné, jak dlouho stráví každý operátor výrobou jednoho dílu. Jako referenční čas byl zvolen nejnižší opakovatelný čas, nebo druhý nejnižší naměřený čas (zelený sloupec v tabulkách). Červeně je označen čas čekání (tedy ztrátový čas). Po sečtení těchto časů od obou operátorů dostáváme hodnotu 70,4 sekund. Nutno podotknout, že za tuto dobu jsou na lince vyrobeny dva výrobky. Abychom dostali cyklový čas výroby jednoho kusu, vydělíme hodnotu 70,4 dvěma. Výsledný cyklový čas na výrobu jednoho výrobku je tedy 35,2 sekund. Navíc k tomuto času je nutné připočítat i periodické operace, respektive odložení plného KLT do shopstocku a přinesení prázdného KLT zpět k lince. Tuto operaci provádí pracovník po každých šesti vyrobených kusech. Čas potřebný pro výměnu plného KLT za prázdné byl měřen u všech zkoumaných výrobků vždy 5 krát. U dílu číslo 1686285X je průměr z těchto pěti měření 52,3 sekund, tedy 8,7 sekund na jeden kus.

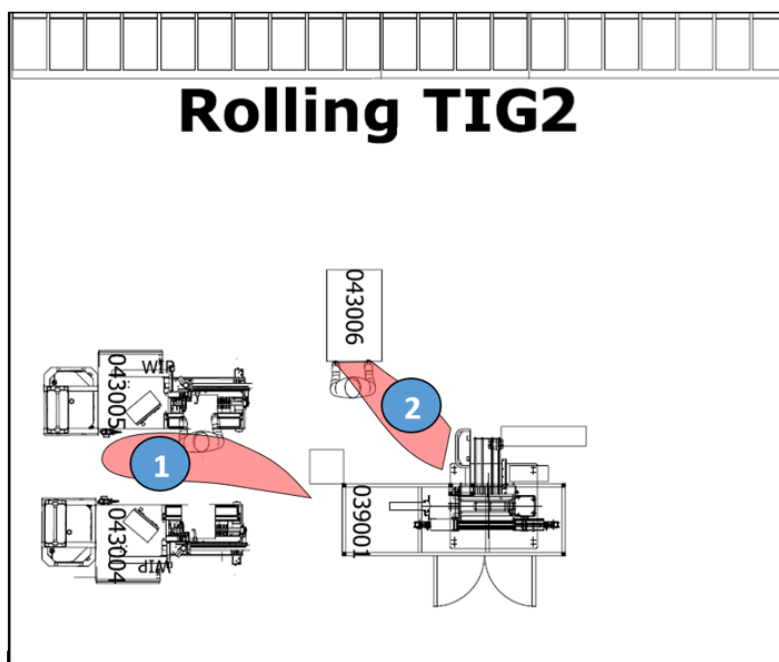
Měření cyklových časů bylo provedeno i u druhého zkoumaného představitele linky TIG1, výrobek s číslem 1232436X. Výsledné hodnoty pro oba zkoumané výrobky jsou znázorněny v následující tabulce (Tabulka 3-5).

<b>Číslo dílu</b>	<b>Cyklový čas</b>	<b>Periodické operace</b>
1686285X	35,2 sec	8,7 sec/ks
1232436X	23,8 sec	9,3 sec/ks

*Tabulka 3-5 Souhrn cyklových časů linky TIG1 (21)*

### 3.5.2 TIG2

Následující obrázek (Obrázek 3-2) zobrazuje pohyb operátorů na lince TIG2. První operátor odebírá plechy z rollingu (039001) a střídavě je zakládá do svařovacích strojů (043004 a 043005). Svařené díly odkládá do skluzu, kterým jsou díly přesunuty ke stříhačce (043006). Druhý operátor zakládá plechy do rollingu a následně odebírá svařené kusy ze skluzu a zakládá je do stříhačky. Po stříhu odkládá kusy do KLT vedle stříhačky. Ve schématu není znázorněna periodická výměna plného KLT za prázdné, kdy operátor musí s plným KLT boxem dojít do horní části linky, kde se nachází mezisklad (shopstock).



Obrázek 3-2 Schéma stávající standardizované práce TIG2

Stejně jako u linky TIG1, i zde bylo provedeno měření cyklových časů. Detailní rozpis pro díl číslo 1203996X je v následujících tabulkách (Tabulka 3-6, Tabulka 3-7).

PRODUCT: 1203996X		OPERATOR N°: 1/2									
N°	ELEMENTARY OPERATIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Status of cycle	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
1	MP: Dotek plechu u rollingu										
	Založení rollingu	3,15	2,90	2,95	2,85	2,65	2,30	3,10	2,75	3,15	2,20
2	MP: Start rolling										
	Walk: chůze ke stříhačce	3,70	2,50	2,00	2,20	1,80	2,50	1,80	2,50	2,00	2,80
3	MP: Založení kusu do stříhačky										
	střih+otočení	3,20	3,00	3,50	2,80	3,40	3,40	2,40	3,50	2,50	3,00
4	MP: Odložení do KLT										
	Walk: chůze k rollingu	4,70	2,00	2,60	6,40	2,50	7,40	2,70	3,60	2,10	2,20
CYCLE TIME (CT)		14,75	10,40	11,05	14,25	10,35	15,60	10,00	12,35	9,75	10,20
CT WITHOUT WAITING		14,75	10,40	11,05	14,25	10,35	15,60	10,00	12,35	9,75	10,20

Tabulka 3-6 Cyklové časy 1203996X operátor 1/2 (21)

PRODUCT: 1203996X		OPERATOR N°: 2/2									
N°	ELEMENTARY OPERATIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Status of cycle	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
1	MP: Dotek svařence (043004)										
	Vyložení +založení svářečky 1	17,52	13,81	14,78	14,02	14,82	14,50	14,55	12,98	12,66	13,61
2	MP: Start svářečka 1										
	Walk otočka	1,40	1,90	2,50	1,90	1,80	1,20	1,10	1,00	1,80	1,90
3	MP: Dotek svařence (043005)										
	Vyložení +založení svářečky 2	13,75	14,70	17,30	13,55	12,94	12,37	12,96	11,44	12,30	13,13
4	MP: Start svářečka 2										
	Walk chůze k rollingu	2,01	2,12	3,22	2,36	2,48	2,81	3,01	2,27	2,31	2,41
5	MP: Dotek kusu u rollingu										
	Walk chůze ke svářečce 1	2,11	1,55	1,51	2,08	2,35	3,09	2,81	1,89	1,77	1,98
CYCLE TIME (CT)		36,79	34,08	39,31	33,91	34,39	33,97	34,43	29,58	30,84	33,03
CT WITHOUT WAITING		36,79	34,08	39,31	33,91	34,39	33,97	34,43	29,58	30,84	33,03

Tabulka 3-7 Cyklové časy 1203996X operátor 2/2 (21)

Souhrn cyklových časů pro všechny zkoumané výrobky na lince TIG2 jsou uvedeny v následující tabulce (Tabulka 3-8).

Číslo dílu	Cyklový čas	Periodické operace
1203996X	25,4 sec	7,6 sec/ks
1204157X	31,1 sec	9,8 sec/ks
1876107X	24,4 sec	9,5 sec/ks
1821275X	26,4 sec	9,1 sec/ks

Tabulka 3-8 Souhrn cyklových časů linky TIG2

### 3.6 Výpočet produktivity práce stávajícího stavu

V teoretické části této diplomové práce jsou blíže vysvětleny použité ukazatele produktivity práce. Prvním použitým ukazatelem je PPH, neboli *Parts per hour*, který vyjadřuje počet správně vyrobených kusů za jednu odpracovanou hodinu operátorem. Konkrétní výpočet PPH pro díl číslo 1686285X vyráběný na lince TIG1 vypadá následovně:

$$PPH = \frac{Q}{WH} = \frac{5942}{129,06} = 46,04 \text{ ks/hod} \quad (7)$$

Dílu číslo 1686285X se během jednoho týdne správně vyrobilo na lince TIG1 5942 kusů. Celkem operátoři strávili výrobou těchto dílů 129,06 hodin. Na jednu odpracovanou hodinu operátorem tedy připadá 46,04 vyrobených kusů. Počet vyrobených kusů i počet odpracovaných hodin byl získán z interního souboru s výsledky výroby, který je pravidelně vyplňován vedoucími jednotlivých linek.

Druhý použitý ukazatel je DLE, neboli *Direct Labour Efficiency*. Tento ukazatel vyjadřuje, jak efektivně operátoři využívají svůj časový fond. Následující rovnice znázorňuje výpočet pro číslo dílu 1686285X:

$$DLE = \frac{WC * Q}{WH} = \frac{43}{3600} * \frac{5942}{129,06} * 100 = 54,99 \% \quad (8)$$

Norma času práce je u tohoto dílu 43 sekund, vyrobeno bylo 5942 kusů a počet odpracovaných hodin operátory byl 129,06. Výsledkem je 54,99%, tedy operátoři by měli teoreticky být schopni za stejný čas vyrobit o 45,01% více dílů.

Stejným způsobem bylo PPH a DLE spočteno pro obě linky TIG1 i TIG2 pro všechny zkoumané představitele. Výsledné hodnoty jsou zobrazeny v následující tabulce (Tabulka 3-9).

Číslo dílu	PPH [ks/hod]	DLE[%]
1686285X	46,04 ks/hod	55%
1232436X	49,56 ks/hod	48%
1203996X	68,00 ks/hod	66%
1204157X	54,87 ks/hod	53%
1876107X	66,20 ks/hod	64%
1821275X	63,21 ks/hod	61%

Tabulka 3-9 PPH a DLE stávajícího stavu

### 3.7 Problémy a nedostatky současného stavu

Jedním z hlavních důvodů, které iniciovaly změnu uspořádání výrobních linek TIG1 a TIG2 byl nedostatek výrobních prostor v podniku. Linky zabírají více prostoru, než by bylo nezbytně nutné (zejména z důvodu velkých rozestupů mezi stroji a meziskladem). Na obou linkách jsou navíc vyráběny obdobné produkty, tudíž je jejich separace velmi neefektivní.

