

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

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

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Racionalizace pracoviště ve výrobní hale

Autor: **Gabriela ŠIMLOVÁ**

Vedoucí práce: **Ing. Antonín Miller, Ph.D.**

Akademický rok 2016/2017

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Gabriela ŠIMLOVÁ**

Osobní číslo: **S14B0260P**

Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**

Studijní obor: **Průmyslové inženýrství a management**

Název tématu: **Racionalizace pracovišť ve výrobní hale**

Zadávací katedra: **Katedra průmyslového inženýrství a managementu**

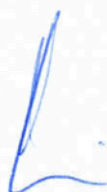
Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Zlepšování a plýtvání
2. Prostorové uspořádání
3. Analýza současného stavu
4. Identifikace plýtvání
5. Návrh na zlepšení a přínos práce
6. Závěr

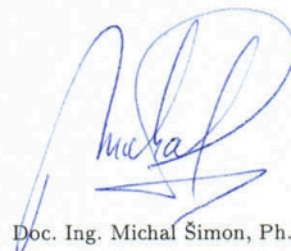
Rozsah grafických prací: 0 výkresů
Rozsah kvalifikační práce: 30 - 40 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná
Seznam odborné literatury:

1. KOŠTURIÁK, J., FROLÍK, Z. a kol. *Štíhlý a inovativní podnik*.
Praha: Alfa Publishing, s. r. o., 2006. ISBN 80-86851-38-9
2. 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
3. BUREŠ, M. *Tvorba a optimalizace pracoviště, e book*.
Plzeň: SmartMotion, 2013. ISBN 978-80-87539-32-3
4. EDL, M., KUDRNA, J. *Metody průmyslového inženýrství, e book*.
Plzeň: SmartMotion, 2013. ISBN 978-80-87539-40-8

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Antonín Miller, Ph.D.
Regionální technologický institut
Konzultant bakalářské práce: Ing. Michal Zoubek
Katedra průmyslového inženýrství a managementu
Datum zadání bakalářské práce: 19. září 2016
Termín odevzdání bakalářské práce: 2. června 2017



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan



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

V Plzni dne 19. září 2016

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 vypracovala samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne:

..... podpis autora

Poděkování

Ráda bych tímto poděkovala vedoucímu bakalářské práce Ing. Antonínu Millerovi, Ph.D. za cenné rady, odbornou pomoc a vedení při vypracování této práce. Velké poděkování také patří panu Václavu Sedlákovvi z firmy Serw, spol. s.r.o., který mi poskytl veškeré informace potřebné pro praktickou část této bakalářské práce. A v neposlední řadě bych také ráda poděkovala své rodině a nejbližším přátelům za jejich velkou podporu.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

| | | | |
|----------------------|---|--------------------------|--|
| AUTOR | Příjmení Šimlová | Jméno Gabriela | |
| STUDIJNÍ OBOR | Průmyslové inženýrství a management | | |
| VEDOUCÍ PRÁCE | Příjmení (včetně titulů) Ing. Miller, Ph.D. | Jméno Antonín | |
| PRACOVÍŠTĚ | ZČU - FST - KPV | | |
| DRUH PRÁCE | DIPLOMOVÁ | BAKALÁŘSKÁ | |
| NÁZEV PRÁCE | Racionalizace pracoviště ve výrobní hale | | |

| | | | | | |
|----------------|---------|----------------|-----|--------------------|------|
| FAKULTA | strojní | KATEDRA | KPV | ROK ODEVZD. | 2017 |
|----------------|---------|----------------|-----|--------------------|------|

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

| | | | | | |
|---------------|----|---------------------|----|----------------------|----|
| CELKEM | 75 | TEXTOVÁ ČÁST | 57 | GRAFICKÁ ČÁST | 18 |
|---------------|----|---------------------|----|----------------------|----|

| | |
|----------------------|---|
| STRUČNÝ POPIS | <p>Cílem této práce je zlepšení procesů a prostorového uspořádání pracoviště. K tomu je zapotřebí znát jednotlivé prvky štihlého podniku, o kterých se v této práci podrobněji pojednává. Dodržováním těchto metod je dosažena značná eliminace základních typů plýtvání, které jsou v práci detailně popsány. Využití těchto principů štihlého managementu se uplatní v praktické části této práce, která je plněna ve výrobní firmě. Hlavním úkolem je celková analýza montážního pracoviště, identifikace plýtvání a ergonomických problémů. Nejdůležitější částí jsou samotné návrhy na zefektivnění výroby, jak z hlediska plýtvání, tak z hlediska prostorového uspořádání.</p> |
| KLÍČOVÁ SLOVA | Racionalizace, Štihlý podnik, Plýtvání, Prostorové uspořádání |

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

| | | |
|--------------------------|--|------------------|
| AUTHOR | Surname Šimlová | Name Gabriela |
| FIELD OF STUDY | Industrial Engineering and Management | |
| SUPERVISOR | Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Miller, Ph.D. | Name Antonín |
| INSTITUTION | ZČU - FST - KPV | |
| TYPE OF WORK | DIPLOMA | BACHELOR |
| TITLE OF THE WORK | Rationalization of Workplaces in the Production Hall | |

| | | | | | |
|----------------|------------------------|-------------------|-----|---------------------|------|
| FACULTY | Mechanical Engineering | DEPARTMENT | KPV | SUBMITTED IN | 2017 |
|----------------|------------------------|-------------------|-----|---------------------|------|

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

| | | | | | |
|----------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| TOTALLY | 75 | TEXT PART | 57 | GRAPHICAL PART | 18 |
|----------------|----|------------------|----|-----------------------|----|

| | |
|--------------------------|--|
| BRIEF DESCRIPTION | <p>The goal of this thesis is to improve processes and spatial organization of the workplace. This requires knowing the individual elements of lean management, on which this work discussed. Following these methods achieve elimination of any waste, which is also described. Compliance with these methods is achieved substantial elimination of the basic types of waste that are at work as well. The use of these principles of lean management is applied in practical part of this work, which is elaborated in a manufacturing company. The main task is the overall analysis of assembly workplace, identification of waste and ergonomic problems. The most important part is the proposals for more effective production, both in terms of waste and in terms of spatial organization.</p> |
| KEY WORDS | Rationalization, Lean management, Waste, Spacial organization |

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| Seznam obrázků | 8 |
| Seznam tabulek | 10 |
| Úvod | 11 |
| 1 Racionalizace | 12 |
| 2 Štíhlý podnik..... | 14 |
| 2.1 Štíhlá výroba | 15 |
| 2.1.1 Management toku hodnot | 15 |
| 2.1.2 Kaizen | 15 |
| 2.1.3 Management úzkých míst | 16 |
| 2.1.4 Management produktivity výrobních zařízení | 16 |
| 2.1.5 Štíhlé pracoviště..... | 16 |
| 2.1.6 Synchronizace procesů..... | 17 |
| 2.1.7 Týmová práce a kvalita..... | 18 |
| 2.2 Štíhlá logistika..... | 18 |
| 3 Plýtvání..... | 20 |
| 3.1 Nadprodukce..... | 21 |
| 3.2 Čekání..... | 22 |
| 3.3 Zásoby..... | 22 |
| 3.4 Přeprava a transport..... | 23 |
| 3.5 Nevyužitý lidský potenciál | 23 |
| 3.6 Manipulace a pohyb | 23 |
| 3.7 Vadné kusy | 23 |
| 4 Prostorové uspořádání pracovišť | 25 |
| 4.1 Kanban | 25 |
| 4.2 Milk - Run | 26 |
| 4.3 Projektování pracovišť | 27 |
| 4.3 Sankey diagram | 28 |
| 5 Představení firmy | 30 |
| 6 Popis a analýza pracoviště..... | 31 |
| 6.1 Pracovní úsek 1: Montáž převodu proudu..... | 32 |
| 6.1.1 Analýza pracovního úseku..... | 33 |
| 6.1.2 Problém 1 | 33 |
| 6.1.3 Problém 2 | 34 |
| 6.2 Pracovní úsek 2: Montáž přívodní hlavice | 35 |
| 6.2.1 Analýza pracovního úseku..... | 36 |
| 6.2.2 Problém 1 | 36 |
| 6.2.3 Problém 2 | 36 |
| 6.2.4 Problém 3 | 37 |
| 6.3 Pracovní úsek 3: Montáž kontaktů | 38 |
| 6.3.1 Analýza pracovního úseku..... | 38 |
| 6.3.2 Problém..... | 39 |
| 6.4 Pracovní úsek 4: Montáž proudové dráhy | 39 |
| 7 Analýza prostorového uspořádání pracoviště | 41 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 7.1 | Současný layout | 41 |
| 7.2 | Navrhovaný layout 1 | 46 |
| 7.3 | Navrhovaný layout 2 | 50 |
| 7.4 | Porovnání navrhovaného layoutu 1 a 2 | 53 |
| Závěr | Závěr | 57 |
| Seznam použité literatury | Seznam použité literatury | 58 |
| Seznam příloh..... | Seznam příloh..... | 60 |

Seznam obrázků

| | |
|---|----|
| Obr. 1-1: Cíl racionalizace..... | 12 |
| Obr. 2-1: Štíhlý podnik [6]..... | 14 |
| Obr. 2-2: Systém 5S [5] | 17 |
| Obr. 2-3: Tahový systém [9]..... | 18 |
| Obr. 2-4: Materiálový a informační tok [19] | 18 |
| Obr. 3-1: Nadprodukce ve výrobě [6]..... | 21 |
| Obr. 3-2: Zásoby ve výrobě [6]..... | 22 |
| Obr. 3-3: Vadné kusy [6] | 24 |
| Obr. 4-1: Kanbanová karta [18]..... | 26 |
| Obr. 4-2: Milk Run [17]..... | 26 |
| Obr. 4-3: Ergonomické pracoviště [15] | 27 |
| Obr. 4-4: Sankeyův diagram aplikovaný ve výrobní hale [13]..... | 28 |
| Obr. 4-5: Spaghetti diagram [16]..... | 29 |
| Obr. 5-1: Rozvodná zařízení [20] | 30 |
| Obr. 6-1: 3D náhled rozdělení montážního pracoviště | 31 |
| Obr. 6-2: Schéma postupu výrobku pracovištěm..... | 32 |
| Obr. 6-3: Pracoviště montáže převodu proudu | 32 |
| Obr. 6-4: Převod proudu – tzv. kytky | 33 |
| Obr. 6-5: Model přípravku..... | 33 |
| Obr. 6-6: Výřez z formuláře plynulé chronometráže..... | 34 |
| Obr. 6-7: Rozvržení pracovního stolu..... | 35 |
| Obr. 6-8: Pracoviště montáže přívodní hlavice..... | 36 |
| Obr. 6-9: Nalisovaná svorka | 37 |
| Obr. 6-10: Pracoviště montáže kontaktů..... | 38 |
| Obr. 6-11: Zprava - měděné pláty (kontakty); zleva - pojízdný regál [23]..... | 39 |
| Obr. 6-12: Pracoviště montáže proudové dráhy | 40 |
| Obr. 6-13: Výsledný montovaný spoj..... | 40 |
| Obr. 7-1: Schéma současného layoutu..... | 41 |
| Obr. 7-2: 3D náhled výrobní haly | 42 |
| Obr. 7-3: 3D náhled montážního pracoviště | 42 |
| Obr. 7-4: Vzdálený pohled na výrobní halu..... | 42 |
| Obr. 7-5: Sankey diagram montážního pracoviště..... | 43 |
| Obr. 7-6: Převodní matice..... | 45 |

| | |
|---|----|
| Obr. 7-7: I-D diagram | 45 |
| Obr. 7-8: Analýza pracoviště z hlediska normy pro tvorbu layoutu..... | 46 |
| Obr. 7-9: Model navrhovaného layoutu 1 | 47 |
| Obr. 7-10: Sankey diagram navrhovaného layoutu 1 | 47 |
| Obr. 7-11: I-D diagram | 49 |
| Obr. 7-12: Převravní matice..... | 49 |
| Obr. 7-13: 3D náhled na pracoviště..... | 49 |
| Obr. 7-14: 3D náhled na pracoviště 2 | 50 |
| Obr. 7-15: Model navrhovaného layoutu 2 | 50 |
| Obr. 7-16: Sankey diagram navrhovaného layoutu 2 | 51 |
| Obr. 7-17: I-D diagram | 52 |
| Obr. 7-18: Převravní matice..... | 52 |
| Obr. 7-19: 3D náhled navrhovaného layoutu 2..... | 52 |
| Obr. 7-20: Pohled na 3D navrhovaného layoutu 2 | 53 |
| Obr. 7-21: Model 2 - zobrazení problematických průchodů..... | 54 |
| Obr. 7-22: Graf efektivity jednotlivých materiálových toků | 55 |
| Obr. 7-23: Graf efektivity celkových materiálových toků..... | 55 |

Seznam tabulek

| | |
|--|----|
| Tab. 6-1: Seznam jednotlivých montážních operací včetně naměřených časů..... | 34 |
| Tab. 6-2: Časové hodnoty jednotlivých operací a manipulací..... | 38 |
| Tab. 7-1: Jednotlivé přepravní výkony současného uspořádání montážního pracoviště..... | 44 |
| Tab. 7-2: Porovnání přepravních výkonů | 48 |
| Tab. 7-3: Materiálové toky modelu layoutu 2 | 51 |
| Tab. 7-4: Porovnání celkových materiálových toků | 54 |
| Tab. 7-5: Porovnání materiálových toků | 54 |
| Tab. 7-6: Souhrnná tabulka hodnot porovnávaných variant..... | 56 |

Úvod

Každý podnik má za cíl co nejvyšší produktivitu a efektivitu svých výrobních procesů. Zároveň také usiluje o co největší konkurenceschopnost na současném trhu. Aby těchto cílů byl schopen dosáhnout zavádějí se ve firmách prvky štíhlé výroby, které značně zlepšují výrobní procesy a snižují nežádoucí plýtvání. Toto neustálé zlepšování nazýváme racionalizací, o které se v této bakalářské práci podrobněji pojednává.

Teoretická část se zabývá komplexní racionalizací daného pracoviště jak z hlediska prostorového uspořádání a jeho projektování, tak z hlediska eliminace plýtvání, a tím související zvýšení celkové produktivity pracoviště. První část je věnována obecnému vysvětlení pojmu racionalizace, do které nedílně patří metody již zmíněného štíhlého podniku. V další části se práce zaměřuje na vymezení pojmu plýtvání a vypsání jeho jednotlivých zdrojů. Poslední část zahrnuje racionalizaci pracoviště z hlediska prostorového rozmístění, kde se řeší samotné projektování i možné užití logistických systémů.

Praktická část je věnována analýze montážního pracoviště ve firmě Serw, spol. s.r.o.. V první části je popsána výrobní činnost podniku a jeho specifické zaměření. Samotné montážní pracoviště je podrobněji popsáno z hlediska jednotlivých pracovních úseků. Druhá část analyzuje celkový stav pracoviště a zabývá se rozbořením úzkých míst a zjištěných druhů plýtvání a následně také návrhy na zlepšení. Poslední část řeší prostorové uspořádání pracoviště a odpovídajících materiálových toků, a to pomocí programu VisTable. Výsledkem jsou modely layoutů ve 2D a 3D zobrazení, které velice jednoduše pomáhají odhalit problémová místa. Pomocí programu jsou sestaveny dva návrhy na reorganizaci pracoviště, které značně přispívají ke zefektivnění materiálových toků, a tím k celkovému zlepšení využití pracoviště.

1 Racionalizace

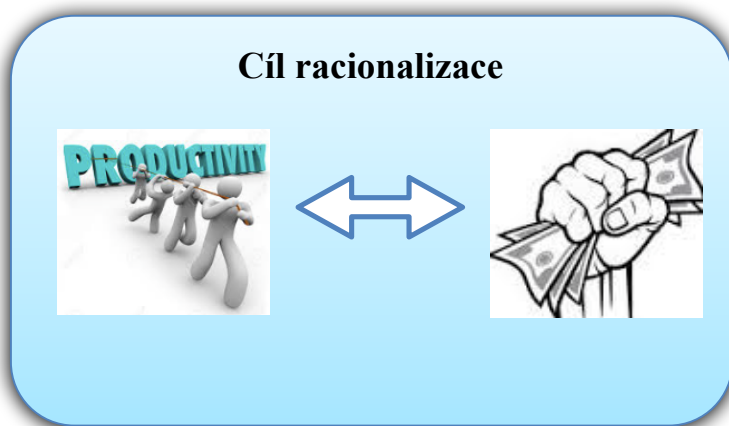
Pojem racionalizace můžeme vysvětlit jako cílevědomé a systematické využívání všech znalostí a prostředků, které poskytuje technika, věda i praxe, ke zvyšování ekonomičnosti a výkonnosti práce.

Racionalizace se začala v praxi více uplatňovat hlavně z důvodu dynamického rozvoje výrobních podniků, a tím i národního hospodářství. Příčinou tohoto růstu je neustálý vzestup vědy a techniky v celosvětovém měřítku a z tohoto důvodu jsou na zefektivňování práce kladeny stále větší a náročnější požadavky.

Název je odvozen od latinského slova “racio”, v překladu rozumný. Základní myšlenkou tohoto slova je tedy rozumová způsobilost jedince nebo skupiny stále více pronikat do hloubky a podstaty své práce a mít snahu nacházet nové metody pro zlepšení.

Za základní podstatu racionalizace se považuje nepřetržité zdokonalování výrobního procesu, a to hlavně z hlediska zvyšování produktivity práce, a tím zlepšování ekonomických výsledků a dosažení vysoké konkurenceschopnosti systému. Pod pojetím zdokonalování si představujeme uskutečňování výrobního procesu na stále vyšší úrovni řízení, technologie, výroby, práce a techniky. Tento pojem ovšem nevyjadřuje pouze zlepšování z hlediska zvyšování produktivity podniku, ale také omezení nebo úplné vyloučení zbytečných ztrát, které můžeme nazvat plýtváním.

Hlavním cílem racionalizace, který je znázorněn na obr.1-1, je maximální zvýšení produktivity za použití minimálních vkladů.[1]



Obr. 1-1: Cíl racionalizace

Kdybychom měli hlavní cíl podrobněji rozebrat a zaměřit se na konkrétní postupy a body, které vedou právě ke komplexnímu zvyšování produktivity, patřilo by sem snižování spotřeby vstupů (času, materiálu, nákladů, práce a energií).

V neposlední řadě by se měl podnik zamyslet na možnostech zvyšování množství produkce za jednotku času a zároveň na snižování průběžné doby výroby, které mohou způsobovat následné zbytečné plýtvání. V dnešní době je dalším důležitým faktorem zvyšování jakosti výrobků, na které je ze strany zákazníka kladen stále větší důraz. [2]

Základní postup racionalizace:

- 1) Analýza pracovního systému a zhodnocení současného stavu
- 2) Vytvoření základních bodů racionalizace
- 3) Aplikace těchto metod
- 4) Vyhodnocení zlepšení efektivnosti

Základní nástroje racionalizace:

- Technologičnost konstrukce
- Technické a ergonomické uspořádání pracovišť
- Optimalizace postupů při výrobním procesu

Zaměření na základní činitele:

- Pracovní síla - uspořádání a výkon práce
- Pracovní prostředky - nástroje, stroje, nářadí
- Pracovní předměty - materiál

Hlavním oborem je **racionalizace práce**, která je důsledně spjata s technickým normováním.

Další důležitou oblastí je **racionalizace produktivního fungování základních výrobních fondů**. Tato oblast se zabývá obsluhou a opravou strojů, přípravou práce a přísunem a odsunem zařízení.

Racionalizace materiálu, která souvisí s jeho pohybem, manipulací a hospodařením, vede ke zvyšování podílu práce. Důležitým bodem je především jeho výhodné skladování a volba co nejkratší a nejplynulejší cesty pro přepravu.

Velkou roli hraje racionalizace také ve sféře **administrativního řízení**.

Vlivem vzájemné vazby mezi těmito oblastmi je nutné racionalizaci posuzovat z hlediska komplexního procesního systému podniku, aby v konečném výsledku nedocházelo k jejich nesouladu. [3]

2 Štíhlý podnik

Aby mohl být podnik nazýván štíhlým, musí plnit hlavně takové činnosti, které jsou nezbytné, dělat je správně napoprvé, zvyšovat jejich produkci a snižovat náklady na jejich uskutečnění. Jedná se tedy o zvyšování výkonnosti a produkce firmy oproti jiným konkurujícím podnikům.

Štíhlá výroba není pouze souhrn základních metod a postupů uplatňování na konkrétní podnik, ale celkový způsob myšlení a filozofie podniku. Jde o celek, který se musí uplatňovat ve všech sférách výrobního procesu počínaje vývojem výrobků, technickou přípravou, logistikou a konče v řízení a administrativě podniku.

Na obr. 2-1 jsou znázorněny hlavní odvětví pro užití metod štíhlého podniku.



Obr. 2-1: Štíhlý podnik [6]

Základní definice se soustřeďuje na snížení nákladů a zjednodušení výrobního procesu pomocí principů kaizen, kanban a analýzou toků. Tento pojem se opět nevztahuje pouze na řízení a vrcholový management, ale stejnou vahou se uplatňuje i na pracovníky ve výrobě. [1]

Základní cíle a snahy [4]:

- 1) **Eliminace plýtvání** - úsilí o omezení až úplné odstranění neefektivních činností
- 2) **Plynulý tok** - zajišťuje kontinuální přísun vstupního materiálu, předávky mezi jednotlivými pracovišti až po odběr konečných výrobků a předání k expedici
- 3) **Tok jednoho kusu** - spočívá v optimálním vybalancování výrobní linky např. pomocí analýzy MTM nebo MOST
- 4) **Minimalizace zásob** - využití systémů FIFO (First in first out) a JIT (Just in time)

Hlavní prvky štíhlého podniku [4]:

- 1) Management toku hodnot VSM
- 2) Zavedení systému Kaizen
- 3) Štíhlý layout v rámci celého podniku i jednotlivých pracovišť
- 4) Týmová práce
- 5) Management úzkých míst
- 6) Synchronizace procesů a plynulý tok
- 7) Kvalita a standardizovaná práce
- 8) TPM

2.1 Štíhlá výroba

Základním úkolem zeštíhlení výroby je eliminace několika druhů plýtvání, které se při výrobním procesu objevují. K tomu nám slouží různé metody, které jsou sepsány v následující části práce.

