



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

## ÚSTAV MANAGEMENTU

INSTITUTE OF MANAGEMENT

## NÁVRH MONTÁŽNÍHO PRACOVISTĚ

DESIGN OF ASSEMBLY WORKPLACE

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Lucie Morysová

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. et Ing. Pavel Juřica, Ph.D.

BRNO 2021

# Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav managementu  
Studentka: **Bc. Lucie Morysová**  
Studijní program: Ekonomika a management  
Studijní obor: Řízení a ekonomika podniku  
Vedoucí práce: **Ing. et Ing. Pavel Juřica, Ph.D.**  
Akademický rok: 2020/21

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává diplomovou práci s názvem:

## Návrh montážního pracoviště

### Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod  
Vymezení problému a cíle práce  
Teoretická východiska práce  
Analýza problému a současné situace  
Vlastní návrhy řešení, přínos návrhů řešení  
Závěr  
Seznam použité literatury  
Přílohy

### Cíle, kterých má být dosaženo:

Cílem práce je návrh zlepšení vybraného montážního pracoviště s využitím některých z nástrojů štíhlé výroby a vyhodnocení přínosu navržených změn pro danou výrobní společnost.

### Základní literární prameny:

JUROVÁ, M. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: Grada Publishing, 2016. Expert. ISBN 978-80-247-5717-9.

KAVAN, M. Výrobní a provozní management. Praha: Grada, 2002. Expert. ISBN 80-247-0199-5.

KEŘKOVSKÝ, M. a O. 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.

KOŠTURIÁK, J. a kol. Kaizen: Osvědčená praxe českých a slovenských podniků. 1. vyd. Brno: Compter press, 2010. 234 s. ISBN 978-80-251-2349-2.

VEBER, J. Management: základy, moderní manažerské přístupy, výkonnost a prosperita. 2. aktualiz. vyd. Praha: Management Press, 2009. ISBN 978-80-7261-200-0.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně dne 28.2.2021

L. S.

---

doc. Ing. Robert Zich, Ph.D.  
ředitel

---

doc. Ing. Vojtěch Bartoš, Ph.D.  
děkan

## **Abstrakt**

Hlavním cílem této diplomové práce je předložení návrhů, které si kladou za cíl zlepšení vybraného montážního pracoviště vědeckého přístroje, s využitím některých z nástrojů štíhlé výroby. Analýza obsahuje analýzu layoutu pracoviště montáže. Doplnující metodou je analýza časové náročnosti pracoviště montáže, která je provedena měřením pomocí krokoměru vybraným pracovníkem. Výsledkem diplomové práce jsou konkrétní varianty návrhů, které si kladou za cíl zlepšení vybraného montážního pracoviště.

## **Abstract**

The aim of this thesis is to introduce several proposals aiming to improve upon a selected assembly workplace manufacturing scientific instruments using some of the lean manufacturing tools. The analytical part contains the analysis of the assembly workplace's layout. An additional method used is an analysis of the time complexity of the assembly workplace which is measured by a selected worker using a pedometer. The result of this thesis are specific proposal variations aiming to improve upon a selected assembly workplace.

## **Klíčová slova**

Layout, štíhlá výroba, montážní pracoviště, zlepšení montážního pracoviště, měření vzdálenosti

## **Keywords**

Layout, lean production, assembly workplace, improvement of assembly workplace, distance measurement

### **Bibliografická citace**

MORYSOVÁ, Lucie. *Návrh montážního pracoviště* [online]. Brno, 2021 [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/133039>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav managementu. Vedoucí práce Pavel Juřica.

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušila autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 10. května 2021

.....

Lucie Morysová

# Obsah

ÚVOD .....	11
VYMEZENÍ PROBLÉMU A CÍLE PRÁCE.....	13
1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE .....	15
1.1 Výroba .....	15
1.1.1 Výroba a její efektivnost .....	15
1.1.2 Plýtvání.....	16
1.1.3 Řízení výroby a cíle výroby .....	17
1.1.4 Výrobní tok .....	18
1.1.5 Materiálový tok .....	18
1.2 Výrobní proces .....	19
1.2.1 Struktura výrobního procesu .....	19
1.2.2 Zlepšování podnikových procesů.....	20
1.2.3 Role zlepšování procesů v podnicích všech typů.....	20
1.2.4 Poznávání jako základ zlepšování procesů .....	21
1.2.5 Hodnota jako východisko pro zlepšování procesů.....	21
1.3 Způsoby uspořádání výroby .....	22
1.3.1 Základní typy uspořádání výrobního procesu .....	23
1.3.2 Pevné uspořádání.....	23
1.3.3 Kombinovaná uspořádání.....	24
1.3.4 Buňková výroba .....	24
1.4 KAIZEN – zlepšování procesů.....	24
1.5 Štíhlá výroba.....	26
1.5.1 Základní nástroje metodologie Lean .....	28
1.5.2 Vizuální management.....	30
1.5.3 Růst založený na štíhlém konceptu .....	31
1.6 Štíhlý layout.....	31

1.6.1	Štíhlé pracoviště .....	32
1.7	Štíhlá logistika .....	33
1.8	Souhrn teoretické části.....	34
2	ANALÝZA PROBLÉMU A SOUČASNÉ SITUACE.....	35
2.1	Popis společnosti .....	35
2.1.1	Konkurence .....	36
2.1.2	Výroba.....	36
2.1.3	Produktové portfolio .....	37
2.2	Analýza procesů ve společnosti.....	38
2.2.1	Vývojový diagram životního cyklu objednávky .....	39
2.2.2	Popis procesu výroby vědeckého přístroje.....	40
2.2.3	Popis procesů na montážním pracovišti .....	41
2.3	Analýza layoutu .....	41
2.3.1	Podněty k přesunu pracoviště montáže .....	41
2.3.2	Popis nového prostoru pracoviště montáže .....	42
2.3.3	Analýza stávajícího layoutu na novém pracovišti montáže .....	44
2.4	Analýza časové náročnosti pracoviště montáže .....	51
2.4.1	Špagetový diagram – pohyb pracovníka .....	51
2.4.2	Měření pomocí krokoměru.....	52
2.4.3	Měření vzdálenosti .....	53
2.5	Vyhodnocení analytické části.....	54
2.5.1	Kapacitní plánování.....	54
2.5.2	Využití jiného pracoviště .....	54
2.5.3	Rozdělení výrobního procesu.....	55
2.5.4	Zlepšení layoutu .....	55
2.5.5	Závěr – náměty pro zlepšení .....	55
2.6	Souhrn analytické části.....	56

3	VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ, PŘÍNOS NÁVRHŮ ŘEŠENÍ .....	58
3.1	Návrh layoutu montážního pracoviště 1 - průchozí místo po obvodu haly.....	58
3.1.1	Realizace návrhu .....	60
3.1.2	Přínosy.....	61
3.1.3	Náklady na realizaci návrhu.....	63
3.2	Návrh layoutu montážního pracoviště 2 – umístění pracovního stolu u stěny, volnější průchod pro materiál .....	63
3.2.1	Realizace návrhu .....	64
3.2.2	Přínosy.....	64
3.2.3	Náklady na realizaci návrhu .....	65
3.3	Návrh layoutu montážního pracoviště 3 – společné PC uprostřed haly .....	65
3.3.1	Realizace návrhu .....	66
3.3.2	Přínosy.....	66
3.3.3	Náklady na realizaci návrhu .....	67
3.4	Další úrovně řešení .....	67
3.4.1	Návrh na polohovací stoly.....	67
3.4.2	Návrh na řešení umístění společného PC – alternativní způsob řešení.....	69
3.5	Závěr návrhů.....	70
3.6	Závěr navrhovaných řešení.....	70
3.7	Ověření přínosů simulací nového uspořádání pracovních stolů .....	70
3.7.1	Pomocí krokoměru .....	71
3.7.2	Špagetový diagram – pohyb pracovníka .....	72
3.8	Přínosy.....	73
3.8.1	Přínosy.....	73
3.8.2	Ekonomické zhodnocení – návratnost investice .....	74
3.9	Doporučení a omezení práce .....	75
3.10	Souhrn návrhové části.....	76

ZÁVĚR.....	78
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	79
SEZNAM OBRÁZKŮ .....	81
SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK .....	82
SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ .....	83
SEZNAM PŘÍLOH.....	84

# ÚVOD

Zlepšování podnikových procesů, téma, které je dnes nedílnou součástí každé organizace a každé úrovně managementu v každém odvětví. Cílem zlepšování jakýkoliv procesů je většinou zvyšování kvality výstupu nebo produktivity na pracovišti. Zvyšování produktivity na pracovišti je výsledek minimalizace plýtvání, než však k takovému kroku dojde, je nutné takové plýtvání identifikovat.

Tato diplomová práce konkrétně řeší zlepšení vybraného montážního pracoviště s využitím některých z nástrojů štíhlé výroby. Výstupem této diplomové práce je předložení návrhů, které si zlepšení na montážním pracovišti kladou za cíl.

Diplomová práce se skládá ze třech hlavních kapitol, jejíž návaznost vychází z logické posloupnosti jednotlivých kapitol. V první kapitole teoretická východiska práce, práce vymezuje odpovídající teoretický přístup, který zahrnuje základní pojmy, pojmy týkající se výroby, výrobního procesu a jeho zlepšení. Obsahem této kapitoly jsou i další aktuální pojmy týkající se štíhlé výroby, jako i definice a metody, které s tím souvisí.

Druhá kapitola logicky navazuje na první, a to prostřednictvím pojmů, které jsou v první kapitole definovány a v druhé kapitole aplikovány na danou společnost. Specifikem této diplomové práce je režim utajení, nejsou v této práci zveřejňována konkrétní data nebo informace, které by mohly případně analyzovanou společnost identifikovat. Toto specifikum je dáno charakterem spolupráce se společností. Tato kapitola se zaměřuje hlavně na analýzu procesů ve společnosti, které jsou pro tuto práci stěžejní, tedy procesy vykonávané na montážním pracovišti. Výstupem této kapitoly jsou náměty na zlepšení a výběr konkrétního námětu, na který bude navazovat návrhová část.

Poslední kapitola této práce, vlastní návrhy řešení, přínos návrhů řešení logicky navazuje na analytickou část. Obsahem této kapitoly jsou tři varianty návrhů a doporučení jedné z variant, jako i odůvodnění takového výběru. Obsahem jsou i další úrovně řešení, ekonomické a mimoekonomické zhodnocení přínosů, které realizací daných variant společnost může dosáhnout.

Pravděpodobně každá společnost v dnešní době cílí na zvýšení své konkurenceschopnosti, zvýšení kvality svých produktů a zvýšení produktivity práce. Zvyšování produktivity práce úzce souvisí hlavně s podnikovými procesy, které musí být

nastaveny tak, aby bylo možné těchto cílů dosáhnout. Zvyšováním kvality výstupů společnosti a produktivity práce, společnost může docílit zvýšení své konkurenceschopnosti. Stěžejní pro takové zlepšování je přizpůsobení se okolí podniku, aplikace jednoho konkrétního přístupu řešení pravděpodobně nebude fungovat na každou společnost. Je nutné dané metody adaptovat na vybranou společnost a odvětví v němž společnost podniká. Pokud se společnost rozhodne zaměřit na štíhlou výrobu, je nutné zdůraznit, že se nejedná o konkrétní návod nebo jeden přístup, či jedno opatření. Štíhlá výroba vyžaduje takový soubor opatření, postupného zlepšování a inovací, které se budou neustále snažit docílit nějaké hranice, kterou společnost stále posouvá. Zlepšování procesů se musí stát každodenní činností, jejíž cíle se neustále posouvají dopředu.

## VYMEZENÍ PROBLÉMU A CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem této diplomové práce je předložení návrhů, které si kladou za cíl zlepšení vybraného montážního pracoviště s využitím některých z nástrojů štihlé výroby. Dílčím cílem této práce je i vyhodnocení přínosu navržených změn pro danou výrobní společnost.

Cílem teoretické části práce je vymezení odpovídajícího teoretického přístupu, který zahrnuje hlavně základní pojmy týkající se výroby, výrobního procesu a jeho zlepšení. Součástí teoretické části je i popis uspořádání výroby, definice štihlé výroby a kaizen. Pojmy, které jsou v této části parafrázovány jsou nastudovány z více zdrojů, primárně z knižních publikací.

Primárním cílem analytické části práce je zhodnocení fungování vybrané části podniku v daných podmínkách, konkrétně pracoviště montáže vědeckého přístroje, jakožto hlavního produktu vybrané společnosti. Popis společnosti a jeho fungování v podmínkách konkurence v této části není podrobně rozebíráno, jednak není pro práci relevantní a zároveň se jedná o utajenou diplomovou práci, není možné zveřejňovat citlivé informace o vybrané společnosti. Analýza společnosti obsahuje analýzu procesů ve společnosti, konkrétně vývojový diagram životního cyklu objednávky a popis vybraných procesů, které se přímo týkají vybraného pracoviště montáže. Tyto informace byly získány rozborem interních dokumentů, konzultací s vybranými pracovníky a metodou pozorování na pracovišti. Obsahem následující kapitoly je analýza layoutu pracoviště montáže, tato kapitola je stěžejní pro celou práci. Kapitola analýza layoutu obsahuje podněty, které vedly k přesunu pracoviště a podněty, které vedou k potřebě zlepšení tohoto pracoviště. Analýza stávajícího layoutu je provedena primárně pomocí metody pozorování na pracovišti a je zdokumentována formou výkresových schémat v programu AutoCAD. Doplnující kapitolou je analýza časové náročnosti pracoviště montáže, která je provedena měřením pomocí krokoměru vybraným pracovníkem ve spolupráci s mistrem montáže. Kapitola obsahuje také měření vzdálenosti, které je provedeno pomocí odečtení vzdáleností z výkresů vytvořeného v CAD systému. Měření pomocí krokoměru a měření vzdálenosti je doplněno o špagetový diagram pohybu pracovníka. Jedna z poslední kapitoly této části je vyhodnocení analytické části, která si klade za cíl

sumarizovat náměty pro zlepšení. Souhrn analytické části pak slouží zejména pro celkovou rekapitulaci zjištění plynoucí z analytické části.

Návrhová část této práce obsahuje konkrétní návrhy, které si kladou za cíl zlepšení vybraného montážního pracoviště s využitím některých z nástrojů štíhlé výroby. Návrhová část obsahuje tři varianty řešení, které se od sebe více či méně liší. Každý takový návrh obsahuje stručný popis realizace návrhu, přínosy takové realizace, jako i náklady na realizaci. Obsahem návrhové části jsou i dvě další, finančně náročnější, úrovně řešení. Závěr těchto variant návrhů je vytvořen pomocí tabulky, která sumarizuje všechny varianty návrhů pomocí klíčových negativ a pozitiv každé z nich. Následující kapitola obsahuje ověření přínosů pomocí simulace nového uspořádání montáže. Přínos je měřen simulací pomocí krokoměru a je doplněn o špagetový diagram pohybu pracovníka. Kapitola přínosy obsahuje přínosy zavedení vybrané varianty návrhů a ekonomické zhodnocení návratnosti investice. Předposlední kapitola si klade za cíl doporučit jednu z variant, jako i odůvodnění takového výběru a omezení práce. Poslední kapitola obsahuje celkový souhrn návrhové části.

# 1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

## 1.1 Výroba

*„Výrobu lze definovat jako transformaci výrobních faktorů do ekonomických statků a služeb, které pak procházejí spotřebou“.* (Keřkovský, 2001, s. 1)

*„Jestliže výrobu chápeme jako proces, který přidává v průběhu transformace ke zdrojům přidanou hodnotu a tím vytváří požadované produkty, výrobky či služby pro zákazníky či trhy, pak je nezbytné z hlediska podnikové ekonomiky zajistit ekonomicky optimální výrobní proces“.* (Jurová, 2016, s. 93)

Statky chápeme jako fyzické komodity, které jsou vyráběné pro spotřebu nebo směnu a slouží k uspokojování potřeb, tedy přispívají k ekonomickému blahobytu. Služby pak chápeme jako úkony, po kterých je poptávka, jinými slovy služby můžeme označit jako nehmotné statky (Keřkovský, 2001).

Nejčastěji se výrobní zdroje používané ve výrobním procesu dělí do čtyř hlavních skupin. Přírodní zdroje, práce, kapitál a informace. Práce jako lidské zdroje, které jsou poptávané a uplatnitelné ve výrobním procesu, Keřkovský uvádí, že nejvýznamnější roli zde hraje kvalita pracovníků v managementu. Kapitál pak označuje výrobní faktory, které jsou výsledkem průběhu výroby a zároveň jsou následně využity pro další výrobu. Tento znak je hlavní odlišností od práce a půdy, které nemohou být předmětem výroby. Tyto definice se týkají pojmu reálný kapitál, pojem finanční kapitál pak označuje finanční aktiva (Keřkovský, 2001).

### 1.1.1 Výroba a její efektivnost

*„Z čistě ekonomických a společenských hledisek by ve výrobě mělo být cílem dosažení stavu, kdy jsou všechny výrobní zdroje využívány efektivně“.* (Keřkovský, 2001, s. 1-2)

Efektivnost, jako jeden z nejdůležitějších pojmů ekonomie a managementu, je v širším pojetí definována, jako vyloučení plýtvání s omezenými zdroji, včetně jejich nevyužívání, za předpokladu, že jsou k dispozici. Efektivnost také znamená takové využití zdrojů, které je nejbližší cíli podnikání, tedy tvorbě zisku. Tržní ekonomika působením konkurence zastává motivaci pro výrobce, aby s výrobními faktory nakládali co nejefektivněji (Keřkovský, 2001).

## 1.1.2 Plýtvání

### MUDA

Každá výroba nebo jakákoliv lidská činnost se skládá z procesů, které se dělí na ty procesy, které přidávají hodnotu výslednému produktu a na takové procesy, které hodnotu výslednému produktu nepřidávají. MUDA označuje takové části výrobního procesu, které nepřidávají hodnotu výslednému produktu, takové skutečnosti ve výrobním procesu, za které zákazník nechce platit (Bauer, 2012).

Proč právě MUDA je to, co by měl znát každý zaměstnanec firmy? Když dokážeme identifikovat MUDA, identifikovali jsme potenciální možnost zisku. Důsledkem takové identifikace je vždy snížení nákladů na výrobu. Ušetřené náklady jsou skryté ve využití času, který je vynaložen na jiné činnosti, než na ty, které přinášejí hodnotu (Bauer, 2012).

Dle Bauera existuje několik MUDA ve výrobním procesu, 7 z nich jsou však ty nejzákladnější druhy, jsou jimi: čekání, zásoby materiálu, transport, zmetky, chyby ve výrobě, nadprodukce, zbytečné pohyby. Každý z těchto vyjmenovaných druhů MUDA má nepřímo úměrný vztah k produktivitě. Jinými slovy v těchto oblastech se vždy nachází takové procesy, které definujeme jako plýtvání. Je nutné se dívat kolem sebe, tyto činnosti ve výrobě identifikovat, poznamenat a eliminovat tyto MUDA. Je nutné také hned v počáteční fázi změnit kulturu firmy tak, aby zaměstnanci pozitivně přijali změny a zdokonalování práce (Bauer, 2012).

7 druhů ztrát ve výrobě dle Jurové:

- Nadprodukce – vyrábí se více než je potřeba nebo příliš brzo.
- Nadbytečné zásoby – taková velikost zásob, která přesahuje minimum nutné zásoby, které jsou potřeba na splnění výrobních úkolů.
- Defekty – odstranění nekvality.
- Zbytečná manipulace – každá nadbytečná doprava nebo manipulace.
- Špatné zpracování – nepožadované množství, kvalita.
- Čekání – rozumí se čekání na materiál, součástky, informace atd.
- Transport – je to takový pohyb, který nepřidává hodnotu výrobku (Jurová, 2016).

### 1.1.3 Řízení výroby a cíle výroby

*„Řízení výroby je zaměřeno na dosažení optimálního fungování výrobního systému s ohledem na vytyčené cíle“.* (Keřkovský, 2001, s. 3)

Pojem výrobní systém zahrnuje všechny činitele, které se nějakým způsobem účastní procesu výroby: provozní prostory, technická zařízení, suroviny, polotovary, energie, informace, pracovníci, rozpracované a hotové výrobky a odpady. Řízení výroby přitom řeší především sladění těchto činitelů z hlediska věcného, prostorového a časového (Keřkovský, 2001).