Na obou výrobních linkách se nyní nachází stroj k rolování plechů, neboli Rolling. Založení plechu do těchto strojů je poměrně krátká operace. Nyní každý Rolling obsluhuje jeden operátor, který tráví značnou dobu čekáním na stroj. Při spojení linek by tedy mohlo dojít i k redukci jednoho operátora, za předpokladu, že oba Rollingsy bude schopen obsluhovat pouze jeden pracovník. Pokud by toto řešení bylo možné, nabízí se zde ještě možnost nahrazení tohoto operátora kolaborativním robotem.

Problémem linek TIG1 a TIG2 jsou také související logistické operace. Linky se nacházejí velmi daleko od sebe. To značně komplikuje a prodlužuje zavážení materiálu. Obdobný logistický problém nastává při odebírání hotových výrobků. Výrobky z obou linek TIG1 a TIG2 jsou dále zpracovávány, to znamená, že pracovník logistiky musí přesouvat stejný materiál ze dvou různých míst.

S logistikou souvisí i balící předpisy, respektive způsob dopravy materiálu z linky. Nyní jsou hotové výrobky skládány do KLT boxů, které jsou následně vkládány z jedné strany do meziskladu (shopstocku) a z druhé strany odebírány řidičem vláčku. To znamená, že operátor ve výrobě stráví nějaký čas periodickými operacemi, jako například odložením bedny do shopstocku nebo přinesením prázdné bedny. Jelikož hotové výrobky jsou relativně velké, je možné jich v některých případech dát do jednoho KLT boxu pouze šest. Tento způsob balení je tedy velmi neefektivní a periodické operace tvoří značnou část pracovní náplně operátorů.

Kvůli těmto problémům a nedostatkům je i produktivita práce relativně nízká. Vypočtené hodnoty DLE pro všechny zkoumané reference dosahují hodnot od 48% do 66%, v průměru potom 58%. Toto číslo udává, jak efektivně využívají pracovníci svůj časový fond. Zjištěné hodnoty poukazují na možnost velkého zlepšení v oblasti produktivity práce.

## 4. Návrh nového uspořádání výrobních linek

Tato kapitola se zabývá návrhem nového uspořádání výrobních linek TIG1 a TIG2. Nejprve je zde popsáno nové prostorové uspořádání, včetně popisu principu provedených změn. Dále je zde uveden nový layout s pohyby operátorů při dodržování standardizované práce a nakonec i výpočet produktivity práce nového řešení.

### 4.1 Nové prostorového uspořádání výrobních linek

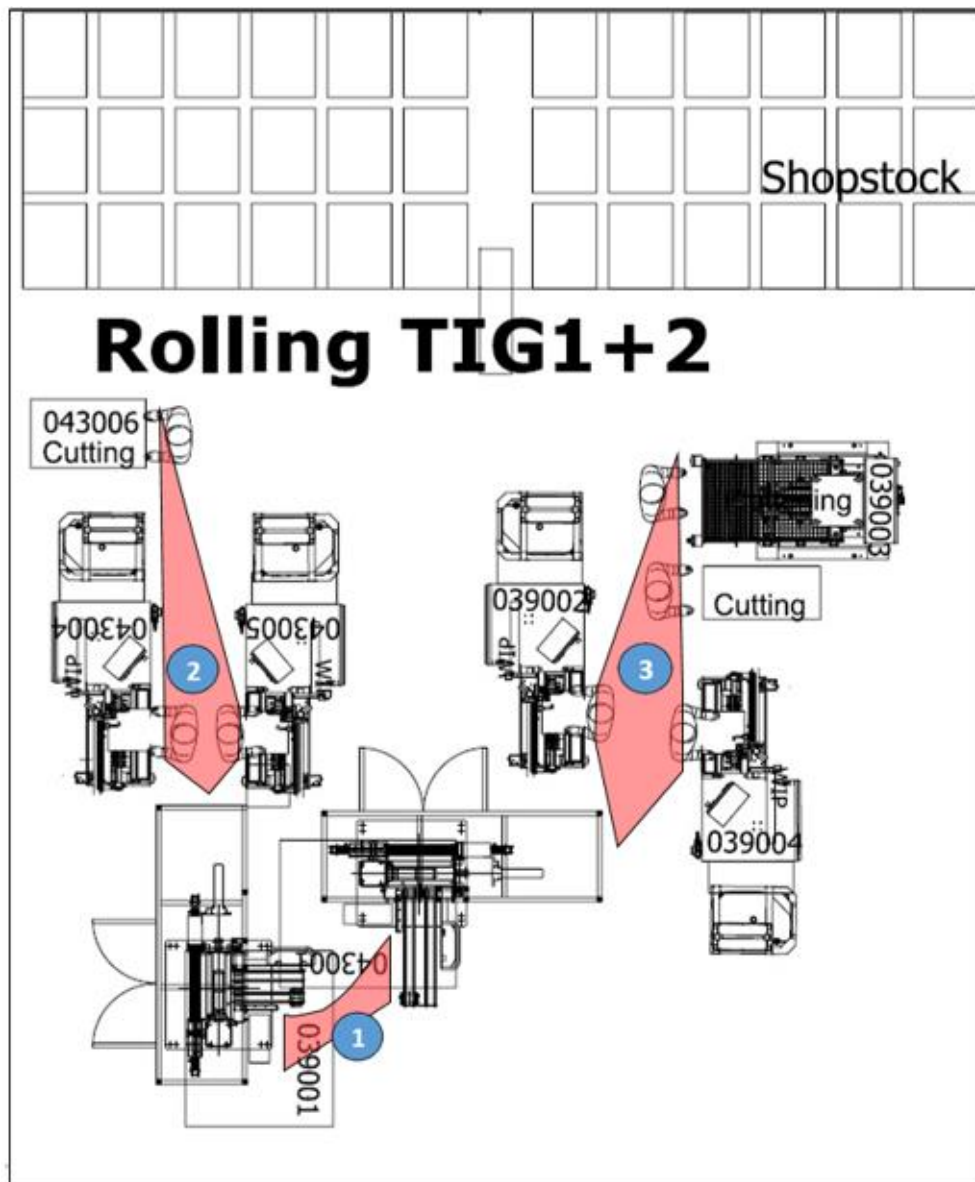
Jak již bylo zmíněno, největším problémem obou linek byla jejich separace a velká vzdálenost. Z toho důvodu bylo třeba celkově čtyř operátorů pro plynulý chod linek a i logistické operace byly časově náročnější (zavážení linek materiálem, odvoz hotových výrobků).

Díky spojení obou linek v jednu by bylo docíleno toho, že by zavážení i odvážení materiálu probíhalo pouze z jednoho místa, čímž by došlo ke snížení počtu materiálových toků vně linky. Na obou stávajících linkách se nachází pouze 4 stroje, které jsou nyní uspořádány na základě pracovního postupu a není nutné jejich pozice v rámci linky měnit. Jedinou změnou, která by měla za následek snížení materiálového toku, je redukce vzdálenosti mezi jednotlivými stroji, a také mezi linkou a meziskladem.

První operací, která je prováděna na obou linkách, je rolování plechů. Časy strojů jsou relativně dlouhé oproti času nutného k jejich založení. Bylo by tedy výhodné, umístit oba rollings do těsné blízkosti tak, aby mohly být obsluhovány pouze jedním operátorem namísto původních dvou. Teoreticky by totiž měl být operátor schopný zakládat střídavě oba dva rollings bez toho, aby stroj musel čekat delší dobu na založení. Pokud by toto bylo splněno, došlo by i k sjednocení materiálového toku na začátku linky.

Při předpokladu spojení linek je dále nutné nalézt takovou pozici pro výslednou linku, která bude výhodnější z hlediska materiálových toků vně linky. To znamená, přesunout navrhovanou linku co možná nejbliže k linkám, na kterých další zpracování vyráběných dílů. To může být značně komplikované zejména z důvodu nedostatku místa v rámci celého závodu, a také kvůli obtížnému plánování přesunu jednotlivých linek.

Po definování pozice, kam by mohla být finální linka umístěna, dochází k samotnému návrhu nového prostorového uspořádání, tedy vytvoření nového layoutu. Layout navrhovaného řešení se nachází v příloze této práce (Příloha č. 2). Společně s novým prostorovým uspořádáním je třeba změnit i standardizovanou práci, tedy definovat nové postupy, jak mají operátoři na lince pracovat a jaké stroje budou obsluhovat. Na následujícím obrázku (Obrázek 4-1) je znázorněno schéma standardizované práce nového řešení. Zásadní změnou je tedy sloučení počátečních operací, které jsou nyní nově prováděny operátorem číslo 1.



Obrázek 4-1 Schéma nové standardizované práce TIG1+2

První operátor zde tedy střídavě zakládá rollingsy z obou původních linek (043001 – TIG1, 039001 – TIG2). Druhý operátor obsluhuje stroje z původní linky TIG2. Tedy střídavě zakládá svařovací stroje (043004 a 043005) a následně svařence přenáší ke střihačce (043006). Hotové výrobky zakládá do vozíku. Třetí operátor obsluhuje stroje z původní linky TIG1, tedy střídavě zakládá svařovací stroje (039002 a 039003) a svařence následně přenáší k žehličce (039004). Hotové výrobky opět skládá do vozíku.

Další navrhovanou změnou je nahrazení stávajících balicích předpisů. Jak bylo zmíněno v předchozí kapitole, do KLT boxů, které jsou nyní využívány, lze uložit pouze několik málo kusů hotových výrobků. Navrhovanou změnou je tedy pořízení nových speciálních vozíků, které budou mít několikanásobně vyšší kapacitu oproti KLT boxům. S tím souvisí i možnost zrušení stávajícího shopstocku (meziskladu) na uložení KLT boxů, který je možné využít na jiné lince a místo něj pouze vymezit prostor pro nové speciální vozíky.



## 4.2 Měření cyklových časů u nového uspořádání

V průběhu řešení tohoto projektu již došlo ke schválení a provedení všech navrhovaných změn. Tím pádem bylo možné nasbírat potřebná data ohledně nového řešení a porovnat výsledky s původním stavem.

V následujících tabulkách (Tabulka 4-1, Tabulka 4-2, Tabulka 4-3) se nachází detailní rozpis cyklových časů výroby hlavních představitelů na lince TIG1+2.

