



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

## ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

# OPTIMALIZACE MATERIÁLOVÝCH TOKŮ NA TECHNOLOGICKÉM ÚSEKU VÝROBNÍHO PROCESU MONTÁŽE

OPTIMALIZATION OF THE MATERIAL FLOW ON ASSEMBLY DIVISION OF THE PRODUCTION PROCESS

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Vojtěch Klaška

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jan Strejček, Ph.D., MBA

BRNO 2019

## Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav strojírenské technologie  
Student: **Vojtěch Klaška**  
Studijní program: Strojírenství  
Studijní obor: Základy strojního inženýrství  
Vedoucí práce: **Ing. Jan Strejček, Ph.D., MBA**  
Akademický rok: 2018/19

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

### **Optimalizace materiálových toků na technologickém úseku výrobního procesu montáže**

#### **Stručná charakteristika problematiky úkolu:**

Úkolem studenta je navrhnout pracoviště za využití poznatků technologického projektování.

#### **Cíle bakalářské práce:**

1. Analýza pracoviště.
2. Nový návrh linky za použití poznatků technologického projektování a moderních systémů řízení kvality.
3. Návrh variant.
4. Zhodnocení a vyčíslení úspor.

#### **Seznam doporučené literatury:**

KUBÍK, Roman a Jan STREJČEK. Technologické projekty a manipulace s materiálem. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2015. ISBN 978-80-214-5260-2.

HLAVENKA, Bohumil. Projektování výrobních systémů: technologické projekty I. Vyd. 3. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. ISBN 80-214-2871-6.

Projektovanie výrobných systémov pre 21. storočie. Žilina: Žilinská univerzita, 2000. ISBN 80-710-553-3.

JONES, Erick C. Quality management for organization using lean Six Sigma techniques. Boca Raton: CRC Press, c2014. ISBN 978-1-4398-9782-9.

MACINNES, Richard L. Štíhlý podnik Memory Jogger: vytvářejte hodnotu a eliminujte ztráty v celém vašem podniku. Praha: Česká společnost pro jakost, 2006. ISBN 80-02-01849-4.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2018/19

V Brně, dne

L. S.

---

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.  
ředitel ústavu

---

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan fakulty

## ABSTRAKT

Tato bakalářská práce pojednává o optimalizaci výrobního procesu ve firmě ADC Czech Republic s.r.o. V první kapitole se práce věnuje rešerši dané problematiky, která je dále využita v praktické části této práce. Druhá kapitola je rozdělena na čtyři části. První část se věnuje představení společnosti ADC Czech Republic s. r. o. Druhá část se věnuje analýze současného stavu. Třetí část druhé kapitoly je zaměřena na návrh vlastního řešení problému. Poslední čtvrtá část obsahuje finanční zhodnocení.

### Klíčová slova

optimalizace, 5S, Lean Six Sigma, plýtvání, montáž

## ABSTRACT

This Bachelor's thesis deals with the optimization of the production process of the company ADC Czech Republic s.r.o. The first chapter is devoted to literature research. The second chapter is divided into four parts. The first part is focused on introduction of the company ADC Czech Republic s.r.o. The second part deals with analysis of actual conditions. The third part is focused on suggestion of own solutions. The final fourth part includes a financial assessment.

### Key words

Optimization, 5S, Lean Six Sigma, waste, assembly

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KLÁŠKA, Vojtěch. *Optimalizace materiálových toků na technologickém úseku výrobního procesu montáže* [online]. Brno, 2019 [cit. 2019-05-21]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/116621>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. Vedoucí práce Jan Strejček.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Optimalizace materiálových toků na technologickém úseku výrobního procesu montáže“ vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

---

Datum

---

Vojtěch Kláška

## PODĚKOVÁNÍ

Poděkování za odborné vedení patří panu Ing. Janu Strejčkovi, Ph.D., MBA a poděkování za cenné připomínky a rady patří paní Ing. Táni Lukáčikové a všem dalším pracovníkům společnosti, kteří se mnou v průběhu tvorby bakalářské práce spolupracovali.

---

**OBSAH**

Úvod.....	9
1 TEORETICKÁ ČÁST .....	10
1.1 Optimalizace.....	10
1.2 Metody průmyslového inženýrství .....	10
1.2.1 5S.....	11
1.2.2 Kaizen.....	13
1.2.3 Lean Six Sigma.....	15
1.2.4 Management úzkých míst.....	23
1.2.5 TPM.....	24
1.2.6 JIDOKA / Poka-yoke .....	25
1.2.7 JIT.....	26
1.2.8 Kanban.....	26
1.2.9 Standardizace a vizualizace .....	27
1.2.10 Snímek pracovního dne .....	27
1.2.11 Plýtvání (8 Muda).....	27
2 PRAKTICKÁ ČÁST .....	29
2.1 Představení společnosti .....	29
2.1.1 Výrobní portfolio .....	30
2.1.2 Popis výrobního procesu osazování optických kabelů.....	31
2.1.3 Příprava – detailní popis výrobního procesu .....	33
2.2 Analýza současného stavu .....	37
2.2.1 Zhodnocení pracoviště z pohledu 5S, standardizace a vizualizace .....	37
2.2.2 Snímek pracovního dne .....	39
2.2.3 Zhodnocení pracoviště z pohledu metody Kaizen.....	41
2.2.4 Zhodnocení pracoviště z pohledu metody Lean Six Sigma .....	42
2.2.5 Zhodnocení pracoviště z pohledu Managementu úzkých míst.....	43
2.2.6 Zhodnocení pracoviště z pohledu Poka-yoke.....	44
2.2.7 Shrnutí analytické části.....	44
2.3 Návrhy řešení.....	45
2.3.1 Realizace návrhu č.1 .....	45
2.3.2 Realizace návrhu č.2.....	46
2.3.3 Realizace návrhu č.3.....	47
2.3.4 Realizace návrhu č.4.....	47
2.3.5 Realizace návrhu č.5.....	48
2.3.6 Další možné optimalizační návrhy .....	48
2.4 Finanční zhodnocení.....	49