2.1.1 Management toku hodnot

Prvním a základním krokem k úspěchu je identifikace plýtvání a analýza časů, kde se přidává a nepřidává hodnota. K tomu nám slouží tzv. **management toku hodnot (Value Stream Mapping - VSM)**, který využívá grafického zobrazení finančních, materiálových a informačních toků propojených skrze celou organizaci až k požadavkům zákazníka. Tento diagram může velice jednoduše ukázat, kde se daný výrobek nachází a jak dlouho v tomto stavu setrvává. Z této identifikace poté můžeme snadněji eliminovat výrobní časy, a tím samozřejmě také plýtvání. Cílem je zavedení nového efektivního toku hodnot.[4]

2.1.2 Kaizen

Podle tradičního managementu se podnik rozděloval na dělníky, kteří jsou zaměřeni pouze na výrobu zadaného produktu a na lidi, kteří se zabývají prosperitou podniku z hlediska inovací, projektů a řízení.

Zavedení systému Kaizen přineslo velké změny v pohledu na klasické uspořádání, a to zejména na využití rozumu při výrobě bez ohledu na postavení v podniku. Kaizen je v překladu neustálé zlepšování všech procesů, do kterého musí být zapojen každý jednotlivec v celé firmě, od manažerů po dělníky.

Důležitým principem fungování tohoto systému je využití lidského potenciálu. V dnešní době je nezbytné od lidí ve výrobě požadovat, aby se celkově zapojovali do celého procesu zlepšování, snažili se sami nacházet různé formy plýtvání a hlavně, aby hledali způsob, jak danou práci provést rychleji, levněji a kvalitněji. Je tedy nutné vycházet ze znalostí, dovedností a zkušeností lidí ve výrobě, kteří obvykle mohou vyřešit případný problém daleko snadněji než management podniku.

Zapojení do zlepšování přináší všem jednotlivcům určitou seberealizaci, která podporuje celkovou podnikovou kulturu a atmosféru na pracovišti, což samozřejmě vlivně přispívá ke správnému fungování celého podniku. Lidé pak sami přicházejí s novými nápady se snahou podílet se na jejich realizaci. Při takové situaci pak nesmíme zapomenout na

odpovídající ohodnocení těchto pracovníků a jejich dostatečnou motivaci k dalším nápadům. [4]

2.1.3 Management úzkých míst

Úzké místo můžeme definovat jako určité omezení v daném podniku, které může být fyzického charakteru - např. chybějící kapacita strojů, materiálu, lidí, dále pak manažerského typu, což může být způsobeno špatně nastavenými pravidly, kterými se organizace řídí a do třetice se často jedná o postoje lidí, kde úzké místo vzniká špatnou komunikací a spoluprací s manažery.

K identifikaci úzkého místa se často využívá tzv. **teorie omezení (TOC)**, která se vyznačuje analýzou klíčových problémů a souvislostí mezi nimi. Cílem této metody je samozřejmě úplné odstranění úzkého místa. K tomu ale často vedou dílčí kroky, které se musí na daném místě realizovat. Mělo by se jednat především o eliminaci poruch a plýtvání, užívání metod SMED a Kaizen a zajištění neustálého plynulého provozu úzkého místa bez nežádoucího přetížení.

Metoda SMED (Single Minute Exchange of Die) je určena pro rychlé změny výrobního sortimentu, hlavně pro snížení času přestavování stroje na jinou výrobu nebo pro rychlý přechod na jiný typ výroby. Přínos této metody je výhodný především pokud je daný stroj úzkým místem. Výsledkem je pak zvýšení kapacity stroje, pružnosti a snížení průběžné doby výroby. [4]

2.1.4 Management produktivity výrobních zařízení

TPM (Total Productive Maintenance) je strategie společnosti, která zvyšuje produktivitu zařízení tím, že dochází k systematickému zkracování výrobních časů, které snižují výkonnost stroje. Činností TPM se zabývají minimalizací několika velkých ztrát [4]:

- poruchy, chyby a ztráty způsobené prací se sníženou rychlostí
- seřizování a nastavování stroje
- prostoje a přerušované práce
- ztráty při náběhu

2.1.5 Štíhlé pracoviště

Výhodné uspořádání pracoviště je základem štíhlé výroby. Je důležité zejména pro pracovníky, kteří na něm vykonávají práci každý den. Stroje a nářadí musí být logicky uspořádány, aby se dělník příliš nenamáhal a výrobní čas byl tak minimální. Od těchto parametrů se pak odvíjejí výrobní kapacity a výkonové normy.

System 5S:

Seiri – vymezení potřebných nástrojů a zařízení na pracovišti a odstranění všeho zbytečného (materiálu, zásob a pohybů bez přidaných hodnot)

Seiton - zajištění místa pro každou věc a eliminace hledání nástrojů, které momentálně potřebují

Seiso - každodenní úklid na pracovišti a zajištění pravidelné kontroly

Seiketsu - trvalá změna na pracovišti, která má pomoci k lepšímu orientování a pochopení systému a následná standardizace

Shitsuke - dodržování disciplíny a rozvoj myšlení 5S [5]

Na obr. 2-2 je znázorněno schéma 5S systému.



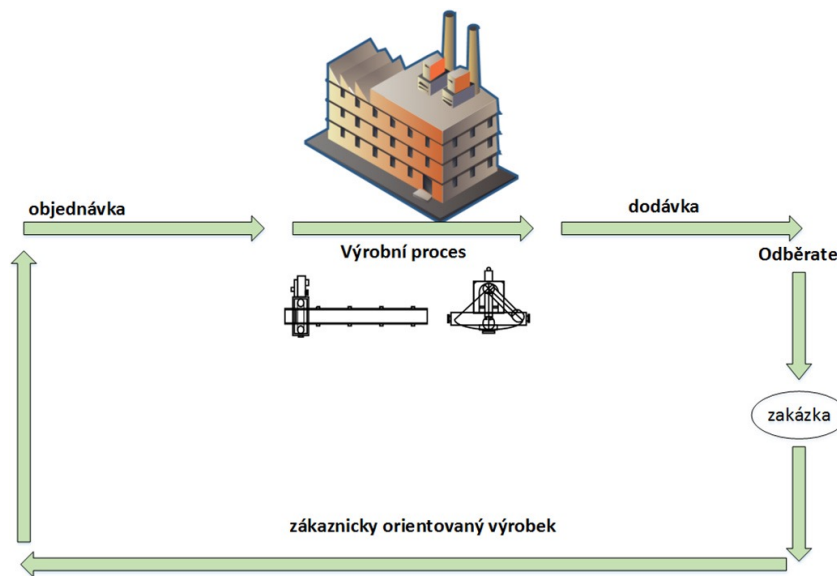
Obr. 2-2: Systém 5S [5]

Vizuální management na pracovišti je základem metody **jidoka** a slouží především pro zajištění snadné a okamžité orientace na daném úseku výrobního systému. Cílem je pohotovému zjištění případných problémů, pochopení aktuálního stavu rozpracovanosti výroby a zajištění efektivního organizování. [4]

2.1.6 Synchronizace procesů

Plynulý tok ve výrobě je výsledkem synchronizace procesů z hlediska kvality, spolehlivosti a času, vybalancovaných kapacit a efektivně fungujícího okolí výroby (logistika, administrativa). Základním rozdílem mezi klasickým a štíhlým managementem je změna tzv. tlakového systému na tahový.

- **Tlakový systém** - v procesu vznikají tzv. “úzká místa”, kde dochází k hromadění zásob, které čekají, než budou moci pokračovat do dalšího procesu (podnik se příliš nestará o představu a potřebu zákazníka - produkty tzv. dotlačí ke spotřebiteli) [9]
- **Tahový systém** znázorněný na obr. 2-3 - zakázková výroba dle požadavků a potřeb kupujícího, která přispívá ke snižování zásob a k eliminaci úzkých míst



Obr. 2-3: Tahový systém [9]

2.1.7 Týmová práce a kvalita

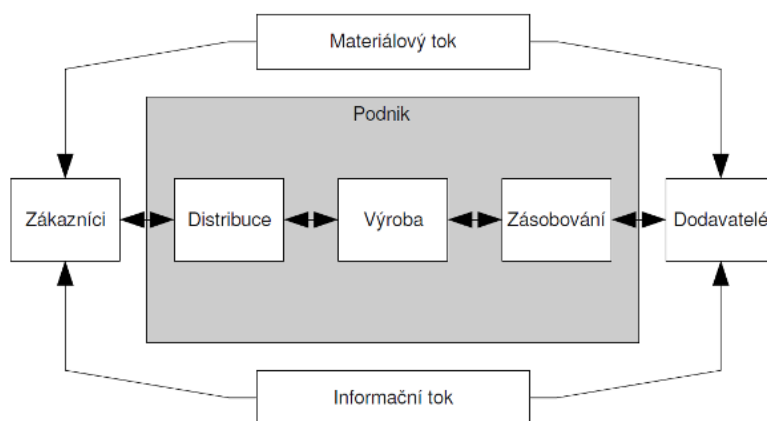
Týmová práce je nezbytná pro správné a efektivní fungování každého podniku, jelikož nedostatečná komunikace a kooperace mezi pracovníky je často jednou z největších příčin plýtvání. Proto se jako další prvek štíhlé výroby vytváří projektové a procesní týmy, pro které se často vytváří náležité prostorové uspořádání pracovišť, tzv. výrobní buňky. Tyto buňky jsou vytvářeny z důvodu snazších a jednodušších materiálových toků, které výrazně ovlivňují náklady. [2]

Kvalita hned na počátku výroby představuje okamžité zjištění chyby a následné zjišťování a odstraňování příčin vzniku této závady. Její začlenění do procesu předchází zbytečně vysokým nákladům na případnou reklamaci a opravu zmetků. [4]

2.2 Štíhlá logistika

Logistika se dá definovat jako efektivní organizace toků, která zajistí, aby zboží bylo dodáno ke spotřebiteli v požadovaném množství, kvalitě, čase a na předem dohodnuté místo.

Jak zachycuje obr. 2-4, štíhlá logistika se snaží nejen o strategické řízení hmotného toku materiálu či zboží, ale také o efektivní tok informací.



Obr. 2-4: Materiálový a informační tok [19]

Jedná se o komplex procesů zahrnující vytvoření objednávky na zboží, následnou výrobu a uskladnění hotové nebo případně rozpracované výroby a konečnou expedici k zákazníkovi. Z toho můžeme usoudit, že bez zavedení správné logistiky nemůžeme rozvíjet štihlou výrobu.

Logistika se značně podílí na celkových nákladech na výrobek, proto je nutné definovat hlavní formy plýtvání a snažit se je eliminovat. [8] [10]

3 Plýtvání

V předchozí kapitole byly popsány jednotlivé prvky štihlé výroby, které v sobě nedílně zahrnují eliminaci prvků plýtvání, které budou v této kapitole podrobněji popsány.

Za plýtvání můžeme považovat vše, co zvyšuje náklady výrobku nebo služby, aniž by docházelo ke zvyšování jejich hodnoty. Při určování plýtvání je nutné rozdělit činnosti na ty, které přidávají hodnotu - value added (VA) a na ty, které hodnotu nepřidávají - non value added (NVA). Pro to, aby činnost přidávala hodnotu, musí být splněny současně 3 podmínky, a to:

- Činnost je požadována a spotřebitel za ni platí
- Dochází k přetváření materiálu nebo informace
- Činnost je provedena napoprvé a správně

Z výše uvedeného je zřejmé, že o tom, co je přidaná hodnota, rozhoduje zákazník. On sám požaduje, v jaké kvantitě, termínu, ceně a jakosti je ochoten danou službu nebo produkt koupit. Každý podnik může samozřejmě dané požadavky splnit, ale pouze podnik se štihlým myšlením je může splnit s minimálním plýtváním, vyšší ziskovostí i maximální spokojeností zákazníka. Zákazníkem požadovaný produkt se může z hlediska výrobního procesu vyskytovat ve čtyřech stavech, ze kterých je zřejmé, že pouze činnosti odehrávající se ve výrobě přidávají výrobku hodnotu. Ostatní činnosti musíme zařadit mezi NVA činnosti. [4]

- výroba - VA
- kontrola - NVA
- manipulace - NVA
- skladování - NVA

Činnosti typu NVA můžeme dále rozdělit do dvou kategorií:

1. **Čisté plýtvání** (pure waste NVA-PW) - činnosti, které lze zcela eliminovat (nadvýroba, skladování, čekání,...)
2. **Nezbytné plýtvání** (necessary NVA-N), které můžeme z větší části pouze minimalizovat (kontrola, přeprava,...)

Celkově rozlišujeme 8 zdrojů plýtvání [6]:

- nadprodukce
- čekání
- manipulace
- zásoby
- pohyby
- přeprava
- reklamace, zmetky

- nevyužitý lidský potenciál

Následující podkapitoly budou věnovány právě podrobnějšímu popisu těchto 8 typů plýtvání.

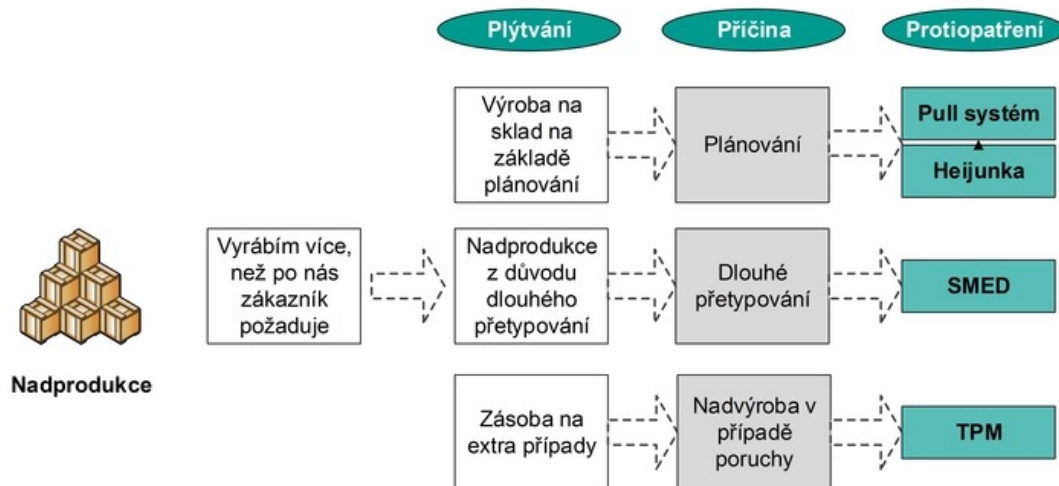
3.1 Nadprodukce

Patří mezi nejhorší druh plýtvání, neboť jeho následkem dochází k ostatním typům plýtvání. Můžeme sem zařadit ty aktivity, které jsou tržně nevýhodné a negativně ovlivňují výkonnost podniku. Obr. 3-1 schematicky zobrazuje příčiny vzniku plýtvání a možné protipatření k jeho eliminaci.

Příklad možných příčin [4]:

Ve výrobě:

- výroba ve velkých dávkách z důvodu složitosti přestavování strojů
- vysoká zmetkovitost a následná kompenzace výrobou kusů navíc
- tvorba rezervy pro využití při případné poruše



Obr. 3-1: Nadprodukce ve výrobě [6]

V administrativě:

- duplicitní ukládání dat
- složitá a rozsáhlá rozdělovníky emailů
- přidělování stejného úkolu více lidem
- zbytečné reporty, grafy a tabulky, které nejsou podstatné

3.2 Čekání

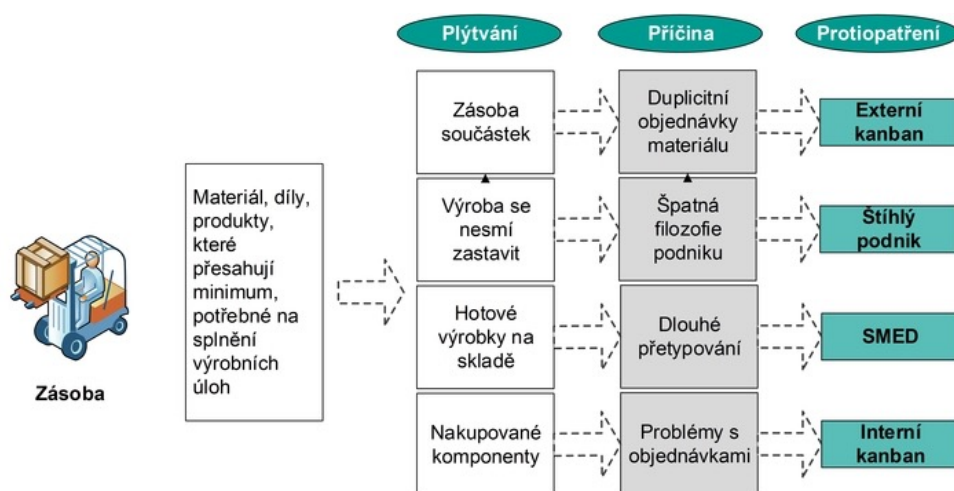
Čekání se objevuje ve všech procesech a tvoří jejich převážnou část, a tím tvoří velký podíl na plýtvání v celém podniku.

V administrativě se tento typ plýtvání vyskytuje například ve formě čekání pracovníků na výkresovou dokumentaci, rozhodnutí či dodání podkladů. [6]

3.3 Zásoby

Tvorba rezerv je jedno z nejsložitějších plýtvání, co se týká odstranění. Do čistého plýtvání však řadíme jen ty zásoby, které lze označit za nadbytečné a neřízené.

Na obr. 3-2 jsou sepsány druhy čistého plýtvání, příčiny vzniku a možná protipatření.



Obr. 3-2: Zásoby ve výrobě [6]

Pro eliminaci tohoto plýtvání dnes podniky užívají hned několik metod skladových zásob:

- **FIFO** - First In, First Out je v překladu první dovnitř, první ven. Jedná se o způsob organizování a manipulace pohybu materiálu nebo dat. Požadavky jsou vyřizovány v pořadí, v jakém do systému přišly. V případě nedodržování může docházet k tomu, že staré zásoby jsou zapomenuty nebo dokonce může docházet k jejich znehodnocení.
- **LIFO** - Last In, First Out znamená poslední dovnitř, první ven. Poslední materiál vstupuje do obsluhy jako první.
- **FEFO** - First Expired, First Out překládáme jako první expiruje, první ven. Spotřeba položky s dřívějším datem spotřeby bez ohledu na termínu vstupu či pořízení. Tento systém je využíván především v potravinářství.
- **HIFO** - Highest In, First Out vyjadřuje obsluhování materiálu v pořadí od nejdražších položek bez ohledu na datu vstupu.

- **LOFO** - Lowest In, First Out naopak zaujímá opačný smysl pohybu materiálu - první se spotřebují zásoby či materiál s nejnižší kupní cenou.

Nadzásoby mohou být tvořeny i v kanceláři, a to ve formě zbytečně tištěných dokumentů a zpráv, nadbytku kancelářských potřeb a zařízení apod. [7]

3.4 Přeprava a transport

Z důvodu neefektivního prostorového uspořádání strojů ve firmě nebo špatně zvolených technologických postupech při výrobě, dochází ke zbytečně komplikované a často vzdálenější přepravě hmotných věcí či informací. Mezi činnost nepřidávající hodnotu patří i přesuny ve skladech.

V nevýrobních oblastech se jedná především o špatnou komunikaci mezi jednotlivými řídicími články nebo o špatné a neúplné pracovní postupy. Dalším důvodem může být nepřehlednost způsobující neschopnost orientace v informačním systému. [6]

3.5 Nevyužitý lidský potenciál

K ovlivnění a zlepšení tohoto problému musí přispět především vedoucí pracovníci, kteří by měli své zaměstnance dostatečně motivovat k tomu, aby využívali svoje schopnosti, dovednosti a zručnosti. Výrobní procesy by se pak mohli uskutečňovat snadněji, rychleji a za nižší náklady. [4] [6]

3.6 Manipulace a pohyb

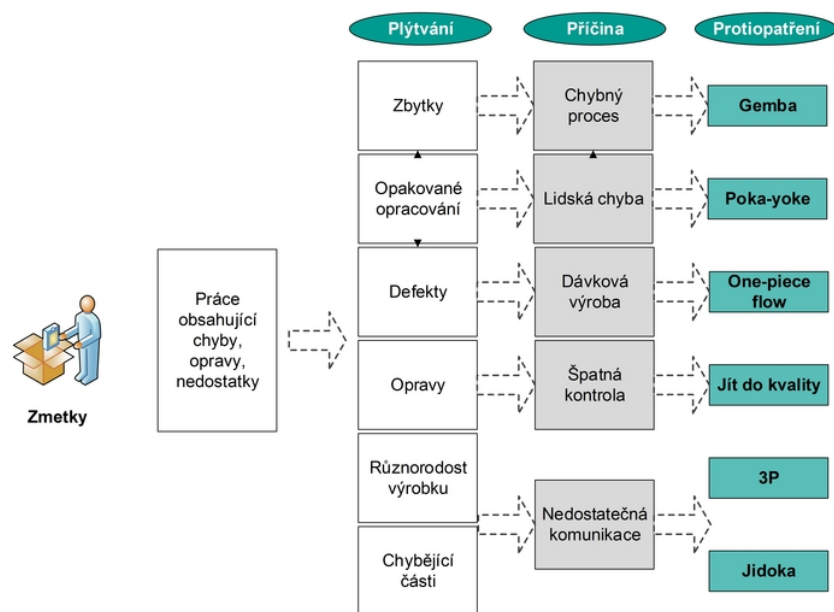
Zbytečné pohyby a manipulace jsou způsobeny špatným a neergonomickým uspořádáním montážní linky a nedodržením systému 5S na pracovišti. K omezení této formy plýtvání je třeba se snažit o umístění strojů v rámci linky co nejbližší k sobě a dopravu rozpracovaných výrobků mezi stroji zajistit např. pomocí pásových dopravníků.