*„Pod pojmem cíl se v ekonomii a managementu obecně rozumí stav, kterého má být v budoucnu dosaženo“.* (Keřkovský, 2001, s. 3)

Cíle můžeme rozdělit na celkové, tedy všeobecné cíle firmy a takzvaně specifické cíle, které jsou definovány pro jednotlivé oblasti, jako vývoj výrobku, výroba a její kvalita, marketing, prodej, finance, personální rozvoj, řízení, využití informačních technologií atd. Další rozdělení cílů lze rozdělit dle úrovně řízení na strategické, taktické a operativní. Podle časového horizontu pak dělíme cíle na dlouhodobé, střednědobé a krátkodobé (Keřkovský, 2001).

Cíle řízení výroby jsou vždy odvozovány ze strategických cílů podniku, kdy pro oblast řízení výroby jsou většinou vytyčeny dva základní cíle: maximální uspokojení potřeb zákazníků a efektivní využívání disponibilních výrobních zdrojů (Keřkovský, 2001).

*„Konkretizace těchto cílů znamená výrobu výrobků vysoké technicko-ekonomické úrovně a kvality v souladu s požadavky zákazníků, včasnou realizaci výrobních a technologických inovací, zvyšování konkurenceschopnosti a optimalizaci spotřeby výrobních faktorů“.* (Keřkovský, 2001, s. 4)

Další vytyčení cíle řízení výroby dle konkrétních podmínek jsou: jakost a spolehlivost dodávek respektující očekávání zákazníka, vysokou pružnost výroby – rychlá reakce na měnící se požadavky zákazníků (jedná se hlavně o funkce, kvalitu, množství, cenu výrobků a termínů vyhotovení, zkracování průběžné doby (Keřkovský, 2001).

#### 1.1.4 Výrobní tok

Tato oblast se zaměřuje na optimalizaci výrobní linky, tedy procesu a jejího okolí, taková zlepšení mohou být technická i organizační (Bauer, 2012).

Layout a design linky je dán hlavně technologickými požadavky na výrobu produktu a také technickými možnostmi výroby. Při výběru uspořádání je důležité také brát ohled na hledisko pracovníků. Layout pracoviště by měl být tak nastaven, aby odpovídal ergonomickým požadavkům, například prostor, výška pracovní plochy, umístění nástrojů, osvětlení, větrání atd. (Bauer, 2012).

Hranice linky jako rozhraní mezi výrobou a interní logistikou, tedy hranice představující nejen fyzické rozdělení činností, ale také rozdělení kompetencí. Jinými slovy, výrobní pracovník je zodpovědný za výrobní procesy na lince, logistický pracovník je pak zodpovědný za včasné a správné umístění všech dílů potřebných k výrobě. Potřebné díly musí být umístěné tak, aby byly v potřebnou chvíli k dispozici (Bauer, 2012).

Důležitý aspekt změny uspořádání linky je právě její postupná a synchronizovaná realizace, která je doplněna tréninkem pracovníků. Všechny dotčené strany by měly být zapojeny do procesu změny, tedy nejen do samotné realizace, ale také do procesu tvorby budoucího konceptu. Těchto předpokladů lze dosáhnout v takovém případě, kdy všichni pracovníci budou nové změny akceptovat a v krátkém čase budou takové změny přijímat za pracovní standardy (Bauer, 2012).

#### 1.1.5 Materiálový tok

*„Manipulace je činnost, která je součástí každé lidské činnosti. Z pohledu logistického řízení je manipulace součástí jak výroby, tak i logistiky. Manipulace a výdaje (resp. náklady) na manipulaci a manipulační zařízení mohou být pro podniky jedny z nejvyšších, a proto otázky související s manipulací by měly být obdobně jako v případě logistiky řešeny systémovým přístupem“.* (Jurová, 2016, s. 217)

Základem pro teorii manipulace je systémové pojetí, které se opírá o kauzální umístění. Teorie kauzálních umístění specifikuje a systematizuje etapy projektování, zavádění a použití prvků podnikové logistiky, jak aktivních, tak pasivních prvků logistiky. Teorie kauzálních umístění je postavena na systémovém přístupu, který zaznamenává, že hlavní

příčinou pohybu předmětu jsou druhy umístění a vzájemné vztahy mezi nimi (Jurová, 2016).

Materiálový tok jako hlavní těžiště logistických podnikových procesů, můžeme jej definovat jako řízený pohyb materiálu, surovin, polotovarů. Tento pohyb je důležitý pro charakterizaci dynamiky výroby v prostoru a čase. Taktéž uspořádání výrobních zařízení a pracovních jednotek má velký vliv na materiálový tok. Pomocí odpovídajícího rozvržení a uspořádání strojů, budov, skladů a pracovních úseků je možné dosáhnout velké úspory materiálu, času a finančních prostředků (Jurová, 2016).

## **1.2 Výrobní proces**

*„Výrobní proces je realizován výrobním systémem – je to transformace výrobních faktorů na zboží a služby. Výrobní proces je determinován: určením výrobku/slужby, varetou a množstvím výrobků/slужeb, použitými technologiemi, uspořádáním a organizací výroby, stabilitou výroby a schopností reagovat na poptávku“.* (Keřkovský, 2001, s. 7)

Rozdělení výrobního procesu:

- Dle míry plynulosti výrobního procesu: plynulá, přerušovaná.
- Dle množství a počtu druhů výrobků: kusová, sériová, hromadná (Keřkovský, 2001).

### **1.2.1 Struktura výrobního procesu**

- Výrobní profil – určen jeho výrobní kapacitou, uplatnění principu make or buy – podnik by neměl vyrábět to, co jiný podnik umí vyrobit lépe a může nakoupit levněji jinde. Uplatněním tohoto principu výrobní systém získává větší flexibilitu a minimalizuje své výrobní náklady (Keřkovský, 2001).
- Výrobní program – souhrn výrobků, které podnik vyrábí a nabízí na trhu. Nutnost stanovení výrobního programu na základě průzkumu trhu a požadavků zákazníků (Keřkovský, 2001).

### **1.2.2 Zlepšování podnikových procesů**

*„Je činností zaměřenou na postupné zvyšování kvality, produktivity nebo doby zpracování podnikového procesu prostřednictvím eliminace neproduktivních činností a nákladů“.* (Svozilová, 2011, s.12)

Zlepšování podnikových procesů je závislé na znalostech současného procesu, tedy na procesních dokumentech nebo na znalostech účastníků procesu. Znalost účastníků procesu lze využít v momentě, kdy se jedná o jednodušší procesy, kde není zapojeno příliš mnoho účastníků (Svozilová, 2011).

### **1.2.3 Role zlepšování procesů v podnicích všech typů**

Pokud chceme, aby procesy úspěšně plnily naše očekávání, je nutné, aby tyto procesy byly v souladu s dalšími elementy podnikových zdrojů. Pokud hledáme takový stav, který se snaží o maximální výkonnost, je nutné zaručit synchronizaci:

- Lidí – ten, kdo do systému přináší své schopnosti a má motivaci se podílet na správném fungování procesů.
- Technologií – takové technologie, které umožňují automatizace nebo usnadnění jednotlivých kroků.
- Prostředí – takové okolí, ve kterém podnik působí, tedy trhy, konkurence, legislativní a podnikatelské podmínky atd. (Svozilová, 2011).

Pokud se snažíme pomoci organizaci v naplňování jejich cílů pomocí podnikových procesů, je nutné, aby tyto procesy splňovaly tyto předpoklady:

- Podnikové procesy musí korespondovat se strategickými cíli podniku a jejími potřebami.
- Podnikové procesy musí být tak navrženy, aby byly schopné pokrýt běžné scénáře vývoje a zbytečně nezatěžovaly činnosti řízení.
- Podnikové procesy by měly být flexibilní, aby dokázaly pružně reagovat na změny prostředí nebo mimořádné situace.
- Podnikové procesy musí být zaměřené na výkon, kvalitu výstupů a efektivitu v celém svém cyklu, za předpokladu ekonomického využívání daných zdrojů, tedy materiálního zdroje a intelektuálního zdroje zúčastněných (Svozilová, 2011).

#### **1.2.4 Poznávání jako základ zlepšování procesů**

*„Procesy jsou prostředkem předávání podnikových zkušeností z jedné generace pracovníků na další“.* (Svozilová, 2011, s. 27)

Předávané zkušenosti mohou mít různé podoby, psané a definované, funkční, pozorování, předávání z generace na generaci – tyto podoby mohou být více či méně formalizované (Svozilová, 2011).

Většina přístupů zlepšování procesů identifikuje tyto úrovně poznání:

- Individuální poznávání – znalosti, které jsou získávány při výkonu daných úkonů, jsou evidována na úrovni jedince – tyto znalosti mohou být sdílené při náhodných příležitostech.
- Skupinové poznávání – takové znalosti, které jsou cíleně získávány ve skupinách a pracovních týmech prostřednictvím, například společné účasti na projektech.
- Poznávání na úrovni organizace – takové znalosti, které jsou cíleně získávány na úrovni organizace.
- Kvantitativní poznávání – takové využívání podnikových znalostí, které je měřeno tak, aby při rozhodování o provedení změny bylo možné se opírat o fakta, plánované změny by se měly směřovat do oblastí, kde jsou nejvíce potřeba.
- Strategické poznávání – takové cílené identifikování, zaznamenávání a vyhodnocování postupu napříč celou organizací – takové poznávání je součástí strategického řízení (Svozilová, 2011).

#### **1.2.5 Hodnota jako východisko pro zlepšování procesů**

*„Přikročíme-li ke zlepšování procesů, pak již většinou víme, že v nějakém směru nepřinášejí to, co od nich očekáváme“.* (Svozilová, 2011, s. 28)

Pokud chceme navrhnout taková nápravná opatření, která povedou ke správné korekci, pak je nutné znát požadavky, které na daný proces klademe, jako například výši kvality výrobků, zvýšení objemu produkce, zvýšení rychlosti reakce na poptávku atd. Všechny takové vlastnosti jsou vázány na hodnotu, hodnota jako to, za co je ochoten zákazník zaplatit nebo to, co požaduje management či vlastníci společnosti. Je zřejmé, že hodnota může mít různou podobu, zde záleží hlavně na tom, komu výsledek procesu má sloužit.

K tomu, aby bylo možné dosažení zlepšování procesů, je nutné využít metody. Z hlediska použitých metod je nutné mít jasno v tom, co sledujeme:

- Zvyšování kapacity procesů – zaměření na objemové a časové parametry procesu.
- Zlepšování kvality produktů – zde je nutné analýzou identifikovat problémy, které mají vliv na vznik neshod – tyto problémy pak eliminovat.
- Snižování nákladovosti – tento aspekt je spojen hlavně s plynulou návazností jednotlivých úkonů, je důležité také odstraňovat takové činnosti, které nepřispívají ke tvorbě hodnoty, takové hodnoty, která je očekávaná, odstranit tedy plýtvání.
- Zvyšování předvídatelnosti – pokud je zajištěno zlepšení procesů, je nutné tuto dosaženou kvalitu udržet a zajistit, aby nebyla pouze náhodným jevem (Svozilová, 2011).

### **1.3 Způsoby uspořádání výroby**

Podnik se o uspořádání výrobního procesu rozhoduje velmi opatrně, důvody opatrnosti jsou dle Kavana definována takto:

- Mohou vyvolat velké investice a velké tvůrčí úsilí rozhodovatelů.
- Potřeba smyslu pro strategii, představivost, odvahu a podporu lidí.
- Velký vliv na náklady a efektivnost (Kavan, 2002).

Hlavní důvod potřeby neustálého zlepšování uspořádání výrobního prostoru je dle Kavana neustále zdokonalující se technický pokrok a změna celého konkurenčního prostředí (Kavan, 2002).

### **1.3.1 Základní typy uspořádání výrobního procesu**

#### **Předmětné uspořádání**

Takové uspořádání je založeno na maximální standardizaci výrobků a standardizací pracovních operací. Takové uspořádání umožňuje dosažení hladkého, rychlého a mohutného toku výrobků. Jedná se o výrobní linky, výsledkem takového uspořádání jsou nízké výrobní náklady, tedy vysoká konkurenceschopnost (Kavan, 2002).

#### **Technologické uspořádání**

Od předmětného uspořádání se liší hlavně flexibilnějším přístupem k různosti výrobních požadavků. Výrobní tok prochází oddělenými specializovanými pracovišti, kde jsou prováděny podobné druhy činností. Výrobek má tak cestu napříč výrobním procesem flexibilní, ale vyžaduje například přepravu dávek výrobků z pracoviště na pracoviště. Množství výrobní dávky je pak dáno hlavně frekvencí zakázek a náklady na skladování (Kavan, 2002).

Hlavními výhodami takového uspořádání je uspokojení široké škály výrobních požadavků, další výhodou je reakce na výpadky výroby způsobené poruchou zařízení, uspořádání není tak choulostivé na takové výpadky. Výhodou jsou také univerzálnější, flexibilnější a méně nákladné zařízení. Toto uspořádání také podporuje větší diferenciaci mzdového ohodnocení (Kavan, 2002).

Nevýhodami tohoto uspořádání jsou hlavně zvyšující se náklady na rozpracovanou výrobu a zásoby. Také nutnost časté tvořivosti a racionalizace výrobních procesů. Dalším nedostatkem může být pak nižší stupně využití výrobního zařízení a lidí. Toto uspořádání také vyžaduje vysoké nároky na řízení lidí a také vysoké nároky na okamžité improvizace. Jakékoliv řízení výroby je složitější a nákladnější (Kavan, 2002).

### **1.3.2 Pevné uspořádání**

Situace vyžadující takové upořádání jsou velice specifické, ale zároveň čím dál častější a potřebnější. Jedná se o řízení náročné přípravy a záběhu inovace, Kavan toto uspořádání uvádí na příkladu výroby nového letadla, které se musí montovat v hangáru, kde se k němu sjíždí montážní skupiny z celého světa. Jinými slovy předmět výroby stojí na

místě, kde k němu směřují všechny komponenty, energie a úsilí. Tento přístup vyžaduje hodně tvůrčí improvizace (Kavan, 2002).

### **1.3.3 Kombinovaná uspořádání**

Uvedené typy uspořádání výroby se nejvíce vyskytují v různých kombinacích a modifikacích. Takové uspořádání vznikají jako výsledek podmínek trhu a konkrétních podmínek provozů (Kavan, 2002).

### **1.3.4 Buňková výroba**

Moderní uspořádání strojů do buněk – skupin. Tyto buňky jsou pak schopné vyrobit položky, které jsou svými požadavky příbuzné, takové uspořádání je schopné vyrábět s určitou produktivitou. Buňkové uspořádání je flexibilní modifikací předmětného uspořádání (Kavan, 2002).

Vybrané stroje, které jsou v buňce, jsou uspořádány tak, aby zde vznikaly minimální požadavky na přepravu. Skupina podobných výrobků v buňce putuje stejnou cestou. Buňková výroba vyžaduje dobře fungující řídicí informační systém výroby, který slouží jako podpora pro rychlé a ekonomické rozhodování výrobního manažera (Kavan, 2002).

## **1.4 KAIZEN – zlepšování procesů**

*„V japonštině znamená kaizen neustále zdokonalování. Zároveň toto slovo implikuje zdokonalování, jež se týká každého – manažerů i řádových zaměstnanců – a zahrnuje minimální náklady“.* (Imai, 2005, s. 19)

*„Tradiční management říká, že v podniku jsou dvě skupiny lidí, ti, kteří přemýšlejí, projektují a inovují a ti, kteří pracují“.* (Košturiak, Frolík, 2006, s. 119)

V rámci koncepce kaizen probíhá zdokonalování postupně, po malých přírůstcích, celkově však kaizen přináší dramatické výsledky. *„Kaizen je proces založený na zdravém rozumu a nízkých nákladech, zaručuje postupný pokrok a vyplácí se dlouhodobě“.* (Imai, 2005) Kaizen obnáší také nízká rizika, manažeři se mohou kdykoliv vrátit ke starým způsobům, aniž by to způsobilo vysoké náklady (Imai, 2005).

Dle Košturiaka a Frolíka základními principy kaizen jsou:

- Zaměření se na zlepšení, které vyhází z lokálních znalostí a zkušeností lidí ve výrobě – takové znalosti jsou většinou managementu a projektantům vzdálená.
- Zapojením lidí do zlepšování procesů jim přináší seberealizaci a uspokojení z práce, také přispívá k rozvoji jejich schopnosti a ke zlepšení podnikové kultury.
- Změny zvenčí, jako reakce na vzniklé problémy, tedy administrativní reakce managementu jsou většinou nákladnější a méně stabilní a ve výrobě hůře přijímané.
- Tradiční pohled na výrobu vyžadující od pracovníků jen disciplínu a plnění příkazů zanedbává lidský potenciál. Je nutné, aby všichni pracovníci vnímali jejich okolí a přemýšleli, jak udělat práci rychleji, lépe a levněji.
- Kaizen je filosofie, která se zaměřuje na lepší zítřky – založena na nespokojenosti se současným stavem (Košturiak, Frolík, 2006).

Kaizen je jedním pojmem pro všechny praktiky, jako například TQM – absolutní kontrola kvality, ZD – nulová poruchovost, JIT – právě včas (Imai, 2005).

### **Hlavní pojmy koncepce kaizen**

- Kaizen a management – management má 2 hlavní funkce: údržbu a zdokonalování.
- Proces versus výsledek – aby se zdokonalily výsledky, musí se zdokonalit procesy, které vedou k výsledkům.
- Realizace cyklů PDCA/SDCA – cyklus plánuj, udělej, zkontroluj, uskutečni (plan – do – check – act PDCA) – nástroj zapříčiňující kontinuitu procesu udržování a zdokonalování standardů. Další cyklus standardizuj, udělej, zkontroluj, uskutečni (standardize-do-check-out SDCA).
- Kvalita na prvním místě.
- Mluví za vás data – aby byl vyřešen problém, je nutné nejdříve nashromáždit data, dostupné informace, které je nutné analyzovat.
- Následující výrobní proces je vaším zákazníkem (Imai, 2005).

## Hlavní systémy kaizen

- Absolutní kontrola/řízení kvality – TQC – total quality control, postupně se vyvinul TQM – total quality management.
- Výrobní systém „právě včas“ – aktivity vedoucí k odstranění z pracoviště takovou práci, která nepřidává hodnotu.
- Absolutní údržba výrobních prostředků – snaha maximalizace efektivity výrobního zařízení, prostřednictvím preventivní údržby po celou dobu životnosti výrobních zařízení.
- Realizace politiky – úkolem managementu je zavést takové jasné cíle, které budou pro každého vodítkem v rámci všech aktivit kaizen.
- Systém zlepšovacích návrhů – důraz na pozitivní účast zaměstnanců, která zvyšuje jejich pracovní morálku.
- Činnost kroužků – činnost neformálních zaměstnaneckých kroužků, které jsou dobrovolné – jinými slovy jedná se o vnitropodnikové skupinky, které mají za úkol na svých pracovištích specifické úkoly, například kroužky kontroly kvality (Imai, 2005).

## 1.5 Štíhlá výroba

*„Přístupy orientované na zeštíhlení v podstatě znamenají cestu k zamezení plýtvání časem a plýtvání zdroji“.* (Veber, 2009, s. 424)

### **Taková štíhlá výroba předpokládá:**

- Produkovat jen tehdy, kdy je to třeba – just-in-time, důsledkem takové produkce je pak zrychlení v dodavatelských, vývojových, výrobních a distribučních činnostech.
- Taková realizace produkce, která umožní bezbariérový tok hodnot, takový tok hodnot směřuje od dodavatele až po spotřebitele – ne jako izolované výrobky
- Snaha o co nejlepší zhodnocení zdrojů – velký tlak je zde na produktivitu, tedy výkonnost provozních činností (Veber, 2009).