---

---

Závěr .....	51
Seznam použitých zdrojů .....	53
Seznam použitých symbolů a zkratk .....	54
Seznam použitých obrázků, tabulek a grafů .....	55
Seznam příloh .....	56



## ÚVOD

Společnosti hledají způsoby, jak efektivně řídit výrobu, aby byly konkurenceschopné. Způsob organizace a řízení výroby má za cíl snížit plýtvání a obecně má velký vliv na úspěšnost celého výrobního podniku. Soubor metod průmyslového inženýrství je používán jako nástroj k dosažení optimálního chodu podniku. Rozhodujícími faktory pro zákazníky jsou potom schopnost dodávat v požadované kvalitě a kvantitě, ale také rychleji a levněji než konkurence.

Obor informačních technologií se neustále rozvíjí a klade vyšší nároky právě na tyto klíčové faktory. Z tohoto důvodu je v odvětví informačních technologií maximální snaha o optimalizaci procesů a minimalizaci plýtvání. Průmyslové inženýrství dělí metody do dvou skupin, první skupina hledá a odhaluje plýtvání, druhá skupina se ho snaží odstranit. Efektivně hledat plýtvání je tak možné za pomoci snímku pracovního dne a pozorování na pracovišti. Nalezené chyby a plýtvání se dají následně minimalizovat za pomoci metod 5S, standardizace a vizualizace, Kaizen, Lean Six Sigma a další.

Tématika bakalářské práce úzce souvisí s mojí brigádnickou činností na pozici Procesní inženýr ve firmě ADC Czech republic s. r. o. Mou pracovní činností je tvoření pracovních instrukcí pro zaměstnance výrobních linek, měření výrobních časů, spolupráce na projektech transformace a přesunu linek v rámci areálu firmy a výpomoc s jejich řízením a optimalizováním.

Cílem této bakalářské práce je tedy zvýšit efektivitu pracoviště a výrobních procesů ve společnosti ADC Czech republic s. r. o. Práce se hlouběji zaměřuje na linku Příprava na oddělení Optical Devices (OD). V praktické části je představena výroba na tomto úseku, jeho analýza pomocí metod průmyslového inženýrství, snímku pracovního dne a pozorování, a také optimalizační návrhy.

## 1 TEORETICKÁ ČÁST

Tato část bakalářské práce se zabývá rešerší metod průmyslového inženýrství, jejich teoretických základů a praktických aplikací pro společnosti, ale i vymezením samotného pojmu optimalizace. Nejznámějšími metodami průmyslového inženýrství jsou Lean Six Sigma, 5S a Kaizen, u kterých je rozvinuto, z čeho vycházejí, na co se zaměřují a jak se dají v praxi aplikovat.

### 1.1 Optimalizace

Proces optimalizace je snahou o zvýšení ekonomické efektivity výrobních procesů a chce dosáhnout jejich technické dokonalosti. Optimalizace se snaží procesy zkvalitnit, zjednodušit a přinést peněžní úsporu. Díky této snaze je ve výrobě, výzkumu a řízení procesů hojně využívána výpočetní technika. Všechny tyto činnosti jsou založeny na využívání a zpracovávání matematických modelů. Díky nim lze velmi rychle a efektivně simulovat různé výrobní procesy a jejich chování, analyzovat alternativy a hledat optimální řešení [1,2].

### 1.2 Metody průmyslového inženýrství

Průmyslové inženýrství je vědním oborem, který hledá cesty, jak co nejlépe eliminovat ztráty ve výrobních a administrativních procesech. Hlavními oblastmi, o které se zajímá, jsou, jak co nejefektivněji eliminovat plýtvání ve výrobních procesech a jak co nejlépe provázat výrobní a administrativní procesy [3,4,5]. Pod průmyslové inženýrství spadají tři základní vědní obory viz obrázek 1.1.