PRODUCT: 1686285X + 120996X		OPERATOR N°: 1/3									
N°	ELEMENTARY OPERATIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Status of cycle	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
1	MP: Dotek plechu u rollingu 2 (039001)										
	Walk: Založení plechu do rollingu 2	3,40	3,80	3,90	3,50	3,00	3,00	3,10	3,00	3,20	3,40
2	MP: Start rolling 2										
	Walk: chůze k rolling 1 (043001)	2,20	1,30	2,10	2,00	2,20	2,00	2,00	1,60	1,80	2,00
3	MP: Dotek plechu u rollingu 1										
	Walk: Založení plechu do rollingu 1	4,30	5,20	4,60	4,10	3,80	3,40	3,50	3,60	4,00	3,90
4	MP: Start rolling 1										
	Walk: chůze k rolling 2	3,00	2,80	2,60	2,50	2,20	2,20	2,10	2,60	2,80	2,90
CYCLE TIME (CT)		12,90	13,10	13,20	12,10	11,20	10,60	10,70	10,80	11,80	12,20
CT WITHOUT WAITING		12,90	13,10	13,20	12,10	11,20	10,60	10,70	10,80	11,80	12,20

Tabulka 4-1 Cyklové časy 1686285X + 1203996X operátor 1/3 (21)

PRODUCT: 1686285X + 120996X		OPERATOR N°: 2/3									
N°	ELEMENTARY OPERATIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Status of cycle	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
1	MP: Dotek plechu u rollingu										
	Walk: vylož. + založ. svář. 1 (043004)	17,10	15,50	14,90	15,50	14,50	14,60	15,00	14,90	15,00	14,90
2	MP: Start svářečka 1										
	Walk: otočka	1,50	0,90	1,70	1,30	1,00	1,10	1,00	1,40	1,50	1,80
3	MP: Dotek kus svářečka 2 (043005)										
	Walk: vylož. + založ. svář. 2	14,10	10,10	14,90	13,40	12,60	12,80	11,60	12,80	12,90	11,20
4	MP: Start svářečka 2										
	Walk: uchop kusů, chůze ke stříhačce	2,40	2,90	3,00	3,70	3,60	3,70	4,20	3,80	2,50	2,40
5	MP: Založení kusu do stříhačky										
	Walk: stříh+otočení (2x)	6,00	5,00	5,20	4,20	4,50	4,60	4,80	5,10	5,60	4,80
6	MP: Odložení do vozíku										
	Walk: chůze k rollingu	4,00	4,10	4,20	3,90	4,50	3,60	4,80	3,10	4,60	3,80
CYCLE TIME (CT)		45,10	38,50	43,90	42,00	40,70	40,40	41,40	41,10	42,10	38,90
CT WITHOUT WAITING		45,10	38,50	43,90	42,00	40,70	40,40	41,40	41,10	42,10	38,90

Tabulka 4-2 Cyklové časy 1686285X + 1203996X operátor 2/3 (21)

PRODUCT: 1686285X + 120996X		OPERATOR N°: 3/3									
N°	ELEMENTARY OPERATIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Status of cycle	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
1	MP: Dotek plechu u rollingu										
	vyložení + založení svář. 1 (039002)	13,30	13,45	13,55	13,20	13,35	13,40	13,35	13,30	13,50	13,45
2	MP: Start svářečka 1										
	Walk chůze k rollingu	1,90	1,60	1,80	1,65	1,70	1,50	1,65	1,60	1,70	1,55
3	MP: Dotek plech rolling										
	vyložení + založení svář. 2 (039004)	10,30	9,30	9,45	9,55	9,50	10,05	10,00	9,60	9,65	9,45
4	MP: Start svářečka 2										
	Walk chůze k žehlení	2,15	1,90	1,80	1,90	1,95	1,75	1,90	2,00	1,80	2,05
5	MP: Dotek kus v žehličce										
	vylož. + založ. Žehlička (2x)	6,45	8,35	9,25	9,10	9,20	8,70	9,15	8,95	7,95	9,25
6	MP: 2. Start žehlička										
	uložení do vozíku	1,50	1,30	1,60	1,30	1,35	1,40	1,25	1,45	1,30	1,35
7	MP: Odložení kusu										
	Walk chůze k rollingu	4,00	3,90	3,90	3,85	3,90	3,80	3,80	3,60	3,95	3,95
CYCLE TIME (CT)		39,60	39,80	41,35	40,55	40,95	40,60	41,10	40,50	39,85	41,05
CT WITHOUT WAITING		39,60	39,80	41,35	40,55	40,95	40,60	41,10	40,50	39,85	41,05

Tabulka 4-3 Cyklové časy 1686285X + 1203996X operátor 3/3 (21)

V novém prostorovém uspořádání obsluhuje první operátor rollingu z obou původních linek, tím pádem vyrábí dva druhy výrobků. Aby bylo možné obě varianty porovnávat, je nutné jeho cyklový čas vydělit dvěma. Druhý a třetí operátor vyrobí za jeden cyklus vždy dva výrobky, tudíž jsou časy taktéž vyděleny dvěma.

Souhrn cyklových časů pro novou spojenou linku TIG1+2 pro jednotlivé výrobky je v následující tabulce (Tabulka 4-4).

Číslo dílu	Cyklový čas	Periodické operace
1686285X	25,3 sec	2,4 sec/ks
1232436X	20,1 sec	2,1 sec/ks
1203996X	24,8 sec	1,5 sec/ks
1204157X	30,5 sec	2,1 sec/ks
1876107X	23,9 sec	1,9 sec/ks
1821275X	25,9 sec	1,9 sec/ks

Tabulka 4-4 Souhrn cyklových časů linky TIG1+2

### 4.3 Výpočet produktivity nového stavu

Stejným způsobem bylo PPH a DLE spočteno pro obě linky TIG1 i TIG2 pro všechny zkoumané představitele. Výsledné hodnoty jsou zobrazeny v následující tabulce (Tabulka 3-9).

Výpočet produktivity u nového stavu probíhal stejným způsobem jako u původního řešení, tedy například pro číslo dílu 1686285X bylo PPH spočteno následovně:

$$PPH = \frac{Q}{WH} = \frac{10104}{143,69} = 70,32 \text{ ks/hod} \quad (9)$$

Z tohoto výpočtu je vidět, že počet vyrobených kusů během jednoho týdne po provedení změn bylo 10104 a počet odpracovaných hodin operátory byl 143,69. Na jednu odpracovanou hodinu operátorem tedy připadá 70,32 vyrobených kusů. Počet vyrobených kusů i počet odpracovaných hodin byl opět získán z interního souboru s výsledky výroby, který je pravidelně vyplňován vedoucími jednotlivých linek.

Výpočet DLE pro stejný díl (tedy 1686285X) je znázorněn následující rovnicí:

$$DLE = \frac{WC * Q}{WH} = \frac{43}{3600} * \frac{10104}{143,69} * 100 = 83,99 \% \quad (10)$$

Norma času práce je u tohoto dílu stále 43 sekund (výrobní postup se nezměnil), vyrobeno bylo 10104 kusů a počet odpracovaných hodin operátory byl 143,69. Výsledkem je 83,99%, tedy operátoři by mohli teoreticky za stejný čas vyrobit o 16,01% více dílů.

Stejným způsobem bylo PPH a DLE opět spočteno pro všechny zkoumané představitele. Spočtené hodnoty se nachází v následující tabulce (Tabulka 4-5).

Číslo dílu	PPH [ks/hod]	DLE[%]
1686285X	70,32 ks/hod	84%
1232436X	71,21 ks/hod	69%
1203996X	90,50 ks/hod	88%
1204157X	73,01 ks/hod	71%
1876107X	92,26 ks/hod	89%
1821275X	85,62 ks/hod	83%

Tabulka 4-5 PPH a DLE nového stavu

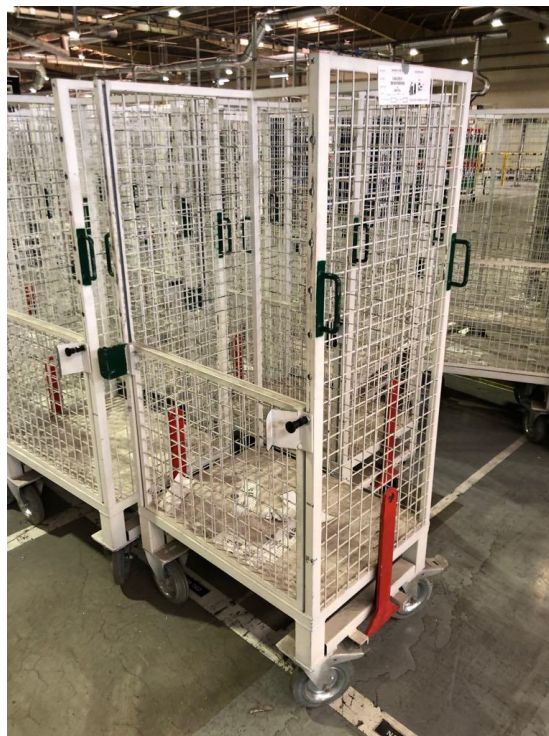
## 5. Porovnání stávajícího a nového řešení

Obsahem této kapitoly je porovnání starého a nového řešení prostorového uspořádání výrobních linek TIG1 a TIG2. Jedná se o srovnání prostorového uspořádání stávajících výrobních linek a nové sloučené linky, včetně dopadu na produktivitu práce. V této kapitole je také rozebráno možné řešení problému souvisejícího s balením hotových výrobků a související rozdíl v materiálových tocích vně výrobních linek.

### 5.1 Změna způsobu balení hotových výrobků

V průběhu řešení problematiky spojení dvou výrobních linek bylo zjištěno, že operátoři pracující na výrobních linkách tráví velké množství času manipulací s hotovými výrobky. Původně byly hotové výrobky skládány do KLT boxů. Při balení výrobků do KLT boxů si výrobní operátoři vyměňovali boxy sami. Vzhledem k velikosti KLT boxů a velikosti výrobků museli operátoři boxy měnit vždy po šesti až šestnácti kusech, což je velmi často a ne zcela efektivní. Další nevýhodou je i nutnost meziskladu (konstrukce s kolečkovými drahami, takzvaný shopstock), do kterého KLT boxy ukládali.

Navrhovaným řešením je změna způsobu balení. Nově jsou namísto KLT boxů využívány speciální vozíky, viz Obrázek 5-1. Výhodou použití těchto vozíků je vyšší kapacita než u KLT boxů a možnost výměny plného vozíku za prázdný přímo operátorem linky, bez většího zdržení. Další výhodou je absence meziskladu, který je možné využít jinde ve výrobě. Zároveň je možné připojit tyto vozíky ke stávajícímu vláčku, bez nutnosti dalších úprav.