### **Další oblasti, kterých se týká „štíhlé myšlení“ jsou:**

- Technologické oblasti – zavedením moderních technologií, informační a komunikační techniky – cesty, jak snížit kapitálovou náročnosti výroby.
- Pracovníci – prostřednictvím zvyšování odborných znalostí pracovníků, prostřednictvím rozšiřování kvalifikace. U liniových pracovníků je snaha o větší univerzálnost operátorů (Veber, 2009).

### **Postup implementace programu štíhlá výroba je dle Vebera následující:**

- Zanalyzování a zmapování současného stavu, hodnototvorného toku – má za úkol odhalit všechny takové činnosti, při kterých dochází ke ztrátám času, plýtvání náklady. Cílem je identifikace takových činností, které nepřináší žádnou hodnotu. Obsahem tohoto kroku je sledování průběhu produktu všemi provozními činnostmi, jako i například příprava pracoviště, manipulace s materiálem čekání, kontrola atd. (Veber, 2009).
- Redesign pracoviště – obsahem tohoto kroku je takové uspořádání pracoviště, které splňuje požadavky štíhlé výroby. Taková přeměna, by měla být provedena podle doporučení 5S. Zde se taktéž uplatňuje přístup eliminace jakéhokoliv plýtvání s ohledem na bezpečnost práce a snižování rizika enviromentálních nehod (Veber, 2009).
- Redesign provozních činností – zabezpečuje pravidla pro zabezpečení kvality provozních činností. Tato činnost obsahuje hledání vhodných dodavatelů a jejich hodnocení, jako i systém dodávek vstupů do skladů, na pracoviště. V rámci tohoto kroku se i vymezují odpovědnosti za zajištění materiálu na daných místech. Provozními činnostmi se rozumí i pracovní podmínky, které mohou být předmětem změny (Veber, 2009).
- Reorganizace provozu a zavedení systému tahu – řízení tahem je klíčový nástroj, metoda kanban. Pro zavedení této metody je důležité změnit chod provozních činností, tato aplikace musí být řádně připravena. Uplatňují se zde i další metody pro vyrovnávání vytížení pracoviště, jako pojistné nebo vyrovnávací zásoby mezi jednotlivými pracovišti. Aplikace metody kanban znamená taky umístění tabulí s kartičkami, jako i samotná podoba kartičky, obsah (Veber, 2009).

- Stabilizace nového provozního systému a další zlepšování – zavedení všech kroků výše vyžaduje posouzení jejich účinností a přínosů ve srovnání s předchozím stavem. Zde je prostor pro řešení nedostatků navrhovaných změn, či prostor pro další cesty, které vedou ke zlepšení (Veber, 2009).

### 1.5.1 Základní nástroje metodologie Lean

Dle Svozilové jsou základními nástroji metodologie Lean:

- Hodnota a hodnototvorné činnosti – činnosti můžeme třídit na činnosti, které ke tvorbě hodnoty přímo přispívají a na činnosti, které ke tvorbě hodnoty přímo nepřispívají – to jsou takové činnosti, které jsou z nějakého důvodu potřebné nebo nejsou potřebné a jsou považovány za plýtvání.
- Mapování hodnotového řetězce – činnosti orientující se na vizuální představení procesu, které slouží k hrubému nástinu základních prvků procesů.
- Analýza procesních toků.
- Výkonnost procesů a teorie omezení – každý podnik se pohybuje v nějakém prostředí, které představuje určitá omezení, která mu například brání ve zvyšování výkonnosti procesů. Nástrojem pro analýzu problému je například Teorie omezení.
- Principy tahu a tlaku – princip tahu je založen na zákazníkovi, ten má diktovat svou poptávku.
- 5S (Svozilová, 2011).

#### 1.5.1.1 5S

Tato kapitola je provedena podle autora Hirano, který definuje 5S jako 5 pilířů vizuálního pracoviště. Tyto pilíře jsou:

##### **Třídění**

Odpovídá zásadě JIT, tedy jen to, co je zapotřebí. „*Třídění znamená odstranit z pracoviště všechny předměty, které nejsou zapotřebí pro současné výrobní (nebo administrativní) operace*“. (Hirano, 2009, s. 13)

Klíčem k prvnímu pilíři je takové třídění, při kterém necháte pouze nezbytnosti, pokud jste na pochybách, měli byste věc vyhodit. Neznamená to tedy vyhodit jen ty předměty,

u kterých jste si jisti, že je nikdy potřebovat nebudete. Tento pilíř je důležitý pro tvorbu takového pracovního prostředí, ve kterém prostor, čas, peníze, energie a další zdroje mohou být řízeny a využívány co nejefektivněji (Hirano, 2009).

Hirano definuje hlavní problémy, kterým se zavedením prvního pilíře vyhneme:

- Podnik je čím dál tím zaplněnější, to vede k obtížné práci v něm.
- Poličky, skříňky na skladování nepotřebných předmětů jsou bariéry mezi zaměstnanci.
- Ztracený čas hledáním součástek a nástrojů.
- Nákladná údržba nepotřebných zásob, strojů.
- Nepotřebné předměty a zařízení jsou komplikací pro zlepšení toku procesu, nadbytečné zásoby zakrývají jiné typy problému (Hirano, 2009).

### **Zavedení třídění**

Zavedení třídění lze provést pomocí označování červenými visačkami, to znamená, že takto označené předměty v podniku se musí dále vyhodnotit jako potřebné či nepotřebné. Takový předmět se podle Hirana ptá na tři otázky:

- Je tento předmět zapotřebí?
- Pokud ano, je zapotřebí v tomto množství?
- Pokud je zapotřebí, je umístění právě zde správné (Hirano, 2009)?

### **Po identifikaci těchto předmětů, mohou tyto předměty být:**

- Na čas ponechány v červené zóně, aby se zjistilo, zda jsou zapotřebí,
- vyhozeny,
- přemístěny,
- ponechány tam, kde jsou (Hirano, 2009).

### **Nastavení pořádku**

*„Nastavení pořádku znamená že uspořádáte potřebné předměty tak, aby byly lehce použitelné, a označíte je tak, aby je mohl kdokoliv nalézt a uložit je“.* (Hirano, 2009, s. 15)

Takové nastavení pořádku je klíčové, neboť odstraňuje plýtvání ve výrobě i v administrativních činnostech. Takové plýtvání je například hledání, vrácení předmětu na

místo. Tento pilíř je jádrem standardizace. Druhý pilíř využívá nástroj vizuální řízení, které se dá definovat jako jakékoliv komunikační zařízení, které je využíváno v pracovním prostředí, a které říká, jak by práce měla být provedena, tedy v tomto případě, kam předměty patří (Hirano, 2009).

### **Lesk**

Tento pilíř zdůrazňuje odstranění špíny a prachu z pracoviště, tedy udržení všeho zametené a čisté. Lesk je důležitý proto, aby pracoviště bylo čisté, aby tam chtěl každý pracovat a pracoval rád. Dalším cílem je také udržovat vše tak, aby to v případě potřeby bylo připraveno k užití. Úklid by se neměl dít jednorázově, ale měl by se hluboce zakořenit do našich denních pracovních návyků (Hirano, 2009).

### **Standardizace**

Jedná se o metodu, která má za úkol zachovat první tři pilíře, tento pilíř se od prvních třech tedy liší. Standardizaci můžeme definovat jako „*výsledek, který existuje, když jsou první tři pilíře – třídění, nastavení pořádku a lesk – řádně zachovány*“ (Hirano, 2009, s. 15)

### **Zachování**

Zachování v tomto kontextu znamená zachování vytvořeného návyku plynoucí z řádného udržování správných procedur. Tyto výsledky se od výsledků předchozích liší hlavně tím, že nejsou viditelné a nemohou být změřeny. Pouze vědomí lidí, pracovníků a jejich chování ukazuje na přítomnost tohoto pilíře (Hirano, 2009).

## **1.5.2 Vizuální management**

Takový management využívá prostředky, které napomáhají zaměstnancům rychleji pochopit stav procesu, standardy, odchylky, a další. Vizuální management je výbornou cestou na sdělení, předání a sdílení informací. Výhodou je také podpora týmové práce, řízení a kontroly beze ztrát (Bauer, 2012).

Vizuální management můžeme definovat jako souhrn grafických nástrojů, obrázků, pomůcek, které mohou zapříčinit zpřehlednění celého procesu a lepší a rychlejší pochopení situace a procesů všem zainteresovaným stranám (Bauer, 2012).

Vizuální management napomáhá řízení celého procesu, pokud se výroba odehrává, například v jedné výrobní hale, kde je nutné, aby spolu uměli fungovat ve vzájemné interakci lidé, stroje a okolí, vizuální management je pak aktivně podporuje. Vizuální management je nutné chápat jako pomůcku k dosažení cíle a ne jako cíl. Vždy je nutné si dopovědět na otázky, proč, pro koho to děláme, čemu pomůžeme, čeho chceme dosáhnout, kolik času jsme tomu schopni dát (Bauer, 2012).

### **1.5.3 Růst založený na štíhlém konceptu**

*„Štíhlost znamená rychlejší reakci na požadavek zákazníka, tudíž rychlejší vydělávání peněz, a štíhlý podnik je organizovaný boj proti plýtvání ve všech oblastech firmy“.* (Košturiak, 2008, s. 52)

Mezi zásady štíhlého manažerského systému patří, pro účely práce uvedené jen vybrané zásady:

- Experimenty provádět v malých dávkách, ale často, z toho se pak učit a sbírat zkušenosti.
- Dokonalá znalost problému.
- Vizuální komunikace v celém podniku.
- Standardizovaná práce, učení se nejlepších praktik.
- Práce s čísly a fakty.
- Učení se, rozvoj lidí a jejich talentu, učení se prací, pokusy, experimenty.
- Problémem je příležitost, jako i kultura, důležité je takové prostředí, kde se lidé nekritizují, objeví problém – první krok k řešení, neúspěšná řešení jsou také zdrojem poučení (Košturiak, 2008).

## **1.6 Štíhlý layout**

Nesprávný layout zapříčiní zbytečně dlouhé materiálové toky, množství manipulačních, skladovacích a kontrolních činností, nepřehledné procesy a složité řízení výroby a logistiky. Štíhlý layout a výrobní buňky jsou řešením, štíhlý layout také přináší úsporu ploch, pro které je možné najít jiné využití – umístit například další výrobní programy atd. Eliminace skladových ploch znamená snížení zásob a lepší přehled o pohybu materiálu a zjednodušené řízení (Košturiak, Frolík, 2006).

Dle Košturiaka a Frolíka má štíhlý layout tyto parametry:

- Přímý materiálový tok směrem k montážní lince a expedici.
- Minimalizace přepravní vzdálenosti mezi operacemi.
- Minimální plochy na zásobníky a mezisklady.
- Dodavatelé co nejbliže zákazníkům.
- Přímočaré a krátké trasy.
- Minimální průběžné časy.
- Sklady v místě spotřeby, vizuální kontrola počtu dílů, materiálu v přepravce nebo na skladovací ploše.
- Odstranění dvojnásobné manipulace.
- FIFO a tahový systém, kanban, DBR.
- Buňkové uspořádání, segmentace a spine layout.
- Flexibilita s ohledem na variabilitu produktů, vyrobené množství a změny výrobního layoutu (například mobilní zařízení na kolečkách atd.)
- Nízké náklady na instalaci (Košturiak, Frolík, 2006).

### 1.6.1 Štíhlé pracoviště

Štíhlé pracoviště jako základ štíhlé výroby. Návrh pracoviště je závislý na pohybech, které jsou na něm pracovníky denně vykonány. Od takových nutně vykonaných pohybů pracovníků se odvíjí spotřeba času, výkonové normy, výrobní kapacity a další výrobní parametry (Košturiak, Frolík, 2006).

Ke štíhlému pracovišti patří jednoznačně prvek vizualizace a prvek týmové práce. Pro takovou práci v týmu je nutné vytvořit podmínky, jak prostorové, tak organizační. Ve většině případech je nutné vytvoření layoutu a výrobních buněk. Toto uspořádání významně zjednodušuje a zkracuje materiálové toky a současně vytváří podmínky pro efektivní týmovou práci:

- Vlastní teritorium týmu a zodpovědnost za daný proces.
- Střídání práce.
- Rozšiřování a obohacování práce.
- „Tok jednoho kusu“ místo výroby v dávce.
- Nízkonákladová automatizace (Košturiak, Frolík, 2006).

Synchronizace procesů a vyvážené toky ve výrobě jsou většinou důsledkem zeštíhlování výroby. Vyrábí se to, co zákazník chce, v požadovaném množství, čase a kvalitě. Předpoklady pro plynulý tok ve výrobě jsou dle Košturiaka a Frolíka:

- Stabilní procesy z hlediska kvality, spolehlivosti a času.
- Vyvážené kapacity.
- Dobře fungující okolí výroby.
- Výroba v malých dávkách (Košturiak, Frolík, 2006).

Charakteristickým rysem pro neštíhlé pracoviště je, že pracovník vykoná mnoho zbytečných pohybů a činností, které snižují produktivitu jeho práce, takové činnosti jsou například chůze, hledání nástrojů, manipulace atd. (Košturiak, Frolík, 2006).

Štíhlé pracoviště spojuje principy 5S a principy ergonomie, tyto principy jsou doplněné o analýzu a měření práce tak, aby pracovník vykonal maximální výkon při minimální námaze. Na pomoc tomu jsou prvky autonomnosti a chybu vzdornosti (Košturiak, Frolík, 2006).

Prvky štíhlého pracoviště dle Košturiaka a Frolíka:

- Ergonomické principy – takzvaná pracovní pohoda, příznivé sociální a fyziologické podmínky. Dalším pilířem je ochrana zdraví, kdy se předchází zraněním a traumatickým onemocněním.
- Analýza měření práce a 5S – tyto prvky vedou k optimální organizaci práce a uspořádání pracoviště a k optimální spotřebě času a standardizace.
- Vizuální pracoviště – Vede k vizualizaci průběhu činnosti na pracovišti.
- Jidoka – autonomnost pracoviště – vede k zastavení a signalizaci při abnormalitách.
- Poka yoke – omezení možnosti chyb a selhání pracovníka (Košturiak, Frolík, 2006).

## 1.7 Štíhlá logistika

*„K dosažení štíhlého podniku je nedílnou součástí podniku i štíhlá logistika. Oblast logistických procesů přepravy, manipulace a skladování stále absorbuje značnou část nákladů, prostředků i kapacit“.* (Jurová, 2016, s. 245)

Štíhlá logistika jako pokračování principů logistiky a jeho managementu, kdy je cílem nejkratší možná průběžná doba výroby a minimalizace zásob. Důležité je také do těchto procesů zakomponovat činnosti hodnototvorného řetězce od opatřování přes samotnou realizaci výrobních procesů, skladování a prodej (Jurová, 2016).

Štíhlý a inovativní podnik znamená zeštíhlení dalších procesů, abychom docílili štíhlého podniku, je nutné zavést tyto principy – štíhlou administrativu, štíhlý vývoj, štíhlou výrobu a štíhlou logistiku. Do těchto prvků organizace vstupuje také kultura, realizace a cíle podniku (Jurová, 2016).

## **1.8 Souhrn teoretické části**

K vymezení odpovídajícího teoretického přístupu práce využívá několik knižních zdrojů od různých autorů. Mezi hlavní autory, o které se tato práce opírá jsou M. Keřkovský a jeho publikace *Moderní přístupy k řízení výroby*. Tato knižní publikace byla využita zejména k definici hlavních pojmů této práce, pojmů týkající se výroby. K definici hlavních pojmů týkající se výroby byl využit i další hlavní zdroj, o který se opírá tato teoretická část, a to je knižní publikace *Výrobní a logistické procesy v podnikání*, autorem je M. Jurová. Mezi další hlavní knižní zdroj patří publikace od autora M. Kavan, a to *Výrobní a provozní management*. Tato publikace byla použita hlavně na definici pojmů týkající se uspořádání výroby. Publikace od autora Košturiak a kol. byly využity zejména k definování pojmů týkající se Kaizen a štíhlé výroby. Knižní publikace *Management: základy, moderní manažerské přístupy, výkonost a prosperita* od autora J. Vebra byla použita jako další doplňující zdroj k definici pojmů napříč celou teoretickou částí. Dalším doplňujícím autorem je Imai M., který byl použit jako doplňující zdroj pojmů týkající se Kaizen, dále autorka A. Svozilová, jejíž knižní publikace *Zlepšování podnikových procesů* byla využita k definici pojmů týkající se výrobního procesu a jeho zlepšování.

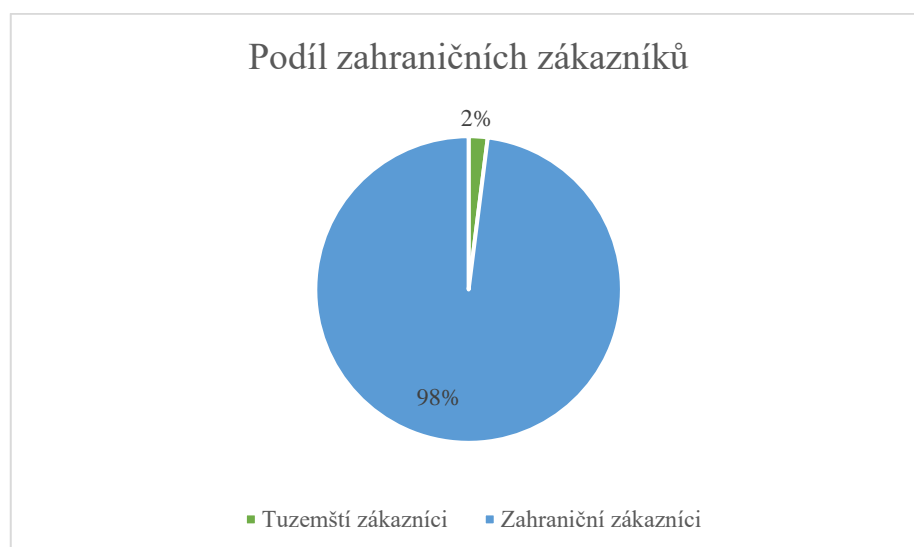
## 2 ANALÝZA PROBLÉMU A SOUČASNÉ SITUACE

Analyzovaná společnost si přeje zůstat v utajení, z tohoto důvodu se v práci nevyskytuje název společnosti, názvy konkurence a názvy produktů. Analytická část práce byla zpracována na základě konzultací se zaměstnanci společnosti, pozorováním, analýzách pracovních postupů a rozborů interních dokumentů.

### 2.1 Popis společnosti

Analyzovaná společnost je producentem a vývojářem vědeckých přístrojů a nově také mikro CT přístrojů. Společnost je dceřinou společností holdingu, založenou v roce 2013. Samotná značka je však založena mnohem dříve, několika pracovníky tehdejšího státního podniku v roce 1991. Společnost sídlí v Brně, kde se ročně vyrobí 1/3 celosvětové produkce analyzovaných vědeckých přístrojů na světě.

Společnost vyrobí cca 300 vědeckých přístrojů ročně, s ročním obratem cca 2 mld korun. Hlavní zákazníci této společnosti pochází cca z 98 % ze zahraničí. Mezi zákazníky najdeme jak univerzity, tak vývojová střediska, laboratoře atd.



**Graf 1** Podíl zahraničních zákazníků  
(Zdroj: Vlastní zpracování)

**Předmět podnikání:** Výroba, instalace, opravy elektrických strojů a přístrojů, elektronických a telekomunikačních zařízení.

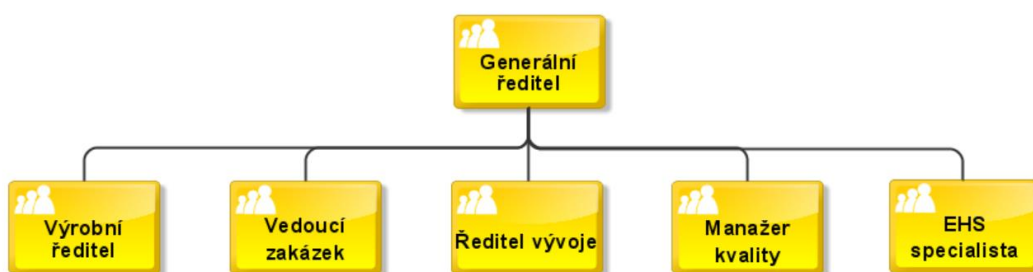
**Počet pracovníků:** 265

## Strategie společnosti

Vybraná společnost, jejímž aktuálním ročním obratem jsou 2,5 mld. Kč, si klade za cíl do roku 2025 tento roční obrat zdvojnásobit na 5 mld. Kč.