Pracoviště je nutné ergonomicky optimalizovat, abychom zajistili vyšší produktivitu a zároveň zdraví a bezpečnost pracovníka. [4] [6]

3.7 Vadné kusy

Zmetky jsou důvodem ke vzniku několika forem plýtvání, které zachycuje obr. 3-3. Mezi nejhorší patří případné opravy nebo vyřizování reklamací od zákazníka. Obě tyto činnosti jsou hlavně časově a energeticky nákladné. Proto je třeba je eliminovat, a to především důslednou a včasnou kontrolou.

V administrativě se chyby objevují v dokumentaci a informačních systémech. Tato nesprávnost patří mezi nejhorší, jelikož podle dokumentace vyrábíme, a tak předpokládáme, že je správná a nezabýváme se její případnou kontrolou. [6]



Obr. 3-3: Vadné kusy [6]

4 Prostorové uspořádání pracovišť

V předchozí kapitole jsme definovali zdroje plýtvání, mezi které ovšem také z velké části patří plýtvání vlivem špatně navrženého layoutu, ať už v rámci celého podniku, či konkrétního pracoviště. Proto si v této kapitole uvedeme několik základních metod pro navržení efektivního prostorového řešení pracoviště.

Správné navržení pracoviště spočívá nejen v účelném rozmištění všech pracovních pomůcek a náradí pro potřeby pracovníka, ale také v zajištění optimálního využití pracovní plochy, aby nedocházelo k již zmíněnému plýtvání. [11]

Štíhlý layout přináší ve většině případech úsporu výrobních i skladovacích ploch, které se následně mohou využít pro jiné výrobní programy, a tím i ke snížení skladových zásob. To vše přispívá k lepší orientaci na pracovišti a k celkovému zjednodušení řízení.

Základní prvky:

- 1) Přímý materiálový tok od počátku výroby přes montážní linku až k expedici
- 2) Plynulý tok výrobku bez zbytečných ploch na zásobníky a mezisklady
- 3) Snižování vzdáleností mezi stroji, například pomocí dopravních pásů
- 4) Minimální průběžné časy
- 5) Tahové principy

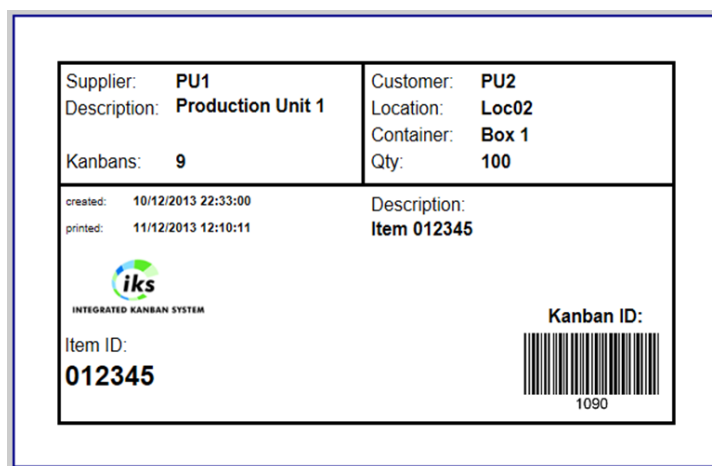
Při správném uspořádání daného pracoviště však nesmíme zapomínat na návaznost a spolupráci s jinými pracovišti (tzv. vnitřní dodavatelé a zákazníci). Proto je vhodné organizovat výrobu tak, aby pracoviště, mezi kterými dochází k předávání informací či výrobků, měla k sobě co nejbližší. [10]

Nedílnou součástí správného fungování pracovišť je tedy užití správné logistiky, jak v rámci pracoviště, tak v rámci celého podniku. V následujících podkapitolách proto budou podrobněji popsány 2 logistické systémy, a to Milk Run a Kanban.

4.1 Kanban

Slovo “kanban” pochází z japonštiny a v překladu znamená kartička nebo štítek. Jedná se o informační systém pro efektivní řízení toku výrobků na základě papírových nebo elektronických karet, které signalizují potřebu doplnění zboží na místo spotřeby či pro zahájení další výroby. Možný vzhled kartičky je znázorněn na obr. 4-1.

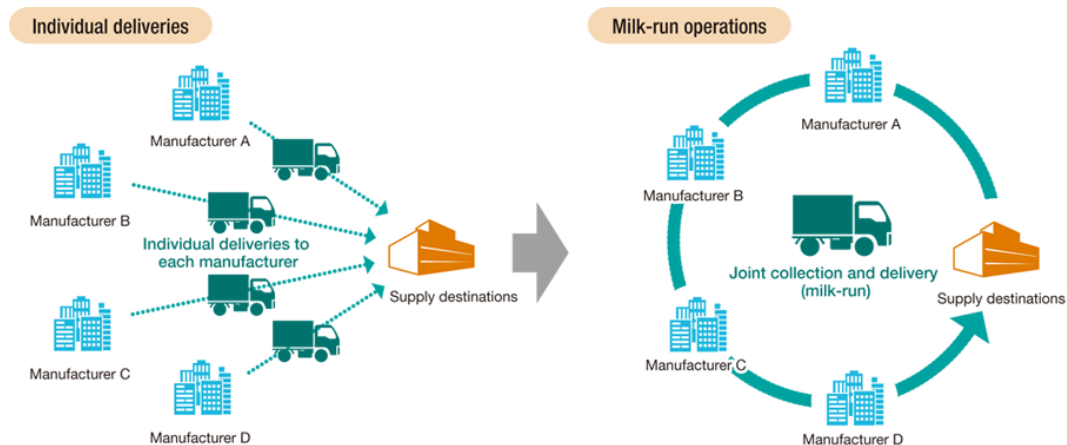
Podstata spočívá v tom, že jednotlivá pracoviště ve výrobní hale jsou rozdělena na zákazníky a dodavatele, kdy žadatel o výrobek pošle kanbanovou kartičku (objednávku) dodavateli, který na tuto žádost vyrobí a dodá požadované množství komponentů. Tímto systémem se docílí samoregulačních okruhů, kdy se všechny oblasti řídí tím, že žádné pracoviště nesmí vyrábět, pokud nemá objednávku a žádný zákazník si nesmí tvořit zásoby. Zavedením tohoto systému dosáhneme plynulého toku daného výrobku, snížení rozpracovanosti výroby a též meziskladových i skladových zásob. [10] [11]



Obr. 4-1: Kanbanová karta [18]

4.2 Milk - Run

Myšlenka této logistické metody je převzata z minulosti, kdy mlékárenská auta pravidelně ve stanovený čas svážela mléko z každé mlékárny zvlášť. Podstatnou této metody je nahrazení několika aut jedním autem, který svezí mléko ze všech farem najednou. Porovnání variant je na obr. 4-2.



Obr. 4-2: Milk Run [17]

Princip aplikovaný ve firmě využívá tzv. vláčků (tahač s přívěsnými vozíky), které podle předem dohodnutého harmonogramu přiváží materiál ze skladu po pravidelně se opakujících trasách na přesně určená místa a zároveň také sváží prázdné transportní jednotky z každého pracoviště.

Pro každý milk-run je zaváděn tzv. jízdní řád, kde jsou přesné časy nakládek a vykládek na jednotlivých zastávkách, což značně přispívá ke snížení doby průtoku materiálu. Dalším kladem je značná redukce počtu manipulací a zbytečných pohybů pracovníků, a tím zvýšení výkonu výrobních strojů. [12]

4.3 Projektování pracovišť

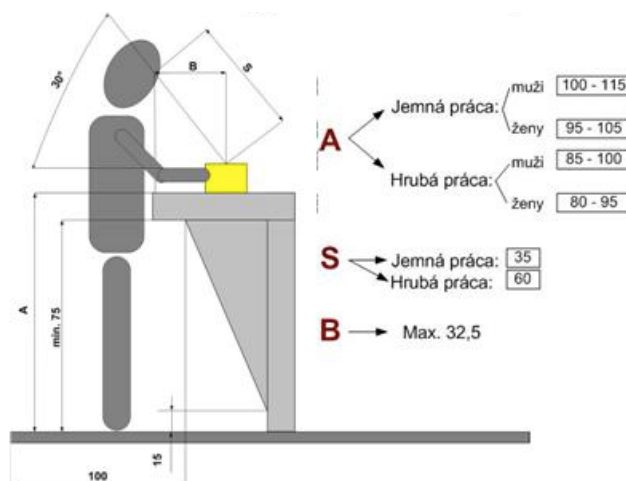
Jednotlivá pracoviště ve výrobní hale se musí projektovat jak v rámci zabezpečení efektivity místní výroby, tak také s ohledem na správné fungování a návaznosti na okolní pracoviště, které se v podniku nacházejí. Racionalizace pracovišť se skládá z několika kroků, a to:

- 1) Analýza současného stavu
- 2) Plánování a navržení nového uspořádání pomocí tvorby digitálního microlayoutu
- 3) Ověření efektivnějšího využití materiálů, prostoru, energie a lidí
- 4) Zavedení do provozu

Při hledání nového lepšího uspořádání se musíme zaměřit především na využití výrobní plochy daného pracoviště. Stroje musí být umístěny na co nejmenší ploše při splnění požadovaného prostoru pro pracovníka. Rozmístění strojů musí dále zajistit snadné řízení, produktivitu, minimální přepravu mezi jednotlivými stroji a v neposlední řadě bezpečnost a hygienu daného prostředí.

Pro uspořádání pracoviště samozřejmě existují normy, podle kterých se musí každý podnik řídit. Při projektování je nutné, aby se projektant seznámil s provozem tohoto pracoviště, aby věděl, kudy a jak často se pracovník pohybuje po pracovišti a například z jaké strany jsou ovládány jednotlivé stroje. To vše je potřeba znát k tomu, aby byly správně navrženy jednotlivé šířky pěších a přepravních uliček, které se podle hustoty materiálového toku rozdělují na jednosměrné a obousměrné.

Při navrhování pracoviště je velmi důležitým faktorem vysoké produktivity také jeho dobré ergonomické řešení s ohledem na typ pracovníka, který zde pracuje. Rozhodující je především určení rozměrů a výšky pracovního místa, které zobrazuje obr. 4-3. [15]

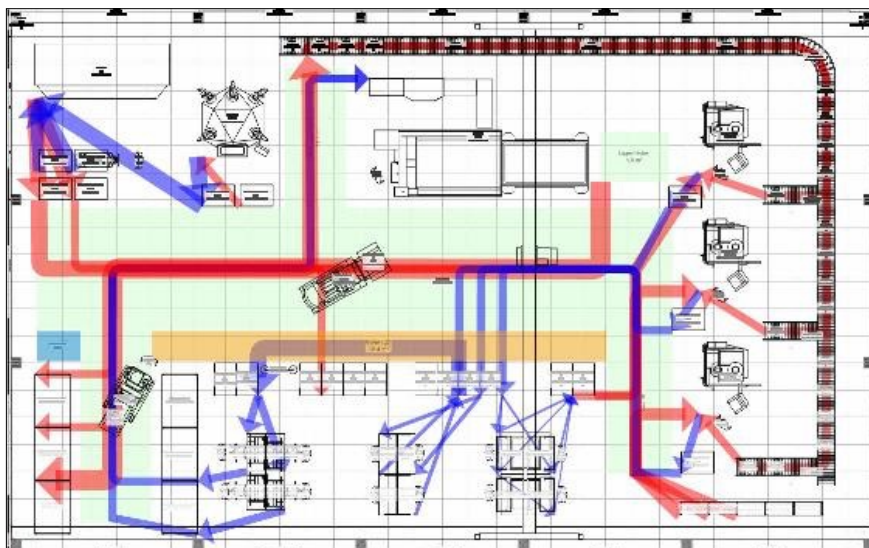


Obr. 4-3: Ergonomické pracoviště [15]

Pro zjištění a racionalizaci jednotlivých hmotných toků a uspořádání pracoviště můžeme využít hned několik metod. Dvě nejčastější jsou popsány v následujících podkapitolách.

4.3 Sankey diagram

Sankey diagram na obr. 4-4 slouží ke grafickému znázornění materiálového toku mezi pracovišti na základě šachovnicové tabulky a půdorysného schéma daného prostoru. Diagram znázorňuje množství přepravovaného materiálu pomocí užití maticové tabulky vstup - výstup. Čím širší je plná šipka, tím více materiálu se na dané trase transportuje. Šipka udává směr tohoto toku a k rozlišení více druhů výrobků se využívá rozdílné barevnosti. Délka šipky pak udává vzdálenost, kterou materiál musí urazit. [13]



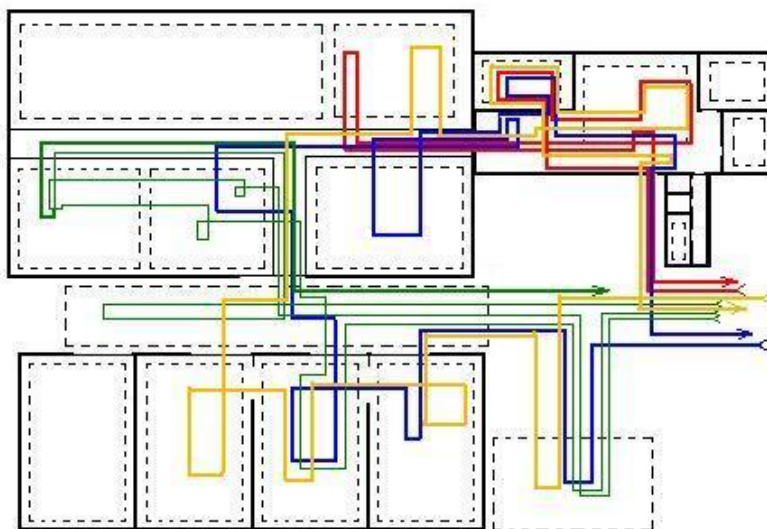
Obr. 4-4: Sankeyův diagram aplikovaný ve výrobní hale [13]

4.4 Spaghetti diagram

Diagram znázorněný na obr. 4-5 slouží také ke grafickému zobrazení toku materiálu, ale oproti Sankeyho diagramu také zobrazuje a analyzuje pohyb materiálu nebo pracovníka v určitém časovém rozmezí, např. v průběhu dne. Mapováním těchto pohybů lze snadněji organizovat layout daného pracoviště a zvýšit produktivitu celého procesu. Ve spaghetti diagramu je dále k transportům a pohybům zobrazováno příslušné plýtvání, které tak můžeme identifikovat a snadněji odstranit.

Spaghetti diagram lze rozepsat do 6 základních bodů [14]:

- 1) Zvolení procesu, který bude analyzován
- 2) Mapování pohybu pracovníka (např. krokoměrem) a současné zakreslování do diagramu
- 3) Následné vyhodnocení současného stavu
- 4) Zakreslení nového efektivnějšího pohybu (kratší vzdálenosti, omezení zbytečných pohybů)
- 5) Ověření, zda bude nový stav splňovat to, co požadujeme
- 6) Zavedení návrhu do praxe, seznámení pracovníků s novými postupy



Obr. 4-5: Spaghetti diagram [16]

5 Představení firmy

Praktická část bakalářské práce je plněna ve společnosti SERW, spol. s.r.o., kde je konkrétně řešena racionalizace montážního pracoviště. Firma se nachází ve městě Sedlec a dlouhodobě se věnuje výrobě spínací techniky pro energetiku a rozvodná zařízení, která jsou zobrazena na obr. 5-1. Vznikla jako součást provozu Škody Plzeň (závod Sedlec) v roce 1975. K samotnému vzniku současné firmy Serw došlo privatizací v roce 1993. Na základě této změny se významně rozšířila výroba.

Podnik se zabývá vývojem a výrobou odpojovačů a uzemňovačů VN a VVN pro napěťovou hladinu od 1 kV do 420 kV a dodávkou motorových a ručních pohonů vlastní konstrukce. Společnost také vynalezla vakuové vypínače pro napěťovou hladinu 27,5 kV a 38,5 kV. Firma má vlastní vývojové centrum, konstrukční oddělení a výrobní základnu, která podstoupila značnou modernizaci. V nabídce je také strojní obrábění, laserové pálení plechů a galvanizace.



Obr. 5-1: Rozvodná zařízení [20]

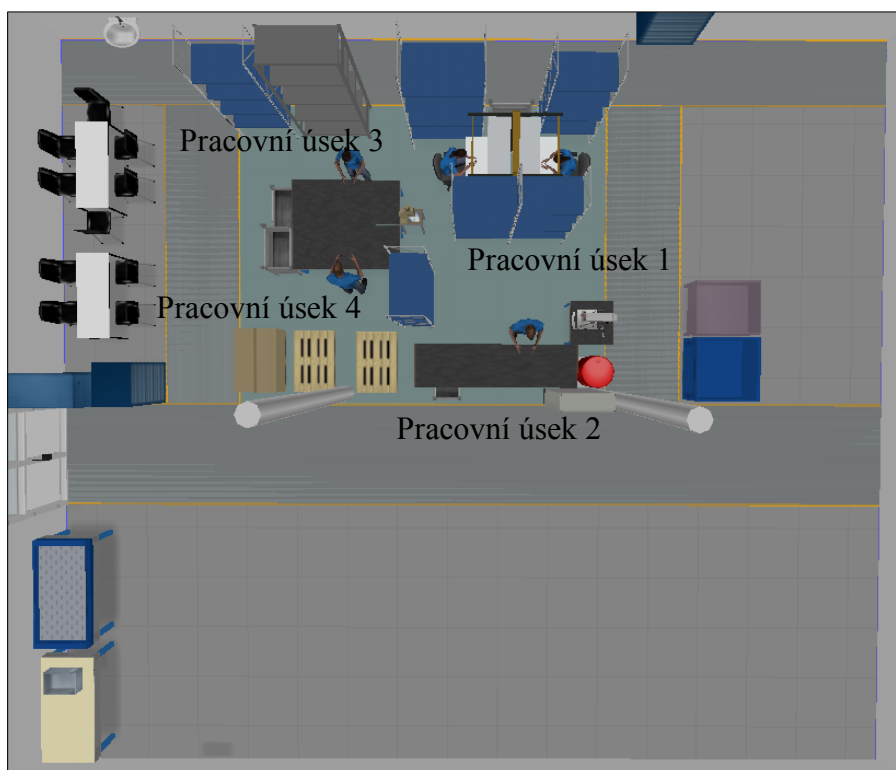
Firma také v roce 2014 realizovala projekt s cílem rozšířit vlastní průmyslový výzkum. Vývojové centrum bylo vybaveno speciálními softwarovými programy pro 3D modelování, které slouží pro projektování a vývoj především v oblasti konstrukce elektrických rozvodných a kontrolních zařízení. Dalším přínosem projektu bylo rozšíření vybavení o kontrolní laboratorní přístroje, měřící a simulační přípravky.

Mezi významné odběratele od roku 2000 se řadí firma ČEPS, a.s., Skupina ČEZ a.s., E.ON Česká republika s.r.o. a dále pak například společnost Slovenská elektrizačná prenosová sústava, a.s., EGEM s.r.o., Fabricom CZ, a.s.. [20]

6 Popis a analýza pracoviště

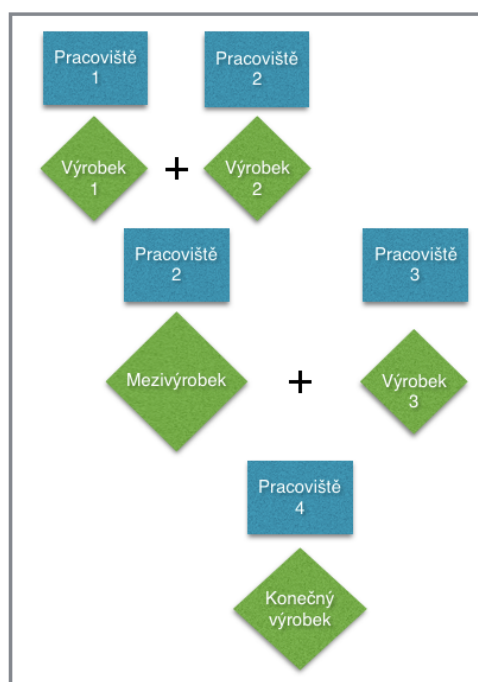
Jak již bylo napsáno v předchozí kapitole, praktická část bude pojednávat o racionalizaci montážního pracoviště. Pracoviště se skládá ze 4 pracovních úseků, které na sebe vzájemně navazují a kompletují se zde jednotlivé části, které se spojí ve výsledný výrobek, tzv. proudovou dráhu. Pracoviště se rozkládá na ploše cca 42 m², tudíž se jedná spíše o menší pracoviště, které obsluhuje v plném procesu 5 operátorů. Nachází se zde 5 montážních stolů. V následující části budou detailně popsány jednotlivé pracovní úseky.

Na obr. 6-1 je 3D náhled na montážní pracoviště.



Obr. 6-1: 3D náhled rozdělení montážního pracoviště

Pro lepší orientaci postupu jednotlivých výrobků na pracovišti je přiloženo schéma ilustrované na obr. 6-2.



Obr. 6-2: Schéma postupu výrobku pracovištěm

6.1 Pracovní úsek 1: Montáž převodu proudu

Tento úsek montáže se skládá ze 2 pracovních stolů, kdy jeden je znázorněn na obr. 6-3. Druhý slouží k montáži jiného typu výrobku, a tudíž nebude předmětem této práce. Avšak je třeba zahrnout jeho prostorové požadavky při tvorbě nových layoutů. Obecně se tento úsek zabývá montáží převodů proudu. Jedná se o tzv. kytky, které se skládají z několika částí, a to z kroužku s klecí, do kterého se vkládá 19 šroubků navlečených podložkou, pružinkou a kuželíkem. Konečný výrobek má vnější průměr 8,9 cm. Součástky jsou velmi drobné, jedná se tedy o velmi náročnou práci na zručnost, šikovnost a vytrvalost.



Obr. 6-3: Pracoviště montáže převodu proudu

6.1.1 Analýza pracovního úseku

Na tomto úseku bylo provedeno kontrolní normování práce, které potvrdilo již dříve normovaný výrobní čas, a to 16 minut na jeden produkt. Byla použita metoda plynulé chronometrace, kde se sledovaly jednotlivé snímky operace.