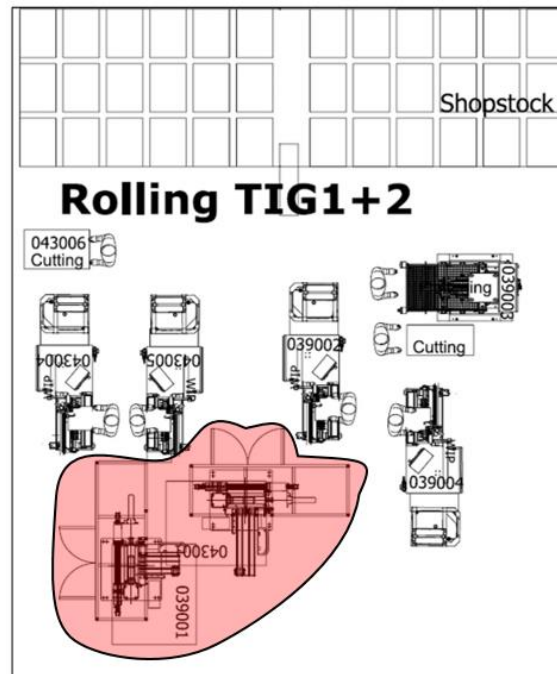


Obrázek 5-1 Vozík k přepravě dílů

Původně naměřené hodnoty pro dobu strávenou periodickými operacemi činily v průměru 9 sekund na jeden vyrobený kus. Při použití nového způsobu balení do speciálních vozíků došlo k redukci na 2 sekundy na jeden vyrobený kus, tedy k úspoře 7 sekund na jeden vyrobený kus.

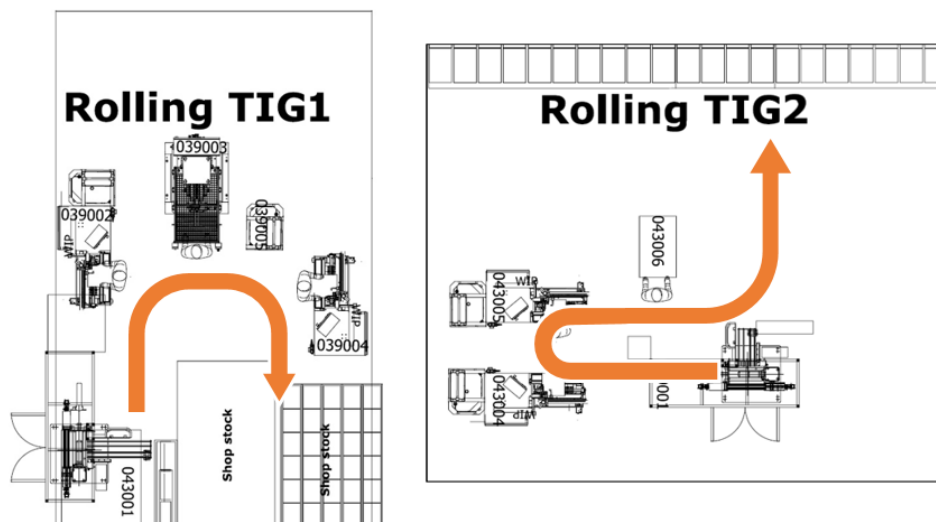
## 5.2 Porovnání prostorového uspořádání

Prostorové uspořádání v rámci jednotlivých linek zůstalo bez razantnějších změn. Nejdůležitější úpravou je umístění rollingů z obou linek do těsné blízkosti (viz Obrázek 5-2), takže oba stroje mohou být obsluhovány pouze jedním operátorem.



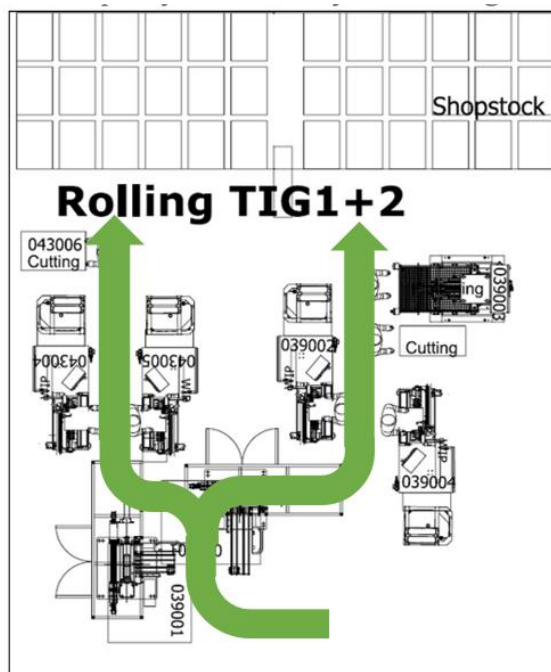
Obrázek 5-2 Pozice rollingů po spojení linek

Jedná se tedy o sjednocení prvotní operace prováděné zvlášť na obou linkách, tím pádem dochází i ke spojení materiálového toku. Předchozí materiálové toky skrz linky jsou znázorněny na následujícím obrázku (Obrázek 5-3).



Obrázek 5-3 Materiálový tok skrz linky TIG1 a TIG2

Následující obrázek (Obrázek 5-4) znázorňuje materiálový tok skrz novou linku.



Obrázek 5-4 Materiálový tok skrz linku TIG1+2

Spojením obou linek došlo i k redukci cyklových časů vyráběných dílů. Srovnání všech měřených dílů se nachází v následující tabulce (Tabulka 5-1).

Číslo dílu	Původní cyklový čas	Nový cyklový čas	Rozdíl
1686285X	35,2 sec	25,3 sec	9,9 sec
1232436X	23,8 sec	20,1 sec	6,7 sec
1203996X	25,4 sec	24,8 sec	0,6 sec
1204157X	31,1 sec	30,5 sec	0,6 sec
1876107X	24,4 sec	23,9 sec	0,5 sec
1821275X	26,4 sec	25,9 sec	0,5 sec

Tabulka 5-1 Srovnání cyklových časů

Z předchozí tabulky (Tabulka 5-1) je vidět, že největší rozdíl v cyklových časech je u dílů původně vyráběných na lince TIG1. To je způsobeno zejména změnou standardizované práce, respektive přerozdělením činností jednotlivých operátorů. V novém řešení byla odbourána obsluha jednoho stroje dvěma operátory.

Velkým benefitem, vzniklým spojením linek je i značná úspora využitého místa. Původně byl součet ploch obou linek 195,3 m<sup>2</sup>. Nová linka zabírá plochu 130 m<sup>2</sup>. Úspora místa je tedy 65,3 m<sup>2</sup>.

### 5.3 Porovnání produktivity stávajícího a nového řešení

V předchozích kapitolách bylo uvedeno, že produktivitu lze sledovat podle mnoha různých ukazatelů. V této práci bylo k tomuto účelu využito ukazatelů PPH a DLE. Následující tabulky (Tabulka 5-2, Tabulka 5-3) znázorňují přínosy v produktivitě nového řešení oproti původnímu stavu.

Číslo dílu	PPH stávající	PPH nové	Rozdíl
1686285X	46,04 ks/hod	70,32 ks/hod	<b>24,28 ks/hod</b>
1232436X	49,56 ks/hod	71,21 ks/hod	<b>21,66 ks/hod</b>
1203996X	68,00 ks/hod	90,50 ks/hod	<b>22,50 ks/hod</b>
1204157X	54,87 ks/hod	73,01 ks/hod	<b>18,14 ks/hod</b>
1876107X	66,20 ks/hod	92,26 ks/hod	<b>26,06 ks/hod</b>
1821275X	63,21 ks/hod	85,62 ks/hod	<b>22,40 ks/hod</b>

Tabulka 5-2 Srovnání PPH stávajícího a nového řešení

Číslo dílu	DLE stávající	DLE nové	Rozdíl
1686285X	55%	84%	<b>29%</b>
1232436X	48%	69%	<b>21%</b>
1203996X	66%	88%	<b>22%</b>
1204157X	53%	71%	<b>18%</b>
1876107X	64%	89%	<b>25%</b>
1821275X	61%	83%	<b>22%</b>

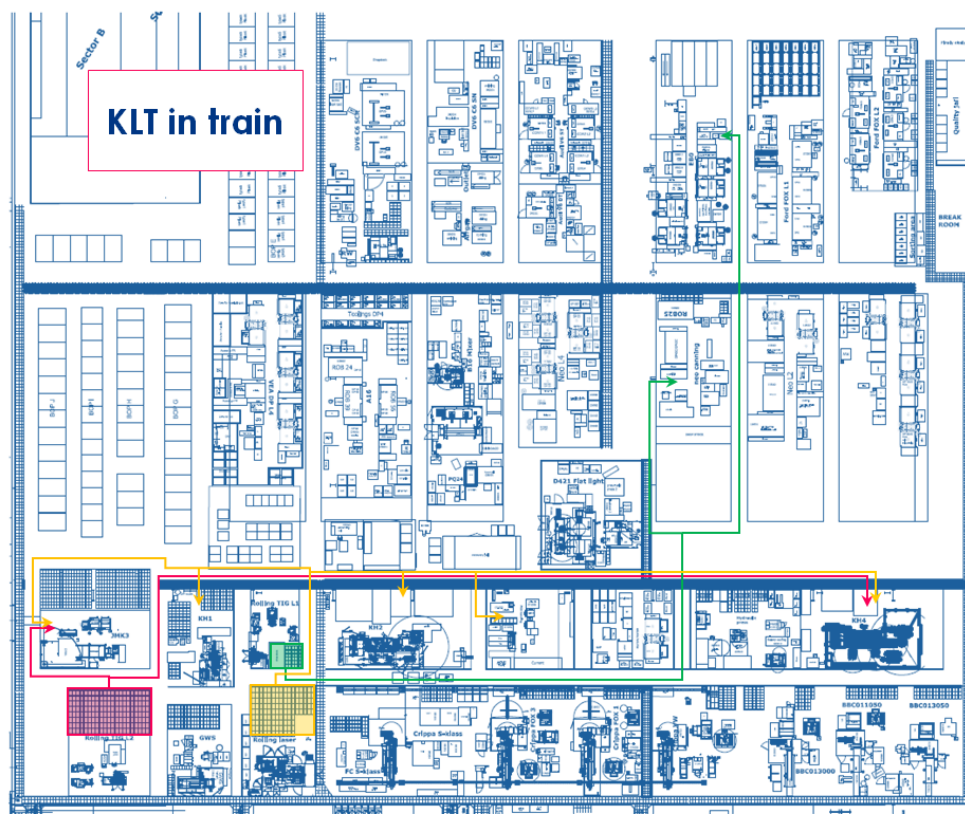
Tabulka 5-3 Srovnání DLE stávajícího a nového řešení

Z předchozích tabulek (Tabulka 5-2, Tabulka 5-3) je viditelné, že v průměru se u nové, spojené linky zvýšilo PPH o 22,51 kusů vyrobených za odpracovanou hodinu operátora. Toto razantní zvýšení je způsobeno zejména redukcí celkového počtu operátorů pracujících na lince a také změnou způsobu balení, díky kterému se snížila doba periodických operací.