## Organizační struktura

Hlavou společnosti je matčina společnost Holding a.s., pod kterou jsou jednatelé společnosti, kteří se této společnosti zodpovídají. Generálním ředitelem je zároveň také jednatel společnosti. Jednatel společnosti je kromě generálního ředitele i další osoba. Pod generálním ředitelem jsou ředitelé jednotlivých úseků, ředitel výroby, ředitel vývoje, vedoucí zakázek, manažer kvality a EHS specialista. Jedná se o hierarchickou strukturu.



*Obrázek 1 Organizační struktura společnosti  
(Zdroj: Vlastní zpracování)*

### 2.1.1 Konkurence

#### Stávající konkurence

Brno, jako sídlo analyzované společnosti je bráno jako jedno z hlavních center odvětví analyzovaných vědeckých přístrojů. V Brně se vyrobí 1/3 celosvětové produkce těchto vědeckých přístrojů. Společnost má dva konkurenty na trhu, kvůli utajení práce, práce dále nespécifikuje jediné dva konkurenty analyzované společnosti.

### 2.1.2 Výroba

Jedná se o standardizovanou i zakázkovou výrobu, společnost nevyrobí na sklad, ale pouze podle ročních prognóz. Zásoby se z minimální části plánují dle poptávky, z maximální části se plánují dle prognóz. Celková strategie společnosti je mít co nejmenší zásoby a zároveň neohrozit chod společnosti nedostupností některých komponent.

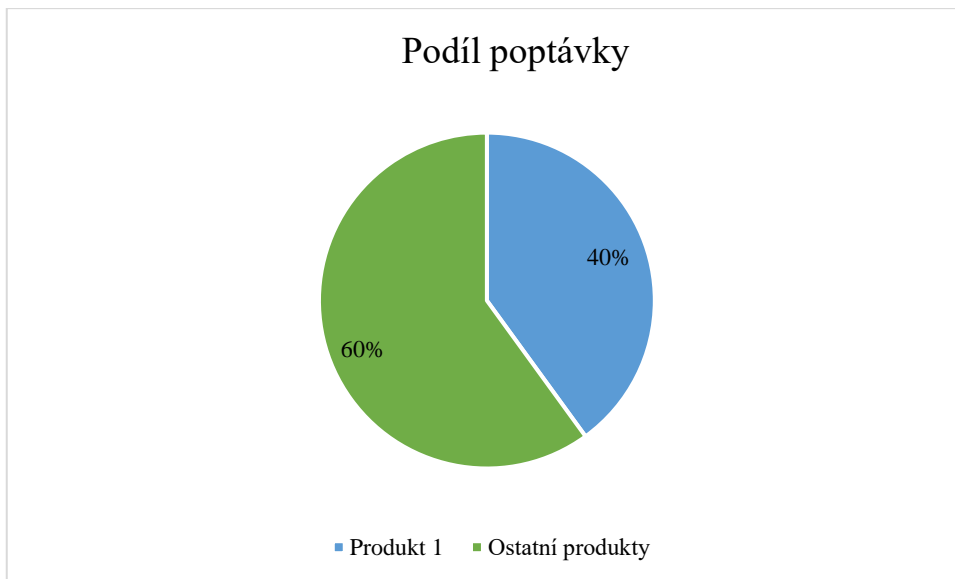
### 2.1.3 Produktové portfolio

#### Rozdělení dle obchodního označení:

1. Produkt 1 – jedná se kompaktní vědecký přístroj, který patří mezi první výrobky této společnosti (přelom století) a dodnes se jedná o neprodávanější produkt.
2. Produkt 2 – v dalších letech byl společností vyvinut autoemisní rastrovací vědecký přístroj.
3. Produkt 3 – vědecký přístroj s fokusovaným iontovým paprskem.
4. Produkt 4 – další nástavbou vědeckého přístroje (produktu 3) je tento, který spojuje autoemisní rastrovací vědecký přístroj s fokusovaným iontovým svazkem.
5. Produkt 5,6 – přístroji disponující systémem vyvinutým s Francouzskou společností.
6. Produkt 7, 8, 9 - výrazně inovované produkty s novým imerzním elektronovým tubusem využívající unikátní optickou soustavu.
7. Nová řada přístrojů – rok 2017, nové výrobky této řady disponují unikátní optickou soustavou a softwarovou platformou, dalším významným vývojem v tomto roce byla integrace nových iontových tubusů ve FIB/SEM konfiguracích. Začátek obměny všech výrobků společnosti.

#### Produkt 1

Tento vědecký přístroj tvoří cca polovinu celkové poptávky po produktech vyráběné společností, jedná se o nejzákladnější produkt, nejlevnější produkt – tento produkt tvoří přes 40% poptávky. Jedná se o kompaktní vědecký přístroj, který patří mezi první výrobky této společnosti.



**Graf 2 Podíl poptávky**  
(Zdroj: Vlastní zpracování)

**Pro lepší pochopení tato práce bude analyzovat dále jen tento typ vědeckého přístroje.**

Pro představu obrázek číslo 1 níže zobrazuje materiál, který je potřeba pro montáž základního vědeckého přístroje Produktu 1, dále jen vědecký přístroj.



**Obrázek 2 Materiál vědeckého přístroje**  
(Zdroj: Vlastní zpracování)

## **2.2 Analýza procesů ve společnosti**

### **Dokumentace výrobního postupu**

Důležitým prvkem, který je součástí pracovního místa montážníku je papírová složka, která je označena číslem, které charakterizuje výrobní zakázku, v tomto případě vědecký

přístroj. Obsahem takové složky jsou dokumenty obsahující seznam podsestav, které musí být smontovány a dále v těsném pořadí namontovány na výrobek. Postup instalace všech podsestav je naznačen ve složce, ale není zde detailní popis výrobního postupu. Je nutné, aby pracovníci byli vyškoleni a zkušení, aby byli schopni tak složitý produkt, jako je tento vědecký přístroj smontovat. Veškeré podsestavy, které se nachází v této složce jsou opatřeny QR kódy, díky těmto kódům, které si montážník „odpíne“ v momentě, kdy danou operaci vykoná, vykazuje tak svou práci, která je pak porovnávána vůči normám. Takový pracovní postup s celkovým výčtem operací je spouštěn oddělením plánování a je propojen s ERP systémem (systém QAD), který je navázán na vyskladnění jednotlivých dílů.

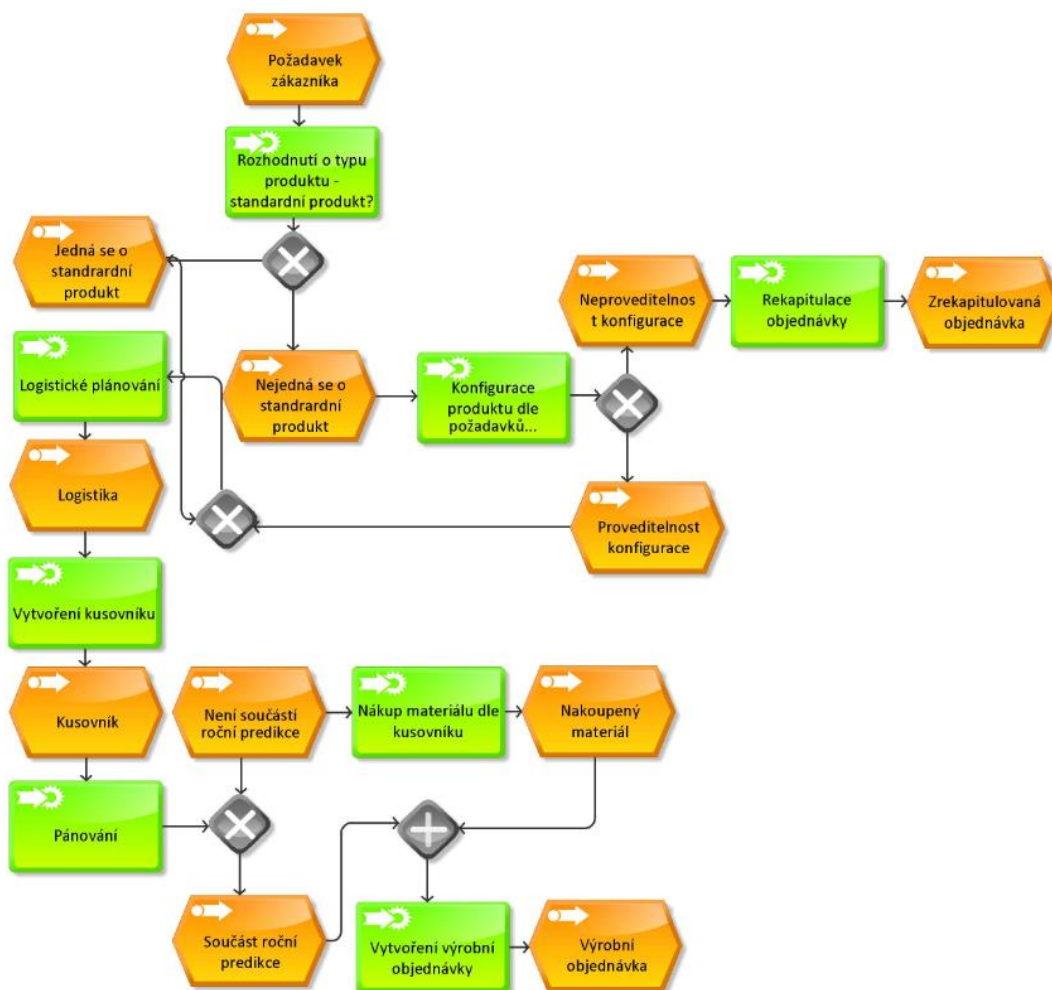
### **Artiklové značení**

Každý díl, který putuje na montážní pracoviště má unikátní artiklové číslo, které je tvořeno ERP systémem – tento systém při zaskladnění dílu tiskne etiketu, díly po přijetí do skladu tento štítek tedy už mají. Taková etiketa má také svůj QR kód. Systém je zcela zautomatizovaný, sklad si „ručně“ jen načte výrobní příkaz, podle kterého se vydává materiál. Systém komunikuje taktéž se skladovací věží Kardex, která je schopná automaticky vydávat materiál dle zadaného výrobního postupu.

#### **2.2.1 Vývojový diagram životního cyklu objednávky**

Vývojový diagram níže zobrazuje celkový životní cyklus objednávky.

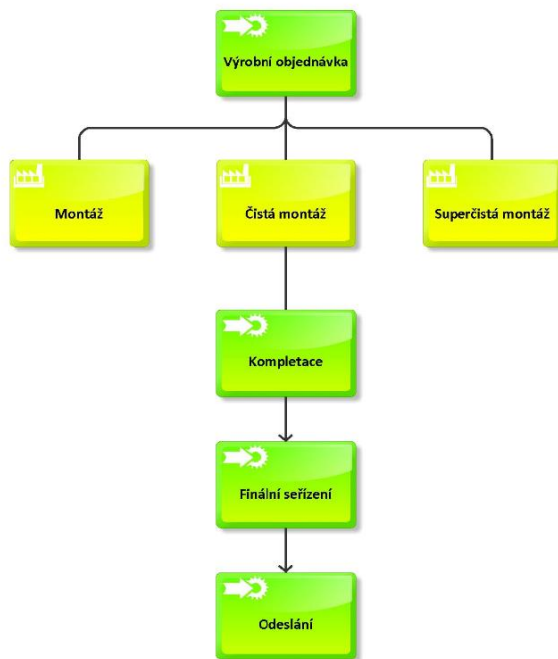
Na začátku stojí požadavek zákazníka na objednávku, který společnost musí klasifikovat, zda se jedná o standardní produkt nebo nestandardní produkt. Pokud se jedná o nestandardní produkt, další otázkou, na kterou společnost musí zodpovědět je, zda požadovanou konfiguraci zákazníkem je možné provést nebo není možné provést. Pokud je možné konfiguraci dle požadavků zákazníka provést, aktivity pokračují na aktivitu logistického plánování, tato aktivita následuje také jako další aktivita po rozhodnutí, zda se jedná o standardní produkt. Další pokračování aktivit po logistickém plánování je vytvoření kusovníků a plánování. Zde společnost musí rozhodnout, zda se jedná o produkt, který je, či není součástí roční predikce poptávky. Pokud zakázka je součástí roční predikce, následuje vytvoření objednávky. Pokud není součástí roční predikce poptávky, je nutné, aby společnost nakoupila materiál dle zadaného kusovníku. Po této činnosti pak následuje vytvoření objednávky.



**Obrázek 3 Životní cyklus objednávky**  
 (Zdroj: Vlastní zpracování)

### 2.2.2 Popis procesu výroby vědeckého přístroje

Obrázek níže znázorňuje posloupnost pracovišť, kterými projde jedna zakázka.



**Obrázek 4** Procesní diagram – výroba  
(Zdroj: Vlastní zpracování)

### 2.2.3 Popis procesů na montážním pracovišti

Obrázek níže zobrazuje hrubý výčet operací provedených na vědeckém přístroji na **pracovišti montáže**.



**Obrázek 5** Operace provedené na vědeckém přístroji  
(Zdroj: Vlastní zpracování)

## 2.3 Analýza layoutu

Tato kapitola si klade za cíl zanalyzovat layout montážního pracoviště, jako i podněty k přesunu montáže, popis nového prostoru montážního pracoviště a analýza stávajícího layoutu v novém prostoru montáže. K této analýze byly využity interní dokumenty společnosti a primární data získané pomocí metody pozorování.

### 2.3.1 Podněty k přesunu pracoviště montáže

V prosinci roku 2020 došlo ke změně, která přesunula montážní pracoviště z menších do větších prostor. Hlavním důvodem plánované změny je využití starých prostor pro

zvětšení superčisté části výroby, zvýšení kapacity montážního pracoviště a vylepšení layoutu montáže. **Prostor** nové montážní haly je mnohonásobně **větší** - 552,6 m<sup>2</sup>, světlá výška 4,2 m – k dispozici je asi 4x větší plocha, oproti starému prostoru montáže. Dalším důvodem přesunu montáže do plánovaných prostor je bezprostřední **blízkost skladu** – tok materiálu bude zoptimalizován.

### 2.3.2 Popis nového prostoru pracoviště montáže

Nový, větší prostor pro montážní pracoviště nabízí několik možností, jak montáž vylepšit. Prostor má ale také své omezující podmínky, viz níže.

#### Omezující podmínky nového prostoru

Jedním z omezujících podmínek pracoviště, je poloha pracoviště, která je nad podzemním parkovištěm, není tedy možné zde například montovat další přístroje (mikro-CT přístroj), jelikož podlaha má omezenou nosnost a CT přístroje váží 5 tun. S tímto souvisí i další omezení, a to je výška dveří, která je nízká a CT přístroj těmito dveřmi neprojde. Toto omezení se však nevztahuje na analyzované vědecké přístroje, není tedy pro práci relevantní.

Hlavním omezením nového prostoru je nutnost **připojení vědeckých přístrojů na rozvody** (vzduch, elektřina, dusík), toto připojení se nachází u sloupu, které jsou koncipované uprostřed haly. Bude nutné vědecké přístroje rozdělit okolo sloupů, kde jsou požadované rozvody.

#### Výhody nového prostoru

Další charakteristikou prostoru je jeřáb, který je v prostoru zabudován. Jedná se o **dvounosníkový jeřáb** o nosnosti 2 x 1000 kg. Aktuální stav (jak na starém, tak novém pracovišti – zabudovaný jeřáb není zprovozněn) je takový, že po přijetí kostry přístroje (cca 100 kg) je kostra zvednuta z palety ručním jeřábem a je přesunuta na zem. Zde je hned několik problémů – prvním problémem je špatná funkčnost ručního jeřábu, a také ergonomie pracovníků, kdy není výjimkou, že montážník u montáže leží na zemi. Využitím zabudovaného jeřábu by došlo ke zlepšení ergonomie zaměstnanců.

Obrázek níže zobrazuje příklad využití jeřábu, na obrázku lze vidět takzvaná sendvičová deska, která váží cca 50 kg. Na obrázku lze vidět, že jeřábem lze obsloužit **celou halu**. Jeřáb se nachází, jak na pravé, tak na levé straně haly.

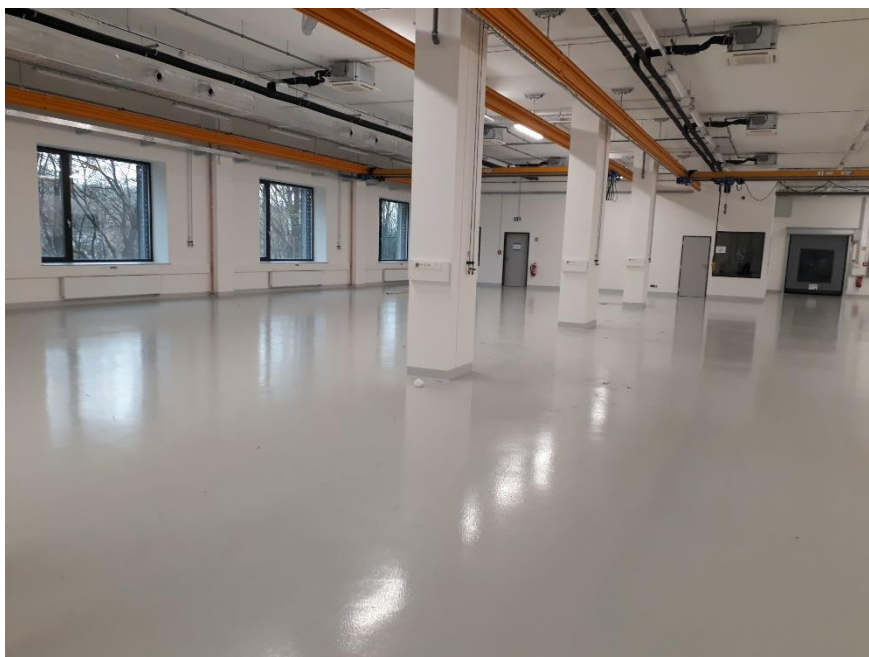


**Obrázek 6 Příklad využití jeřábu**  
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Podlaha je z epoxydové stěrky, která je bezprašná a antistatická. Místnost je možné větrat přirozeně pomocí oken nebo nuceně pomocí vzduchotechniky. V blízkosti montážní místnosti se nachází sociální zázemí včetně denní místnosti.

Další výhodou je **poloha haly**, montážní hala se nachází v bezprostřední blízkosti skladu s materiálem – tok materiálu bude zoptimalizován.

Obrázek níže vyobrazuje prázdný nový prostor montážního pracoviště. V předstěnách u sloupů jsou zabudované rozvody stlačeného vzduchu a dalších technologických vedení nutných k montáži. Na obrázku lze vidět žluté nosníky jeřábu, které jsou zabudované pod pohledem.



**Obrázek 7** Montážní hala před osazením technologie  
(Zdroj: Vlastní zpracování)

### Shrnutí

Tabulka níže zobrazuje výhody, jako i omezující podmínky nového a starého prostoru. Klíčové výhody a nevýhody nového prostoru jsou vyznačeny tučně.