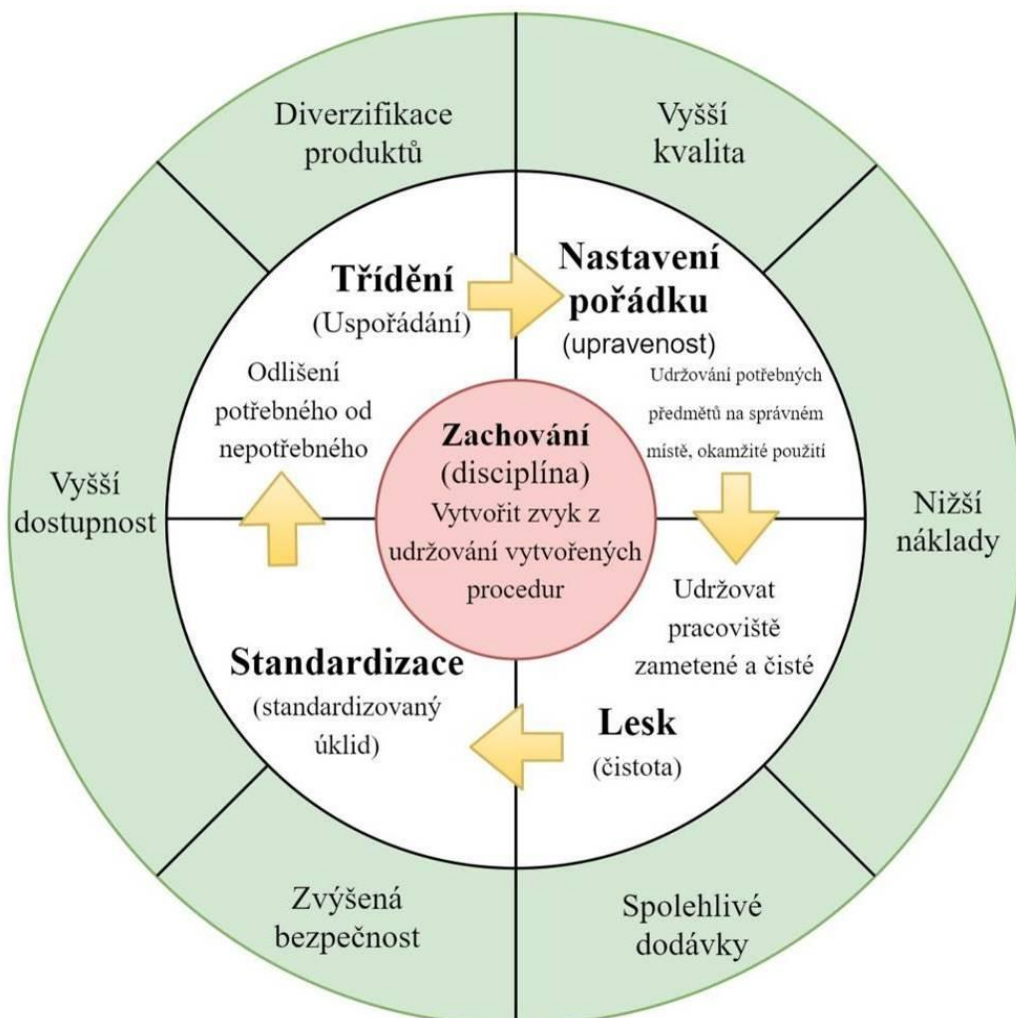
Obr. 1.1 Průmyslové inženýrství [vlastní zpracování dle 3].

Průmyslové inženýrství se začalo vyvíjet již v 19. stol., kdy se začaly formovat základní pravidla vědeckého přístupu k růstu a výkonnosti podniku [3]. Od té doby se v tomto vědním odvětví tedy nashromáždilo už mnoho poznatků a zkušeností, které se dnes zúročují v optimalizačních procesech i přesto, že stále častěji využíváme moderních výpočetních technologií.

Ve 21. století dochází ke značné změně pracovní náplně profese průmyslového inženýra. Nástupem moderních počítačových technologií plánování a rozvrhování výrobních procesů, využíváním simulačních modelů a jiných dalších technologií se působení průmyslového inženýra stává sofistikovanějším. Stále častěji se stává, že je jeho pozice vymezená pro zprostředkovávání vzájemných vazeb v rámci ostatních procesů [3,4,5]. Klíčové faktory ovlivňující jeho náplň práce pak hlavně jsou:

- Vývoj nových materiálů a produktové inovace.
- Rozšiřování automatizovaných výrobních technologií a systémů.
- Jednotlivé operace a s nimi spojené procesy se stávají více specializovanými, životní cykly výrobních technologií jsou čím dál tím kratší.
- Vysoký tlak technologie v souvislosti s životním prostředím [3,5].

### 1.2.1 5S



Obr. 1.2 5S [vlastní zpracování dle 6].

Podnik se dá přirovnat k živému organismu, aby přežil, musí se adaptovat na změny ze strany zákazníků, nových technologií a nových druhů výrobků vstupujících na trh. Musí tedy opustit stará organizační schémata a návyky, které už neplatí, a přijmout nové metody vhodné pro danou dobu [6].

Zavedení pěti pilířů 5S je důležité pro zlepšování činností zajišťujících přežití firmy. Slovo „pilíř“ vyjadřuje strukturální prvek, těchto 5 pilířů společně podporuje strukturální systém. V tomto případě se tedy jedná o již zmíněný systém zlepšování ve firmě. Jsou pojmenovány jako třídění, nastavení pořádku, lesk, standardizace a zachování viz obr. 1.2. Tato slova začínají v japonštině i angličtině písmenem S, a proto jsou označovány jako 5S. Nejdůležitějšími prvky jsou třídění a nastavení pořádku (závisí na nich úspěch zlepšovacích činností) [6,7].

### **První pilíř: třídění (Sort/ Seiri)**

Třídění znamená, že je nutné z pracoviště odstranit všechny předměty, které nejsou k výrobě (nebo administraci) zapotřebí. Potřebné a nepotřebné jde často jen těžko rozlišit. Lidé lpí na různých věcech, protože si myslí, že je budou potřebovat i když k tomu s největší pravděpodobností nikdy nedojde. Tímto způsobem se velmi snadno hromadí zásoby a zařízení, které pak brzdí každodenní výrobní činnosti [6,8].

Nepotřebné zásoby potřebují prostory pro jejich uskladnění. Čím je jich více, tím je také obtížnější je rozlišit od nepotřebných [6].

### **Druhý pilíř: nastavení pořádku (Set in Order/ Seiton)**

Nastavení pořádku lze definovat jako uspořádání potřebných položek tak, aby mohly být jednoduše použity, a jejich označení takovým způsobem, že je lze velmi snadno a rychle nalézt nebo uložit [6,7,8].

Pilíř nastavení pořádku by měl být zaveden až po třídění. Po třídění zůstává totiž jen to, co je nezbytné. Dále by mělo být jasné, kam tyto věci patří, aby každý pochopil, kde věci najít a kam je zase vrátit [6,8]. Například pomocí obrázku nástroje na místě jeho uložení.

### **Třetí pilíř: lesk (Shine/ Seiso)**

Třetí pilíř – lesk, znamená jednoduše úklid, zahrnuje zametení podlah, vyčištění strojů a obecně zajištění toho, že vše v podniku zůstává čisté [6,7,8].