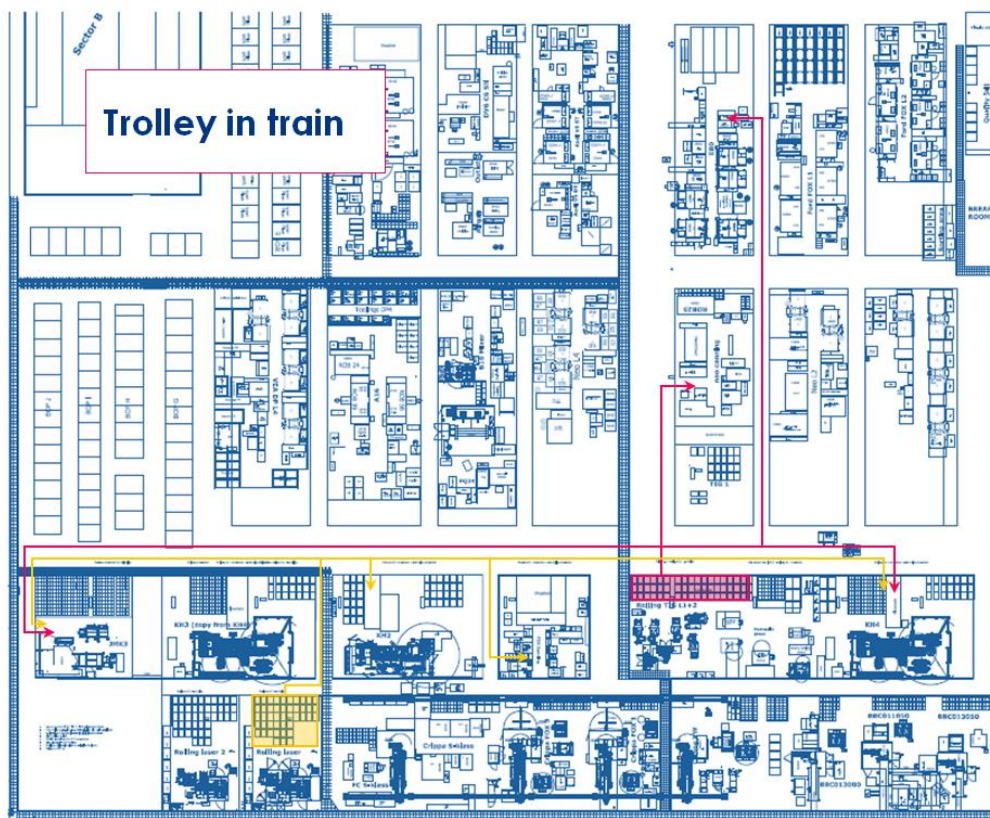
Změna způsobu balení a mírné změny uspořádání strojů mají také velký podíl na zvýšení DLE, tedy efektivity práce operátorů. Operátoři nemusí trávit tolik času neproduktivními činnostmi (jako je třeba výměna KLT boxů nebo chůze mezi stroji).

### 5.4 Porovnání materiálových toků vně linky

V návaznosti na změnu typu balení a plánované nové pozice sloučené linky nastává úspora i v materiálových tocích mimo výrobní linku. Pracovníci logistiky u plánovaného řešení nemusejí zásobovat materiálem dvě linky ale pouze jednu, která se zároveň nyní nachází blíže linkám, na které jsou odváženy hotové výrobky. Podrobněji lze tuto změnu vidět na následujících obrázcích (Obrázek 5-5, Obrázek 5-6). Z původních tří tras se v plánovaném řešení stávají pouze dvě (zelená trasa je sloučena s červenou trasou).



Obrázek 5-5 Manipulační trasy před změnou (21)



Obrázek 5-6 Manipulační trasy po změně (21)



V původním řešení strávil pracovník logistiky v průměru 214 minut za směnu převážením materiálu po všech třech trasách (viz Obrázek 5-5). Po redukci jedné trasy (viz Obrázek 5-6) a změně způsobu balení stráví v průměru pouze 94 minut za směnu.

## 5.5 Výpočet úspor, nákladů a doby návratnosti investice

Kapitola se věnuje podrobnějšímu srovnání nákladů a výnosů provedených změn. Změny byly vyčísleny v eurech, aby bylo možné obě varianty lépe porovnat.

### 5.5.1 Náklady

Náklady související se změnou uspořádání jsou náklady na samotný přesun strojů a vybavení, popř. jsou to ještě ztráty způsobené zastavením výroby v průběhu přesunu. Obě výrobní linky TIG1 i TIG2 vyrábí v třísměnném provozu a to pouze v pracovní dny. O víkendech se na linkách vyrábí pouze výjimečně.

Celý přesun probíhal interně za pomoci dvou kmenových zaměstnanců (jednoho mechanika a jednoho elektrikáře). Přesun strojů a vybavení byl proveden během víkendu, aby nebyla omezena produkce na linkách. Zaměstnanci celkem strávili přesunem 42 hodin. Hodinové náklady na jednoho tohoto pracovníka činí 14,5 €. Přesun tedy stál 609 €.

Dále je nutné započítat i náklady na pořízení nových vozíků k přepravě vyráběných dílů. Jedná se celkem o 47 vozíků, každý za 349 €. Tedy celkem se jedná o 16 403 € za všechny vozíky.

### 5.5.2 Úspory

Provedené změny mají značný vliv na peněžní úspory. Konkrétně byly tyto úspory rozděleny do několika kategorií uvedených níže.

#### Úspory na periodických operacích výrobních operátorů

Jak již bylo zmíněno, výrobní operátoři museli po několika kusech měnit plný KLT box za prázdný. Periodické operace při výměně KLT boxu za nový trvaly v přepočtu na jeden vyrobený kus průměrně 9 sekund. Po výměně KLT boxů za speciální vozíky s větší kapacitou se tento čas snížil v průměru na 2 sekundy na jeden vyrobený kus. Dále bylo uvažováno následující:

- Průměrná výroba za směnu 1967 kusů
- Třísměnný provoz
- 20 pracovních dnů v měsíci
- Hodinové náklady na jednoho operátora 10 € (peněžních jednotek)

Tedy měsíční úspora na periodických operacích ve výrobě činní:

$$\dot{U}\check{C} * K S * P S * P D * N O = \frac{7}{3600} * 1967 * 3 * 20 * 10 = 2295 \text{ €/měsíc} \quad (11)$$

- Kde:  $\dot{U}\check{C}$  - úspora času [hod/ks]  
 $K S$  - průměrný počet vyrobených kusů za směnu [ks/směna]  
 $P S$  - počet směn [směna/pracovní den]  
 $P D$  - počet pracovních dnů v měsíci [pracovní den/měsíc]  
 $N O$  - hodinové náklady na operátora [€/hod]

### Úspora jednoho pracovníka

Spojením obou linek do jedné došlo k redukci celkového počtu pracovníků nutných pro plynulý chod linky. Místo čtyř pracovníků jsou nyní potřeba pouze tři. Náklady na jednoho výrobního pracovníka byly vyčísleny na 10 €. Měsíční peněžní úspora je tedy:

$$D S * P S * P D * N O = 7,5 * 3 * 20 * 10 = 4500 \text{ €/měsíc} \quad (12)$$

- Kde:  $D S$  - délka směny [hod/směna]  
 $P S$  - počet směn [směna/pracovní den]  
 $P D$  - počet pracovních dnů v měsíci [pracovní den/měsíc]  
 $N O$  - hodinové náklady na operátora [€/hod]

### Úspory na logistických operacích

Spojením linek se zredukovaly i nutné logistické operace jako je například zavážení materiálu nebo odvážení hotových výrobků. Vzhledem k výhodnější poloze nové spojené linky došlo i k redukci vzdáleností převozu hotových výrobků na další linky. U starého řešení strávili pracovníci logistiky při zásobování linek TIG1 a TIG2 v průměru 214 minut za směnu. U nového řešení došlo k redukci na 98 minut za směnu.