Metoda spočívá v rozdělení celé výrobní operace na kratší úseky, které byly pečlivě měřeny pomocí stopek a časy byly zaznamenávány do formuláře, který se nachází v příloze č.1. V tabulce 6-1 jsou rozepsány jednotlivé operace s naměřenými průměrnými časy. Celkový čas je uveden včetně započítaného poměrného času v hodnotě 8 %.

Na obrázku 6-6 je zobrazen výřez z formuláře, který zobrazuje dvě časově nejnáročnější operace, a to samotné vkládání šroubků a jejich následné utahování pomocí aku vrtačky. Každá operace byla měřena 10x pro získání co nejpřesnější průměrné časové hodnoty, která se nachází v dolní části formuláře a značí se t_g .

6.1.2 Problém 1

U dotahování šroubků pomocí aku vrtačky a průběžné kontroly každého šroubku zvlášť pomocí měřky je nejzásadnější stejně velká vzdálenost šroubků z obou stran, které se samozřejmě většinou nedosáhne na první či druhé zavrtání. Proto zde dochází k poměrně velké časové ztrátě, a tak také k plýtvání. Na obrázku 6-4 je detail šroubků u výrobku.

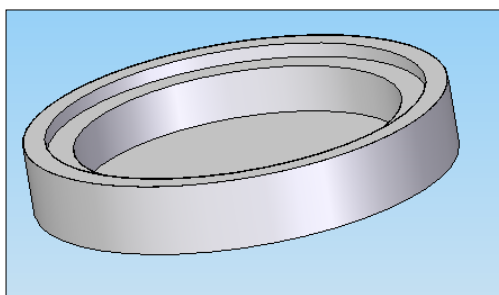


Obr. 6-4: Převod proudu – tzv. kytka

Návrh řešení:

Použití pomocného přípravku v podobě víka, zobrazeného na obr. 6-5, pro zrychlení a zjednodušení operace. Výrobek se jednoduše vloží do víka a díky zarážce bude stabilně držet. Hloubka víka odpovídá požadované hloubce zašroubování z jedné strany.

Přípravek byl namodelován v programu Solid Edge. V příloze č. 3 se nachází kompletní výkres přípravku.



Obr. 6-5: Model přípravku

| | | | | | | | | | |
|------------------------------------|----------------------------|-----------|-----------|---------|---|--------------|-----------|-----------|---------|
| Serw, spol. s.r.o. | | | | | | | | | |
| 1/2 | | | | | | | | | |
| 8 % | | | | | | | | | |
| ranní | | | | | | | | | |
| Montážní stůl 098630 | | | | | | | | | |
| pracoviště linky (popis) | | | | | pracoviště linky (popis) | | | | |
| vkládání šroubků (po 15 ks) | | | | | dotazení pomocí aku, kontrola (po 15 ks) | | | | |
| MB začátek | uchopení šroubku | | | | MB začátek | uchopení aku | | | |
| MB konec | vložení posledního šroubku | | | | MB konec | odložení aku | | | |
| vzt. množství | Poč. | Lg | OK | | vzt. množství | Poč. | Lg | OK | |
| 1 | 274,03 | 1 | 100 % | 27403 % | 1 | 123,18 | 1 | 100 % | 12318 % |
| 2 | 303,87 | 1 | 100 % | 30387 % | 2 | 127,47 | 1 | 100 % | 12747 % |
| 3 | 281,2 | 1 | 100 % | 28120 % | 3 | 108,16 | 1 | 100 % | 10816 % |
| 4 | 305,56 | 1 | 100 % | 30556 % | 4 | 124,66 | 1 | 100 % | 12466 % |
| 5 | 290,17 | 1 | 100 % | 29017 % | 5 | 109,4 | 1 | 100 % | 10940 % |
| 6 | 266,13 | 1 | 100 % | 26613 % | 6 | 145,97 | 1 | 100 % | 14597 % |
| 7 | 320,05 | 1 | 100 % | 32005 % | 7 | 110,42 | 1 | 100 % | 11042 % |
| 8 | 300,09 | 1 | 100 % | 30009 % | 8 | 96,4 | 1 | 100 % | 9640 % |
| 9 | 326,79 | 1 | 100 % | 32679 % | 9 | 122,54 | 1 | 100 % | 12254 % |
| 10 | 294,73 | 1 | 100 % | 29473 % | 10 | 111,56 | 1 | 100 % | 11156 % |
| 11 | | | | | 11 | | | | |
| 12 | | | | | 12 | | | | |
| 13 | | | | | 13 | | | | |
| 14 | | | | | 14 | | | | |
| 15 | | | | | 15 | | | | |
| 16 | | | | | 16 | | | | |
| 17 | | | | | 17 | | | | |
| 18 | | | | | 18 | | | | |
| 19 | | | | | 19 | | | | |
| 20 | | | | | 20 | | | | |
| tg | 296,26 | | | | tg | 117,98 | | | |
| te | | | | | te | | | | |

Obr. 6-6: Výřez z formuláře plynulé chronometrace

| Operace | Naměřený průměrný čas t_g | Norma |
|--|-----------------------------|--------|
| Navlečení šroubků | 18,55 s | - |
| Kompletace kroužků | 20,85 s | - |
| Vkládání šroubků (4 ks) | 80,24 s | - |
| Dotazení a kontrola | 83,55 s | - |
| Vkládání šroubků (15 ks) | 296,26 s | - |
| Dotazení a kontrola | 117,98 s | - |
| Zajištění matkou | 216,34 s | - |
| Lepení šroubů proti povolení | 46,71 s | - |
| CELKOVÝ ČAS (včetně poměrného času 8 %) | 950,92 s = 16 min | 16 min |

Tab. 6-1: Seznam jednotlivých montážních operací včetně naměřených časů

6.1.3 Problém 2

Z ergonomického hlediska, který má také velký vliv na celkovou plynulost výroby, by bylo pracoviště vhodné mírně upravit. V zadní části pracovního stolu, zobrazeného na obr. 6-7, se

na vyzvednuté kovové liště nachází plastové krabičky obsahující potřebné komponenty. Z důvodu příliš širokého stolu na ně operátorka nedosáhne a před zahájením výroby v rámci přípravy na dávku musí nutné součásti přesypat do jiné nádoby blíže k sobě, aby během montáže nedocházelo k neustálému fyzickému namáhání z důvodu natahování ruky pro díly. Také zde tedy dochází k plýtvání, a to konkrétně ke zbytečné manipulaci.



Obr.6-7: Rozvržení pracovního stolu

Návrh řešení:

- 1) Umístění krabiček na stůl a přidělení zářezek proti posouvání.
- 2) Vysunutí horní lišty blíže k operátorovi.
- 3) Celkové zkrácení stolu, jelikož jeho zadní část je téměř nevyužitá.

Na pracovišti již byla aplikována metoda 5S, která je operátorkou dodržována a všechny potřebné přípravky jsou přehledně umístěny do zásuvky ve stole.

6.2 Pracovní úsek 2: Montáž přívodní hlavice

Tento montážní úsek, zobrazený na obr. 6-8, se skládá z 1 montážního stolu, pece na nahřívání a ručního lisu. Koná se zde hned několik operací, a to kompletace tzv. svorky, kde je zapotřebí nejprve pomocí pece nahřát opracovanou svorku na 200° C a do ní nalisovat šroub. Poté je nutné tento spoj pojistit proti povolení pomocí kolíku. Dále dochází k nahřátí malé odlité přívodní svorky na 300° C a její nalisování na zakolíkovaný spoj. Po zabroušení přívodní svorky se namaže a nacvakne pouzdro.

Propojení pracovního úseku 1 a 2 přichází v momentu, kdy se do pouzdra nasadí již zmíněný převod proudu ve tvaru kytky a spoj se namaže pro správnou funkčnost. Ta je dána vzájemným protáčením pro zajištění správného spínání. Nasadí se podložky, šrouby a matice a celý spoj se dotáhne. K tomuto pracovišti je potřeba i tzv. mycí stůl, který se nachází mimo pracoviště z důvodu používání současně i jinými pracovišti v hale. Tento stůl slouží pro předmytí některých součástí benzínem a pro odstranění případných nečistot. Poté následuje osušení pomocí ofukovací hadice.



Obr. 6-8: Pracoviště montáže přívodní hlavice

6.2.1 Analýza pracovního úseku

Na tomto úseku dochází k montáži nejvíce druhů součástí, proto zde bylo také nalezeno hned několik druhů plýtvání.

6.2.2 Problém 1

Velkým problémem tohoto pracoviště je poměrná zmetkovitost měděných svorek. Prvním důvodem je nestejně ohřátí z důvodu špatného a zastaralého nahříváče. Technologický postup v dokumentaci uvádí ohřátí svorky na 300°C. Nahřívací pec však není vybavena žádným teploměrem, proto je požadovaná teplota pouze odhadována. Operátor nemá k dispozici žádný dotykový teploměr, a tak nahřátí svorky předpokládá za 5 minut. Souvisejícím problémem je, že dochází k nerovnoměrnému ohřívání, a to pouze zespoda z jedné strany. Ohřátá svorka se vlivem tepla roztáhne a při nalisování na hřídel se zatáhne a pevně drží. Pokud však svorka v některé části není dostatečně ohřátá dochází k zaseknutí již během nalisování, a nebo pak k nedokonalému přilnutí k protilehlé části.

Návrh řešení:

Investice do nové nahřívací pece, která by byla vybavená teploměrem a uzavíratelným poklopem, který by zajistil rovnoměrné nahřátí celé svorky.

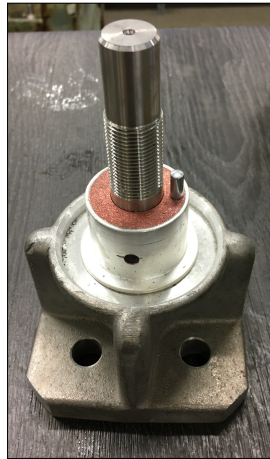
6.2.3 Problém 2

Další plýtvání jsou vadné kusy svorek, které si firma vyrábí sama. Svorky jsou většinou nepřesného průměru, který je nejdůležitějším funkčním rozměrem celé součásti. Z převážné části jsou menšího průměru, a proto lze tuto vadu napravit například obroušením protilehlé části pomocí pilníku a brusného papíru. Dochází zde k plýtvání hlavně z hlediska snahy opravit tyto vadné kusy již při samotném zjištění, a tak také k pozastavení celé montáže.

Návrh řešení:

Rozpoznané zmetky odkládat a řešit až po nahromadění více kusů. Důležité je však posoudit, zda bude vůbec výhodné vadné kusy opravovat.

Následující obr. 6-9 znázorňuje část spoje s nalisovanou měděnou svorkou.



Obr. 6-9: Nalisovaná svorka

6.2.4 Problém 3

Při výrobě spoje je nutné určité části omýt benzínem a osušit, aby se odstranily nečistoty. K tomu dochází u mycího stolu, který se ale nenachází v blízkosti daného pracoviště, proto dochází k nadbytečnému transportu a manipulaci. Mycí stůl je využíván operátory z celé haly, takže jeho přesun blíže k pracovišti bude vyžadovat analýzu materiálových toků ostatních pracovišť. Další potíž je nesprávná funkčnost mycího stolu, který měl původně očišťovat a osušovat součásti samostatně. Bohužel však kapalina používaná v mycím stole dostatečně nevyčistí celý výrobek a operátor jej tak musí omývat ručně pomocí benzínu a osušovat pomocí ofukovací trubice. A to je důvodem další ztráty času, kdy během mytí mohl pracovník vykonávat jinou užitečnou činnost.

Pro zjištění časové ztráty byla provedena tzv. výběrová chronometráž, kdy byly naměřeny časy potřebné pro přesun součástí z pracoviště k mycímu stolu, čištění a osušování po 10 kusech. Z formuláře viz příloha č. 2 je patrné, že pro 10 ks činí manipulace a transport zhruba 2 minuty a čištění a sušení přibližně 4 minuty. Za celou směnu proběhnou tyto operace zhruba 6x. Proto celková časová ztráta na těchto operacích bude přibližně 36 minut za směnu.

Jako další druh plýtvání zde byl odhalen nadbytečný pohyb pracovníka, který musí obcházet celý pracovní stůl, aby se dostal k mycímu stolu. Operátoři z tohoto důvodu často využívají úzkou mezeru mezi stolem a regálem, což ale není z hlediska normy bezpečné. Časové hodnoty pohybů a manipulací jsou sepsány v tab. 6-2.

Návrh řešení:

V rámci návrhu na zlepšení bude pozměněno prostorové uspořádání pracoviště, jehož schéma se nachází v příloze č. 6.

| Operace | Naměřený průměrný čas t_g |
|--|-----------------------------|
| Přesun součástí do krabice | 23,15 s |
| Přechod pracovníka k mycímu stolu | 26,54 s |
| Čištění součástí benzínem | 150,35 s |
| Osušení součástí | 87,43 s |
| Přesun součástí do krabice | 25,83s |
| Přechod pracovníka zpět na pracoviště | 25,01 s |
| CELKOVÝ ČAS (včetně poměrného času 8 %) | 338,1s = 6 min |

Tab. 6-2: Časové hodnoty jednotlivých operací a manipulací

6.3 Pracovní úsek 3: Montáž kontaktů

Tento úsek, znázorněn na obr. 6-10, je vybaven pracovním stolem a přípravkem na nalisování drobných kontaktů. Konkrétně se jedná o 3 druhy měděných plátů, které se od sebe liší rádiusy špiček. Pláty jsou spojovány do dvojic pomocí šroubů, které jsou navlečeny podložkou, pružinkou a matickou. Pomocí přípravku se tyto kontakty nalisují a pojistí kolíčkem. Po smontování se spoj následně šroubuje do tzv. proudové dráhy, která se dokončuje na posledním pracovním úseku.



Obr. 6-10: Pracoviště montáže kontaktů

6.3.1 Analýza pracovního úseku

Po analýze tohoto úseku bylo identifikováno plýtvání hlavně z důvodu nadbytečného pohybu pracovnice, jelikož zásoby potřebné na dávku jsou umístěny daleko od pracovního stolu. Montážní stoly na tomto úseku jsou velmi namáhány na těžkou práci, která si žádá upínání součástí do sklíčidla. Ovšem stoly se pod velkou silou kývají, proto musely být zapřeny těžkými kovovými bednami, které zbytečně obsazují prostor pracoviště. Bylo by proto vhodné umístit alespoň na tento pracovní úsek těžké kovové stoly.

6.3.2 Problém

Zásoby již ze skladu nepřicházejí rozdělené na již zmíněné druhy měděných plátů s různými rádiusy špiček, které jsou vyobrazené na obr. 6-11 zprava. Operátorka tak ztrácí čas jejich tříděním. Jako řešení pro první problém byl již na pracovní úsek dodán regál, kam by se měly potřebné zásoby ukládat. Bohužel se toto řešení neosvědčilo, jelikož po umístění většího množství měděných součástí regál pod těžkou váhou praskl. Další jeho nevýhodou byla příliš vysoko umístěná poslední police, na kterou pracovnice špatně dosáhne a při každodenním využívání by docházelo ke značnému fyzickému namáhání.

Návrh řešení:

Aplikace dnes hodně využívaného kvalitního pojízdného regál na kolečkách s několika přihrádkami, který by již ze skladu jezdil roztržený a umístoval by se v blízkosti pracovního stolu. Možný typ regálu je ilustrován na obr. 6-11 zleva.



Obr. 6-11: Zprava - měděné pláty (kontakty); zleva - pojízdný regál [23]

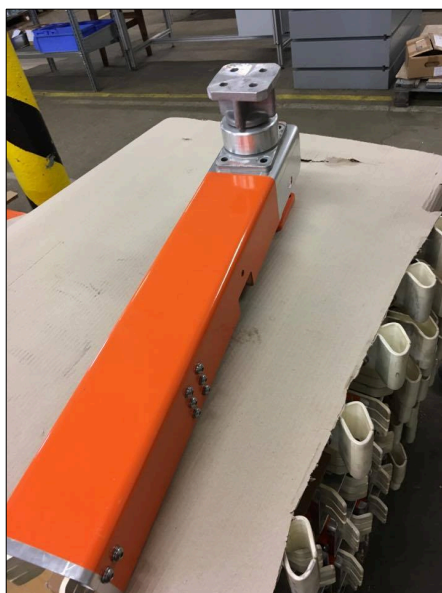
6.4 Pracovní úsek 4: Montáž proudové dráhy

Na tomto pracovním úseku dochází ke kompletaci poslední fáze konečného výrobku. Nejprve se spojí přívodní hlavice smontovaná na montážním úseku 2 s nosičem proudové dráhy, tzv. krčkem. Spoj se následně namontuje na proudovou dráhu pomocí šroubů. Z hlediska vysokého napětí a proudu je nutné před smontováním ještě jednotlivé části důkladně omýt a osušit pro zbavení nečistot.

Fotografie pracovního úseku je na obr. 6-12 a na obr. 6-13 je výsledný montovaný spoj.



Obr. 6-12: Pracoviště montáže proudové dráhy



Obr. 6-13: Výsledný montovaný spoj

Analýza pracovního úseku

Na tomto pracovním úseku dochází ke kompletaci konečného výrobku celého montážního pracoviště. Jednotlivé komponenty jsou spojovány pomocí šroubů na pracovním stole. Proto je důležitá opět jeho tuhost, která stejně jako na pracovním úseku 3 není dostatečná, a proto je také zapřeno o železnou bednu.

V návrhu nového prostorového uspořádání tak budou uvažovány pevné stoly a uvolněný prostor bude využit efektivněji. Z hlediska montáže zde nebyl nalezen žádný druh plýtvání, který by se významně podílel na snižování efektivity montáže.

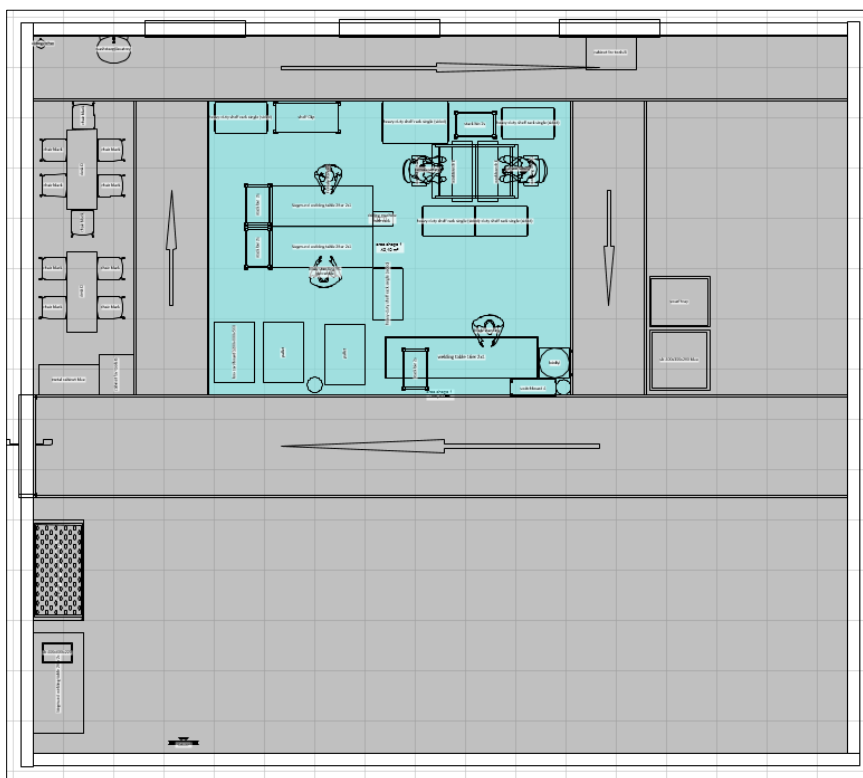
Nelze však opomenout výraznou nadprodukcí a zbytečné skladování na paletách přímo na pracovním úseku.

7 Analýza prostorového uspořádání pracoviště

Následující kapitola bude pojednávat nejdříve o současném stavu prostorového uspořádání montážního pracoviště. Po důkladné analýze prostorového řešení budou sepsány jednotlivé možnosti změn uspořádání a z konečného vyhodnocení budou navrženy efektivnější modely layoutů. Současný stav pracoviště i navrhované modely budou vytvořeny v programu VisTable.

7.1 Současný layout

Na obr. 7-1 je znázorněna část výrobní haly, ve které se nachází řešené pracoviště, které je pro lepší orientaci vyznačeno modrou barvou. Jak již bylo popsáno, součástí pracoviště je 5 montážních stolů.



Obr. 7-1: Schéma současného layoutu

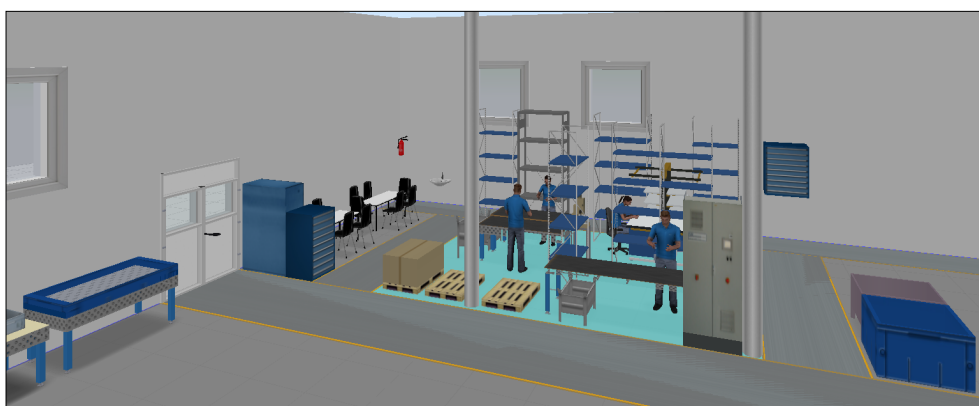
Z layoutu je vidět, že pracoviště je ze všech stran přístupné a obklopené přepravními uličkami. Uprostřed haly vede nejširší přepravní ulička o šířce 2 m, která tak může dle normy ČSN 735105 sloužit jak pro obousměrný průchod se dvěma břemeny, tak i pro jednosměrný průjezd vozíku s EURO paletou, kde minimální šířka musí být 1,6 m. Ostatní uličky jsou široké 1,5 m, a mohou tak být využívány až pro obousměrný průchod se dvěma břemeny. Vedle pracoviště se nachází odpočinková zóna, která je vybavena dvěma stoly se židlemi a skříňkou na osobní věci.