**Tabulka 1** Shrnutí podmínek nových prostor  
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Starý prostor (výhody, nevýhody)	Výhody nového prostoru	Omezující podmínky nového prostoru
Absence zabudovaného jeřábu	<b>Zabudovaný jeřáb</b>	<b>Rozvody umístěné uprostřed místnosti</b>
Delší vzdálenost od skladu materiálu	Bezprostřední blízkost skladu materiálu	Poloha nad podzemním parkovištěm
	WC a denní místnost	Výška dveří
	<b>Velikost prostoru</b>	

### 2.3.3 Analýza stávajícího layoutu na novém pracovišti montáže

Obrázek níže zobrazuje schéma stávajícího layoutu. Číslo 1. označuje materiál v regálech. Číslo 2 vyznačuje pracovní stoly, 12 takových stolů pro 12 montážníků. Číslo 3 vyznačuje regály se společným nářadím. Číslo 4 vyznačuje 12 přístrojů, každý

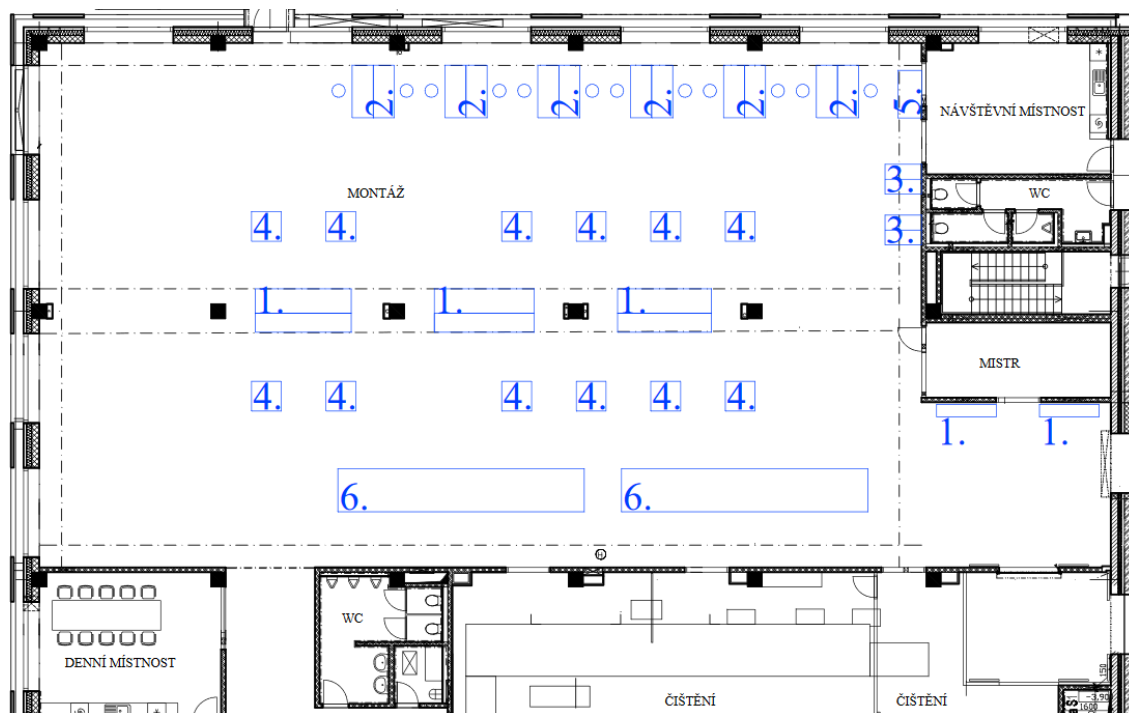
pracovník pracuje na 1 přístroji. Číslo 5 označuje pracovní stůl s PC a kopírkou. Číslo 6 označuje náhodné umístění materiálu na paletách, pro které nebylo místo v regálech.

Čerchovaná čára značí pozici jeřábu.

**Tabulka 2 Legenda**

(Zdroj: Vlastní zpracování)

Číslo	Vysvětlení
1	Regál s materiálem
2	Pracovní stůl
3	Regály se společným náradím
4	Montovaný přístroj
5	Společný PC
6	Materiál na paletách



**Obrázek 8 Schéma stávajícího layoutu**

(Zdroj: Vlastní zpracování)

Obrázky níže zobrazují aktuální situaci na montážním pracovišti, obrázek první představuje levou stranu pracoviště, obrázek druhý pak pravou stranu pracoviště, jako dělicí linie jsou sloupky s rozvody nacházející se uprostřed montážní haly.



**Obrázek 9** Stávající layout – levá strana haly  
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Červené šipky na obrázku níže ukazují na pracovní stoly nacházející se na pravé straně haly, u oken, viz schéma stávajícího layoutu. Na schématech a obrázcích můžeme vidět, že vzdálenosti mezi pracovními stoly a montovanými přístroji se liší, největší vzdálenost pracovního stolu a přístroje je až 21 m, nejmenší vzdálenost je 2,6 m.



**Obrázek 10** Stávající layout – pravá strana haly  
(Zdroj: Vlastní zpracování)

## Uložení materiálu

Obrázky číslo 11 a 12 níže zobrazují uložení materiálu, které náleží jednomu vědeckému přístroji. Dle situace na obrázku lze vidět, že uložení materiálu je organizováno pomocí štítků, které jsou umístěné na dolní liště regálu – jedná se o číslo, které charakterizuje číslo zakázky – přístroje. Tyto regály jsou umístěné po celé montážní hale, umístění těchto regálů není organizováno dle pozice montovaného přístroje – jinými slovy regály s materiálem a místa montovaného přístroje nejsou umísťovány podle nějakého klíče, ale nový příchozí materiál je umístěn tam, kde je místo, ale ne tam, kde se nachází konkrétní zakázka – přístroj. Každý přístroj potřebuje plochu na materiál o rozloze  $3,6 - 7,2 \text{ m}^2$ ,  $3,6 \text{ m}^2 = \text{jeden sloup} - \text{levý obrázek}$ .



**Obrázek 11 Umístění materiálu**  
(Zdroj: Vlastní zpracování)



**Obrázek 12 Umístění materiálu 2**  
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Na obrázku vpravo lze vidět takzvaný posuvný regál, který je dle potřeby s příslušným materiálem dopraven na požadované místo blízko montovaného přístroje – montážní pracoviště však disponuje pouze dvěma těmito posuvnými regály, není tedy možné tento systém využívat ve větší míře. Další problémem využívání tohoto regálu může být chaos, zapříčiněn nedefinovaným místem regálů – není zde dostatek prostoru, aby se veškeré regály posouvaly dle potřeby.

Obrázky níže zobrazují další příklady náhodného umístění materiálu – systém uložení materiálu je takový, kde je aktuálně volné místo, tam se materiál uloží. Pokud tedy není místo na regálech (viz obrázek výše), materiál se nechá na paletě a položí se na podlahu, kde je místo. Toto umístění má výhodu v tom, že veškerý materiál, který je na paletě, patří jedné zakázce. Nevýhodou pak je náhodné umístění, tedy může se stát, že materiál má dlouhou vzdálenost k pracovnímu místu a k montovanému přístroji.



**Obrázek 13 Náhodné umístění materiálu na paletě**  
(Zdroj: Vlastní zpracování)



**Obrázek 14 Náhodné umístění materiálu na paletě 2**  
(Zdroj: Vlastní zpracování)

## **Ergonomie zaměstnanců**

Ergonomie zaměstnanců je dalším z důležitých prvků samotné montáže. Ergonomie zaměstnanců má velký vliv na spokojenost zaměstnanců, tedy na jejich produktivitu práce. Minimalizace zbytečných pohybů je taktéž dílčím cílem této práce.

Na základě brainstormingu s mistrem montáže a montážními pracovníky bylo zjištěno, že ergonomie zaměstnanců není prioritou na pracovišti. Tento fakt je z části způsobem charakterem montáže, kdy se jedná o velice náročný produkt, pro představu průměrný vědecký přístroj obsahuje na základě kusovníků cca 10 000 dílů. Produkt má také vysokou hmotnost a další charakteristiky, jako například nutnost energetického napojení, či napojení na rozvody stlačeného vzduchu a dusíku.

Kvůli výše zmíněným podmínkám je vědecký přístroj **montován na zemi**. Není výjimkou, že montážník při montáži leží na zemi, aby se dostal k částem, které jsou hůře přístupné. Další velkou námahou pro montážníky je přesun kostry vědeckého přístroje z palety na zem. Mají k dispozici ruční jeřáb, jehož aplikace je ale složitá, tudíž v reálu to někdy může vypadat tak, že montážníci kostru z palety na zem přesouvají ručně. Pro účely práce je zde uveden rozdíl mezi použitím jeřábu a jeho nepoužitím. Pro představu, jedna taková kostra může vážit až 100 kg. Podle zákoníku práce, který stanovuje podmínky ochrany zdraví při práci, je přípustný hygienický limit pro hmotnost ručně manipulovatelného břemene přenášeného mužem 50 kg (MVČR, 2020).

## **Skladování společného nářadí**

Skříně se společným nářadím jsou umístěné vedle společného PC na jednom místě. Četnost využívání společného nářadí není na základě rozhovoru s mistrem montáže problémem, jelikož většinu často využívaného nářadí mají pracovníci k dispozici na svém pracovním stole. Přesto byly vyčleněny některé nářadí, které by bylo vhodné duplikovat a umístit na další místo v montážní hale, jelikož do budoucna montáž počítá s větším využitím automatického jeřábu, s čímž souvisí častější využívání některých nářadí, které se nachází ve skříních se společným nářadím.



**Obrázek 15 Skladování společného nářadí**  
(Zdroj: Vlastní zpracování)

## Společný PC

Jak už bylo výše zmíněno, při začátku každé práce je nutné, aby si montážník odpípnul takzvaný pracovní příkaz. Výrobní příkaz je například na podsestavy, ze kterých je pak smontován přístroj. Tento způsob, kdy montážník musí při každém začátku práce na výrobním příkazu a následně po splnění výrobního příkazu jít ke společnému PC a příkaz si odpípnout, je náročný na **čas**, jelikož společný PC je umístěn od některých pracovních stolů relativně daleko. Nejdelší vzdálenost pracovního stolu a PC je cca **17 m**. Další problém je fakt, že společný PC slouží montážníkům i pro zobrazení 3D modelů montovaného přístroje – pro montážníky tento PC slouží i jako **podpora**, pokud si nejsou jistí některým pracovním postupem. Tedy v tento moment, kdy některý z pracovníků využívá takovou podporu a některý z montážníků chce zároveň odpípnout svůj výrobní příkaz, nastává prodleva – **prostoje**.

Následkem takto složitěho systému odpíávání je pak nespolupráce montážníku. Taková nespolupráce se projevuje například tím, že místo toho, aby pracovníci každý výrobní příkaz odpívali samostatně, na konci směny po splnění vícero výrobních příkazů přijdou k PC a odpípnou všechny příkazy najednou. Takové chování má pak za následek nesrovnalosti reálné práce vůči pracovním normám. Další možností, jak se vyhnout tomuto systému je odpípnutí takzvané režijní práce. Každý montážník má na svém pracovním stole kód pro režijní práci. Tento kód má sloužit pro práci, která nemá výrobní příkaz. Tedy montážník místo toho, aby chodil k PC si odpípnou veškerou práci jako režijní

práci na svém pracovním stole – ušetří mu to čas. Toto má pak také za následek **zkreslení pracovních norem**.



*Obrázek 16 Společný PC  
(Zdroj: Vlastní zpracování)*

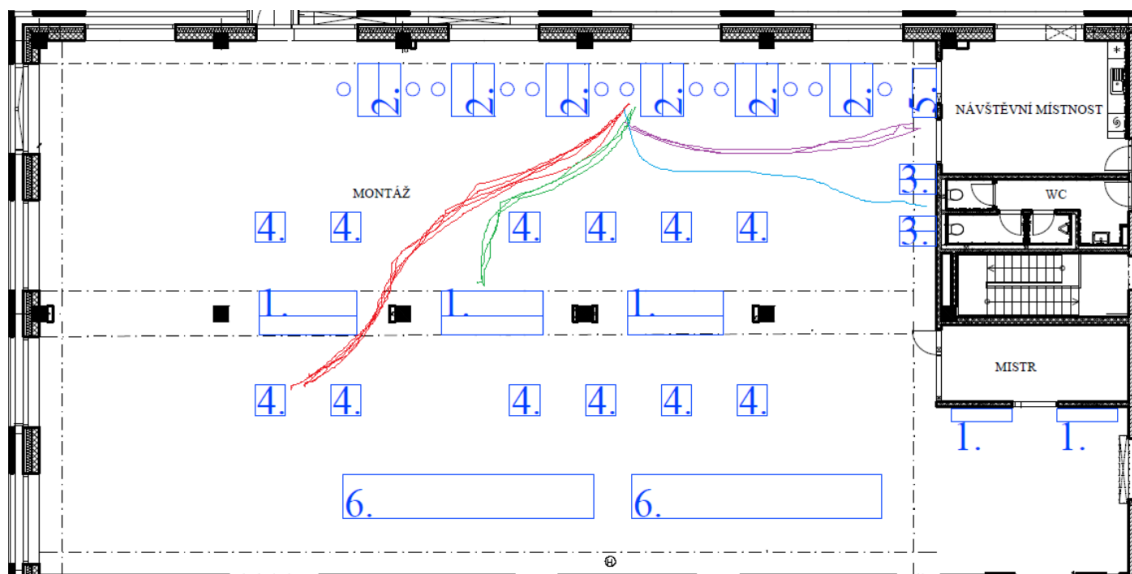
## **2.4 Analýza časové náročnosti pracoviště montáže**

Tato kapitola slouží pro zaznamenání teoretického pohybu pracovníka pomocí špagetového diagramu. Pohyb pracovníka byl zaznačen do půdorysného návrhu layout. Další podkapitolou je měření pomocí krokoměru, tato podkapitola slouží zejména k nastínění časové náročnosti montování jedné zakázky pomocí měření kroků, které montážník na jedné zakázce provede. Poslední podkapitolou je měření vzdálenosti mezi jednotlivými stanovišti na montážním pracovišti. Tyto vzdálenosti byly odečteny z výkresu vytvořeného v CAD systému.

### **2.4.1 Špagetový diagram – pohyb pracovníka**

Na obrázku níže lze vidět špagetový diagram pohybu pracovníka. Nejčastější pohyb pracovníka je od pracovního stolu k montovanému přístroji a regálu s materiálem. Práce počítá s teorií, že materiál je na jednom místě, může však nastat situace, že materiál není pouze na jednom místě a je i na dalších místech v hale. Špagetový diagram s tím nepočítá, ale taková situace je zahrnuta v měření pomocí krokoměru. Méně častý pohyb, je pohyb od pracovního stolu ke společnému PC, nejmenší četnost pohybů je pohyb od pracovního stolu k regálům se společným nářadím.

Pro potvrzení a upřesnění výsledků provedení kroků montážníka je kapitola níže, která měří počty kroků, které montážník provedl za každý den, kdy se věnoval konkrétní zakázce.



**Obrázek 17 Špagetový diagram 1**  
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Výsledkem takové analýzy je zjištění, že nejefektivnější bude zlepšit pohyb mezi pracovním stolem a přístrojem a regálem, kde je pohyb nejčetnější. V další řadě je také důležité zlepšit pohyb mezi pracovním stolem a společným PC. Na posledním místě je zlepšení pohybu mezi pracovním místem a společným nářadím.

#### 2.4.2 Měření pomocí krokoměru

Analýza časové náročnosti montáže nejzákladnějšího produktu si klade za cíl změřit počet kroků, které montážník provede při montáži jednoho vědeckého přístroje. Analýza je provedena pomocí krokoměru, který má vybraný montážník u sebe po **dobu sestavení celého přístroje**. Montážní pracovník byl předem proškolen o použití krokoměru, zejména proto, aby se předešlo zkreslení výsledků. V příloze číslo 1 je manuál, který byl přidělen montážníkovi, který prováděl měření pomocí krokoměru. Manuál obsahuje i tabulku pro zaznačení stavu krokoměru, jako i tabulku na případné zkreslení výsledků.

Před použitím krokoměru byl tento krokoměr přiřazen konkrétnímu **montážníkovi** a konkrétnímu **pracovnímu stolu** a montovanému **přístroji**. Tomuto montážníkovi byl změřen průměrný jeden jeho krok na 10 krocích, který se následně zadal do nastavení krokoměru, do nastavení se také zadala výška a hmotnost pracovníka. Použitý krokoměr byl vybrán na základě recenzí a řadí se mezi ty nejcitlivější, které se na trhu dají sehnat. Zkreslení výsledků krokoměru bylo pomocí těchto kroků zabráněno.

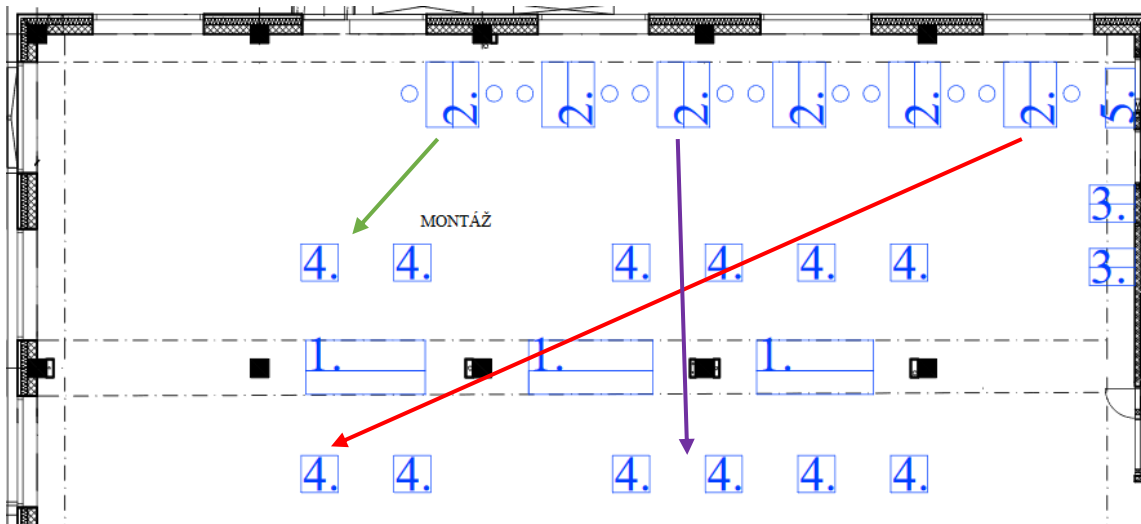
**Tabulka 3 Měření 1**  
(Zdroj: Vlastní zpracování)

	Stav krokoměru
1. den	672
2. den	942
3. den	443
4. den	599
5. den	1132
6. den	422
7. den	1304
8. den	1175
9. den	2226
<b>Celkem</b>	<b>8915</b>

Tabulka zobrazuje počet kroků, které pracovník provedl při jedné zakázce. Celkově je to 8 915 kroků. Přepočítáno na vzdálenost, krok montážníka 65 cm/krok, je to necelých **5,8 km**.

### 2.4.3 Měření vzdálenosti

Měření vzdálenosti mezi pracovními stoly a přístroji a mezi pracovními stoly a společným PC je provedeno pomocí nejdelší (červená šipka), nejkratší (zelená šipka) a střední cesty (fialová šipka). Obrázek níže vyznačuje tyto trasy.



**Obrázek 18 Měření vzdálenosti**  
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Tabulka níže zobrazuje výše zmíněné měření – měření proběhlo jako nejkratší možná cesta, kterou montážník může provést.

*Tabulka 4 Měření vzdálenosti  
(Zdroj: Vlastní zpracování)*

Stávající layout	Pracovní stůl – přístroj	Pracovní stůl - PC
Nejdelší vzdálenost	21,0 m	17,1 m
Nejkratší vzdálenost	2,6 m	1,4 m
Střední vzdálenost	8,5 m	9,2 m
Průměrná vzdálenost	10,7 m	9,2 m

Nejdelší vzdálenost mezi pracovním stolem a přístrojem je 21 m, nejkratší vzdálenost mezi pracovním stolem a přístrojem je 2,6 m. Nejdelší vzdálenost mezi pracovním stolem a PC je 17,1 m. Nejkratší vzdálenost mezi pracovním stolem a PC je 1,4 m.

## 2.5 Vyhodnocení analytické části

Tato kapitola si klade za cíl sumarizovat veškeré návrhy na zlepšení montážního pracoviště, které vychází z analýzy pracoviště. Závěrem této kapitoly je výběr námětu na zlepšení, kterým se bude zabývat návrhová část.