Měsíční úspora na logistických operacích:

$$\dot{U}\check{C}s * P S * P D * N O = \frac{116}{60} * 3 * 20 * 10 = 1160 \text{ €/měsíc} \quad (13)$$

- Kde:  $\dot{U}\check{C}s$  - úspora času za směnu [hod/směna]  
 $P S$  - počet směn [směna/pracovní den]  
 $P D$  - počet pracovních dnů v měsíci [pracovní den/měsíc]  
 $N O$  - hodinové náklady na pracovníka logistiky [€/hod]

### Úspora místa

Spojením linek vznikla úspora místa, kterou lze opět přepočítat na peněžní jednotky. Náklady na jeden metr čtvereční výrobního prostoru činí 59,15 €/měsíc. Původních 195,3 m<sup>2</sup> zabrané plochy bylo zredukováno na 130 m<sup>2</sup>. Uspořeným místem bylo tedy ušetřeno:

$$\dot{U}M * NM = 65,3 * 59,15 = 3862 \text{ €/měsíc} \quad (14)$$

Kde:  $\dot{U}M$  - úspora místa [m<sup>2</sup>]

$NM$  - měsíční náklady na m<sup>2</sup> [€/měsíc/m<sup>2</sup>]

### Úspory z redukce počtu KLT boxů

Díky výměně KLT boxů za speciální vozíky, je možné tyto nevyužité KLT boxy prodat, nebo využít jinde. Celkem se jedná o 700 KLT boxů, jejichž pořizovací cena byla 4081 €. Vzhledem k jejich opotřebení byla jejich stávající hodnota stanovena na 70 % jejich pořizovací ceny. Peněžní úspora je tedy:

$$4081 * 0,7 = 2857 \text{ €} \quad (15)$$

### Celkové roční úspory

Po sečtení měsíčních úspor společně s jednorázovou úsporou vzniklou redukcí počtu KLT boxů dostáváme celkovou roční úsporu ve výši:

$$(4500 + 2295 + 1160 + 3862) * 12 + 2857 = 144661 \text{ €/rok} \quad (16)$$

#### 5.5.3 Doba návratnosti

Jak bylo zmíněno v minulé kapitole, náklady na investici se skládají z pořízení speciálních vozíků, které vyšly na 16 403 €, a dále z nákladů spojených se samotným přesunem a znovuzapojením výrobních strojů, což je 609 €. Celkové roční úspory, které vzniknou spojením a přesunem linek činí 144661 €. Doba návratnosti lze vypočítat podle následujícího vzorce:

$$\text{Doba návratnosti} = \frac{\text{Náklady na investici}}{\text{Roční úspora}} = \frac{17012}{144661} \cong 0,12 \text{ let} \quad (17)$$

Doba návratnosti je dle tohoto vzorce 0,12 let.

## 5.6 Přínosy navrženého řešení

Při analýze současného stavu bylo zjištěno několik problémů a nedostatků, které byly z velké části eliminovány v nově navrženém řešení. Značnou výhodou se stala realizace navrhovaných změn, která proběhla ještě před dokončením této diplomové práce, a bylo tedy možné ověřit, o kolik je navrhované řešení lepší než předchozí stav.

Změna uspořádání byla prováděna kvůli nedostatku výrobních prostor v podniku. Původně zabíraly obě linky dohromady 195,3 m<sup>2</sup>. Nová spojená linka zabírá plochu 130 m<sup>2</sup>. Došlo tedy k redukci zastavěné plochy o přibližně 33 %.

Dalším významným přínosem je spojení materiálového toku při provádění rolování, a tím pádem i redukce počtu potřebných operátorů pro chod linky. Nyní je za potřebí pouze 3 operátorů namísto 4. Navíc díky tomu, že oba rolovací stroje obsluhuje pouze jeden operátor, je možné ho nahradit cobotem.

Spojením a přesunem výsledné linky na výhodnější pozici vzhledem k ostatním linkám, které jsou zkoumanou linkou zásobovány, došlo k redukci materiálových toků vně linky. V kombinaci se změnou balicích předpisů bylo docíleno snížení času nutných logistických operací o přibližně 54 %.

Posledním významným přínosem je značné zvýšení produktivity práce, tedy nárůst počtu vyrobených kusů vztažených na jednu odpracovanou hodinu operátorem (PPH) v průměru o 22,5 ks/hod. Efektivita využití časového fondu operátorů (DLE) se tím pádem také zvýšila, a to v průměru o 22,8 %.

Pokud jsou tyto přínosy vyjádřeny v €, jedná se o roční úsporu 144 661€. Náklady na provedení všech úprav byly vyčísleny na 17 012€. Porovnáním nákladů a úspor získáme dobu návratnosti, která je pouze 0,12 let.

## Závěr

Teoretická část této diplomové práce se věnuje vysvětlení pojmů výroba, výrobní linka a produktivita práce, které byly nutné ke zpracování navazující, praktické části.

V praktické části byla nejprve krátce popsána firma Faurecia Automotive Czech Republic s.r.o. se sídlem v Písku, ve které je řešena úloha optimalizace uspořádání výrobních linek s ohledem na produktivitu práce. Následně byla provedena analýza současného stavu, tedy byly popsány obě zkoumané výrobní linky a byly definovány hlavní problémy současného prostorového uspořádání, kterými jsou související logistické operace, neefektivní balicí předpisy a zejména separátní umístění obou linek. V rámci analýzy současného stavu bylo dále zkoumáno několik vyráběných dílů. Zkoumat všechny vyráběné díly by bylo časově velmi náročné a neefektivní, proto bylo zvoleno několik představitelů, kteří představují většinovou část objemu plánované výroby. Cyklové časy těchto představitelů, společně se schémata a popisem standardizované práce jsou uvedeny v této práci. V rámci měření cyklových časů jednotlivých výrobků byly změřeny i časy periodických operací (výměna balení). Z nasbíraných dat byla následně vypočtena produktivita stávajícího stavu. Konkrétně se jedná o ukazatele PPH (*Parts per hour*) a DLE (*Direct Labour Efficiency*).

Po dokončení analýzy současného stavu je v této diplomové práci uveden návrh nového uspořádání výrobních linek (layout, cyklové časy, standardizovaná práce). V průběhu řešení této práce došlo ke schválení a provedení všech navrhovaných změn v rámci výrobního podniku. Nově naměřené hodnoty jsou tedy reálné hodnoty (nejedná se o odhad). Pro nové uspořádání byla opět vypočtena produktivita práce (tedy ukazatele PPH a DLE).

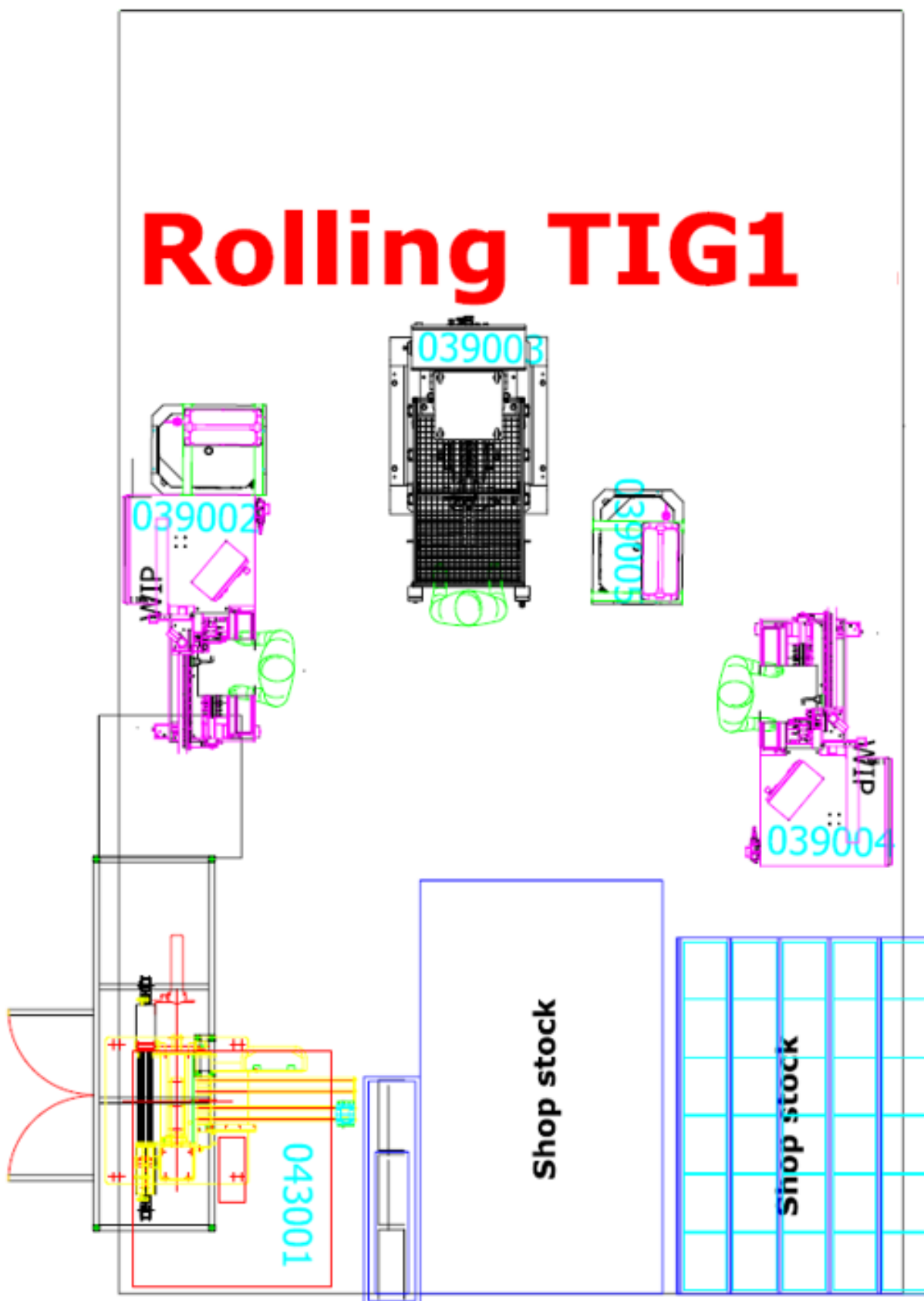
V páté kapitole došlo k porovnání původní a nové varianty. Porovnávalo bylo několik klíčových faktorů (změna způsobu balení, změna prostorového uspořádání, změna produktivity práce a změna materiálových toků). Následně bylo provedeno vyčíslení nákladů, úspor a vypočtení doby návratnosti. Vzhledem k relativně nízkým nákladům na provedení všech změn (největším nákladem byl nákup nových speciálních vozíků) a vysokým úsporám (ušetření jednoho operátora, snížení času výroby a periodických operací, redukce materiálových toků uvnitř i vně linky) je doba návratnosti pouze 0,12 let.