V návrhu je navíc zohledněna i část haly, která je montážním pracovištěm intenzivně využívána, a to zóna s mycím stolem, který se nachází ve druhé půlce haly přes přepravní uličku. Dále bylo nutné zakreslit i dvě kovové bedny, které přicházejí ze skladu a slouží k zásobování pracoviště.

Pro lepší orientaci a pochopení je pracoviště znázorněno ve 3D na obrázcích 7-2, 7-3 a 7-4.



Obr. 7-2: 3D náhled výrobní haly



Obr. 7-3: 3D náhled montážního pracoviště



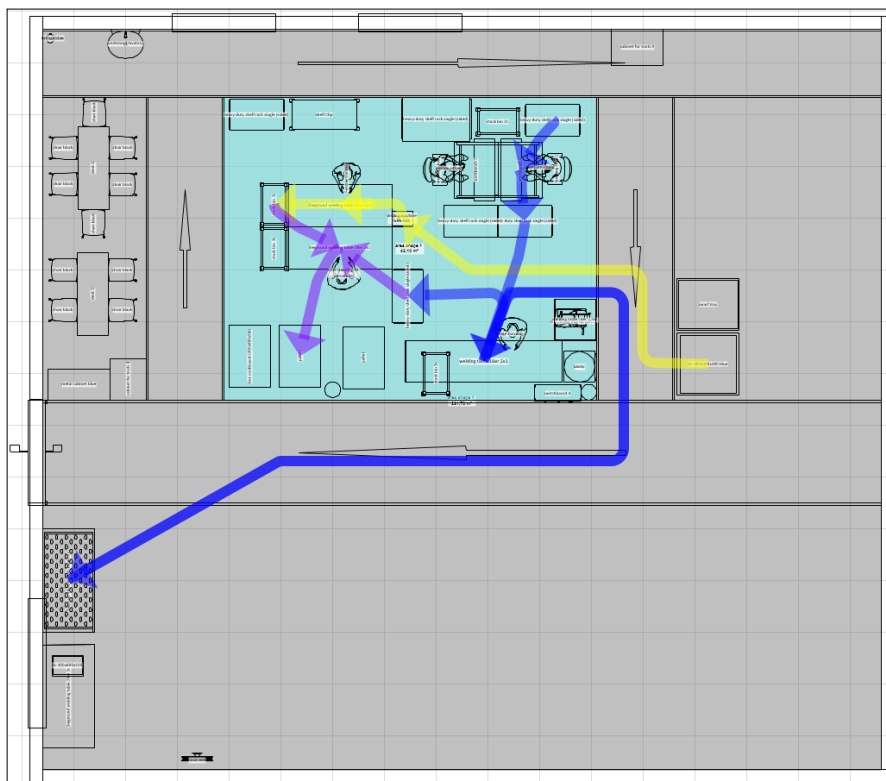
Obr. 7-4: Vzdálený pohled na výrobní halu

Pracoviště může být z hlediska materiálových toků rozděleno na 3 sekce:

- **Materiálový tok 1** - značen modrou barvou zobrazuje kompletaci dvou výrobků, a to převodu proudu a přívodní hlavice. Konečný produkt této sekce je uložen do regálu a je využit až na posledním pracovním úseku
- **Materiálový tok 2** - symbolizován žlutou barvou znázorňuje montáž kontaktů
- **Materiálový tok 3** – zobrazen fialovou barvou popisuje montáž konečného produktu, který je složen dohromady z produktů montáže materiálového toku 1 a 2

V programu je možné pomocí tloušťky materiálového toku zohlednit i intenzitu přepravy, která je v tomto případě neměnná, a to 300 ks/ dávku.

Sankey diagram znázorněný na obrázku 7-5 velice jednoduše pomáhá zpřehlednit toky ve výrobě, a tím pomáhá identifikovat případná problémová místa. Nejdelší materiálový tok je 1, a to především z důvodu nutnosti přenosu výrobků k mycímu stolu a zpět. Materiálový tok 2 je zastoupen především zbytečnou manipulací a přenosem materiálu přes celé montážní pracoviště. **Proto hlavní snahou při racionalizaci prostoru bude zkrácení a zjednodušení těchto toků.**

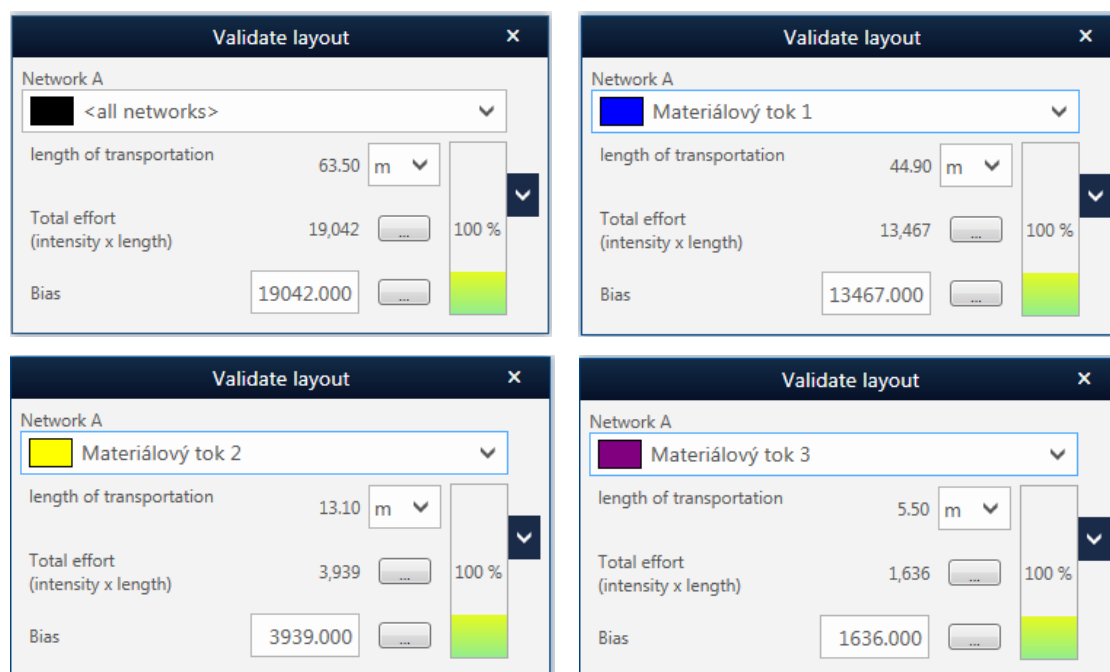


Obr. 7-5: Sankey diagram montážního pracoviště

V následujících tabulkách 7-1 jsou zveřejněny jednotlivé přepravní výkony, které vyjadřují závislost množství kusů na vzdálenosti přepravy.

- Tabulka pro celkový materiálový tok značená černě vyjadřuje celkový přepravní výkon na pracovišti. Celková délka všech toků je cca 63,5 m. Vynásobením této hodnoty počtem kusů získáme již zmíněný přepravní výkon, který činí 19 042.
- Druhá tabulka odpovídá materiálovému toku 1 a je vztažena k výrobkům, které jsou produkcí pracovního úseku 1 a 2. Délka toku činí 44,9 m a přepravní výkon je 13 467.
- Třetí tabulka znázorňuje hodnoty pro materiálový tok 2, který se uskutečňuje na pracovním úseku 3. Délka toku je 13,1 m a odpovídající intenzita činí 3 939.
- Poslední tabulka zobrazuje materiálový tok 3 pro konečnou montáž součástí do celku. Délka toku je nejmenší ze všech, a proto i hodnota výkonu je nejnižší.

Přepravní výkony současného stavu jsou důležité hlavně pro následné porovnávání s novými navrhovanými layouty, a tím také pro konečné zhodnocení efektivity.



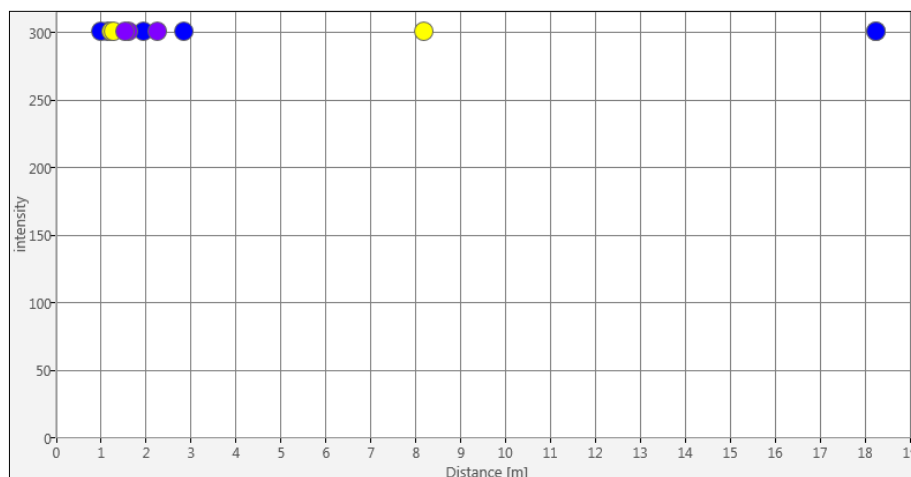
Tab. 7-1: Jednotlivé přepravní výkony současného uspořádání montážního pracoviště

K lepší identifikaci a porovnání s inovovanými layouty slouží také tzv. přepravní matice na obr. 7-6, která udává využití pracoviště. To je tím lepší, čím jsou hodnoty intenzity materiálového toku blíže k diagonále značenou písmenem X (vyznačená červenou barvou).

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-------------------|----|-----|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| drilling machine | 1 | X | | | | | | | 300 | |
| heavy-duty shelf | 2 | | X | | | | | | | |
| heavy-duty shelf | 3 | | | X | | | | | | |
| heavy-duty shelf | 4 | | | | X | | 300 | | | |
| pallet.2660 | 5 | | | | | X | | | | |
| Siegmund weldir | 6 | | | | | 300 | X | | | |
| Siegmund weldir | 7 | | | | | | | X | | |
| Siegmund weldir | 8 | | | | | | | | X | |
| slc 400x300x280 | 9 | 300 | | | | | | | | X |
| stack bin 2s.248E | 10 | | | | | | 300 | | | |
| welding table 16 | 11 | | | | 300 | | | 300 | | |
| workbench E | 12 | | 300 | | | | | | | |

Obr. 7-6: Převravní matice

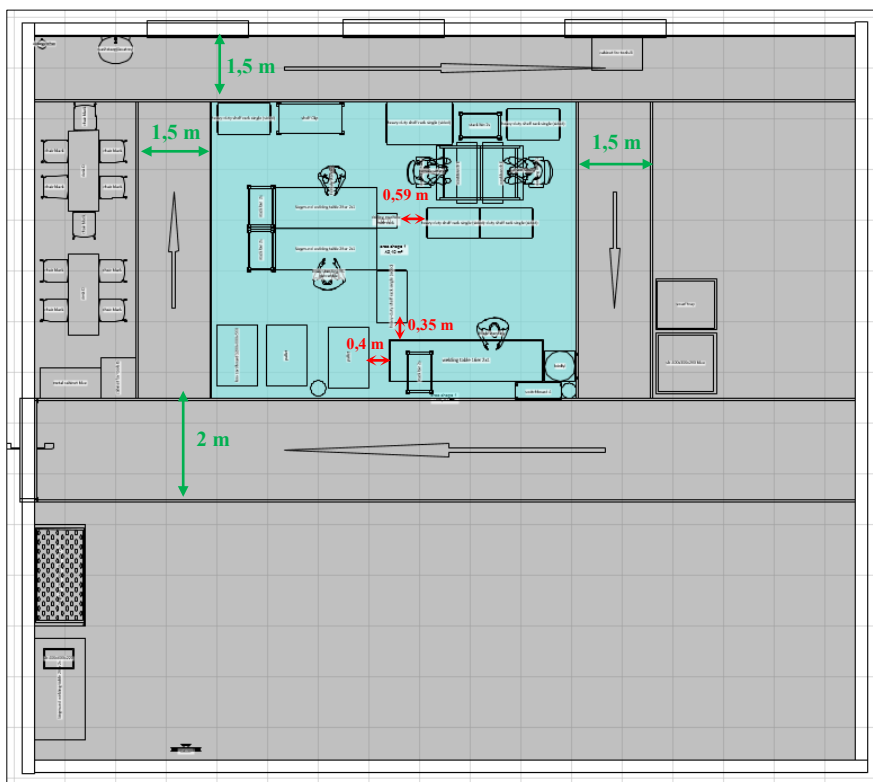
Na obrázku 7-7 je diagram, který udává závislost vzdálenosti přepravy materiálu na jeho intenzitě. Čím blíže jsou k sobě jednotlivé body, tím jsou efektivnější a kratší materiálové toky. Na první pohled tak může být vidět, že žlutý a modrý materiálový tok vyžaduje oproti fialovému značné zlepšení.



Obr. 7-7: I-D diagram

Následující obrázek 7-8 znázorňuje šířky jednotlivých přepravních uliček, které již byly zmíněny na začátku této kapitoly. Červeně znázorněné vzdálenosti vyznačují problémové průchody, které neodpovídají normě ČSN 269010. Průchody o velikosti 0,35 m, 0,4 m a 0,59 m užívají pracovníci často z důvodu zkracování manipulačních cest s výrobky. Povolená minimální šířka průchodu je však dle normy 0,85 m. Již z tohoto hlediska proto není současné uspořádání pracoviště odpovídající daným předpisům.

Uspořádání bylo porovnáno k normě ČNS ISO 14738 také z pohledu prostoru za zády operátora, kde všechny vzdálenosti odpovídaly požadované minimální hodnotě 1 m měřené od hrany stolu.



Obr. 7-8: Analýza pracoviště z hlediska normy pro tvorbu layoutu

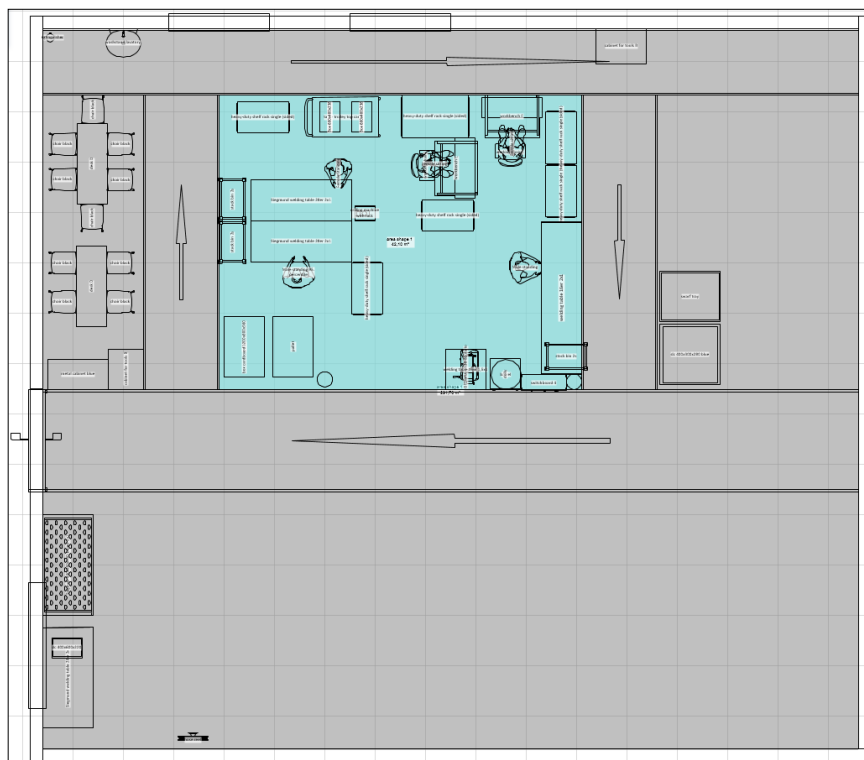
7.2 Navrhovaný layout 1

Tato podkapitola je věnována prvnímu návrhu na zlepšení prostorového uspořádání pracoviště, kde došlo ke změně uspořádání pracovního úseku 1, 2 a z části i úseku 3. Na pracovním úseku 4 z hlediska nejkratších možných materiálových toků nebyla navržena žádná změna.

Provedené změny na pracovišti:

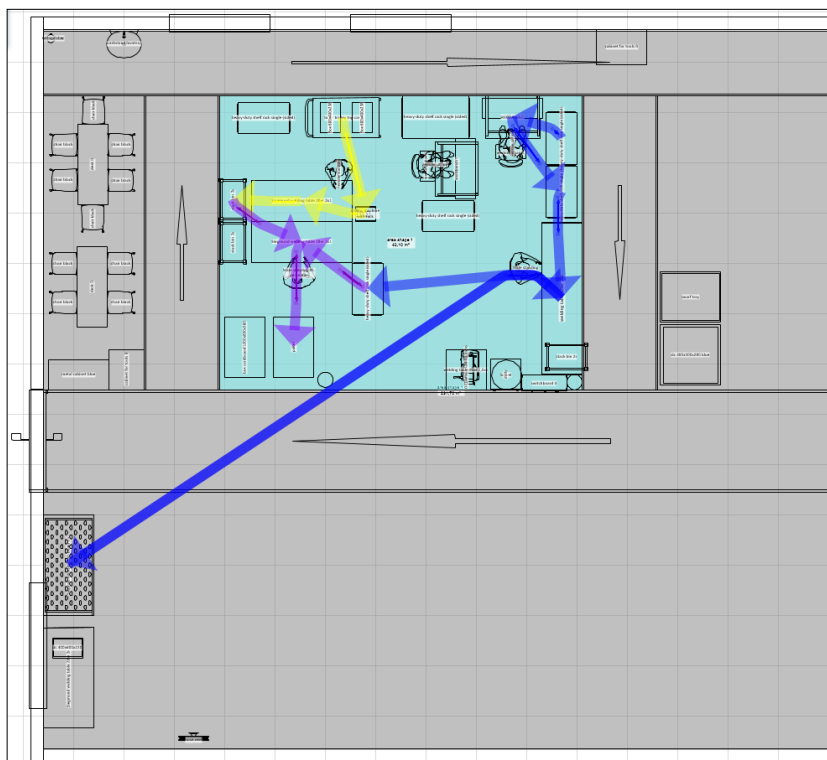
- 1) Montážní stůl pracovního úseku 1 byl otočen o 90° a spolu s ním i oba zásobovací regály, které byly postaveny do řady za sebe.
- 2) Další velkou změnou bylo vzájemné prohození pracovního stolu a ručního lisu na pracovním úseku 2. Díky tomu vznikl prostor pro průchod na hlavní přepravní uličku, a tím došlo ke zkrácení materiálového toku k mycímu stolu.
- 3) Změna byla provedena také na úseku 3, kde došlo ke zkrácení materiálového toku tím, že bedna s materiálem situovaná na druhé straně pracoviště byla nahrazena pojízdným vozíkem umístěným přímo na pracovním úseku.

Na obr. 7-9 je 2D schéma prostorového uspořádání navrhovaného layoutu 1.



Obr. 7-9: Model navrhovaného layoutu 1

V dalším náhledu na obr. 7-10 jsou vidět nové zjednodušené a zkrácené materiálové toky. Nejdelší stále zůstává materiálový tok 2, který je způsobován velkou vzdáleností mycího stolu od pracovního úseku 2.



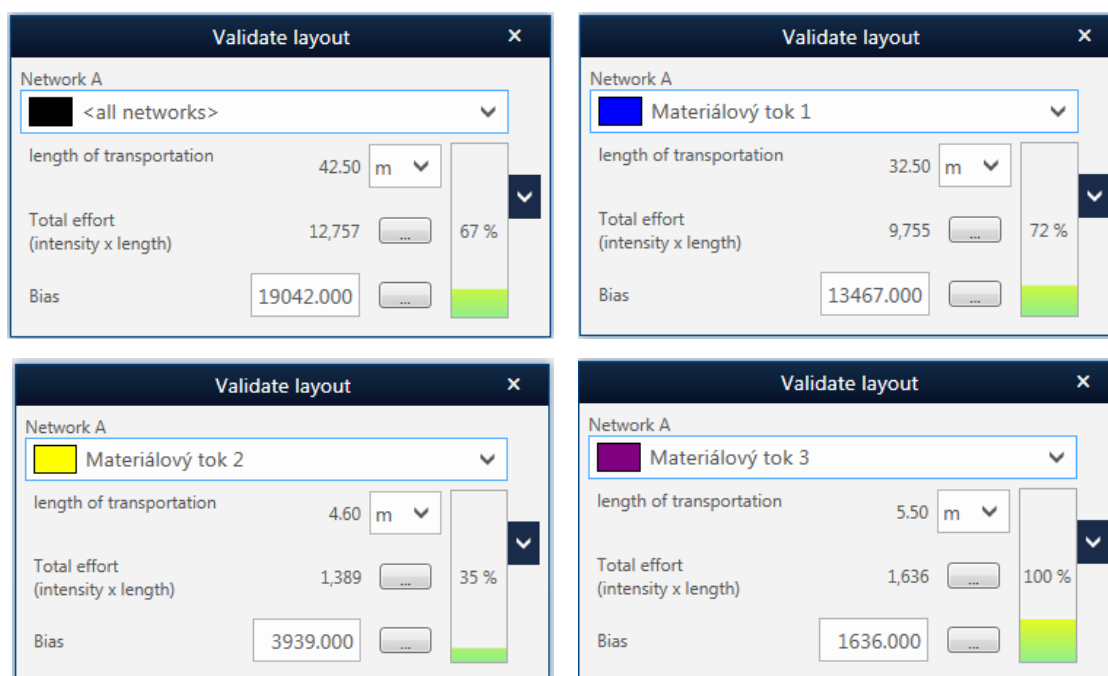
Obr. 7-10: Sankey diagram navrhovaného layoutu 1

Návrhem layoutu 1 bylo docíleno těchto zlepšení:

- 1) Celkové zkrácení materiálových toků z 63,5 m na 42,5 m, tzv. o zásadních 21 m.
- 2) Zefektivnění materiálových toků o 33 %.
- 3) U materiálového toku 1 došlo ke zkrácení o 12,4 m a došlo ke zefektivnění o 28 % především díky zkrácení přepravní trasy mezi montážním a mycím stolem.
- 4) U materiálového toku 2 došlo ke zlepšení o 65 % oproti aktuálnímu stavu pracoviště, a to z důvodu zkrácení vzdálenosti mezi zásobovacím regálem a montážním stolem.