### 2.5.1 Kapacitní plánování

Jedním z úzkých míst je plánování montáže, které se neplánuje kapacitně. Tolik zakázek, kolik je zadaných, tolik se jich musí zpracovat. I za předpokladu, že se budou pracovat přesčasy. I v tomto odvětví existuje mírná sezonnost, která se vyskytuje na konci kalendářního roku, kdy je poptávka po vědeckých přístrojích větší. Bylo by tedy na místě najít pravidelnost těchto výkyvů a zakomponovat ji do plánování zakázek. Na montážním pracovišti je aktuálně místo pro 12 přístrojů, ale v nejsilnějších čtvrtletí se zde montovalo i 27 přístrojů. Naopak letní období je v poptávce slabší, bylo by tedy na místě v tomto období plánovat například údržbu či dovolené.

### 2.5.2 Využití jiného pracoviště

Dalším místem pro zlepšení je část montáže přístroje předpřipravit na jiném pracovišti, tedy outsourcovat vybranou práci. Jedná se o část vrata a detektor, které jsou u základního přístroje stejné.

### 2.5.3 Rozdělení výrobního procesu

Rozdělení výrobního procesu na menší montážní operace by vedlo ke zautomatizování procesu. Výrobní proces by se rozdělil například do třech montážních operací – obsahem první operace by bylo smontování stolu a tubusu – jedná se o vrchní část přístroje. Obsahem druhé operace by byla montáž vakuových rozvodů a komory a v poslední řadě by se přístroj „drátoval“. Toto je z pohledu mistra nežádoucí. Mistři montáže se hlavně líbí fakt, že každý pracovník je zastupitelný, jelikož vykonává veškerou práci na jednom přístroji sám. Jelikož právě mistr montáže je zodpovědný za dokončení všech zakázek, je to pochopitelné.

### 2.5.4 Zlepšení layoutu

Zlepšení by se týkala hlavně layoutu montážního pracoviště. Takové zlepšení by se zaměřilo na eliminaci zbytečných pohybů montážníků a zbytečnou manipulaci s materiálem – **eliminace plýtvání**. Další prostor pro zlepšení nabízí využití dvounosníkového jeřábu a zabudování polohovacích stolů, na kterých by byl umístěn montovaný přístroj.

Ohledně layoutu pracoviště je mistr názoru, že pracovní místo by měl mít každý pracovník své, tedy 12 přístrojů, 12 pracovníků a 12 pracovních stolů. Důvodem je hlavně organizace, v momentě, kdy by každý montážník neměl své pracovní místo, musel by se pracovní čas rozdělit tak, aby se montážníci u pracovního stolu střídali, což by organizaci práce značně zkomplikovalo.

### 2.5.5 Závěr – náměty pro zlepšení

Tabulka níže přehledně zobrazuje výčet námětů pro zlepšení, které byly vypořádány v analyzované společnosti. Práce se bude zabývat návrhem layoutu montážního pracoviště – zvýrazněno v tabulce. Důvodem zaměření se na zlepšení layoutu je hlavně zadání společnosti, které plyne z aktuální potřeby montážního pracoviště. Dalším důvodem je složitost zlepšení týkající se detailnějšího pracovního postupu nebo rozdělení výrobního procesu na menší části, která je zapříčiněna složitostí vědeckého přístroje a požadavkem na vyšší organizaci práce. Dalším důležitým aspektem, je fakt, že se jedná převážně o zakázkovou výrobu, rozdělení na procesy je velice komplikované a dle slov technických pracovníků nemožné, není možný vznik montážní linky.

*Tabulka 5 Náměty pro zlepšení  
(Zdroj: Vlastní zpracování)*

Náměty pro zlepšení
Přesnější kapacitní plánování
Předpřipravit část přístroje na jiném pracovišti
Rozdělení výrobního procesu
<b>Návrh layout montážního pracoviště</b>

## 2.6 Souhrn analytické části

Obsahem analytické části byla hlavně analýza stávajícího layoutu, která byla provedena pomocí měření na místě montážního pracoviště a byla zaznačena do půdorysného plánu konkrétního pracoviště.

Analýza obsahuje i další, doplňující informace, analýzy, které slouží zejména k lepšímu porozumění problematice, kterou tato diplomová práce řeší. Jedná se o popis společnosti, ke které byly využity interní dokumenty, veřejně dostupné informace a konzultace se zaměstnanci společnosti – konkrétně se zaměstnancem process and value engineer.

Následující kapitola analýza procesu ve společnosti, si klade za cíl především popsat procesy ve společnosti a vyznačit místo, ve kterém se nachází analyzované montážní pracoviště. Tato analýza využívá hlavně vývojové diagramy a další grafy. Tyto informace byly čerpány hlavně z interních dokumentů společnosti a upraveny tak, aby odpovídaly zadání společnosti, tedy nezveřejňovat citlivé informace.

Kapitola analýza layoutu obsahuje podněty k přesunu montáže, popis prostoru nového montážního pracoviště a analýza stávajícího layoutu. Tato kapitola obsahuje grafické vyznačení layoutu do půdorysného plánu montážního pracoviště a sumarizaci klíčových negativ a pozitiv nového prostoru haly.

Analýza časové náročnosti montáže obsahuje špagetový diagram, který slouží zejména k nástínu pohybu pracovníka. Tato metoda je doplněna také další metodou, měření pomocí krokoměru a měření vzdálenosti. Všechny tyto metody si kladou za cíl změřit náročnost pohybu pracovníka montáže z pohledu vzdálenosti, tedy i času. Tato kapitola se opírá hlavně o informace mistra montáže a provedeného měření na místě montáže.

Vyhodnocení analytické části obsahuje souhrn veškerých námětů na zlepšení, které byly vypořádány v této společnosti. Kapitola obsahuje i tabulku, která sumarizuje výčet těchto námětů a výběr konkrétního námětu, jako i důvody tohoto výběru.

### **Očekávání zainteresovaných stran**

Závěr analytické části by měl obsahovat také očekávání zainteresovaných stran, je nutné zmínit fakt, že každá strana očekává odlišný přístup k dané problematice. Nejprve je nutné zmínit zájem mistra montáže, který neočekává žádné změny a žádné zlepšení si nepřeje. Je názoru, že stávající stav je vyhovující a nenachází prostor pro zlepšení layoutu. Protipólem je názor generálního ředitele, který si přeje rozdělení operací na menší operace. Vedení výrobního oddělení pak zastává nejreálnější postoj, a to je právě zlepšení stávajícího layoutu.

### 3 VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ, PŘÍNOS NÁVRHŮ ŘEŠENÍ

Tato kapitola představuje vlastní návrhy řešení a přínosy takových návrhů na základě výsledků analytické části. Návrhy jsou zpracovány ve třech variantách, které se od sebe mírně liší, obsahem jsou také přínosy každé varianty návrhu. Návrh 1 je nejdetailněji rozepsán, hlavní závěry této kapitoly vychází právě z návrhu 1. Návrh 2 a návrh 3 je popsán méně detailně, ale práce se na ně nezaměřuje, jedná se o varianty, které si společnost potenciálně může vybrat a rozpracovat detailněji. Východiska těchto návrhů vychází z návrhu 1, jedná se zejména o realizaci návrhů, jejich přínosy a náklady.

#### 3.1 Návrh layoutu montážního pracoviště 1 - průchozí místo po obvodu haly

Tento návrh obsahuje rozmístění pracovních stolů, montovaných přístrojů, materiálu, společného PC a společného nářadí.

##### Pracovní stoly

Návrh číslo 1 počítá s rozmístěním pracovních stolů blíže k montovaným přístrojům, tak, aby zároveň vznikl **průchozí prostor po obvodu haly**, to znamená průchozí prostor vedle oken. Výhodou tohoto rozmístění je hlavně kratší vzdálenost mezi pracovním stolem, přístrojem a materiálem.

##### Materiál

Místo pro materiál na jednu zakázku je vždy v největší blízkosti přístroje, to znamená regál naproti přístroje. Každý přístroj potřebuje místo na materiál o rozloze 3,6 – 7,2 m<sup>2</sup>. Každý takový regál, který je v návrhu označen číslem 1. je rozdělen na tři regály z každé strany. V jednom takovém regálu je místo pro materiál o rozloze 3,6 m<sup>2</sup>. Práce počítá s tím, že každý přístroj potřebuje místo pro materiál v průměru 5,4 m<sup>2</sup>, čemuž odpovídá 1 a půl regálu, pro dva přístroje jsou zapotřebí tři takové regály, které jsou umístěné v bezprostřední blízkosti zakázky. Jako rezerva je v návrhu také další oboustranný regál s celkovou rozlohou pro umístění materiálu 21,6 m<sup>2</sup> (zelená šipka na obrázku níže).

## **Společný PC**

Tento návrh se zabývá také řešením nespolupráce montážníku na odpípávání výrobních příkazů. Tento fakt, jak už bylo řečeno v analytické části, je způsoben vzdáleností PC a pracovního stolu. Tento návrh bude obsahovat řešení v podobě navýšení počtu společných PC, tedy míst pro odpípávání.

Společný PC je v návrhu ponechán na stejném místě jako doposud, avšak společný PC je duplikován a umístěn také dle plánu v levém dolním rohu haly (červená šipka na obrázku níže). Takové umístění umožňuje pracovníkovi rozhodnout se kam jít, buď podle vzdálenosti, kterou musí urazit, nebo dle obsazenosti.

## **Společné nářadí**

Návrh obsahuje také řešení v podobě rozdělení společného nářadí na dvě skupiny. První skupina by obsahovala takové nářadí, které je relativně drahé, a ne tak často používané – nedochází k prostojům. Do druhé skupiny společného nářadí bude patřit takové nářadí, které je používáno pravidelně a pořízení není finančně náročné. Návrh se bude zabývat druhou skupinou nářadí.

Hodnotící kritéria společné nářadí (pravidelnost používání a nákladovost) jsou zjištěna pomocí braistormingu mistra montáže a montážníků.

- 2. skupina nářadí – aku vrtačky, oka na jeřáb

První skupina nářadí bude společná pro celou montážní halu a bude umístěna na stejném místě jako doposud. Druhá skupina nářadí bude duplikována, to znamená, že druhá skříň s takovým nářadím bude umístěna dle návrhu v levém dolním rohu haly, vedle společného PC (červená šipka na obrázku níže).



**Obrázek 19 Návrh 1**  
(Zdroj: Vlastní zpracování)

### 3.1.1 Realizace návrhu

Samotná realizace je pak na základě zkušeností pracovníků plánovaná na jeden pracovní den. Výhodou je, že přístroje zůstávají na stejných místech, jako při stávajícím layoutu. Přemístění pracovních stolů, umístění nových prvků do montáže (vyznačeno výše červenými šipkami) a přemístění materiálu do příslušných regálů se proveden následovně:

1. Vyklizení prostoru na levé straně haly – aktuálně se zde nachází materiál, který je „navíc“.
2. Vyznačení místa pro pracovní stoly pomocí značek na podlaze – dle rozměrů stolů a plánu návrhu.
3. Vyklizení všech pracovních stolů.
4. Přesunutí pracovních stolů dle plánu na značky.
5. Umístění nářadí a materiálu do pracovního stolu a na stůl.
6. Vyznačení místa pro nový společný PC, novou skříňku na společné nářadí a nový regál pro materiál.

7. Umístění nového PC, skříňky na společné nářadí a nový regál na materiál (vyznačeno v plánu šipkami).
8. Přemístění materiálu dle místa zakázky do příslušných regálů.

### 3.1.2 Přínosy

Optimalizace vzdálenosti pracovní stůl – přístroj – materiál. Duplikace společného PC a vybraného společného nářadí. Vznik průchozího prostoru po obvodu haly.

Změření přínosu takového uspořádání je vypočítáno pomocí využití měření pomocí krokoměru (viz kapitola 4.7). Bylo tedy použito měření, při kterém byl pracovní stůl nejbližší vzdálený přístroje – simulace nového uspořádání pracovních stolů. Propočítání níže je vypočítáno na základě takového rozmístění. Uvedená úspora bude vyšší, jelikož vzdálenost mezi pracovním stolem a přístrojem je navrhovaná kratší a vzdálenost mezi pracovním stolem, přístrojem a materiálem je taktéž kratší. Měření bylo omezeno uložením materiálu, materiál při měření byl uložen po celé hale. Je nutné zdůraznit, že výsledky jsou značně omezené výše zmíněnými omezeními a je jisté, že za předpokladu realizace návrhu by byly úspory vyšší.

V tabulce níže je uveden počet kroků, které montážník provede při jedné zakázce při stávajícím layoutu u nejméně vzdáleného přístroje a pracovního stolu. Počet kroků u Návrh 1 je uveden na základě měření nejbližší vzdáleného přístroje a pracovního stolu při stávajícím layoutu. Na základě rozdílu mezi měřeními je uvedena úspora v krocích.

**Tabulka 6 Úspora v krocích**  
(Zdroj: Vlastní zpracování)

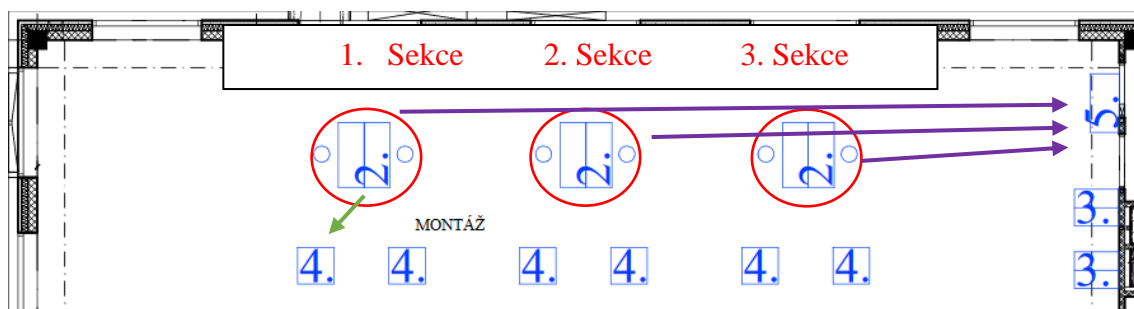
	Stávající layout	Layout – simulace nového uspořádání
Počet kroků 5 pracovních dnů	8915	7002
Úspora v krocích	<b>1 913</b>	

Úspora na jedné zakázce je dle uvedených výpočtů cca 2000 kroků. Je nutné zde započítat také omezení viz výše, se kterými tato kalkulace nepočítá, jsou jimi hlavně kratší vzdálenost materiálu, duplikace společného PC a duplikace některého ze společných nářadí, jako i kratší vzdálenost mezi přístrojem a pracovním stolem. Ve výsledku je tedy možné počítat se značně vyšší celkovou úsporou. Pro účely této práce je zde uvedena

úspora v krocích a minutách, za předpokladu, že krok trvá 1 sekundu, by úspora činila cca **33 min.**

### Měření přínosů pomocí vzdálenosti

Pro měření přínosů byly změřeny vzdálenosti návrhu 1 mezi pracovními stoly a přístroji, jako i mezi pracovním stolem a společným PC. Pro účely tohoto měření byly pracovní stoly a přístroje rozděleny do 3 sekcí, viz obrázek níže. Byla použita jen pravá strana haly, jelikož levá strana je téměř totožná, měření vzdálenosti jsou tudíž shodné.



**Obrázek 20 Měření vzdálenosti – návrh 1**  
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Měření vzdálenosti mezi pracovním stolem a přístrojem je vyznačené zelenou šipkou – vzdálenosti jsou stejné, což je dáno layoutem objektů. Měření vzdálenosti mezi pracovním stolem a PC je vyznačeno fialovou šipkou – vzdálenosti jsou různé. Uvedené hodnoty jsou v jednotkách metr.

**Tabulka 7 Měření vzdálenosti hodnoty – Návrh 1**  
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Návrh 1	Pracovní stůl – přístroj	Pracovní stůl – PC
1. sekce	2,5 m	19,3 m
2. sekce	2,5 m	13,1 m
3. sekce	2,5 m	6,2 m
Průměrná vzdálenost	2,5 m	12,8 m

Pokud bychom porovnali výsledky měření vzdálenosti návrhu 1 a stávající layoutu, viz kapitola 3.4.3., tak bychom viděli, že rozdíl mezi nejdelší vzdáleností mezi přístrojem a pracovním stolem a vzdáleností návrhu 1 je **18,5 m**. Když se porovnají výsledky průměrné vzdálenosti mezi pracovním stolem a přístrojem stávajícího layoutu a návrhu 1, jedná se o rozdíl **8,2 m**.

Výsledky vzdálenosti mezi pracovní stolem a PC není vhodné porovnávat, neboť v návrhu 1 jsou zaznamenány dva takové společné PC, což zapříčiní redukci prostojů v podobě obsazeného PC.

### 3.1.3 Náklady na realizaci návrhu

Nákladem pro realizaci Návrhu 1 je čas na přestavbu montáže, pořízení nového PC a pořízení nové skříně na společné nářadí. Pořízení nového regálu pro materiál není zapotřebí, jelikož se nachází na montáži a je k dispozici. Čas na realizaci návrhů byl po předchozí konzultaci s pracovníky montáže stanoven na 1 pracovní den, tedy 8 hodin.

Ohodnocení času zaměstnanců je provedeno pomocí průměrných superhrubých mezd zaměstnanců podle pozice v tomto odvětví dle ČSÚ. Superhrubá průměrná měsíční mzda montážníků a mistra (obsluha strojů a zařízení, montéři) je dle ČSÚ 41 594 Kč, superhrubá hodinová mzda je 260 Kč (uvažujeme 8 hodinovou pracovní dobu, 20 pracovních dnů) (ČSÚ, 2019).

Cena nového PC a nové skříně na společné nářadí je stanovena na základě už pořízených PC a skříní, kterými montážní pracoviště disponuje.

Tabulka níže zobrazuje náklady na provedení Návrhu 1, náklady na jednotku a náklady celkem, všechny ceny jsou uvedené bez DPH, mzda je počítána jako superhrubá mzda.

*Tabulka 8 Náklady Návrh 1  
(Zdroj: Vlastní zpracování)*

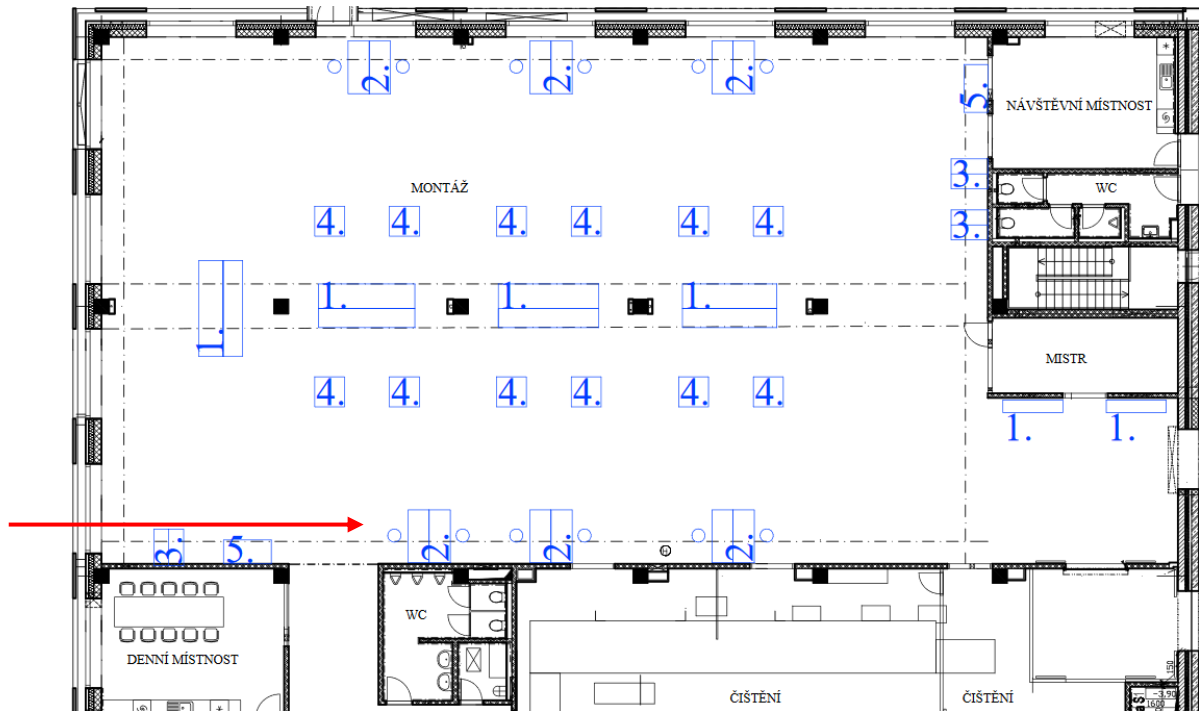
Druh nákladu	Náklady na jednotku	Náklady celkem
Čas na přestavbu (1 montážník/1 hodina)	260 Kč	27 040 Kč
PC s příslušenstvím	50 000 Kč	50 000 Kč
Skříně	4 000 Kč	4 000 Kč
<b>Celkem</b>		<b>81 040 Kč</b>

## 3.2 Návrh layoutu montážního pracoviště 2 – umístění pracovního stolu u stěny, volnější průchod pro materiál

Rozdíl mezi návrhem 1 a návrhem 2 je v rozmístění pracovních stolů. Pracovní stoly jsou rozmístěné těsně u stěn, tedy vzdálenost mezi přístrojem a pracovním stolem je delší a průchozí místo vzniká mezi přístrojem a pracovním stolem.