## Bibliografie

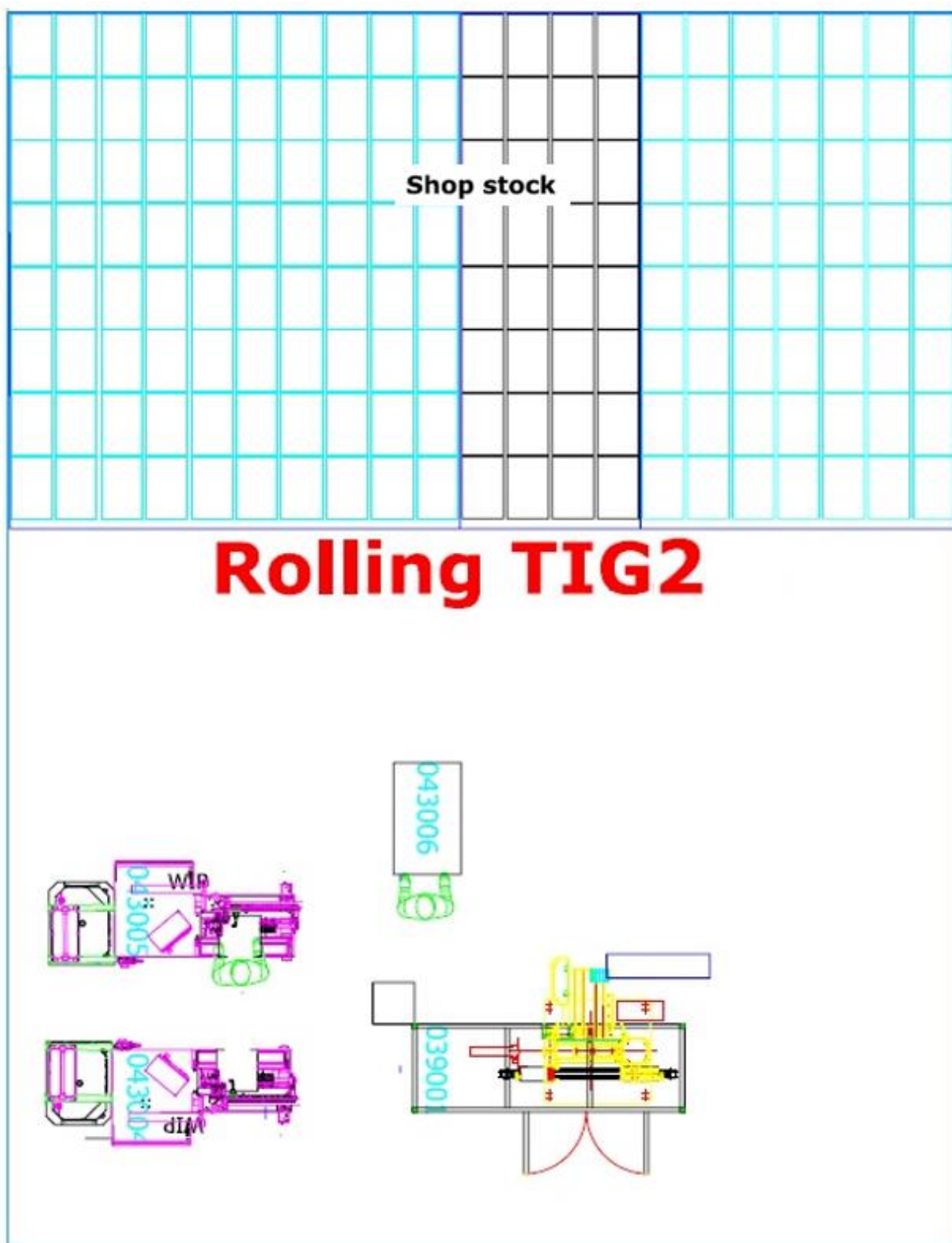
1. **Management Mania.** Řízení výroby (Production Management). [Online] Wilmington (DE), 25. Leden 2016. [Citace: 12. Prosinec 2018.] <https://managementmania.com/cs/rizeni-vyroby>.
2. **Kleinová, Jana.** *Ekonomické hodnocení výrobních procesů.* Plzeň : ZČU, 2005.
3. **Horváth, Gejza.** *Metodika řízení výroby - podklady k přednáškám.*
4. **Horváth, Gejza.** *Logistika výrobních procesů a systémů.* Plzeň : ZČU, 2000.
5. **Šrajger, Vladimír.** Disertační práce - Uspořádání výrobního systému s ohledem na konstrukčně-technologické řešení produktu. [Online] 1. Červen 2014. [Citace: 14. Listopad 2018.] [https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/15230/1/Disertace%20VI\\_Srajger\\_Final.pdf](https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/15230/1/Disertace%20VI_Srajger_Final.pdf).
6. **Keřkovský, Miloslav a Valsa, Ondřej.** *Moderní přístupy k řízení výroby.* Praha : C. H. Beck, 2012.
7. **Synek, Miloslav.** *Manažerská ekonomika.* Praha : Grada, 2011.
8. **Herzer, Jan.** Diplomová práce - Návrh prostorového uspořádání výroby při respektování požadavků výrobních technologií. [Online] 1. Červen 2016. [Citace: 2. Prosinec 2018.] [https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/25158/1/DP\\_Jan\\_HERZER\\_FINAL.pdf](https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/25158/1/DP_Jan_HERZER_FINAL.pdf).
9. **Řihová, Adéla.** Diplomová práce - Navržení layoutu ručních pracovišť v nové výrobní hale. [Online] 2. Červen 2017. [Citace: 13. Listopad 2018.] [https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/26645/1/DP\\_Rihova.pdf](https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/26645/1/DP_Rihova.pdf).
10. **Lorenc, Miroslav.** Rozmístění pracovišť. [Online] 1. Leden 2013. [Citace: 2. Prosinec 2018.] <http://lorenc.info/3MA112/rozmisteni-pracovist.htm>.
11. **Kavan, Michal.** *Výrobní a provozní management.* Praha : Grada, 2002.
12. **Košturiak, Ján.** *Projektovanie výrobných systémov pre 21. storočie.* Žilina : Edis, 2000.
13. **Hlavenka, Bohumil.** *Projektování výrobních systémů - Technologické projekty 1.* Brno : Nakladatelství CERM, 2005.
14. **Petrů, Jana a Čep, Robert.** *Základy montáže: učební text.* Ostrava : Vysoká škola báňská, 2012.
15. **Lambert, Douglas M., Stock, James R. a Ellram, Lisa M.** *Logistika.* Brno : CP Books, 2005.
16. **Cejthamr, Václav.** *Management a organizační chování.* Praha : Grada, 2005.
17. **Klečka, Jiří.** *Ekonomika a management : Produktivita a její měření - nové přístupy.* [Online] 1. Leden 2008. [Citace: 2. Prosinec 2018.] <https://www.vse.cz/polek/download.php?jnl=eam&pdf=13.pdf>.
18. **Hučka, Miroslav, Kislingerová, Eva a Malý, Milan.** *Vývojové tendence velkých podniků: podniky v 21. století.* Praha : C. H. Beck, 2011.
19. **Kozler, Josef a Matějka, Jan.** *Ekonomika, marketing, management v kostce.* Havlíčkův Brod : Fragment, 2002.
20. **Mašín, Ivan a Vytlačil, Milan.** *Nové cesty k vyšší produktivitě.* Liberec : Institut průmyslového inženýrství, 2000.
21. **Faurecia Czech Republic s.r.o.** Interní zdroje. Písek : Faurecia, 2019.