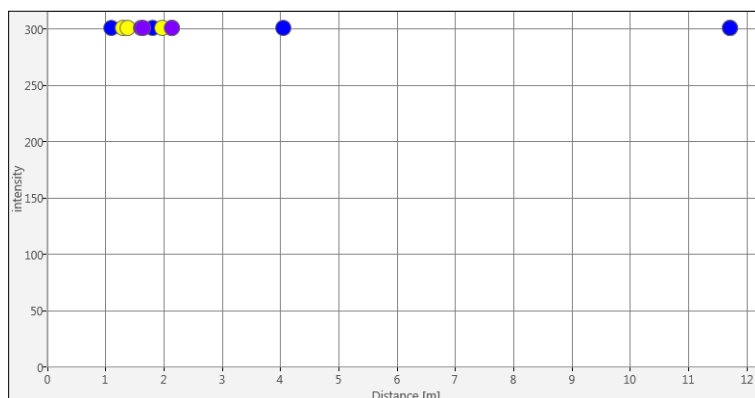
U materiálového toku 3 nedošlo k žádné změně.

Tabulky 7-2 udávají hodnoty přepravních výkonů jednotlivých materiálových toků



Tab. 7-2: Porovnání přepravních výkonů

Na obr. 7-11 je I-D diagram navrhovaného a na obr. 7-12 je odpovídající přepravní matice.

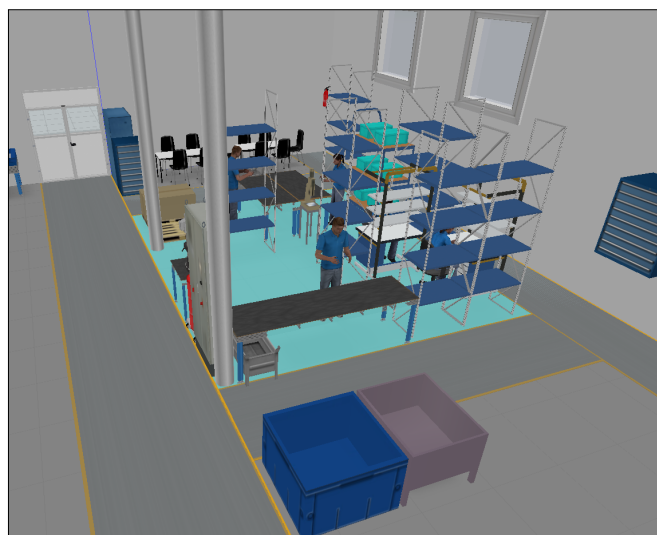


Obr. 7-11: I-D diagram

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-------------------|----|-----|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| drilling machine | 1 | X | | | | | | | 300 | |
| heavy-duty shelf | 2 | | X | | | | | | | |
| heavy-duty shelf | 3 | | | X | | | | | | |
| heavy-duty shelf | 4 | | | | X | | 300 | | | |
| pallet.2660 | 5 | | | | | X | | | | |
| Siegmund weldir | 6 | | | | | 300 | X | | | |
| Siegmund weldir | 7 | | | | | | | X | | |
| Siegmund weldir | 8 | | | | | | | | X | 300 |
| stack bin 2s.248€ | 9 | | | | | | 300 | | | X |
| table trolley top | 10 | 300 | | | | | | | | |
| welding table 16 | 11 | | | | 300 | | | 300 | | |
| workbench F | 12 | | 300 | | | | | | | |

Obr. 7-12: Převravní matice

Na obr. 7-13 a 7-14 jsou 3D náhledy na změněné prostorové uspořádání pracoviště.



Obr. 7-13: 3D náhled na pracoviště

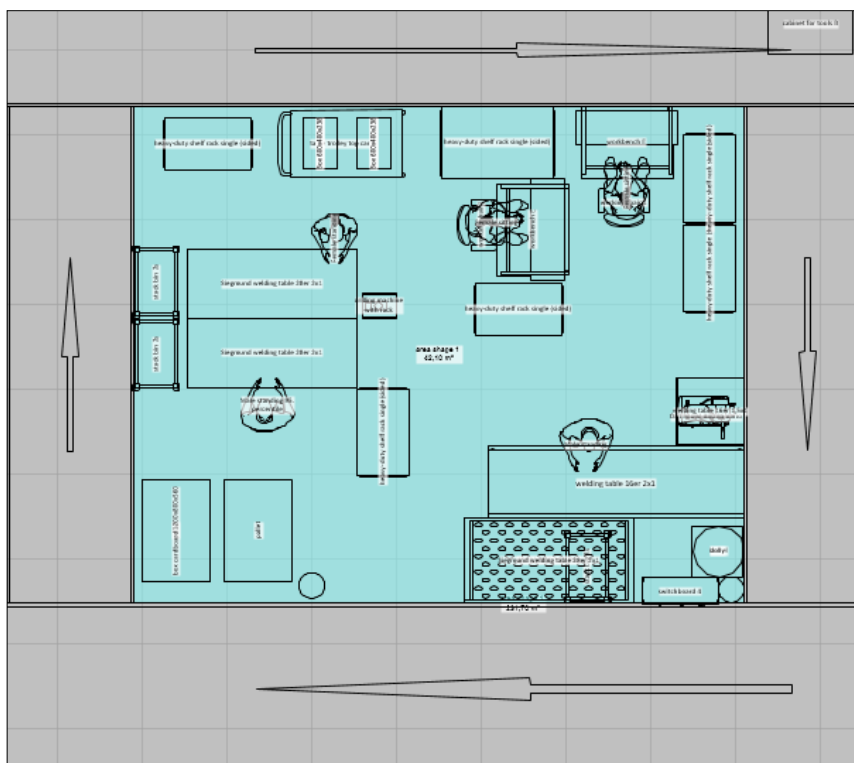


Obr. 7-14: 3D náhled na pracoviště 2

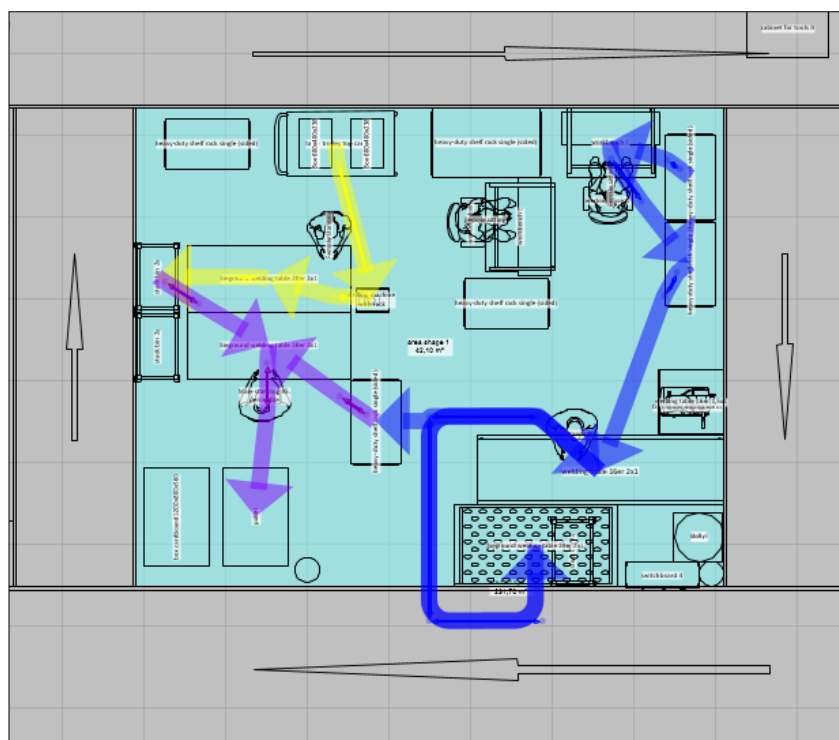
7.3 Navrhovaný layout 2

Tento návrh zvažuje možnost přesunutí mycího stolu přímo na pracoviště. Zároveň však tak, aby k němu měly přístup všechny ostatní pracoviště v hale. Z pozorování pracovníků bylo zjištěno, že mycí stůl je využíván nejintenzivněji právě řešeným pracovištěm. Případná aplikace tohoto modelu by však měla být důkladněji prokonzultována s ohledem na materiálové toky ostatních pracovišť.

Na obr. 7-15 je schéma uspořádání a obr. 7-16 zahrnuje materiálové toky na pracovišti.



Obr. 7-15: Model navrhovaného layoutu 2



Obr. 7-16: Sankey diagram navrhovaného layoutu 2

Z modelu je patrné, že pracovní úseky 1 a 3 zůstaly stejné jako u návrhu 1 a změnou tak prošel pouze pracovní úsek 2.

Návrhem layoutu 2 bylo docíleno těchto zlepšení:

Došlo k využití vnitřního prostoru pracoviště, a to posunutím montážního stolu tak, aby se před něj mohl umístit mycí stůl.

- 1) Celkový materiálový tok se zlepšil o 48 % oproti současnému stavu pracoviště.
- 2) Celkový materiálový tok je efektivnější o 15 % oproti navrhovanému layoutu 1.
- 3) Materiálový tok 1 je o 49 % oproti současnému stavu.

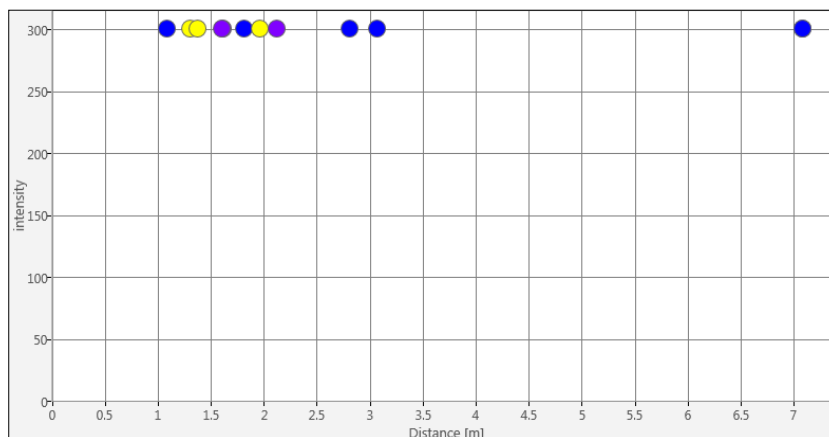
Na zlepšení se zcela podílelo významné zkrácení materiálového toku 1 mezi montážním a mycím stolem. Hodnoty jsou zobrazeny v tabulce 7-3.

| Validate layout | |
|-----------------------------------|----------------|
| Network A | <all networks> |
| length of transportation | 33.00 m |
| Total effort (intensity x length) | 9,892 52 % |
| Bias | 19042.000 |

| Validate layout | |
|-----------------------------------|-------------------|
| Network A | Materiálový tok 1 |
| length of transportation | 22.90 m |
| Total effort (intensity x length) | 6,873 51 % |
| Bias | 13467.000 |

Tab. 7-3: Materiálové toky modelu layoutu 2

Na obr. 7-17 je I-D diagram navrhovaného layoutu.



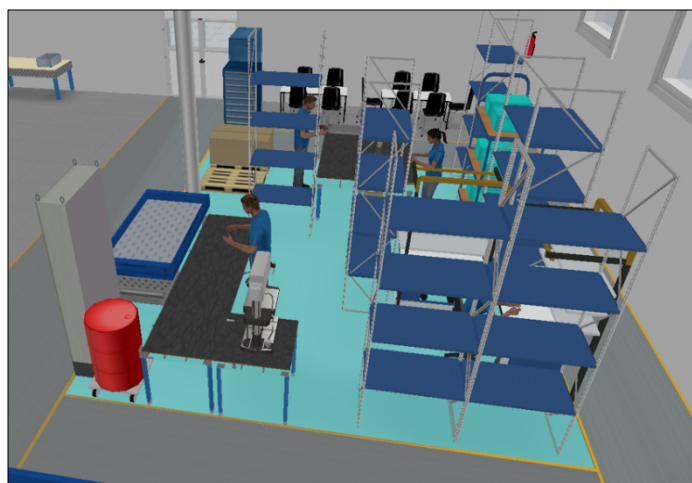
Obr. 7-17: I - D diagram

Z přepravní matice na obr. 7-18 je vidět značné zlepšení a zkrácení materiálového toku 1 a 2.

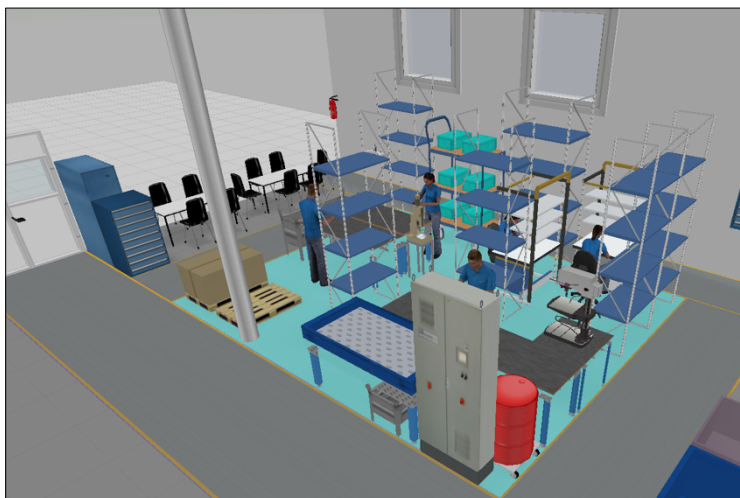
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-------------------|----|-----|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| drilling machine | 1 | X | | | | | | | 300 | |
| heavy-duty shelf | 2 | | X | | | | | | | |
| heavy-duty shelf | 3 | | | X | | | | | | |
| heavy-duty shelf | 4 | | | | X | | 300 | | | |
| pallet.2660 | 5 | | | | | X | | | | |
| Siegmund weldir | 6 | | | | | 300 | X | | | |
| Siegmund weldir | 7 | | | | | | | X | | |
| Siegmund weldir | 8 | | | | | | | | X | 300 |
| stack bin 2s.248€ | 9 | | | | | | 300 | | | X |
| table trolley top | 10 | 300 | | | | | | | | |
| welding table 16 | 11 | | | | 300 | | | 300 | | |
| workbench E | 12 | | 300 | | | | | | | |

Obr. 7-18: Přepravní matice

Na obr. 7-19 a 7-20 jsou 3D náhledy navrhovaného layoutu 2.



Obr. 7-19: 3D náhled navrhovaného layoutu 2



Obr. 7-20: Pohled na 3D navrhovaného layoutu 2

7.4 Porovnání navrhovaného layoutu 1 a 2

V obou návrzích došlo k částečné reorganizaci montážních úseků 1, 2 i 3.

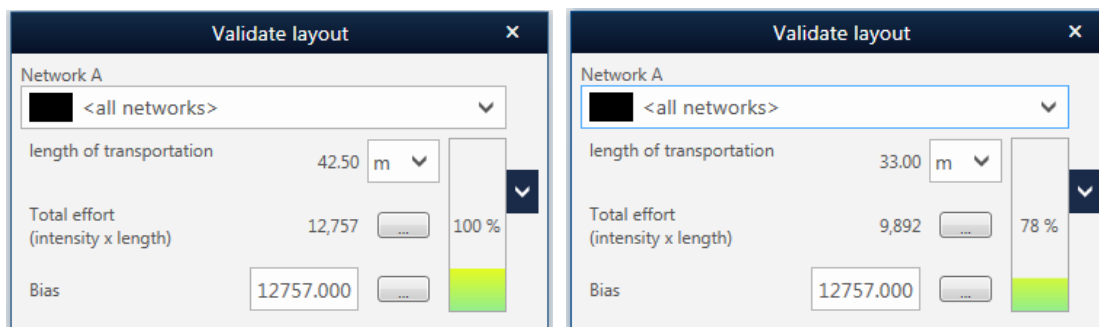
U prvního návrhu je zcela změněno uspořádání pracovního úseku 2, kde došlo k otočení pracovního stolu o 90 stupňů. Tím vznikl poměrně velký prostor uprostřed celého úseku. Tento krok pomohl ke zkrácení manipulační trasy s výrobky, a tak ke zkrácení materiálového toku 1. Dále bylo výrazně změněno uspořádání montážního úseku 1, kde se pracovní stůl včetně regálů otočil o 90 stupňů. Na pracovním úseku 3 byla zásobovací bedna nahrazena pojízdným vozíkem umístěným v těsné blízkosti montážního úseku.

Celkový materiálový tok navrhovaného layoutu 1 pak činí 42,5 m s přepravním výkonem 12 757.

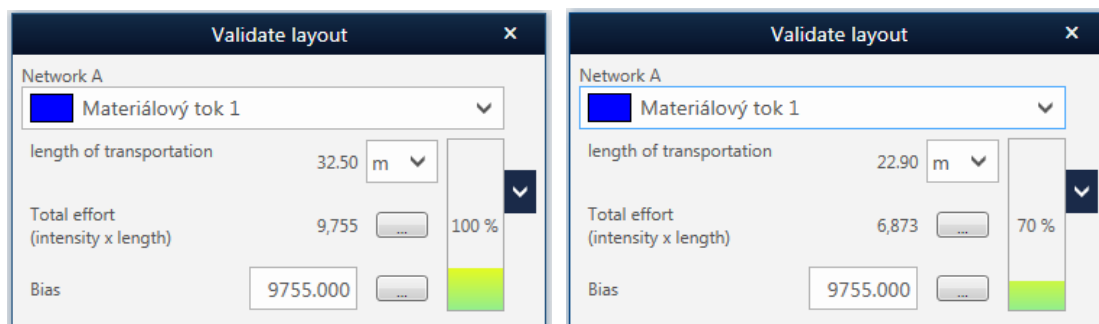
Druhý model vychází ze stejného základu s tou změnou, že zohledňuje možnost přemístění mycího stolu blíže k pracovnímu úseku 2. Při návrhu tohoto modelu byla zhodnocena celková vytíženost mycího stolu všemi pracovišti v hale, ze které vyplývá, že přemístění mycího stolu nebude mít negativní dopady na materiálové toky ostatních pracovišť, ba naopak pro všechny pracoviště se zkrátí manipulační cesta k tomuto stolu. Otočení pracovního úseku 1 umožnilo posunutí montážního stolu pracovního úseku 2 a umístění tak mycího stolu na okraj pracoviště. Došlo tak k velkému zkrácení manipulační trasy materiálového toku 1.

Celkový materiálový tok navrhovaného layoutu 2 činí 32,9 m s přepravním výkonem 6 873.

Z tabulek 7-4 a 7-5, které srovnávají přepravní výkony navrhovaných layoutů, je vidět u layoutu 2 zkrácení materiálového toku 1 o 9,6 m, což má za následek zefektivnění přepravního výkonu o 30 %. Celkově pak došlo ke zlepšení výkonu o 22 %.

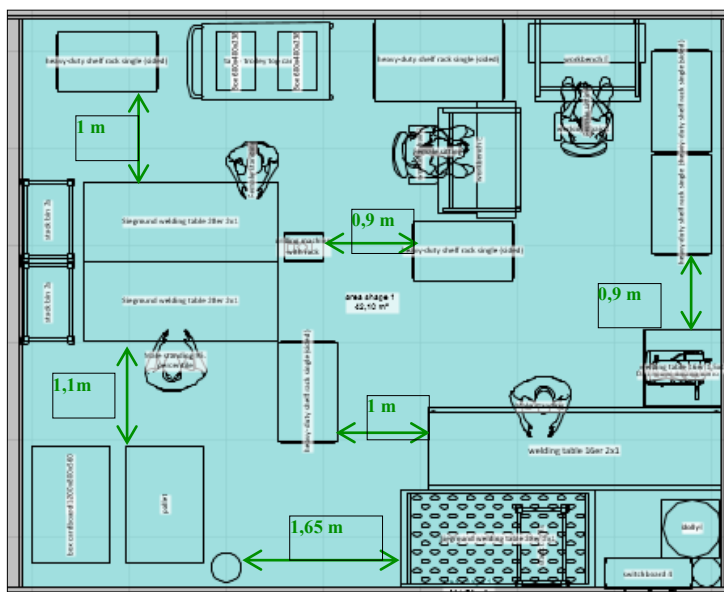


Tab. 7-4: Porovnání celkových materiálových toků



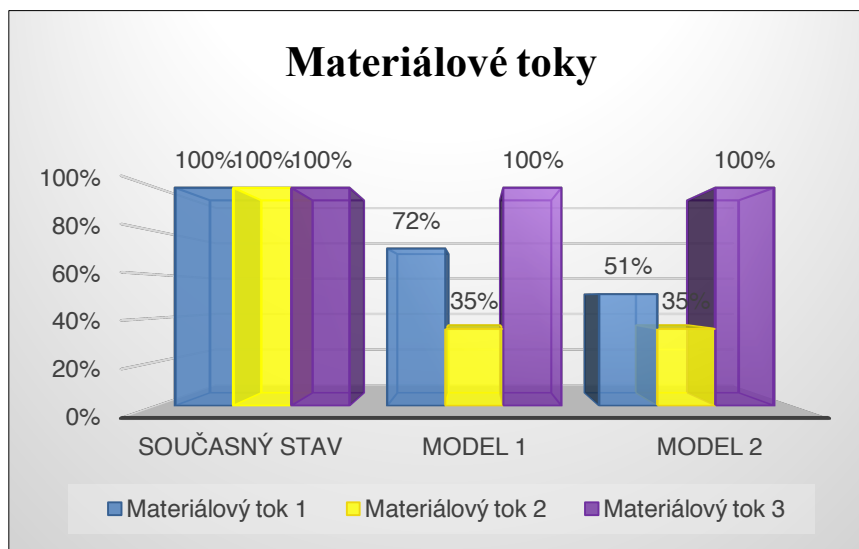
Tab. 7-5: Porovnání materiálových toků

Navrhovaný layout pracoviště 1 i 2 byl projektován v souladu s normami pro tvorbu layoutu. Názorná ukázka případných problémových průchodů je zobrazená na obr. 7-21. Schéma stačí zobrazit pouze u návrhu 2, jelikož layout 1 se v zobrazovaných rozměrech neliší. Všechny průchody odpovídají minimální šířce 0,85 m, stejně tak jako prostor 1 m za zády operátora, který se dle normy ČSN ISO 14738 měří od hrany pracovní desky.