### **Čtvrtý pilíř: standardizace (Standardize/ Seiketsu)**

Tento pilíř se odlišuje od třídění, nastavení pořádku a lesku. Předchozí tři pilíře mohou být chápány jako činnosti, oproti tomu standardizace je metodou, která se používá pro zachování prvních tří pilířů. Standardizace se vztahuje ke každému z těchto tří pilířů, ale nejvíce k lesku. Přináší výsledky právě pokud dodržujeme tento třetí pilíř. Je to podmínka, která existuje až poté, co se již nějakou dobu praktikoval třetí pilíř [6,7,8].

### **Pátý pilíř: zachování (Sustain/ Shitsuke)**

V souvislosti s pěti pilíři znamená zachování *zautomatizování řádného udržování správných procedur*. První čtyři pilíře mohou být zavedeny bez problémů, pokud jsou zaměstnanci zavázáni dodržovat podmínky 5S na jednotlivých pracovištích. Tyto pracoviště se budou těšit vysoké produktivitě a kvalitě [6,7].

V mnoha firmách se ztrácí zbytečně mnoho času a úsilí tříděním a úklidem. Takovým firmám často chybí disciplína zachovávat podmínky 5S a dodržovat je na denním pořádku. Bez pilíře zachování se další pilíře dlouho neudrží [6].

Zavedení 5S může mít pro podnik různé přínosy:

- Přístupování tvůrčím způsobem k uspořádání a rozložení pracoviště.
- Zpříjemnění práce na pracovišti.
- Uspokojení z dobře odvedené práce.
- Usnadnění komunikace se spolupracovníky [6].

### 1.2.2 Kaizen

Kaizen obecně znamená zlepšování. Jedná se o zlepšování neustálé, do kterého je zapojen každý, od manažerů až po dělníky. Toto slovo (v překladu *změna k lepšímu*) je jedno z nejfrekventovanějších slov používaných v japonském jazyce. Je to filozofie, která říká, že zítra musí být lépe než dnes, v osobním životě i v práci [7,9].

Kaizen se týká především jednotlivce, který musí zdokonalovat nejprve sám sebe, následně také může zkvalitňovat vztahy se spolupracovníky, a nakonec zlepšuje věci a procesy v okolním prostředí. Kaizen je založený na tom, že pracovníci v podniku musí používat rozum stejně dobře jako svaly a ruce [7,8,9].

Základními principy jsou:

- Zaměření se na zlepšení, která vychází z praktických znalostí a zkušeností zaměstnanců ve výrobě, které jsou obvykle managementu firmy vzdálené.
- Zapojení pracovníků do zlepšování procesů přináší jejich seberealizaci a uspokojení z práce, které přispívá k jejich rozvoji i zlepšování podnikové kultury.
- Změny „zvenčí“, reagující pouze na vznikající problémy, jsou většinou spojené s vyššími náklady a jsou méně stabilní. Bývají také hůře přijímány zaměstnanci ve výrobě.
- Lidé ve výrobě by neměli být placeni pouze za plnění výkonů, dodržování norem a předpisů. Je třeba od nich požadovat, aby kolem sebe hledali chyby, plýtvání a aby hledali cesty, jak by se daná práce dala udělat rychleji, lépe a levněji. Je třeba je za tuto činnost odměňovat [9].

Zlepšovat se dá vše, kvalita, plnění termínů, náklady, produktivita. Nic na světě není pevně stanoveno a vše se neustále mění a vyvíjí, trhy, výrobky, zákazníci a jejich požadavky. Cílem podnikových procesů je tedy dostat výrobek nebo službu k zákazníkovi v požadovaném čase, množství, kvalitě a s optimálním krycím příspěvkem (rozdíl mezi cenou a náklady) [8,9].

Zlepšování procesů se obvykle orientuje na následující oblasti:

- Úzká místa (zvýšení průtoku).
- Redukce nestabilních procesů.
- Redukce plýtvání v procesech, zeštíhlování.
- Výrobky nebo procesy, se kterými je zákazník spokojen.
- Změny procesů s ohledem na nové výrobky, inovace.
- Pracoviště příliš fyzicky či psychicky zatěžující člověka.
- Neproduktivní procesy a procesy, které nedosahují plánovaných cílů [9].

Podnikové procesy jsou vzájemně provázány tokem materiálu, informací a pracovníky. Hledat plýtvání v jednotlivých procesech nestačí. Nejvíce plýtvání se obvykle nachází na rozhraních mezi procesy. Často se však chybí v jedné věci, a to v tom, že zlepšení jednoho procesu (například snížení nákladů na materiál) můžeme zhoršit všechny ostatní procesy (nižší kvalita, produktivita) [7,8,9].

Podle toho o jak složitý proces či tok procesů se jedná, můžeme volit různé metody analýzy a pozorování [9]:

- Fotografování – je velmi dobré pro dokumentování skutečného stavu na pracovišti, zachycení abnormalit, znečištění, nekvality, nepořádku na pracovišti apod.
- Videozáznamy – jsou často nutné při analýze a měření práce a stanovení výkonových norem, používají se často při analýze a zkracování časů na přetypování strojů a linek, analýzu plýtvání na pracovišti, zlepšování ergonomie pracoviště apod.
- Snímek pracovního dne, multimomentkové pozorování, analýza abnormalit na pracovišti, „špagetový diagram“ pracoviště aj. – používají se ke grafickému znázornění produktivních a neproduktivních činností na pracovišti a odhalení potenciálů zvýšení jeho výkonu.
- Analýza toku procesů – to je mapování toku hodnot, procesní diagramy, které zachycují tok materiálu či informací v procesech a mezi nimi.
- Formuláře na zaznamenávání faktů o činnostech a procesech, které se vyplňují na základě pozorování a rozhovorů s pracovníky.
- Dotazníky pro pracovníky.
- Audity podnikových procesů (tzv. „analýzy potenciálů“) [8,9].