## **PŘÍLOHA č. 1**

### **Layouty stávajících linek TIG1 a TIG2 (21)**

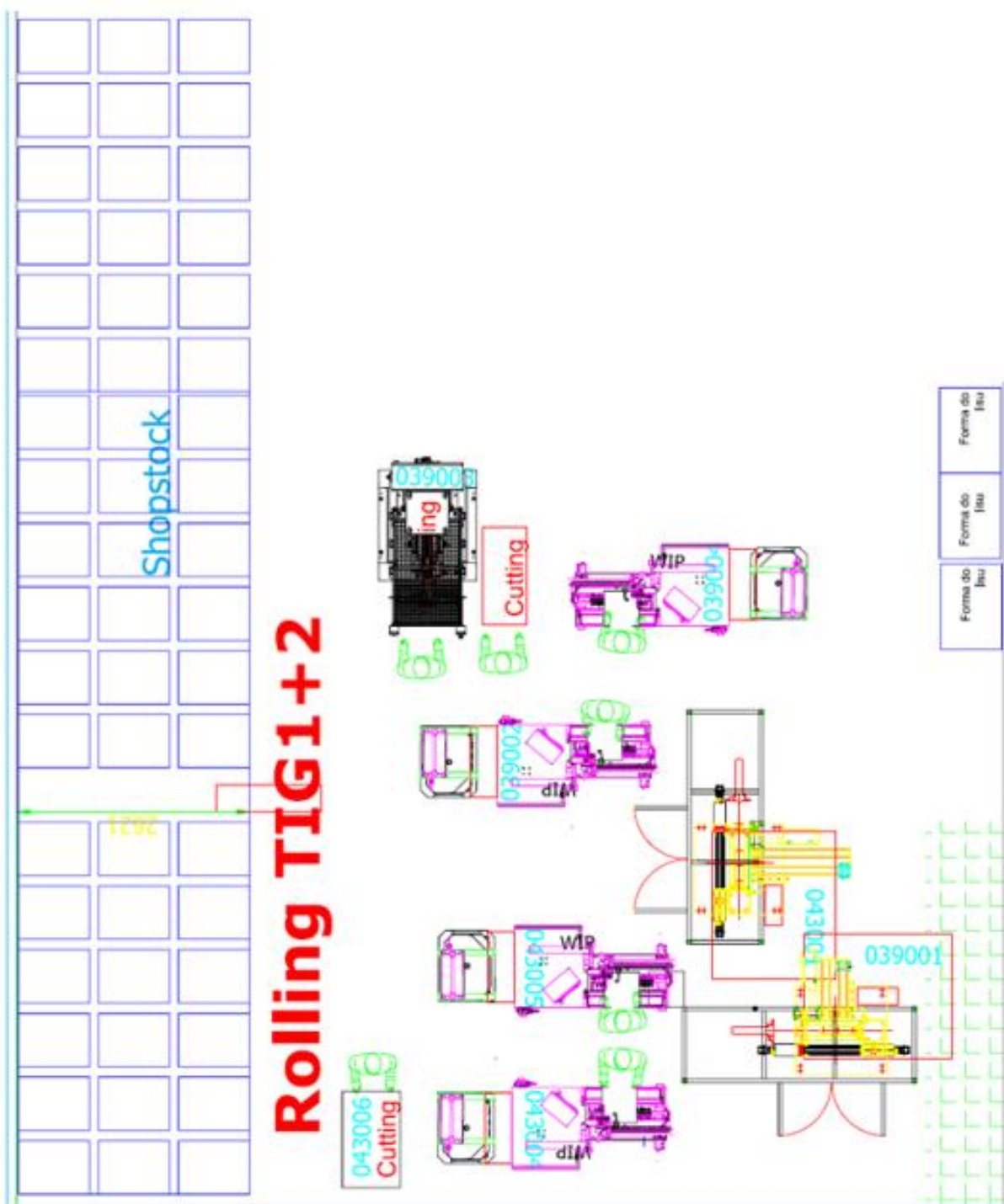






## **PŘÍLOHA č. 2**

### **Nové prostorové uspořádání linek TIG1 a TIG2 (21)**









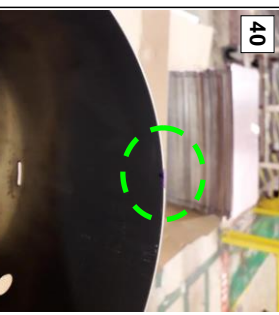




### **PŘÍLOHA č. 3**

## **Pracovní návodka 1686285x (TIG1) (21)**

faurecia		Pracovní postup			FAURECIA MESSEI		DVIneo		TIG1		
Číslo dílu	1686285x	NÁZEV DÍLU	DVIneo	PROCES	ZAKOD	ČÍSLO DOKUMENTU - PŘÍLOHA	Č. ZODPOVĚDNĚNÍ	PLÁNOV. PRÁCE	PRACOVNÍ	STRANA	
ČÍSLO	OPERACE	HSE OPERATOR	TIP	KVALITA	RAKOU	LEKAR. PROJEKT	ZVUKEM	SCHEMA / OBRÁZKY / ...	TIG1	1/3	
1	Odebírání plechu	Z GB (obr.1) odeber plech (obr.2) a polož je na stojek u rolovacího (obr.3)Zkontroluj zda je plech bez deformací masivnější a poškození.Plech má plech nákerou z popsaných vad je NOK.NOK kusy je nutné popsat kódem vady, směrou a datumem uložení do červeného koše a zaznamenat do sledování výroby. 100% kusů musí být označeno barvou směny nesmazatelným fixem. Vezmi nasmazatelný fix v barvě své směny a na straně kde není svár udeřej jednu až dvě čáry pro pozdější identifikaci dílu (obr.4). Při zakládání do rolováčky je nutné dodržet pozici založení plechu (obr.5), protože jinak je finální kus po zaváření NOK.									POKUD JE KUS NOK ZASTAVT VÝROBU, INFORMOVAT GL.
2	Založení plechu a start	Založ plech nahoru na vodící tyč a ktráží hranou plechu k dorazu.Plech musí sedět rovne s dorazem aby byl správně zkrutěn (obr.6).Pobom spuštění rolování plechu značením tlačítka start na pravém kraji rolováčky (blíže ke svářečce) (obr.7) Obr.8:OK pozice výřezu a díry po rolování Obr.9:NOK pozice výřezu a díry po rolování									
3	Vizuální kontrola	Zkontroluj správnost zkrutění plechu: Měra mezi zkrutými plechy musí být rovnoměrná šířka mezery max. 1,5 mm (obr.10). Strany plechu se nesmí sblížit nebo rozcházet (obr.11), nesmí být skázně přes sebe (obr.12) nebo přilis od sebe (obr.13) Takyé je nepřipustný přesah okrajů plechu větší než 0,5mm (obr.14). Frekvence kontroly 100%. V případě NOK zkrutění nutno nastavit parametry zkrutění a informovat GL+ programátora.									POKUD JE KUS NOK ZASTAVT VÝROBU, INFORMOVAT GL.

faurecia		Pracovní postup		ZÁKOD		C - KONTROLNO		PRACOVNÍ		STRANA	
ČÍSLO DÍLU	OPERACE	NÁZEV DÍLU	DVĚNEO	PROCES	FECT Psek	PRÁVNÍ VÝMAHI	PRÁVNÍ VÝMAHI	PRÁVNÍ VÝMAHI	PRÁVNÍ VÝMAHI	PRÁVNÍ VÝMAHI	2/3
ČÍSLO	OPERACE	HSE OPERÁTOR	TIP	KVALITA	světelní	LIKA / PROJEKT	ZVUKEM	DVĚNEO	SCHEMA / OBRÁZKY / ...	TIG1	
4	Vložení do svářečky	Zvední zajištění výše nahoru (obr.15) vsunutí spojovací pletči na tyc mezerou nahoru (obr.16) zmrskání současně spínače na svářečce (obr.17) a počekání až se zakládá; asistenti sklopí dolů (obr.18).									
5	Uprnutí dílu a start sváření	Posun pletči ke koncovému dorazu (obr.19) vyzáření hrany zrcuzeného pletchu pletč k zakládacímu asistentovi tak, aby se hrana dotýkala zadní strany asistenta (obr.20) a na pedálech na zemi pod svářečkou (obr.21) sešlápní pedál; zavrtí zadní asistenta Rocon pletč soubežně pletči hranu pletchu k upnutí zadní (obr.23) a sešlápní pedál; zavrtí přední (obr.24) Dojde k upnutí přední čelisti hrany pletchu musí být zrysovan u sebe (obr.25) Nesmí být trnzi nimi mezer (obr.26;27;28) Jinak dojde ke špatnému sváření dílu a vznikne propal. Pokud nejsou okraje pletchu u sebe je nutné upnout znovu. Pokud je upnutí správné zmrskání na ovládacím panelu svářečky tlačítko start a začne cyklus sváření (obr.29).									POKUD JE KUS NOK, ZASTAVIT VÝROBU, INFORMOVAT GL.
6	Odebrání dílu	Po ukončení svařovacího cyklu se uvolní páčka a přítlačné čelisti a je možné s ní manipulovat. Zvední páčku nahoru (obr.30) a vyšlápní sváření dle (obr.31)									
7	Vizuální kontrola	Zkontroluji kvalitu sváru a porovnání (obr.32 a 33) Jihlejší strana bez sváru nesmí být víc jak 5 mm a vnější nesmí být víc jak 1,5 mm a svár musí být bez poru a musí být uplý (obr.34) Svár nesmí mít prstevy ani propaly na začátku nebo konci sváru (obr.35) NOK kusy označ kódem vadý, dátumem a písmenem směny a dej do červeného koše. Proveď zapsání do sledování výroby a informuj GL a programátora.									POKUD JE KUS NOK, ZASTAVIT VÝROBU, INFORMOVAT GL.

faurecia		Pracovní postup			ZÁKOD:	FECT Písek	Č. ZODPOVĚDNÉHO PLÁNU:	PRACOVNÍČTE:	STRANA 3/3
Číslo dílu	1686285X	NÁZEV DÍLU:	DV/Geo	PROCES:	světelní	DOKUMENTU - PRŮBĚH VÝROBY	OPRAVA/REPARACE	TIG1	
ČÍSLO	OPERACE	HSE OPERATOR	TIP	KVALITA	LEKNA / PROJEKT	PRŮBĚH VÝROBY	PRŮBĚH VÝROBY	PRŮBĚH VÝROBY	
8	Žehlení	Vlož svatební kus do žehličky až na doraz kžehlicím válci (obr.36).Díl musí být odcený svárem nahoru a musí na něj mít nřsta laserová ukazovátka (obr.37) pokud bude svár mimo laserové ukazovátka (obr.38),nedojde k přeženíni a srovnání sváru. Pro správném vložení dílu do žehličky zmačkně tlačítko start vpravo dole (obr.39)		 	 = RUKOU  = PŘÍSTROJEM  = ZVUKEM			SCHEMA / OBRAZKY / ...	
9	Balení	Každý díl musí být označen barvou směrny pro eventuelni pozdější identifikaci (obr.40). Kusy se skládají po sedmdesátěti do vozíků k tomu určených (obr.41).Každý vozík s hotovými kusy musí být označen žlutým " INTERNÍ VÝROBA s číslem reference (1686285X) a počtem kusů (obr.42).			 40  41  42			POKUD JE KUS NOK, ZASTAVT VÝROBU, INFORMOVAT DĽ.	

## **PŘÍLOHA č. 4**

### **Pracovní návodka 1203996x (TIG2) (21)**





faurecia		Pracovní postup				ČÍSLO DÍLU	ZAKODI	ČÍSLO DOKUMENTU - PŮVÍTA VÝROBY	11.05.2017	Č. ZODPOVĚDNĚNÍ PLÁNU	11.05.2017	PRACOVNÍČTE:	STRANA
ČÍSLO	OPERACE	NÁZEV DÍLU	HSE OPERATOR	TIP	KVALITA	PROCES	SKUPINA	LEKNA / PROJEKT	TIG2	SCHEMA / OBRAZKY / ...	TIG2	2/4	
4	Vložení plechu do svěřeky	Výšňní zkrutžený plech po rolování obr.12, lednou rukou narazení páku na zajištění válce svěřeky a nasutí s rolovaným plechem na válec mezerou nahoru obr.13 Změna křížového ovládacího horního dorazu obr.14 Horní doraz ve svěřence se sklápí na válec obr.15 Pozor při manipulaci nebezpečí porážení o hranu plechu	+		◆	☞	Sváření					POKUD JE KUS NOK ZASTAVIT VÝROBU! INFORMOVAT GL.	
5	Upnutí plechu a svěřování	Zasuní srolovaný plech podél nože horního dorazu až na doraz válce obr.16 Zadení hranu zkrutženého plechu opřít o nůž horního dorazu obr.17 a nohou sesápnutí levý pedál "upnout vzadu" obr.18 Přiléhá lišta vzadu upne zadní stranu zkrutženého plechu a zvedne se horní doraz (nůž) obr.19 Příklad přední hranu zkrutženého plechu k již upnuté zadní hraně obr.20 a sesápnutí prostřední pedál "upnout vpředu" obr.21 Přiléhá lišta blíž k oboje přední stranu zkrutženého plechu obr.22 Hranu zkrutženého plechu musí být u sebe po celé délce obr.23 Pokud je mezi hranami plechu mezera obr.24 oděpní zkrutžený plech a upní znovu aby bylo upnutí OK jako na obr.23 Podom zmrákní tlačítko "start" na ovládacím panelu svěřeky obr.25 a stroj začne svěřovat pozor při manipulaci nebezpečí porážení o hranu plechu.	+	☞	◆	☞	Sváření					POKUD JE KUS NOK ZASTAVIT VÝROBU! INFORMOVAT GL.	
								