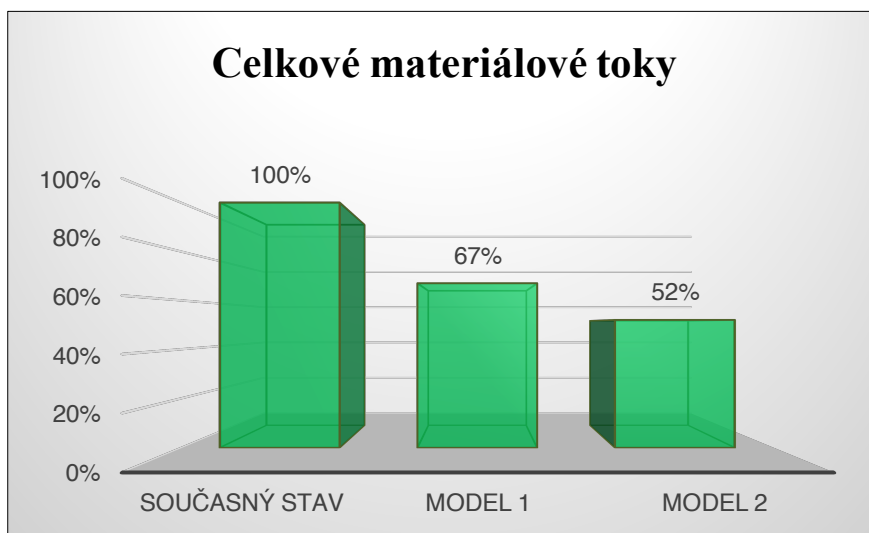
Obr. 7-21: Model 2 - zobrazení problematických průchodů

Graf na obr. 7-22 porovnává výsledné hodnoty efektivity materiálových toků navrhovaných layoutů 1 a 2 se současnými toky na pracovišti. Nejvýraznější zlepšení se týká materiálového toku 2 a následně materiálového toku 1. U materiálového toku 3 pak nedošlo k žádným změnám.



Obr. 7-22: Graf efektivity jednotlivých materiálových toků

Porovnání z hlediska celkových materiálových toků současného stavu, modelu 1 a modelu 2, graficky zobrazené na obr. 7-23, ukazuje, že oba návrhy přináší značná zlepšení. Nejefektivnější toky nabízí navrhovaný layout 2.



Obr. 7-23: Graf efektivity celkových materiálových toků

Tabulka 7-6 udává hodnoty vzdáleností a přepravních výkonů současného layoutu a obou navrhovaných modelů. Současně pak zobrazuje porovnání a dosaženou úsporu obou modelů vztahenou k hodnotám na současném pracovišti.

| | Současný stav | | Model 1 | | Úspora | Model 2 | | Úspora |
|-------------------|---------------|----------------|------------|----------------|--------|------------|----------------|--------|
| | Vzdálenost | Přepavní výkon | Vzdálenost | Přepavní výkon | | Vzdálenost | Přepavní výkon | |
| Materiálový tok 1 | 44,9 m | 13 467 | 32,5 m | 9 755 | 28 % | 22,9 m | 6 873 | 49 % |
| Materiálový tok 2 | 13,1 m | 3 939 | 4,6 m | 1 389 | 65 % | 4,6 m | 1 389 | 65 % |
| Materiálový tok 3 | 5,5 m | 1 636 | 5,5 m | 1 636 | 0 % | 5,5 m | 1 636 | 0 % |
| Celkem | 63,5 | 19 042 | 42,5 | 12 757 | 33 % | 32,9 | 9 857 | 48 % |

Tab. 7-6: Souhrnná tabulka hodnot porovnávaných variant

Závěr

Hlavním cílem této práce bylo účinně aplikovat metody štíhlého podniku na montážní pracoviště. Důležitým krokem byla samotná analýza pracoviště jak z hlediska konkrétních druhů plýtvání, tak z hlediska prostorového uspořádání. Zjištěné problémy a úzká místa byly podrobněji rozepsány a byla navržena řešení k celkovému zefektivnění pracoviště.

Konkrétně došlo především ke zkrácení materiálových toků na pracovních úsecích 2 a 3, které byly způsobeny nadbytečným transportem a manipulací s materiálem.

U montážního úseku 2 byl problém vyřešen v prvním návrhu celkovou reorganizací pracoviště, u druhého návrhu pak pomocí přesunu mycího stolu přímo na pracoviště. U pracovního úseku 3 došlo k nahrazení zásobovacích beden pojízdným regálem umístěným v blízkosti montážního stolu. Na pracovním úseku 1 byla provedena chronometráž jednotlivých operací. U časově nejnáročnější byl navrhnout a namodelován pomocný přípravek. Očekávané výsledky těchto řešení mohou přinést značnou eliminaci času, a tím snížení plýtvání a zvýšení produktivity montáže.

Po důkladné analýze prostorového uspořádání byly sepsány dva návrhy na reorganizaci pracoviště. U obou modelů se oproti současnému stavu prokázalo značné zlepšení, konkrétně pak o 1/3 u prvního návrhu a o necelou 1/2 u druhého návrhu.

Pro konečnou realizaci bych proto doporučila uplatnění všech navrhovaných opatření pro racionalizaci pracoviště. Jako nejvhodnější variantu navrhuji aplikovat do výroby model layoutu 2, který značně zvýší efektivitu montáže pracoviště. Zároveň by bylo vhodné na pracovním úseku 1 zavést již zmíněný pomocný přípravek pro montáž. Pracovní úsek 2 by měl být vybaven novou nahřívací pecí a pracovní úsek 3 by bylo vhodné doplnit pojízdným regálem.

Seznam použité literatury

- [1] KŘÍKAČ, Karel. *Organizace a řízení výroby: metodická a studijní pomůcka*. 2., rozš. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2008. ISBN 978-80-7043-616-5.
- [2] KERŤKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2012. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-319-9
- [3] NOVÁK, Josef. *Racionalizace výroby* [online]. Ostrava: VŠB, 2008 [cit. 2016-11-01]. Dostupné z: <http://projekty.fs.vsb.cz/414/racionalizace-vyroby.pdf>.
- [4] KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. Management studium. ISBN 80-86851-38-9.
- [5] STÖHR, Tomáš. *Organizace pracovišť 5S* [online]. Praha, 2015 [cit. 2016-11-05]. Dostupné z: <http://www.escare.cz/lean-healthcare/metodika/metodika-snizovani-nakladu/organizace-pracoviste-5s>
- [6] FROLÍK, Zbyněk. *Jednotlivé metody a nástroje (I-P)* [online]. Praha, 2010 [cit. 2016-11-05]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/24887-jednotlive-metody-a-nastroje-i-p>
- [7] *LOFO (Lowest In First Out)* [online]. Wilmington (DE), 2015 [cit. 2016-11-06]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs>
- [8] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby a nákupu*. Praha: Grada, 2007. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-1479-0.
- [9] ŠIMON, Michal a Antonín MILLER. *Kanban - výroba tahem. System Online* [online]. [cit. 2016-11-11]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/kanban-vyroba-tahem.htm>
- [10] DANĚK, Jan a Miroslav PLEVNÝ. *Výrobní a logistické systémy*. Plzeň: Západočeská univerzita, 2005. ISBN 80-7043-416-3.
- [11] HEŘMAN, Jan. *Řízení výroby*. Praha: Melandrium, 2001. ISBN 80-86175-15-4
- [12] *Systém zásobování Milk Run. CIE, s.r.o.* [online]. [cit. 2016-12-01]. Dostupné z: <http://www.cie-plzen.cz/index.php/cz/lexikon-metod/system-zasobovani-milkrun>
- [13] *Sankeyův diagram. CIE, s.r.o.* [online]. [cit. 2016-12-01]. Dostupné z: <http://www.cie-plzen.cz/index.php/cz/lexikon-metod/sankeyuv-diagram>
- [14] *Spaghetti diagram. CIE, s.r.o.* [online]. [cit. 2016-12-01]. Dostupné z: <http://www.cie-plzen.cz/index.php/cz/lexikon-metod/spaghetti-diagram>

- [15] Ergonomické uspořádání pracoviště. *IPA Czech, s.r.o* [online]. [cit. 2016-12-02].
Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/ergonomicke-usporadani-pracoviste>
- [16] Diagram spaghetti. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA):
Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2016-11-15].
Dostupné z: https://pl.wikipedia.org/wiki/Diagram_spaghetti
- [17] Transport System Improvements. *Nippon Express, CO* [online]. [cit. 2016-12-03].
Dostupné z: <http://www.nipponexpress.com/about/csr/environment/cooperation.html>
- [18] Kanban system and pull control. *Manufactus* [online]. [cit. 2016-12-03].
Dostupné z: <http://www.kanban-system.com/kanban-system-and-pull-control/>
- [19] Nauka o podniku. *TopSid* [online]. [cit. 2016-12-03].
Dostupné z: http://nop.topsid.com/index.php?war=cviceni_1&unit=reseni_prikladu
- [20] Profil společnosti. *SERW, spol. s.r.o.* [online]. [cit. 2017-01-10].
Dostupné z: <http://www.serw.cz>
- [21] BUREŠ, Marek. *Tvorba a optimalizace pracoviště*. 1. vyd. Plzeň : SmartMotion s.r.o.,
2013, ISBN: 978-80-87539-32-3
- [22] EDL, Milan, KUDRNA Jiří. *Metody průmyslového inženýrství*. 1. vyd. Plzeň : Smart
Motion, s.r.o., 2013, ISBN: 978-80-87539-40-8
- [23] Policový regál. *B2B Partner, s.r.o.* [online]. [cit. 2017-01-15].
Dostupné z: <https://www.b2bpartner.cz/policovy-vozik-5-polic-3-bocnice-s-dratenou-vyplni-nosnost-300-kg/>

Seznam příloh

Příloha č. 1: Plynulá chronometráž měřená na pracovním úseku 1

Příloha č. 2: Výběrová chronometráž měřená na pracovním úseku 2

Příloha č. 3: Výkres navrhovaného pomocného přípravku


Příloha č. 4: Schéma současného prostorového uspořádání pracoviště, Sankey diagram

Příloha č. 5: Schéma prostorového uspořádání modelu 1, Sankey diagram

Příloha č. 6: Schéma prostorového uspořádání modelu 2, Sankey diagram

PŘÍLOHA č. 1

Plynulá chronometráž měřená na pracovním úseku 1

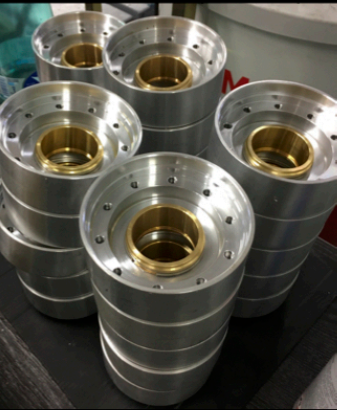
| Formulář časového snímku | | | | | | Schránka č. | | |
|---|---|----------------|----------------|----------|-----------------------|-----------------------------------|-------------|--------------------|
| | | | | | | List č: z listu | | |
| Pracovní úkol: Montáž převodu proudu | | | | | | | | |
| Zakázka č. | Množství m pracovní zakázky | | 300 ks | Oddělení | Nákladové středisko | | | |
| Datum časového snímku | začátek | čas | konec | čas | Doba trvání | | | |
| 7.2.2017 | 7:00 | Množství 10 ks | 11:15 | Množství | 4,25 hod | | | |
|  | Skladba času na jednotku | | Čas v minutách | | původ | | | |
| | Základní čas tg | | 880,48 | | | | | |
| | Čas na oddech ter Zer | | | | | | | |
| | Poměrný čas tv Zv= 8 % | | 70,44 | | | | | |
| | Ostatní přírážky | | | | | | | |
| | Čas na jednotku te ₁ | | 950,92 | | | | | |
| | Te ₁ / te ₁₀₀ / te ₁₀₀₀ v min/h | | 16m | | 16m | | | |
| | Přípravný čas tr v min/h | | 1m | | 1m | | | |
| | Pracovní postup a pracovní metoda | | | | | | | |
| | <p>Pracovnice nejdříve navleče přibližně 228 šroubků, které využije pro montáž 12 růžic (každá růžice obsahuje 19 šroubků). Na šroubky jsou navlékány podložky, pružinky a kuželíky. Poté se zkompletují jednotlivé kroužky a klec. Pracovnice nejdříve pro správné usazení navleče 4 šroubky do kříže, utáhne pomocí aku a zkontroluje. Poté proces opakuje pro zbylých 15 šroubků. Dále pak všech 19 šroubků pojistí maticemi a zalepí pomocí speciálního lepidla proti povolení.</p> | | | | | | | |
| Předmět práce (vstup) | Označení | Materiál | Stav na vstupu | | | Výkres č. | Materiál č. | Rozměry, hmotnosti |
| | Převod proudu | měď | | | | | | 0,75 kg |
| | | | | | | | | |
| Člověk | Jméno | Osobní číslo | muž | žena | věk | Doba provádění | | |
| | Dědičová | | | x | | Podobných úkolů z koutaného úkolu | | |
| | | | | | | | | |
| Provozní prostředí k | Označení, typ | Počet | číslo p.p. | Rok výr. | Technické údaje, stav | | | |
| | Montážní stůl | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Vlivy okolí | | | | | | Odměňování | | |
| Poznámky | | | | | | | | |
| Jakost výsledku práce | | | | | | | | |
| Zpracoval | Šimlová | | Přezkoušel | | Platnost od | do | | |

| Formulář pro plynuhou chronometráž - norma | | | | | | | | | | | | Serv. spol. s.r.o. | | | | | | | |
|--|------------------|-----|-----------------------------|----------------------------|-------|----------------------------|----------------------------|---------------|---|--------------|------|-----------------------------|----------------------------|-----|--|---------------|--------|-----|------|
| datum: 2/7/16 | | | list č. 1/2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| jméno pozorovatele Šimlová | | | Zv | | | | | | | | | | | | | | | | |
| celkový popis činnosti: viz přední strana | | | Zer | | | | | | | | | | | | | | | | |
| výrobek, zakázka: Montáž převodu proudu | | | směna | | | | | | | | | | | | | | | | |
| pracoviště linky (popis) | | | pracoviště | | | pracoviště | | | pracoviště | | | pracoviště | | | | | | | |
| navlečení šroubků - po 2 ks | | | komplektace kroužků do sebe | | | vkládání šroubků (po 4 ks) | | | dotazání pomocí aku + kontrola (po 4ks) | | | vkládání šroubků (po 15 ks) | | | dotazání pomocí aku, kontrola (po 15 ks) | | | | |
| MB začátek | uchopení šroubku | | MB začátek | uchopení nerzového kolečka | | MB začátek | uchopení šroubku | | MB začátek | uchopení aku | | MB začátek | uchopení šroubku | | MB začátek | uchopení aku | | | |
| MB koniec | odložení šroubku | | MB koniec | odložení kompletu | | MB koniec | vložení posledního šroubku | | MB koniec | odložení aku | | MB koniec | vložení posledního šroubku | | MB koniec | odložení aku | | | |
| vzt. množství | Poč. | Lg. | OK | vzt. množství | Poč. | Lg. | OK | vzt. množství | Poč. | Lg. | OK | vzt. množství | Poč. | Lg. | OK | vzt. množství | Poč. | Lg. | OK |
| 1 | 17,56 | 1 | 100% | 1 | 27,64 | 1 | 100% | 1 | 111,35 | 1 | 100% | 1 | 274,03 | 1 | 100% | 1 | 123,18 | 1 | 100% |
| 2 | 13,91 | 1 | 100% | 2 | 18,66 | 1 | 100% | 2 | 60,12 | 1 | 100% | 2 | 303,87 | 1 | 100% | 2 | 127,47 | 1 | 100% |
| 3 | 18,94 | 1 | 100% | 3 | 19,30 | 1 | 100% | 3 | 134,30 | 1 | 100% | 3 | 281,2 | 1 | 100% | 3 | 108,16 | 1 | 100% |
| 4 | 16,40 | 1 | 100% | 4 | 19,69 | 1 | 100% | 4 | 73,50 | 1 | 100% | 4 | 305,56 | 1 | 100% | 4 | 124,66 | 1 | 100% |
| 5 | 20,01 | 1 | 100% | 5 | 20,64 | 1 | 100% | 5 | 101,65 | 1 | 100% | 5 | 290,17 | 1 | 100% | 5 | 109,4 | 1 | 100% |
| 6 | 19,09 | 1 | 100% | 6 | 19,22 | 1 | 100% | 6 | 89,52 | 1 | 100% | 6 | 266,13 | 1 | 100% | 6 | 145,97 | 1 | 100% |
| 7 | 21,03 | 1 | 100% | 7 | 22,44 | 1 | 100% | 7 | 64,53 | 1 | 100% | 7 | 320,05 | 1 | 100% | 7 | 110,42 | 1 | 100% |
| 8 | 18,55 | 1 | 100% | 8 | 24,96 | 1 | 100% | 8 | 56,66 | 1 | 100% | 8 | 300,09 | 1 | 100% | 8 | 96,4 | 1 | 100% |
| 9 | 20,54 | 1 | 100% | 9 | 15,57 | 1 | 100% | 9 | 60,07 | 1 | 100% | 9 | 326,79 | 1 | 100% | 9 | 122,54 | 1 | 100% |
| 10 | 19,42 | 1 | 100% | 10 | 20,36 | 1 | 100% | 10 | 83,80 | 1 | 100% | 10 | 294,73 | 1 | 100% | 10 | 111,56 | 1 | 100% |
| 11 | | | | 11 | | | | 11 | | | | 11 | | | | 11 | | | |
| 12 | | | | 12 | | | | 12 | | | | 12 | | | | 12 | | | |
| 13 | | | | 13 | | | | 13 | | | | 13 | | | | 13 | | | |
| 14 | | | | 14 | | | | 14 | | | | 14 | | | | 14 | | | |
| 15 | | | | 15 | | | | 15 | | | | 15 | | | | 15 | | | |
| 16 | | | | 16 | | | | 16 | | | | 16 | | | | 16 | | | |
| 17 | | | | 17 | | | | 17 | | | | 17 | | | | 17 | | | |
| 18 | | | | 18 | | | | 18 | | | | 18 | | | | 18 | | | |
| 19 | | | | 19 | | | | 19 | | | | 19 | | | | 19 | | | |
| 20 | | | | 20 | | | | 20 | | | | 20 | | | | 20 | | | |
| lg | 18,55 | | | lg | 20,85 | | | lg | 83,55 | | | lg | 296,26 | | | lg | 117,98 | | |
| tc | | | | tc | | | | tc | | | | tc | | | | tc | | | |

| Formulář pro plynulou chronometráž - norma | | | | | | | | | | | | Serw, spol s.r.o. | | | | | | |
|--|----------------|---------------|--------------------------|-------------------------------|------|---------------|----|--------------------------|--------|---------------|----|--------------------------|------|---------------|----|--|--|--|
| datum : 2/7/16 | | list č. | | 2/2 | | Zv | | 8 % | | | | | | | | | | |
| jméno pozorovatele Šimlová | | Zer | | | | | | | | | | | | | | | | |
| celkový popis činnosti: viz přední strana | | směna | | ranní | | | | | | | | | | | | | | |
| výrobek, zakázka: Montáž převodu proudu | | pracoviště | | Montážní stůl 098630 | | | | | | | | | | | | | | |
| pracoviště linky (popis) | | | | pracoviště linky (popis) | | | | pracoviště linky (popis) | | | | pracoviště linky (popis) | | | | | | |
| zajištění matkou + aku (po 19ks) | | | | Lepení šroubků proti povolení | | | | | | | | | | | | | | |
| MB začátek | uchopení matky | MB začátek | uchopení lepidla | MB začátek | | MB začátek | | MB začátek | | MB začátek | | MB začátek | | MB začátek | | | | |
| MB konec | odložení aku | MB konec | odložení celého kompletu | MB konec | | MB konec | | MB konec | | MB konec | | MB konec | | MB konec | | | | |
| vzt. množství | Poč. | Lg | OK | vzt. množství | Poč. | Lg | OK | vzt. množství | Poč. | Lg | OK | vzt. množství | Poč. | Lg | OK | | | |
| 1 | 217,1 | 1 | 100 % | 21710 % | 1 | 58,83 | 1 | 100 % | 5883 % | 1 | | 1 | | | | | | |
| 2 | 218,52 | 1 | 100 % | 21852 % | 2 | 47,83 | 1 | 100 % | 4783 % | 2 | | 2 | | | | | | |
| 3 | 256,63 | 1 | 100 % | 25663 % | 3 | 40,17 | 1 | 100 % | 4017 % | 3 | | 3 | | | | | | |
| 4 | 183,57 | 1 | 100 % | 18357 % | 4 | 50,85 | 1 | 100 % | 5085 % | 4 | | 4 | | | | | | |
| 5 | 221,14 | 1 | 100 % | 22114 % | 5 | 40,80 | 1 | 100 % | 4080 % | 5 | | 5 | | | | | | |
| 6 | 198,24 | 1 | 100 % | 19824 % | 6 | 44,10 | 1 | 100 % | 4410 % | 6 | | 6 | | | | | | |
| 7 | 204,42 | 1 | 100 % | 20442 % | 7 | 45,53 | 1 | 100 % | 4553 % | 7 | | 7 | | | | | | |
| 8 | 209,18 | 1 | 100 % | 20918 % | 8 | 49,31 | 1 | 100 % | 4931 % | 8 | | 8 | | | | | | |
| 9 | 240,43 | 1 | 100 % | 24043 % | 9 | 50,16 | 1 | 100 % | 5016 % | 9 | | 9 | | | | | | |
| 10 | 214,17 | 1 | 100 % | 21417 % | 10 | 39,47 | 1 | 100 % | 3947 % | 10 | | 10 | | | | | | |
| 11 | | | | | 11 | | | | | 11 | | 11 | | | | | | |
| 12 | | | | | 12 | | | | | 12 | | 12 | | | | | | |
| 13 | | | | | 13 | | | | | 13 | | 13 | | | | | | |
| 14 | | | | | 14 | | | | | 14 | | 14 | | | | | | |
| 15 | | | | | 15 | | | | | 15 | | 15 | | | | | | |
| 16 | | | | | 16 | | | | | 16 | | 16 | | | | | | |
| 17 | | | | | 17 | | | | | 17 | | 17 | | | | | | |
| 18 | | | | | 18 | | | | | 18 | | 18 | | | | | | |
| 19 | | | | | 19 | | | | | 19 | | 19 | | | | | | |
| 20 | | | | | 20 | | | | | 20 | | 20 | | | | | | |
| tg | 216,34 | | | | tg | 46,71 | | | | tg | | | | | tg | | | |
| te | | | | | te | | | | | te | | | | | te | | | |