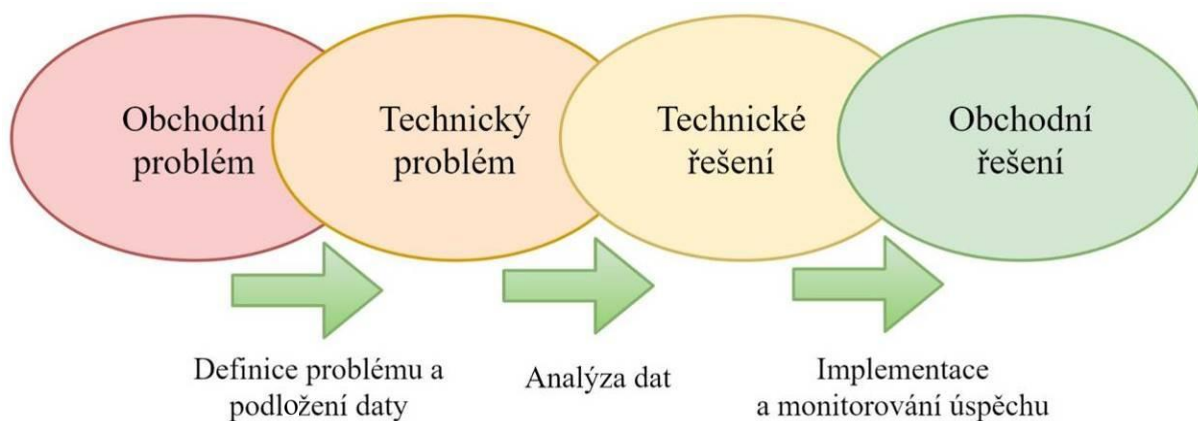


### 1.2.3 Lean Six Sigma

Lean, nebo myšlení Lean, je velmi široká metoda řízení vycházející z Toyota Production System (TPS) založeného v Japonsku. Primárně jde o snahu podniku neustále se zlepšovat a co nejvíce zamezit plýtvání. Druhou nejdůležitější částí filozofie Lean je uspokojení zákazníka. Lean se často používá s různými přívlasky, podle toho, na jakou oblast je zaměřena [10]:

- Lean Administration,
- Lean Construction management,
- Lean Leadership,
- Lean Marketing,
- Lean Production,
- Lean Six Sigma,
- a další [10].

Six Sigma je proces, rozšířeného a moderního pojetí Total Quality Managementu (TQM), který se stal známým a uceleným přístupem. Six Sigma používá postup viz obrázek 1.3, bere obchodní problém, který přetransformuje v technický problém, ten rozvine v technické řešení, a nakonec ho přetvoří v obchodní řešení [10,12].



Obr. 1.3 Role průmyslového systémového smýšlení a metod [vlastní zpracování dle 10].

Lean Six Sigma je kombinací dvou filozofií: Lean, která se zaměřuje na posílení zaměstnanců a standardizaci a Six Sigma, která přináší strukturovaný přístup a nástroje pro finanční zdůvodnění a usnadnění zlepšování procesů [11,13].

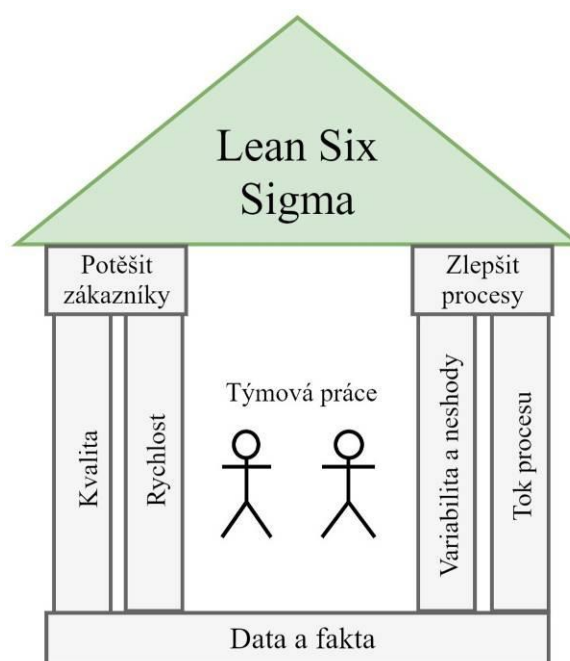
Filozofie Six Sigma zavádí stupně sigma, které nabývají hodnot 1 až 6. Tyto hodnoty označují stupně výtěžnosti (množství zboží a služeb dostatečně kvalitních k prodeji zákazníkům) viz tabulka 1.1 [11].

Tab. 1.1 Úrovně sigma [vlastní zpracování dle 11].

Výtěžnost	Úroveň sigma
30,85%	1
69,15%	2
93,32%	3
99,38%	4
99,977%	5
99,99966%	6

Lean Six Sigma se řídí čtyřmi základními pravidly (viz obrázek 1.4) [11]:

- Potěšit zákazníky rychlostí a kvalitou.
- Zlepšovat procesy.
- Pracovat společně pro dosažení maximálního zisku.
- Rozhodovat se na základě faktů a dat [11].



Obr. 1.4 Lean Six Sigma [vlastní zpracování dle 11].