Další odlišnost se týká pracovního stolu vedle průchodu z chodby (kde je veden materiál ze skladu), tento pracovní stůl je vyznačen červenou šipkou. Pracovní stůl je posunut blíže k vedlejšímu pracovnímu stolu. Cílem je, aby vzniklo větší místo pro průchod materiálu ze skladu.

Společný PC, společné nářadí a regály s materiálem zůstávají totožné s návrhem číslo 1.



**Obrázek 21** *Návrh 2*  
(Zdroj: *Vlastní zpracování*)

### 3.2.1 Realizace návrhu

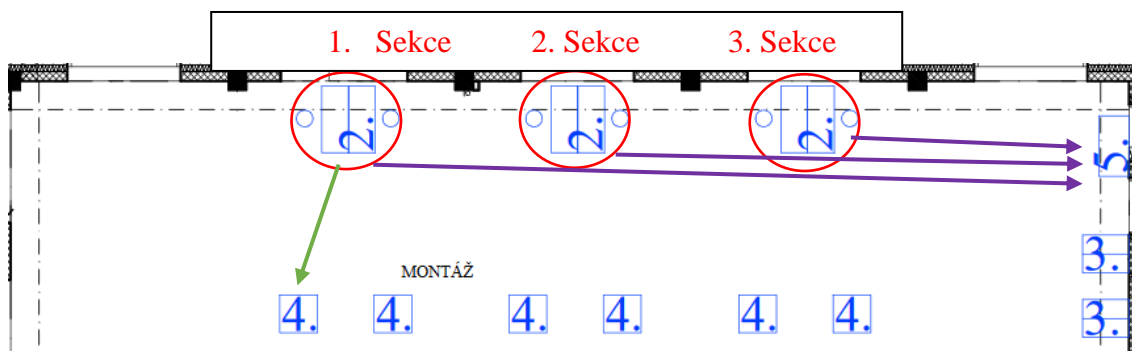
Realizace návrhu 2 by proběhla podobně, jako realizace návrhu 1, jen s tím rozdílem, že pracovní stoly se dle plánu posunou těsně k obvodové stěně.

### 3.2.2 Přínosy

Taktéž přínosy tohoto návrhu jsou skoro identické s návrhem 1. Jediný rozdíl a pozitivum tohoto návrhu je zvětšený průchod ze skladu a větší průchod mezi pracovním stolem a přístrojem. S tímto souvisí i klíčové negativum a to, že vzdálenost pracovního stolu od přístroje je delší, předpokládané **úspory** v krocích mohou tedy být **nižší** než u návrhu 1.

## Měření přínosů pomocí vzdálenosti

Pro měření přínosů byly změřeny vzdálenosti návrhu 2 mezi pracovními stoly a přístroji, jako i mezi pracovním stolem a společným PC. Pro účely tohoto měření byly pracovní stoly a přístroje rozděleny do 3 sekcí, viz obrázek níže. Byla použita jen pravá strana haly, jelikož levá strana je téměř totožná, měření vzdálenosti jsou tudíž shodné.



Obrázek 22 Měření vzdálenosti – návrh 2  
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Měření vzdálenosti mezi pracovním stolem a přístrojem je vyznačené zelenou šipkou – vzdálenosti jsou stejné, což je dáno layoutem objektů. Měření vzdálenosti mezi pracovním stolem a PC je vyznačeno fialovou šipkou – vzdálenosti jsou různé. Uvedené hodnoty jsou v jednotkách metr.

Tabulka 9 Měření vzdálenosti hodnoty – návrh 2  
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Návrh 2	Pracovní stůl – přístroj	Pracovní stůl – PC
1. sekce	4,4 m	19,3 m
2. sekce	4,4 m	13,1 m
3. sekce	4,4 m	6,2 m
Průměrná vzdálenost	4,4 m	12,8 m

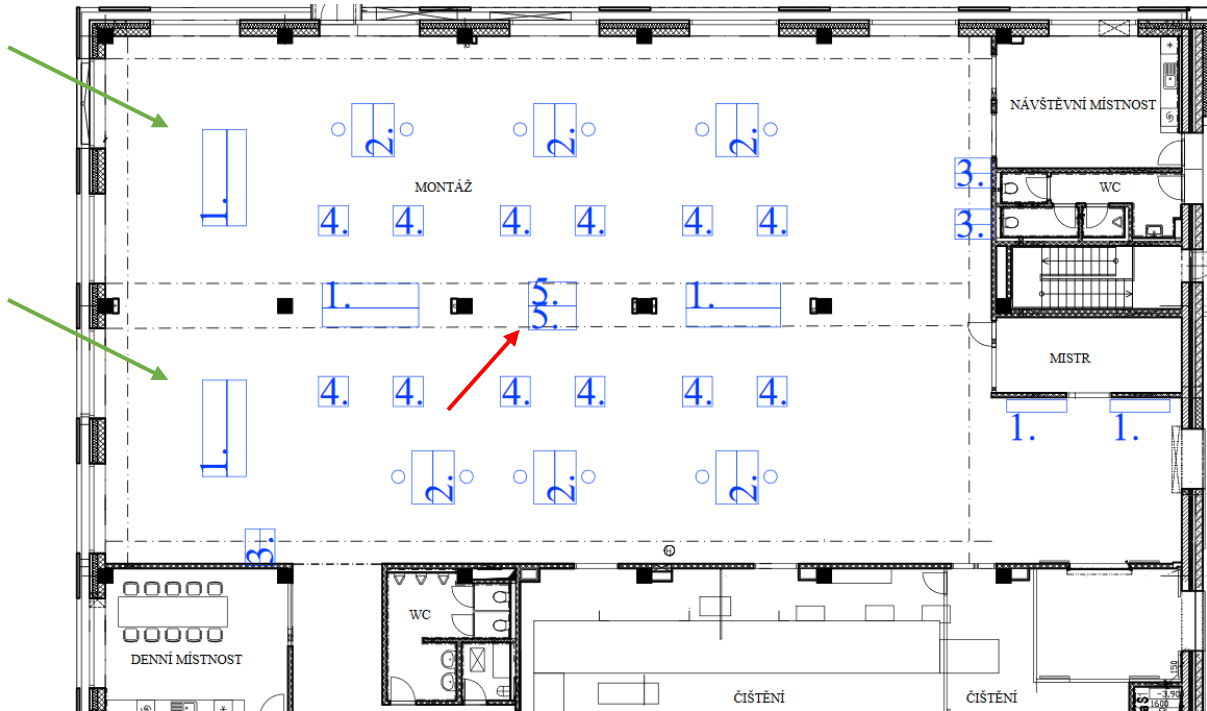
### 3.2.3 Náklady na realizaci návrhu

Náklady na tento návrh jsou totožné s náklady na návrh 1.

## 3.3 Návrh layoutu montážního pracoviště 3 – společné PC uprostřed haly

Odlíšnost tohoto návrhu je hlavně v umístění společných PC **uprostřed haly**, vyznačeno červenou šipkou. Umístěním PC je pak nutné přemístit dva regály s materiálem, které

budou vzdálené od montovaného přístroje (vyznačeno zelenou šipkou). Regály se společným nářadím zůstávají na stejných místech jako v návrhu 1.



**Obrázek 23 Návrh 3**  
(Zdroj: Vlastní zpracování)

### 3.3.1 Realizace návrhu

Realizace návrhu 3 je podobná realizaci s návrhem 1, odlišnost se bude týkat přesunu společného PC místo jednoho regálu na materiál.

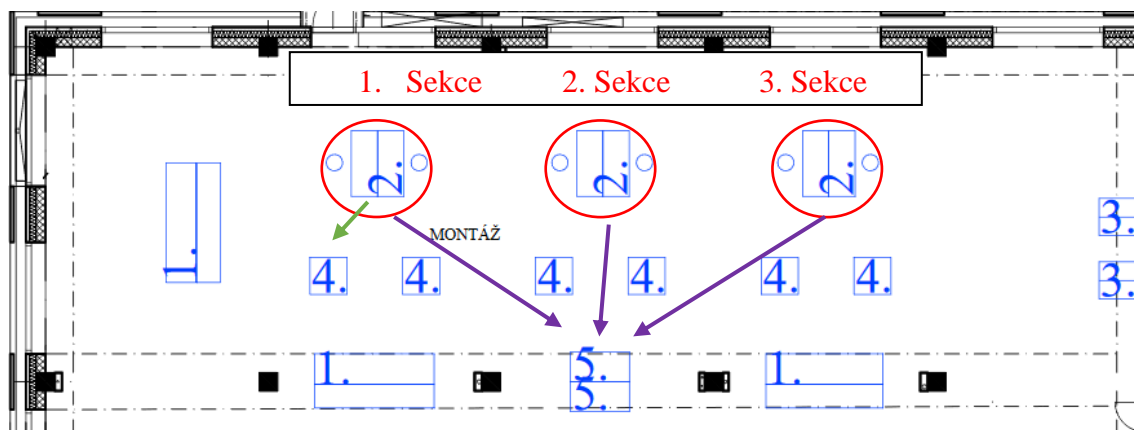
### 3.3.2 Přínosy

Přínosy tohoto návrhu jsou od návrhu 1 odlišné hlavně kvůli jinému umístění společných PC, které jsou koncipovány uprostřed haly. Takovým umístěním se umožní pro většinu pracovních stolů skoro **stejná vzdálenost mezi PC, přístrojem** a pracovním stole. Negativum tohoto návrhu však spočívá v přesunu jednoho regálu s materiálem, které se odsune dál od montovaných přístrojů a pracovních stolů, vzdálenost mezi těmito místy nebude tak kratší, jako při předchozích návrzích.

### Měření přínosů pomocí vzdálenosti

Pro měření přínosů byly změřeny vzdálenosti návrhu 3 mezi pracovními stoly a přístroji, jako i mezi pracovním stolem a společným PC. Pro účely tohoto měření byly pracovní

stoly a přístroje rozděleny do 3 sekcí, viz obrázek níže. Byla použita jen pravá strana haly, jelikož levá strana je téměř totožná, měření vzdálenosti jsou tudíž shodné.



**Obrázek 24 Měření vzdálenosti – návrh 3**

(Zdroj: Vlastní zpracování)

Měření vzdálenosti mezi pracovním stolem a přístrojem je vyznačené zelenou šipkou – vzdálenosti jsou stejné, což je dáno layoutem objektů. Měření vzdálenosti mezi pracovním stolem a PC je vyznačeno fialovou šipkou – vzdálenosti jsou různé. Uvedené hodnoty jsou v jednotkách metr.

**Tabulka 10 Měření vzdálenosti hodnoty – návrh 3**

(Zdroj: Vlastní zpracování)

Návrh 3	Pracovní stůl – přístroj	Pracovní stůl – PC
1. sekce	2,5 m	6,8 m
2. sekce	2,5 m	4,2 m
3. sekce	2,5 m	6,8 m
Průměrná vzdálenost	2,5 m	5,9 m

### 3.3.3 Náklady na realizaci návrhu

Náklady na tento návrh jsou totožné s návrhem 1.

## 3.4 Další úrovně řešení

### 3.4.1 Návrh na polohovací stoly

Jako další úroveň řešení práce navrhuje pořízení polohovacích stolů, které mohou být součástí všech návrhu výše.

Pokud by společnost takto uvažovala, polohovací stoly, na kterých bude umístěn montovaný přístroj by zaujímal pozici na čísle 4. (montovaný přístroj), pod montovaný

přístroj by byl umístěn tento polohovací stůl o rozměrech 1450x1085mm s nosností 1000 kg na elektrický pohon, zdvih 720 mm.

Hlavní výhodou pořízení těchto stolů bude lepší **ergonomie** zaměstnanců a lepší **využití jeřábu**.

Pořízení těchto polohovacích stolů by bylo největším nákladem, avšak tyto inovace jsou z pohledu ergonomie zaměstnanců a jejich spokojenosti důležité. Pořízení stolů je společností plánováno delší dobu.

Do nákladů budou zahrnuty náklady, které plynou z aktuálního kapacitního stavu. Aktuální stav zaměstnanců na montážním pracovišti je 12 montážníků plus 1 mistr. 12 montážníků montuje 12 přístrojů, je zapotřebí 12 nových polohovacích stolů pro přístroje. Dle B2B prodejce RPJ Service je cena bez DPH jednoho polohovacího stolu o rozměrech 1450x1085mm s nosností 1000 kg na ruční pohon, zdvih 720 mm 75 000 Kč. Celkový náklad za 12 takových stolů je **900 000 Kč** (rpjservice.cz, 2021).

### **Návratnost investice**

Je nutné zdůraznit, že pro tento návrh je důležitá velká počáteční investice, jejíž dopadem bude zlepšení ergonomie zaměstnanců a zvýšení jejich spokojenosti. Měření návratnosti této investice je tedy komplikované, jelikož přeměna těchto přínosů na peněžní vyjádření není možná. Měřítkem měření ergonomie je například fluktuace zaměstnanců, dotazník spokojenosti zaměstnanců nebo počet vybraných nemocenských dovolených na pracovišti.

Pokud bychom však chtěli alespoň z části nastínit návratnost, použijeme k tomu úsporu v čase na jednu zakázku, kterou jsme změřili pomocí simulace nového uspořádání. Uspořený čas bude převeden na úsporu společnosti v podobě mezd zaměstnanců, které budou vynásobené koeficientem 1,5. Tento koeficient byl vypočítán na základě doporučení společnosti. Tato kalkulace také počítá s ročním navýšením platu o inflaci 2 %. Kalkulace se taktéž dělí na worst case scenario (úspora 33 minut) a best case scenario (úspora 66 minut). Kalkulace počítá 300 zakázek za rok. Při worst case scenario se návratnost pohybuje přes 10 let, při best case scenario je návratnost investice 6 let.



*Obrázek 25 Polohovací stůl*  
(Zdroj: [www.rpjservice.cz](http://www.rpjservice.cz))

### **3.4.2 Návrh na řešení umístění společného PC – alternativní způsob řešení**

Druhá úroveň řešení obsahuje nový ERP systém, který bude podporovat mobilní aplikace. Podpora mobilních aplikací je u aktuálního ERP systému QAD nemožná, tento systém nepodporuje mobilní aplikace. Nový ERP systém by umožňoval, aby každý montážník disponoval tabletem, který by zastával funkci společného PC. Montážník by nemusel chodit nikam, ale odpípnutí výrobního příkazu by dělal na svém pracovním místě, popřípadě, kdekoliv jinde, kde bude potřebovat pomocí vlastního tabletu. Finanční zpracování nebude obsahovat toto doporučení, toto doporučení je zde uvedeno jen jako alternativa k řešení problému.

### 3.5 Závěr návrhů

Tabulka níže sumarizuje všechny návrhy pomocí klíčových pozitiv a negativ.

*Tabulka 11 Závěr návrhů  
(Zdroj: Vlastní zpracování)*

	<b>Klíčová pozitiva</b>	<b>Klíčová negativa</b>
<b>Návrh 1</b>	Průchod po obvodu haly, kratší vzdálenosti mezi pracovním stolem, přístrojem a materiálem	Menší prostor pro doplnění materiálu mezi pracovním stolem a regálem pro materiál
<b>Návrh 2</b>	Větší prostor pro průchod materiálu ze skladu do regálu a zvětšení prostoru pro průchod materiálu mezi pracovním stolem a přístrojem	Umístění pracovních stolů není asymetrické na každé straně haly – vzdálenosti mezi pracovními stoly a přístroji nejsou identické
<b>Návrh 3</b>	Společný PC uprostřed haly – kratší vzdálenosti	Posunutí regálu s materiálem – vzdálenost materiálu od pracovního stolu je delší

### 3.6 Závěr navrhovaných řešení

Tabulka níže zobrazuje problémy, které byly zjištěny v analytické části a jejich řešení pomocí návrhů této závěrečné práce.

*Tabulka 12 Závěr navrhovaných řešení  
(Zdroj: Vlastní zpracování)*

<b>Problém</b>	<b>Řešení – návrh</b>
Ergonomie zaměstnanců	2. úroveň řešení – polohovací stoly
Vzdálenost společného PC	1. úroveň navýšení počtu PC, layout, 2. úroveň řešení – nový ERP systém
Vzdálenost společného nářadí	Rozdělení nářadí do 2 skupin
Využití jeřábu	Layout pracovních stolů
Vzdálenost pracovního stolu a montovaného přístroje	Layout pracovních stolů
Umístění materiálu	Layout regálu s materiálem
Pořádek na pracovním stole	5S pracovního stolu – nebude zpracováno

### 3.7 Ověření přínosů simulací nového uspořádání pracovních stolů

K měření přínosů návrhů byla využita simulace nového uspořádání pracovních stolů. Jedná se o napodobení návrhů v této kapitole. Jedná se o využití stávajícího layoutu

v kombinaci s takovou organizací práce, která zapříčiní co nejkratší vzdálenost mezi pracovním stolem a přístrojem. V tomto měření není počítáno s vylepšeným umístěním regálu s materiálem – materiál je rozmístěn po celé hale. Takovou simulaci, která by umožňovala takovou organizaci práce nebylo možné v podmínkách montáže uskutečnit. Tato kapitola dále obsahuje i špagetový diagram teoretického pohybu pracovníka při této simulaci.

### 3.7.1 Pomocí krokoměru

Toto měření si klade za cíl změřit případné přínosy, které zapříčiní změna layoutu pracoviště, navrhované změny layoutu cílí hlavně na kratší vzdálenost mezi pracovním stolem a montovaným přístrojem. Pro účely tohoto měření byl vybrán pracovní stůl v největší blízkosti montované zakázky.

Obrázek níže znázorňuje umístění pracovního stolu a vědeckého přístroje, na kterém pracovník pracuje, červená šipka znázorňuje vzdálenost pracovního stolu od montovaného přístroje.