PŘÍLOHA č. 2

Výběrová chronometráž měřená na pracovním úseku 2

| Formulář časového snímku | | | | | | Schránka č. | | |
|---|---------------|------------------------------------|--------------------------|----------------|-----------------------|-----------------------------------|-------------|--------------------|
| | | | | | | List č: z listu | | |
| Pracovní úkol: Čištění a sušení součástí | | | | | | | | |
| Zakázka č. | | Množství m pracovní zakázky 300 ks | | Oddělení | | Nákladové středisko | | |
| Datum časového snímku 2.2.2017 | | začátek 10:30 | čas Množství 10 ks | konec 11:30 | čas Množství | Doba trvání 1 hod | | |
|  | | | Skladba času na jednotku | | Čas v minutách | původ | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | Základní čas tg | | | | 338,31 | |
| | | | Čas na oddech ter Zer | | | | | |
| | | | Poměrný čas tv | | | | | |
| | | | Ostatní přírážky | | | | | |
| Čas na jednotku te ₁ | | | | 338,31 | | | | |
| Te ₁ / te ₁₀₀ / te ₁₀₀₀ v min/h | | | | 20m | | | | |
| Přípravný čas tr v min/h | | | | | | | | |
| Pracovní postup a pracovní metoda | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Předmět práce (vstup) | Označení | Materiál | Stav na vstupu | | | Výkres č. | Materiál č. | Rozměry, hmotnosti |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Člověk | Jméno | Osobní číslo | muž | žena | věk | Doba provádění | | |
| | | | | | | Podobných úkolů z koumaného úkolu | | |
| | | | x | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Provozní prostředek | Označení, typ | Počet | číslo p.p. | Rok výr. | Technické údaje, stav | | | |
| | Mycí stůl | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Vlivy okolí | | | | | | Odměňování | | |
| Poznámky | | | | | | | | |
| Jakost výsledku práce | | | | | | | | |
| Zpracovala | Šimlová | | Přezkoušel | | Platnost od | do | | |

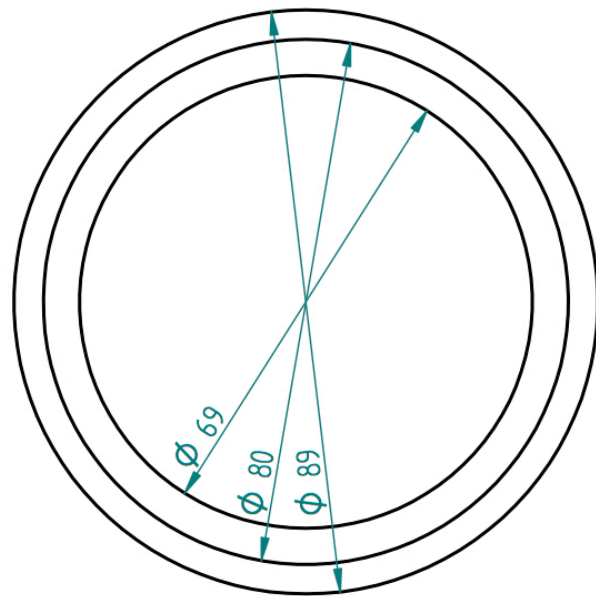
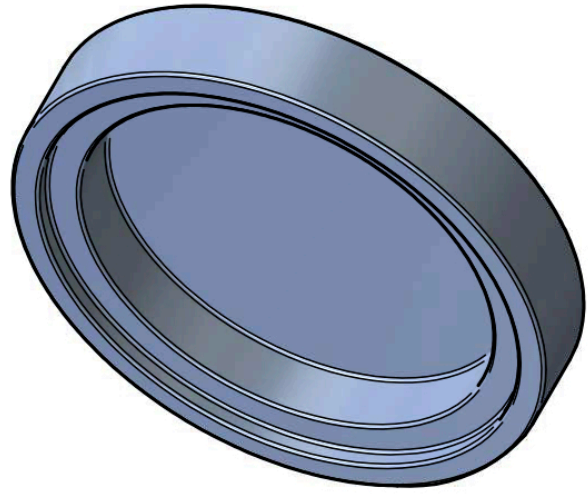
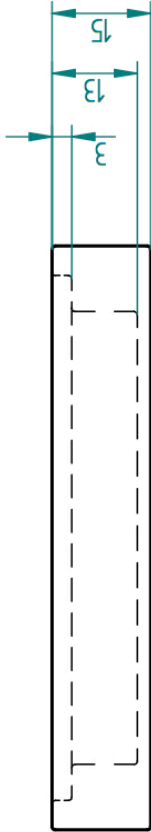
| Serw, spol. s r.o. | | | | | 1/1 | | list č. | | 1/1 | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------|---------------------------|-----------|----------------------|------------------------------|------------|------------|----------------------|-------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------|-----------------------------------|-----------|--------|
| | | | | | jméno pozorovatele | | Zv | | Zer | | | | | | | |
| celkový popis činnosti: | | | | | viz přední strana | | | | | | | | | | | |
| Výrobek, zakázka: | | | | | Čištění a osušení komponentů | | pracoviště | | směna | | | | | | | |
| pracoviště linky (popis) | | | | | pracoviště | | | | | Mycí stůl | | | | | | |
| pracoviště linky (popis) | | | | | pracoviště linky (popis) | | | | | pracoviště linky (popis) | | | | | | |
| Přesun součástí do krabice po 10 ks | | | | | osušeni součástí | | | | | Naskládání zpět do krabice | | Přechod pracovníka na pracoviště | | | | |
| MB | zачіte | u chopení 1. součástí | MB | zачіtek | u chopení součástí | MB | zачіtek | u chopení | MB | zачіtek | u chopení 1. součástí | MB | zачіtek | u chopení krabice | | |
| MB | koniec | uložení poslední součásti | MB | koniec | odložení součástí | MB | koniec | odložení aku | MB | koniec | uložení poslední součásti | MB | koniec | odložení krabice na pracovní stůl | | |
| vzt. množství | Poč. | Lg. | OK | vzt. množství | Poč. | Lg. | OK | vzt. množství | Poč. | Lg. | OK | vzt. množství | Poč. | Lg. | OK | |
| 1 | 23,15 | 1 | 100 % | 2315 % | 1 | 150,35 | 100 % | 15035 % | 1 | 87,43 | 100 % | 8743 % | 1 | 25,01 | 100 % | 2501 % |
| 2 | | | | | 2 | | | | 2 | | | | 2 | | | |
| 3 | | | | | 3 | | | | 3 | | | | 3 | | | |
| 4 | | | | | 4 | | | | 4 | | | | 4 | | | |
| 5 | | | | | 5 | | | | 5 | | | | 5 | | | |
| 6 | | | | | 6 | | | | 6 | | | | 6 | | | |
| 7 | | | | | 7 | | | | 7 | | | | 7 | | | |
| 8 | | | | | 8 | | | | 8 | | | | 8 | | | |
| 9 | | | | | 9 | | | | 9 | | | | 9 | | | |
| 10 | | | | | 10 | | | | 10 | | | | 10 | | | |
| 11 | | | | | 11 | | | | 11 | | | | 11 | | | |
| 12 | | | | | 12 | | | | 12 | | | | 12 | | | |
| 13 | | | | | 13 | | | | 13 | | | | 13 | | | |
| 14 | | | | | 14 | | | | 14 | | | | 14 | | | |
| 15 | | | | | 15 | | | | 15 | | | | 15 | | | |
| 16 | | | | | 16 | | | | 16 | | | | 16 | | | |
| 17 | | | | | 17 | | | | 17 | | | | 17 | | | |
| 18 | | | | | 18 | | | | 18 | | | | 18 | | | |
| 19 | | | | | 19 | | | | 19 | | | | 19 | | | |
| 20 | | | | | 20 | | | | 20 | | | | 20 | | | |
| tg | 23,15 | | | | tg | 150,35 | | | tg | 87,43 | | | tg | 25,01 | | |
| te | | | | | te | | | | te | | | | te | | | |

PŘÍLOHA č. 3

Výkres navrhovaného pomocného přípravku

REVISION HISTORY

| REV | DESCRIPTION | DATE | APPROVED |
|-----|-------------|------|----------|
| | | | |



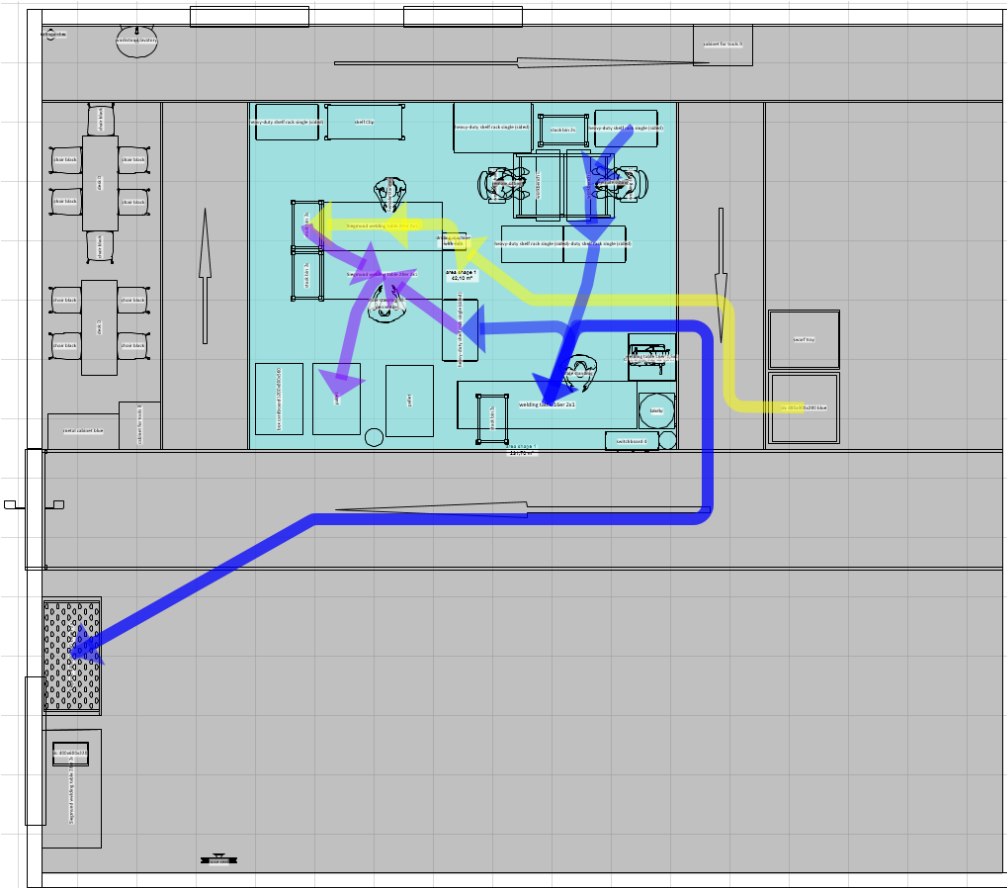
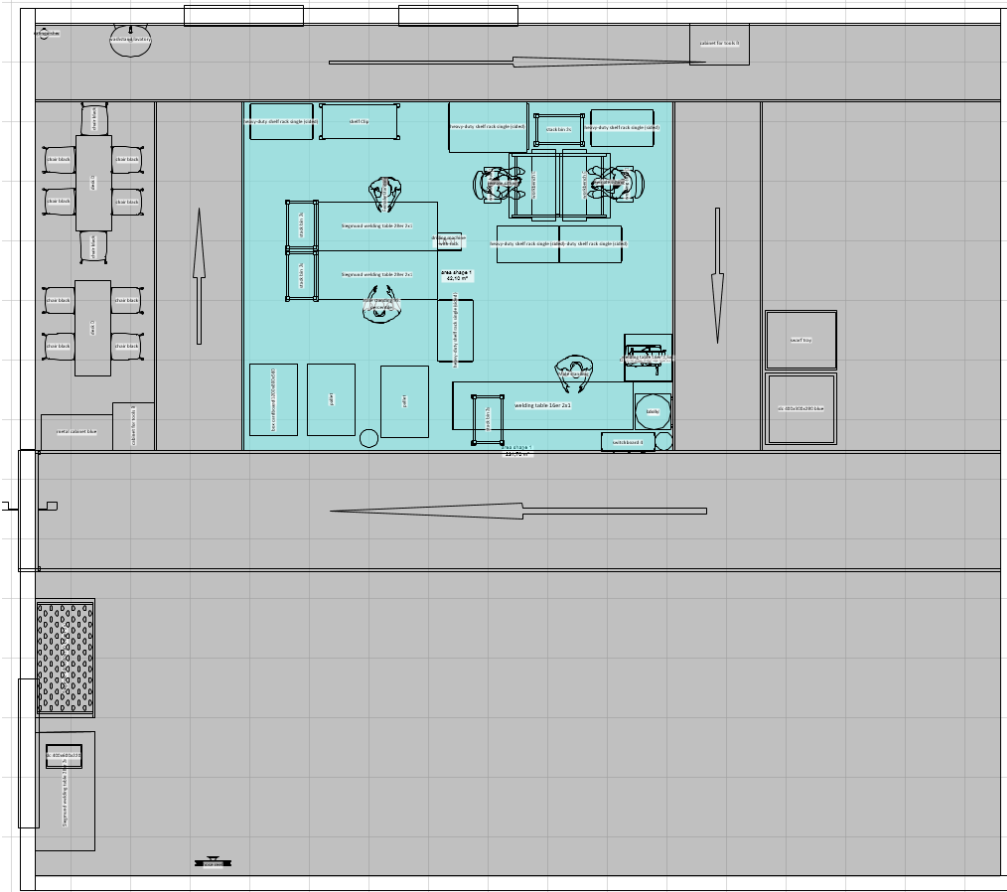
| | | |
|--|----------|--|
| NAME | DATE | SOLID EDGE UGS - The PLM Company |
| Simlova | 03/27/17 | |
| CHECKED | | TITLE Pripravek |
| ENG APPR | | SIZE A4 |
| MGR APPR | | DWG NO 1 |
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS ANGLES +XX° 2 PL +XXX 3 PL +XXXX | | REV |
| | | FILE NAME: Pripravek.dft |
| | | SCALE: WEIGHT: SHEET 1 OF 1 |

SOLID EDGE ACADEMIC COPY

PŘÍLOHA č. 4

Schéma současného prostorového uspořádání pracoviště

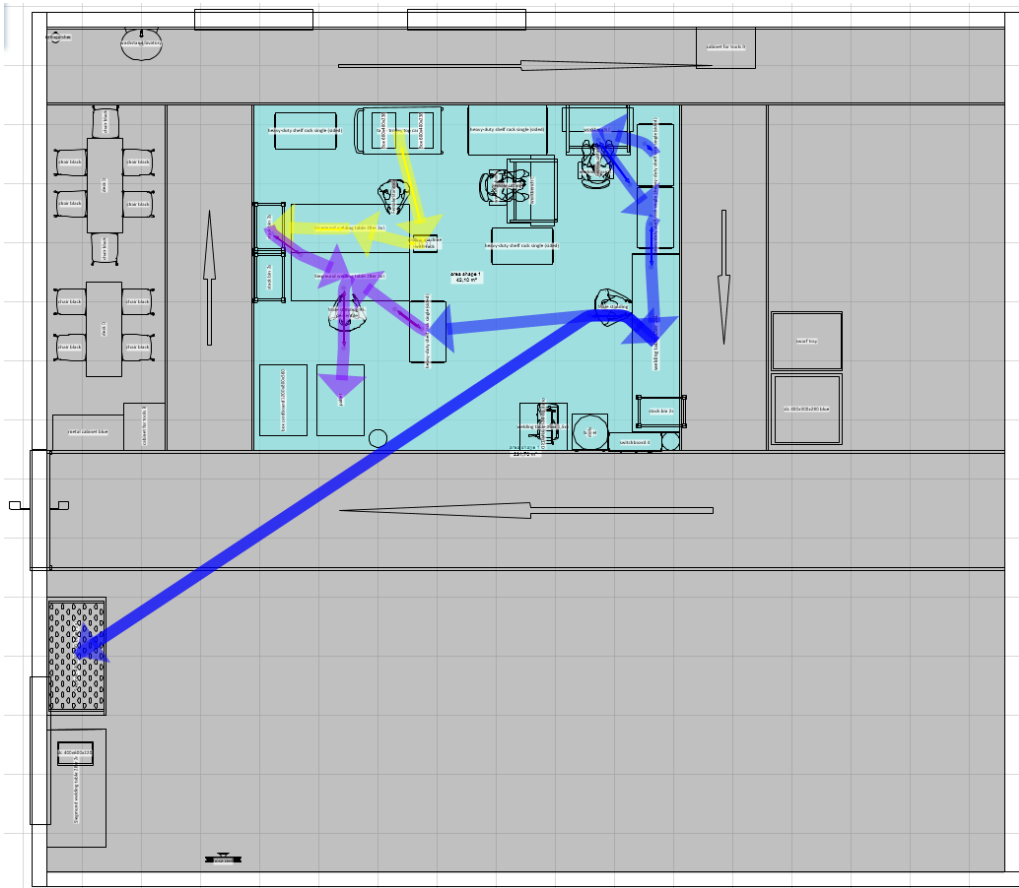
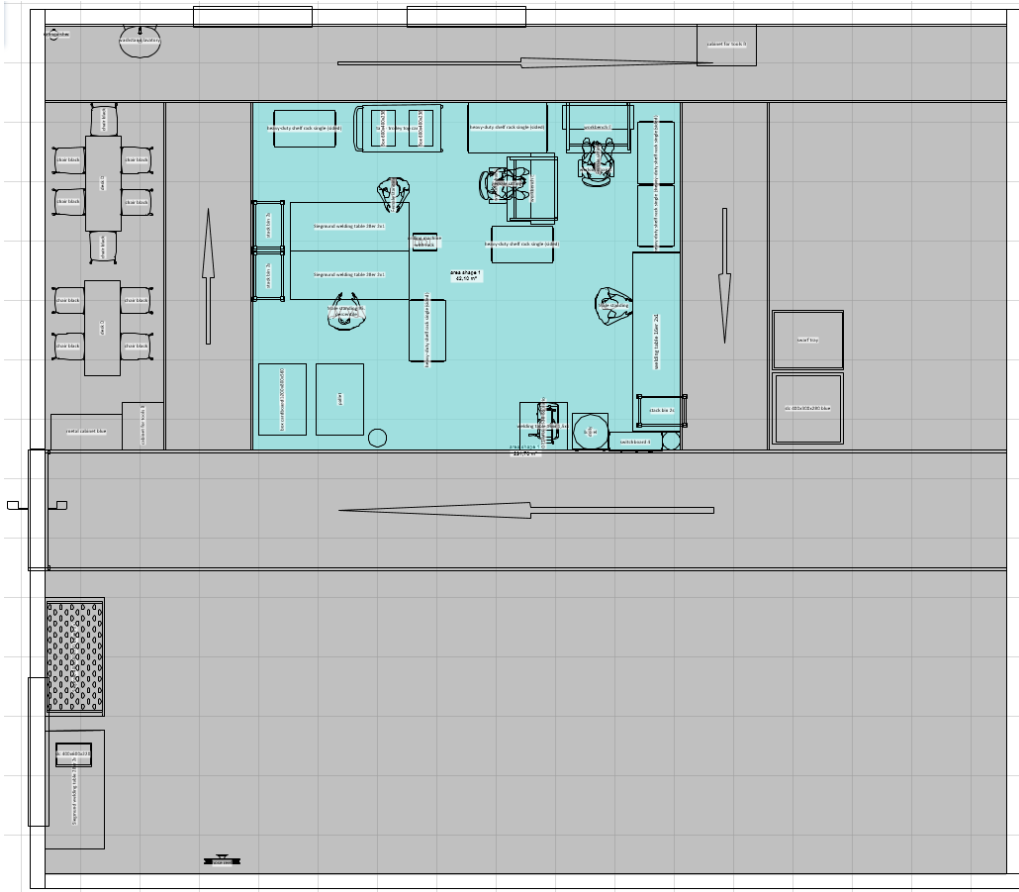
Sankey diagram pracoviště



PŘÍLOHA č. 5

Schéma prostorového uspořádání modelu 1

Sankey diagram modelu 1



PŘÍLOHA č. 6

Schéma prostorového uspořádání modelu 2

Sankey diagram modelu 2