### První pravidlo: Potěšit zákazníky rychlostí a kvalitou

Dříve se společnosti rozhodovaly, jakou kvalitu by měly splňovat jejich výrobky jen na základě představ inženýrů nebo marketingových pracovníků, byli zvyklí, že jediným relevantním názorem je názor jejich nadřízeného. Dnešní přístup hovoří o tom, že kvalitu určuje zákazník. Zákazník je totiž ten, který se rozhoduje, jestli dá peníze za služby a výrobky dané společnosti. Porovnává nabídky na trhu a rozhoduje se, která nejlépe vyhovuje jeho potřebám. V Lean Six Sigma se setkáváme s pojmem Hlas zákazníka neboli VOC (Voice



of the Customer). Tento pojem označuje to, že potřeby zákazníků jsou brány do úvahy při rozhodnutích o výrobcích a službách. Existuje několik technik VOC, díky kterým se společnosti snaží porozumět a vyhovět zákazníkům, např. zaznamenávání telefonických stížností a reklamací. Největší překážkou je uvědomit si, že všechna rozhodnutí ohledně služby a výrobku musí začínat u zákazníka [11,14].

Toto pravidlo má tedy velmi jasný cíl, a to odstranit cokoliv, co nespĺňuje požadavky zákazníka a vyřešit se zákazníkem všechny neshody. Zákazník totiž ideálně očekává, že jeho výrobek či služba budou doručeny co nejdříve a včas (**rychlost**), bezchybně (vysoká **kvalita**) a za co nejmenší cenu (nízké **náklady**) [11,12,14].

Orientace na zákazníka není pouze součástí zlepšovacího procesu. Je potřeba vědět, co zákazník uspokojí, co definují jako „kvalitní“ práci, jak rychle si přejí dodávku výrobků či služeb, co by vnímali jako neshodu atd. [11].

### **Druhé pravidlo: Zlepšovat procesy**

Jakmile jsou známy požadavky zákazníků, musí se zjistit, jak lépe dosahovat toho, co chtějí. Odpověď spočívá ve zmíněném zlepšování procesů. Důležitým poznatkem je, že většina problémů tkví „v systému“, to znamená, že zlepšování kvality vyžaduje změnu systému, jakým je práce prováděna. Proto se Lean Six Sigma zaměřuje na zlepšování procesu. Cílem většiny aktivit je zjistit, co je v systému chybného, co umožňuje výskyt problémů. Jejich odstranění umožní podniku poskytovat lepší výrobky a služby zákazníkům [11,13].

Lean Six Sigma klade důraz hlavně na:

- Dokumentování způsobu provádění práce.
- Zkoumání toku práce mezi lidmi a pracovišti.
- Poskytování znalostí a metod nezbytných pro trvalé zlepšování práce [11].

Většina zlepšovacích metod slouží jednomu cíli – odstranit kolísání kvality a rychlosti a zlepšit tok procesu a jeho rychlost [11].

### **Zlepšit tok procesu a rychlost**

Tok práce procesem je dalším zdrojem problémů. Předání od jednoho pracovníka nebo pracoviště jinému a fyzická cesta [11].

### **Zbavit se plýtvání v procesech**

V rámci zavádění Lean Six Sigma se hodně toho, co bylo zaužívaným způsobem provádění práce považuje za plýtvání. Je důležité, aby se podnik uměl sám sebe zeptat, který z nákladů zlepšuje výsledný produkt, a který ne. Způsob kritického myšlení je pro dosažení dobrých výsledků klíčový [11].

### **Třetí pravidlo: Pracovat společně pro dosažení maximálního zisku**

Při zavádění Lean Six Sigma je nutné povzbuzovat lidi ke společné práci na každodenní bázi [11].

### **Zlepšování týmové práce (dovednost spolupráce)**

V mnoha podnicích je tento typ zlepšování novinkou. Nestačí, aby manažer pouze řekl lidem: „Spolupracujte.“ Existují totiž dovednosti, ve kterých musí být proškoleni, aby vůbec kooperace mohla účinně fungovat. Tyto dovednosti zahrnují [11,13]:

- Schopnost naslouchat druhým,
- Brainstorming a techniky diskuze,
- Uspořádání nápadů,
- Rozhodování [11].

Dalšími klíčovými dovednostmi efektivních týmů jsou:

- Stanovování cílů,
- Přidělení zodpovědnosti,
- Zvládnutí konfliktů,
- Spolupráce s jinými skupinami a další [11].

K dosažení efektivity při zavádění Lean Six Sigma jsou tyto dovednosti klíčové, mnoho podniků na ně však zapomíná, nebo jim dává nízkou váhu [11].

### **Čtvrté pravidlo: Rozhodovat se na základě faktů a dat**

Nedostatek dostupných dat pro analyzování problémů je častou obtíží při zavádění Lean Six Sigma, často se se sběrem dat začíná od nuly. Je důležité data používat jako prostředek k rozhodnutím ohledně zlepšování [11,12].

Data se dají obecně rozdělit do dvou kategorií: měření výsledku a měření procesu. Všeobecně pokládané za užitečné se uvádí tyto [11]:

- Spokojenost zákazníka,
- Finanční výsledky,
- Rychlost potřebná k realizaci,
- Kvalita/ počty neshod [11].

### **Klíčové termíny**

Při zavádění Lean Six Sigma se setkáme s několika termíny, které se neustále opakují.

#### *WIP*

Work-in-process, neboli rozpracovanost v procesu, je množství jednotek, které jsou v procesu a ještě na nich není dokončena práce [11].

### *Lead time*

Je to průběžná doba, pomocí které označujeme čas, který plyne od okamžiku přijetí objednávky po její doručení zákazníkovi [11].

### *Zpoždění / čas ve frontě*

Kdykoli jsou rozpracované jednotky, které čekají, říká se jim jednotky ve „frontě“ a čas, který čekají, se nazývá „čas čekání“ [11].