*Obrázek 26 Umístění pracovního stolu a vědeckého přístroje  
(Zdroj: Vlastní zpracování)*

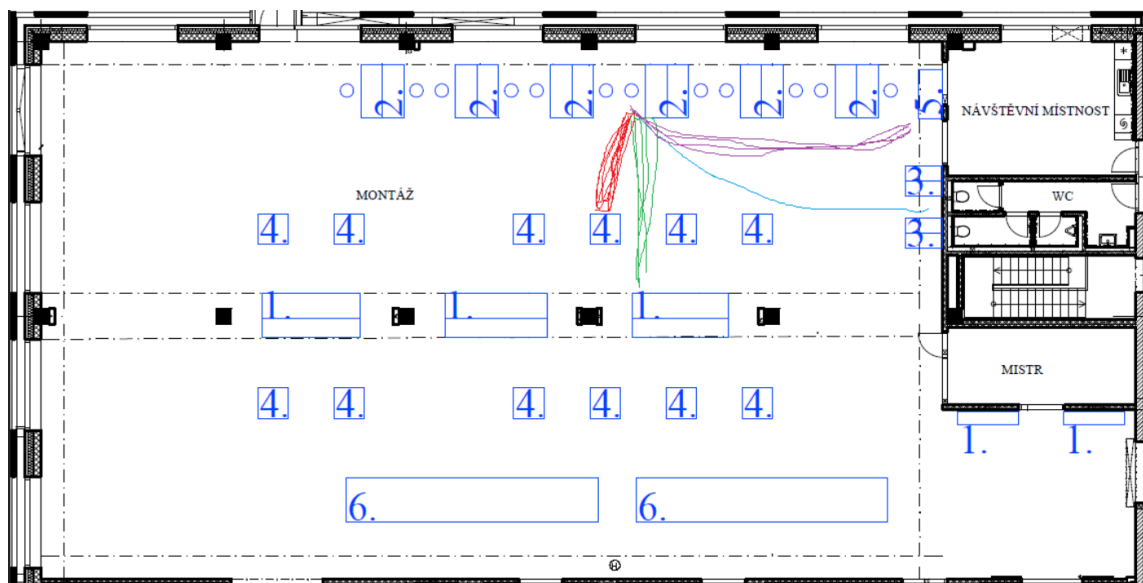
Tabulka níže zobrazuje počet kroků, které montážník provedl při tomto měření, celkem 7002. Přepočítáno na km, dle kroků montážníka (65 cm/krok), je to cca **4,5 km**. Úspora tohoto uspořádání oproti usprádaní při prvním měření (stávající layout) je **1,3 km**.

**Tabulka 13 Měření 2**  
(Zdroj: Vlastní zpracování)

	Stav krokoměru 2. měření
1. den	308
2. den	1185
3. den	851
4. den	345
5. den	758
6. den	1843
7. den	1712
<b>Celkem</b>	<b>7002</b>

### 3.7.2 Špagetový diagram – pohyb pracovníka

Špagetový diagram níže zobrazuje teoretický pohyb pracovníka, který vykoná při sestavení jedné zakázky – nejbližší možné postavení pracovního stolu a přístroje (simulace nového uspořádání). Jedná se o pohyb od pracovního stolu k montovanému přístroje, pohyb od pracovního stolu ke společnému PC a pohyb od pracovního stolu ke společnému nářadí a k montovanému přístroje. Pohyb pracovníka od pracovního stolu a materiálu je naznačen zelenou šipkou, ale je pouze teoretický, je jisté, že při měření pomocí krokoměru, viz kapitola výše, byl tento pohyb více náhodný a byl prováděn po celé hale. Tento diagram slouží hlavně pro lepší představu teoretického pohybu pracovníka.



Obrázek 27 Špagetový diagram 2  
(Zdroj: Vlastní zpracování)

### 3.8 Přínosy

Tato kapitola si klade za cíl sumarizovat přínosy, které výše uvedené návrhy přináší.

#### 3.8.1 Přínosy

Hlavními přínosy, které přináší každý návrh je **kratší vzdálenosti** mezi jednotlivými stanovišti na montážním pracovišti – **eliminace plýtvání pohybů** pracovníka. Každý návrh zapříčiní jinak velkou úsporu v krocích. Z tohoto důvodu byl tento přínos změřen pomocí simulace nového uspořádání, které se nejvíce blíží daným návrhům layoutu. Je ale nutné zmínit, že tyto vzdálenosti se mohou lišit v závislosti na realizaci daného návrhu, jedná se o hrubý nástin.

Dalším přínosem je lepší **organizace práce**. Organizaci práce značně usnadní duplikace některých stanovišť, hlavně stanoviště společného PC. Další usnadnění přinese umístění materiálu do konkrétních regálů, které budou umístěny co nejbližší k dané zakázce – přístroji.

Zlepšení **ergonomie zaměstnanců** bude dosaženo pomocí polohovacích stolů, které umožní práci ve stoje, namísto v leže a v neposlední řadě také umožní snadnější využití dvounosníkového jeřábu, který doposud nebyl často využíván.

Výše zmíněné přínosy jsou hlavně mimoekonomické, ale zapříčiní větší klid a pořádek na pracovišti, což povede k **vyšší produktivitě** pracovníků a jejich spokojenosti – hlavně výše zmíněné zlepšení ergonomie zaměstnanců. Vyšší produktivita povede ke snížení nákladů. Toto snížení nákladu tato práce přesně nevyčísluje, což je dáno hlavně charakterem spolupráce se společností. Avšak dle simulace nového uspořádání je úspora oproti stávajícímu layoutu 1,3 km, při přepočtu na 1 krok = 1 sekunda, 1 krok = 65 cm je úspora cca 33 minut, uvažujeme 8hodinovou pracovní dobu, úspora činí tedy cca 1% času na jedné zakázce. Sekunda byla stanovena přibližně na základě pozorování, kdy montážník po cestě může přenášet materiál nebo nářadí.

### **3.8.2 Ekonomické zhodnocení – návratnost investice**

Návratnost investice je vypočítána pomocí úspory v čase, které je zjištěna pomocí simulace nového uspořádání. Úspora v čase je následně přeměněna na peněžní vyjádření v podobě mzdy zaměstnance. Tato mzda byla následně vynásobena koeficientem 1,5, koeficient byl vypočítán na základě doporučení společnosti. Kalkulace obsahuje worst case scenario a best case scenario. Worst case scenario počítá s úsporou 33 minut na jedné zakázce. Best case scenario počítá s úsporou 66 minut na jedné zakázce. Tato varianta počítá s úsporou dvakrát větší, jelikož při simulaci nového uspořádání se jednalo o změnu uspořádání pouze pracovního stolu a přístroje, ale chyběla zde simulace umístění materiálu, který dle návrhů je umístěn v bezprostřední blízkosti přístroje a také zde chyběla simulace duplikace společného PC.

V tabulce níže je v zeleném rámečku uvedena úspora při worst case scenario a při best case scenario. Při worst case scenario a nákladech na změnu layoutu 81 040 Kč je návratnost mezi **1–2 lety**. Při best case scenario a stejných nákladech na změnu layoutu je návratnost **menší než 1 rok**.

**Tabulka 14 Návratnost investice**  
(Zdroj: Vlastní zpracování)

	Úspora v minutách		Úspora v Kč mzdy	
	Worst case scenario	Best case scenario	Worst case scenario	Best case scenario
<b>Zakázka</b>	33 min	66 min	214,5 Kč	429 Kč
<b>300 zakázek</b>	9900 min	19800 min	<b>64 350 Kč</b>	<b>128 700 Kč</b>

Výpočty návratnosti investice jsou níže uvedené v tabulkách.

**Tabulka 15 Výpočty**  
(Zdroj: Vlastní zpracování)

	Úspory v minutách		Úspory v Kč mzdy	
	Worst case scenario	Best case scenario	Worst case scenario	Best case scenario
<b>Zakázka</b>	33	66	$(260/60)*33*1,5$	$(260/60)*66*1,5$
<b>300 zakázek</b>	$33*300$	$66*300$	$[(260/60)*33*1,5]*300$	$[(260/60)*66*1,5]*300$

Mzda montážníků a mistra (obsluha strojů a zařízení, montéři) je dle ČSÚ 41 594 Kč, superhrubá hodinová mzda je 260 Kč (uvažujeme 8 hodinovou pracovní dobu, 20 pracovních dnů) (ČSÚ, 2019). Hodinová superhrubá mzda je vynásobena koeficientem 1,5.

### 3.9 Doporučení a omezení práce

Tato návrhová část obsahuje celkem 3 varianty návrhů, které se od sebe mírně liší, zejména v umístění pracovních stolů, společného stolu s PC nebo regálů s materiálem.

Návrh layoutu montážního pracoviště 1 - průchozí místo po obvodu haly je nejdětalněji zpracované, jeho realizace je nejvíce doporučována. Důvodem jsou zmíněné přínosy v kapitole 4.1.2, tedy kratší vzdálenosti pracovní stůl – přístroj – materiál, duplikace společného PC a vybraného společného náradí a vznik průchozího prostoru po obvodu haly. Hlavní výhodou tohoto návrhu je jeho **jednodušší realizace**, není nutné zde přesouvat regály s materiálem, ale jedná se pouze o přesun pracovních stolů a duplikace některých pracovišť.

Další návrhy jsou zpracovány méně detailně a liší se hlavně v umístění společného PC uprostřed haly nebo umístěním pracovního stolu podél obvodových stěn. Tyto návrhy jsou složitější na realizaci, jelikož se zde přesunují regály s materiálem.

Dalším námětem pro zlepšení je 5S pracovního místa – pracovního stolu, které v této práci nebude dále zpracováno pro nedostatek informací. Důvodem jsou koronavirové restriktce, které neumožňují osobní kontakt přímo na pracovišti. Konzultace s pracovníky je nemožná a jelikož se jedná o hlavní metodu, o kterou se řešení 5S opírá, není možné tento návrh zpracovat. Práce však toto řešení doporučuje, považuje ho za vhodné. Práci se tedy nabízí další pokračování, v podobě vypracování tohoto návrhu.

Dalším omezením je také finanční zhodnocení, které v této práci není detailní, ale je pouze nastíněné – úspory jsou uvedené na základě provedených měření a simulací. Důvodem nedetailního finančního zhodnocení je charakter spolupráce se společností, která si nepřeje zveřejňovat klíčová data a kalkulace. Dalším důvodem je také nemožnost nasimulovat přesné návrhy, jelikož se jedná o velký zásah do plynulosti montáže. Z tohoto důvodu byla využita právě simulace navrhovaných layoutů.

### **3.10 Souhrn návrhové části**

Návrhová část obsahuje právě tři varianty návrhů, které se od sebe mírně odlišují, zejména postavením stolu se společným PC, umístěním pracovních stolů nebo umístěním regálu s materiálem. Každý takový návrh obsahuje doporučení k realizaci, přínosy a náklady na realizaci, přičemž Návrh 1 je nejdetailněji zpracován a jeho realizace je nejvíce doporučována. Důvody jsou zmíněné v kapitole číslo 4.9 Doporučení a omezení.

Návrhová část práce obsahuje závěr návrhů jakožto sumarizaci všech návrhů prostřednictvím klíčových negativ a pozitiv jednotlivých variant řešení v tabulce. Tato část také zmiňuje druhou úroveň řešení, alternativní způsob řešení problému společného PC a ergonomie zaměstnanců.

Kapitola 4.6 Závěr zavrhaných řešení pak sumarizuje problémy, které byly zjištěny v analytické části práce a navrhované řešení, které jsou součástí variant návrhů layoutu. Následující kapitola 4.7 pak ověřuje přínos návrhů pomocí simulace nového uspořádání pracovních stolů. Toto ověření využívá metody měření pomocí krokoměru, kapitola také

obsahuje špagetový diagram pohybu pracovníka, jako doplňující metodu, která blíže nastíní pohyb pracovníka.

Další kapitola 4.8 pak sumarizuje přínosy variant řešení, které se liší v závislosti na výběru varianty. Kapitola 4.9 Doporučení a omezení pak doporučuje danou variantu řešení a vysvětluje důvody takového výběru, obsahem jsou také omezení této diplomové práce.

## ZÁVĚR

Hlavním cílem této diplomové práce bylo předložení návrhů, které si kladou za cíl zlepšení vybraného montážního pracoviště s využitím některých z nástrojů štihlé výroby. Dílčím cílem této práce bylo i vyhodnocení přínosů navržených změn pro danou výrobní společnost.

Teoretická část popsala hlavní teoretická východiska, o které se opírá analytická a návrhová část této diplomové práce. Cílem analytické části byl popis fungování montážního pracoviště vědeckého přístroje, jakožto hlavního produktu této společnosti, a analýza stávajícího layoutu montážního pracoviště. Cílem návrhové části bylo navrhnout montážní pracoviště, konkrétně layout montážního pracoviště za podmínek minimalizace zbytečných pohybů. Návrh obsahuje tři varianty řešení a přínosy realizace těchto řešení.

V práci byly navrženy takové varianty layoutu pracoviště, které si kladou za cíl minimalizaci zbytečných pohybů na pracovišti. Tento cíl je v souladu s metodami štihlé výroby. Tento krok vede k dosažení zlepšení fungování montážního pracoviště v podmínkách štihlé výroby. Aby však bylo dosaženo dalších přínosů, je nutné zavést další kroky. Pokud společnost nalézá cestu, jak zproduktivnit procesy na montážním pracovišti, je nutné zavést několik dílčích kroků a inovací, které ke zvýšení produktivity povedou. Nejedná se pouze o jednotlivé kroky, ale jedná se o soubor kroků a postupného zlepšování a inovací, které do budoucna povedou k požadovanému zvýšení produktivity.

Práci se také nabízí další pokračování, jelikož v práci například není řešen 5S pracovního stolu, které nebylo možné navrhnout vlivem koronavirové pandemie a omezení přístupu na pracoviště montáže.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BAUER, Miroslav. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks, 2012, 193 s. : il., grafy, tab. ISBN 978-80-265-0029-2.

Český statistický úřad, 2020. *Struktura mezd zaměstnanců – 2019*. ČSÚ [online]. [cit. 11.12.2020]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/struktura-mezd-zamestnancu-2019>

HIRANO, Hiroyuki, Melanie RUBIN a Productivity Press. *5S pro operátory: 5 pilířů vizuálního pracoviště*. Brno]: SC&C Partner, c2009. s. 3. ISBN 978-80-904099-1-0. Dostupné také z: <https://dnnt.mzk.cz/uuid/uuid:34436e50-0a1a-11e5-b269-5ef3fc9bb22f>

IMAI, Masaaki. *Gemba Kaizen*. Brno: Computer Press, 2005. s. 28. ISBN 80-251-0850-3. Dostupné také z: <https://ndk.cz/uuid/uuid:ed27d250-504b-11e9-8854-005056827e51>

JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 2016. p. [1a]. ISBN 978-80-247-5717-9. Available also from: <https://dnnt.mzk.cz/uuid/uuid:da6b783b-9b3c-45a0-9c38-c349c0b2e6ed>

KAVAN, Michal. *Výrobní a provozní management*. Praha: Grada, 2002. s. 188. ISBN 80-247-0199-5. Dostupné také z: <https://ndk.cz/uuid/uuid:5312e270-1795-11e4-8c14-5ef3fc9bb22f>

KEŘKOVSKÝ, Miloslav. *Moderní přístupy k řízení výroby*. Praha: C. H. Beck, 2001, xi, 115 s. ISBN 80-7179-471-6.

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. : il., grafy, tab. ISBN 80-86851-38-9

KOŠTURIÁK, Ján a CHAL, Ján. *Inovace: vaše konkurenční výhoda!*. Brno: Computer Press, 2008. s. 52. ISBN 978-80-251-1929-7. Dostupné také z: <https://ndk.cz/uuid/uuid:b4f5de70-ccd5-11e4-a19f-001018b5eb5c>

KOŠTURIÁK, Ján. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press, 2010. s. 12. ISBN 978-80-251-2349-2. Dostupné také z: <https://ndk.cz/uuid/uuid:2554f420-c58b-11e7-a351-005056825209>

Stejnopisy Sbírký zákonů. *Ministerstvo vnitra České republiky*, 2020 [online]. MVČR. [cit. 23.2.2021]. Dostupné z: <https://www.mvcr.cz/clanek/sbirka-zakonu.aspx>

SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 2011, 223 s. : il., grafy, tab. ISBN 978-80-247-3938-0.

VEBER, Jaromír. *Management: základy, moderní manažerské přístupy, výkonnost a prosperita*. Praha: Management Press, 2009. s. 434. ISBN 978-80-7261-274-1. Dostupné také z: <https://ndk.cz/uuid/uuid:e5f858c0-6e08-11e5-b4b4-005056827e51>

Web RPJ Service [online]. Česká Republika: RPJ Service, 2021 [cit. 1.4.2021]. Dostupné z <https://www.rpjservice.cz/katalog/>

Zaměstnanec společnosti, Výrobní ředitel [ústní sdělení]. Brno, 2.11.2020.

Zaměstnanec společnosti, pracovník Process and Value Engineer [ústní sdělení]. Brno, 1.12.2020.

Zaměstnanec společnosti, mistr montáže Engineer [ústní sdělení]. Brno, 1.3.2021.

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Organizační struktura společnosti .....	36
Obrázek 2 Materiál vědeckého přístroje .....	38
Obrázek 3 Životní cyklus objednávky .....	40
Obrázek 4 Procesní diagram – výroba .....	41
Obrázek 5 Operace provedené na vědeckém přístroji .....	41
Obrázek 6 Příklad využití jeřábu .....	43
Obrázek 7 Montážní hala před osazením technologie .....	44
Obrázek 8 Schéma stávajícího layoutu .....	45
Obrázek 9 Stávající layout – levá strana haly .....	46
Obrázek 10 Stávající layout – pravá strana haly .....	46
Obrázek 11 Umístění materiálu .....	47
Obrázek 12 Umístění materiálu 2 .....	47
Obrázek 13 Náhodné umístění materiálu na paletě .....	48
Obrázek 14 Náhodné umístění materiálu na paletě 2 .....	48
Obrázek 15 Skladování společného nářadí .....	50
Obrázek 16 Společný PC .....	51
Obrázek 17 Špagetový diagram 1 .....	52
Obrázek 18 Měření vzdálenosti .....	53
Obrázek 19 Návrh 1 .....	60
Obrázek 20 Měření vzdálenosti – návrh 1 .....	62
Obrázek 22 Návrh 2 .....	64
Obrázek 23 Měření vzdálenosti – návrh 2 .....	65
Obrázek 24 Návrh 3 .....	66
Obrázek 25 Měření vzdálenosti – návrh 3 .....	67
Obrázek 26 Polohovací stůl .....	69
Obrázek 27 Umístění pracovního stolu a vědeckého přístroje .....	71
Obrázek 28 Špagetový diagram 2 .....	73

## SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1 Shrnutí podmínek nových prostor .....	44
Tabulka 2 Legenda.....	45
Tabulka 3 Měření 1 .....	53
Tabulka 4 Měření vzdálenosti.....	54
Tabulka 5 Náměty pro zlepšení .....	56
Tabulka 6 Úspora v krocích.....	61
Tabulka 7 Měření vzdálenosti hodnoty – Návrh 1 .....	62
Tabulka 8 Náklady Návrh 1 .....	63
Tabulka 9 Měření vzdálenosti hodnoty – návrh 2 .....	65
Tabulka 10 Měření vzdálenosti hodnoty – návrh 3 .....	67
Tabulka 11 Závěr návrhů.....	70
Tabulka 12 Závěr navrhovaných řešení.....	70
Tabulka 13 Měření 2.....	72
Tabulka 14 Návratnost investice.....	75
Tabulka 15 Výpočty.....	75

## SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ

Graf 1 Podíl zahraničních zákazníků .....	35
Graf 2 Podíl poptávky .....	38

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – manuál pro práci s krokoměrem.....I

# PŘÍLOHY

## Příloha 1 – manuál pro práci s krokoměrem

### Manuál

1. Na začátku směny si nasadíte krokoměr, upevnit na místo nebo dát do kapsy.
2. V případě, že jdete na oběd, toaletu, přestávku atd., krokoměr odložte na pracovní místo, po návratu zase nasadíte na stejné místo.
3. Pokud zapomenete krokoměr odložit, poznačte níže, viz tabulka – chceme zabránit zkreslení výsledků.

Toaleta	
Oběd	
Přestávka	
Jiné	

4. Na konci směny krokoměr odlož na pracovní místo.
5. **Na konci směny zazač aktuální stav krokoměru do tabulky níže.**

	Stav krokoměru
1. den	
2. den	
3. den	
4. den	
5. den	
6. den	
7. den	
8. den	
9. den	
10. den	

### Použití krokoměru

1. Zobrazení aktuálního stavu krokoměru provedete pomocí zmáčknutí jakéhokoliv tlačítka na 2 sekundy.
2. Krokoměr sám vypíná displej kvůli výdrži baterie.

3. Krokoměr má 7denní paměť.
4. **Krokoměr se nemusí nastavovat, nastavení bude provedeno předem, krokoměr si stačí na začátku směny nandat a po skončení směny sundat – nemusí se zapínat, vypínat.**