### *Práce s přidanou hodnotou a práce bez přidané hodnoty (plýtvání)*

Cílem Lean Six Sigma je odstranit co nejvíce plýtvání. Plýtvání se však nedá zbavit stoprocentně, žádná z metod není stoprocentně efektivní. Platí však, že čím větší je plýtvání, tím větší nastává zpoždování v celém procesu [11,12,14].

### *Složitost*

V Lean Six Sigma má složitost zvláštní význam. Vztahuje se k počtu různých typů výrobků, služeb, možností, vlastností atd., které musí procesy zvládnout. Určitá míra složitosti je pozitivní, znamená totiž, že zákazníci si mohou vybrat z více variant a typů výrobků či služeb. Nadměrná složitost je však nežádoucí, skrývá v sobě další možnosti pro plýtvání a zpoždování v procesech [11].

### *Účinnost procesu*

Jelikož rychlost je klíčovým prvkem Lean, je nutné definovat pojem „rychlý“ a „pomalý“. Účinnost cyklu procesu je dána poměrem času s přidanou hodnotou vzhledem k celkové průběžné době potřebné k realizaci [11].

## **Zákony Lean Six Sigma**

Při implementaci Lean Six Sigma je dobré pamatovat na těchto pět zákonů [11].

### *Zákon trhu*

Zákaznickovy potřeby definují kvalitu a stanovují priority pro zlepšování [11].

### *Zákon pružnosti*

Rychlost procesu je úměrná jeho pružnosti. Na dílně je nepružnost vnímána jako čas pro seřizování nebo přestavbu strojů [11].

### *Zákon soustředění pozornosti*

Data říkají, že 20 % aktivit v procesu způsobuje 80 % problémů a zpoždění, takže nejvíce pokroku lze dosáhnout soustředěním se na těchto 20 % aktivit. Tyto aktivity se označují jako časové pasti [11].

*Zákon rychlosti (Littlův zákon)*

Rychlost procesu je nepřímo úměrná množství WIP (rozpracovanosti v procesu). Když WIP stoupá, rychlost se snižuje s naopak [11].

*Zákon komplexnosti nákladů*

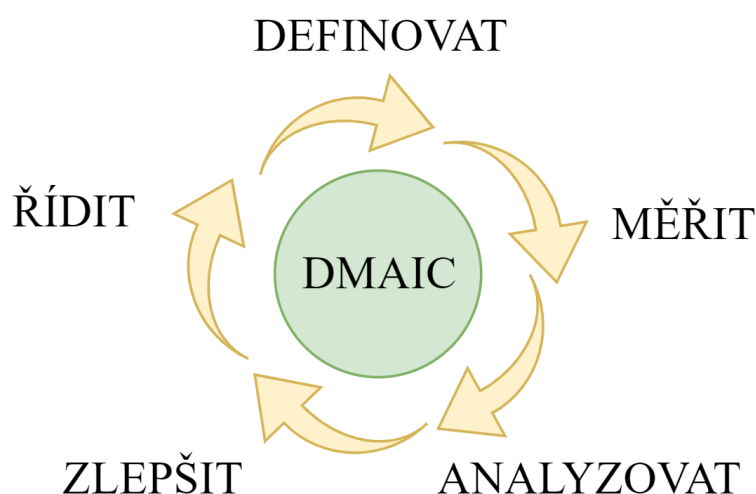
Komplexnost nabízených výrobků či služeb zvyšuje náklady a WIP více než problémy procesu s nízkou kvalitou (nízká úroveň Sigma) nebo rychlostí (chybí Lean) [11].

**DMAIC**

Metoda DMAIC, což znamená Define-Measure-Analyze-Improve-Control (tj. Definovat-Měřit-Analyzovat-Zlepšit-Řídit), je jednou z vůbec nejefektivnějších metod řešení problémů díky tomu, že nutí týmy, aby využívaly data pro [11,12]:

- Potvrzení charakteru a rozsahu problému.
- Určení skutečných příčin problému.
- Nalezení řešení, o nichž důkazy svědčí, že jsou propojeny s příčinami.
- Stanovení postupů pro udržení řešení i po skončení projektu [11,12].

Jednotlivé kroky této metody spolu úzce souvisí viz obrázek 1.5.



Obr. 1.5 DMAIC [vlastní zpracování dle 11].

*DEFINOVAT-M-A-I-C*

V první fázi je nutné se dohodnout na tom, čeho se bude projekt týkat. To znamená diskuzi v týmu, přezkoumání současných dat a problémů, načrtnutí mapy procesu, a nakonec sestavení plánu a pokynů pro tým [11,12].

Tyto kroky pomohou rozvinout společné chápání, dohodnout se s managementem na rozsahu projektu, dohodnout způsob měření úspěchu a v neposlední řadě vytvořit úspěšný tým [11].

V této fázi používáme nástroj, tzv. *SIPOC* diagram (procesní mapa pohledem z vyšší úrovně) viz tabulka 1.2 [11]:

- Dodavatelé (Suppliers),
- Vstup (Input),
- Proces (Process),
- Zákazníci (Customers) [11].

Tab. 1.2 SIPOC diagram [vlastní zpracování dle 11].

Dodavatelé	Vstupy	Proces	Výstupy	Zákazníci
Kdo je dodavatelem vstupů do procesu?	Jaké vstupy jsou potřeba?	Jaké jsou hlavní části procesu?	Jaké jsou výstupy?	Kdo přijímá výstupy procesu?

Dále můžeme rovněž použít nástroj Mapa toku hodnoty (Value Stream Map). Tyto mapy totiž znázorňují nejen tok procesu, ale také skutečná data v procesu (například časy jednotlivých operací) [11,12].

#### *D-MĚŘIT-A-I-C*

V této fázi se musí zhodnotit současný systém měření (zlepšit ho v případě nutnosti, vyvíjet ho v případě že není zavedený), pozorovat proces, sbírat data a mapovat proces detailněji. Tyto činnosti jsou nezbytné proto, aby data byla co nejpřesnější a věrohodná. Rozhodnutí musí být založeno na faktech a datech [11,12].

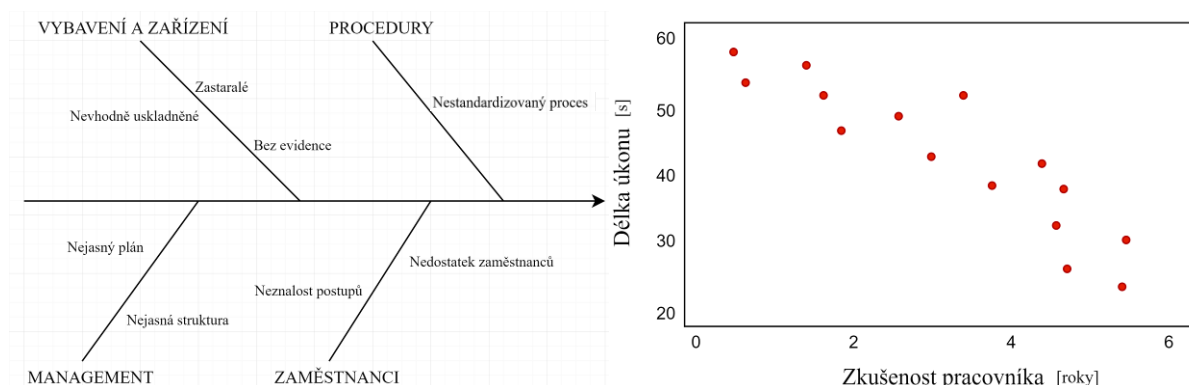
V této fázi používáme několik nástrojů:

- Pozorování procesu,
- Mapa hodnoty času (Time value map),
- Paretovy diagramy,
- Časové řady [11].

#### *D-M-ANALYZOVAT-I-C*

Cílem této fáze je protřídit sesbírané informace z fáze měření. Tato data se použijí k ověření příčin zpoždění, plýtvání, špatné jakosti atd. V této fázi se tedy nesmí spoléhat na zkušenosti, ale držet se sesbíraných dat. V datech se hledají hlavně nenáhodná seskupení a místa, kde se ztrácí hodně času. To umožní nalézt klíč ke skutečným příčinám, nalézt cestu k zrychlení procesů, aniž by utrpěla kvalita a určit kritické faktory pro řízení procesů [11,12].

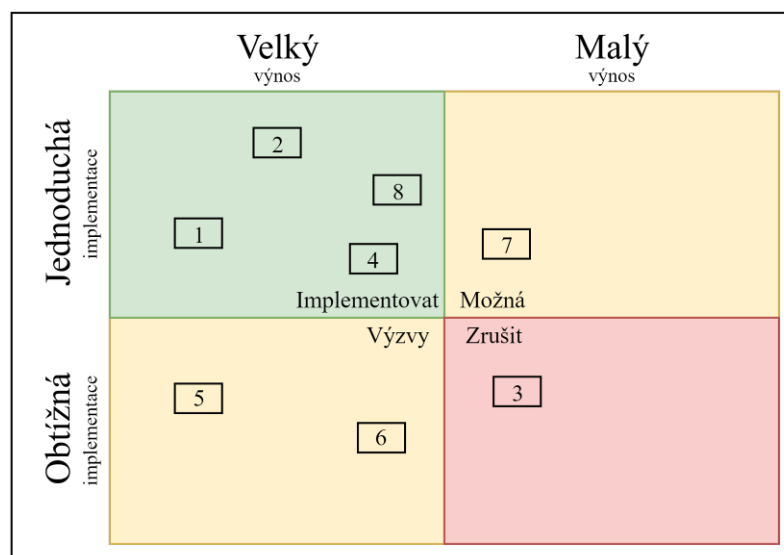
V této fázi můžeme použít například diagramy příčin a následků viz obrázek 1.6 a), nebo také korelační diagramy viz 1.6 b) [11].



Obr. 1.6 a) Diagram příčin a následků, b) Korelační diagram [vlastní zpracování dle 11].

### D-M-A-ZLEPŠIT-C

Jediným cílem této fáze je provést takové změny v procesu, které odstraní co nejvíce nedostatků, plýtvání, nákladů atd. spojených s potřebami zákazníka určených ve fázi Definovat. „Spojené“ znamená, že příčiny zkoumané ve fázi Zlepšit ovlivňují problém definovaný v návrhu. Změny musí ovlivňovat příčiny potvrzené fází Analyzovat. V této fázi můžeme použít Výběrový diagram (PICK diagram) viz obrázek 1.7, který pomůže vyloučit či vybrat z řady řešení ta nejlepší nebo nejméně vhodná [11,12].



Obr. 1.7 Výběrový diagram [vlastní zpracování dle 11].

### D-M-A-I-ŘÍDIT

Tato fáze má za účel zajistit trvalost zisků. K tomu patří vytvoření pracovních postupů a pomůcek, které pracovníkům umožní vykonávat práci novým, změněným způsobem. Dále se v této fázi také musí dokumentovat nové postupy a sledovat je, školit pracovníky.

Tyto postupy zabraňují návratu ke starým zvykům, reagují rychle na budoucí problémy a mohou pomoci v následném řízení jiných procesů. Nejběžnějším nástrojem je regulační diagram [11,12].

#### 1.2.4 Management úzkých míst

Každý systém má minimálně jedno omezení, které mu zabraňuje ve výkonnosti. Podobně i v podniku lze nalézt omezení, která mu zabraňují vydělávat víc peněz. Tato omezení můžeme hledat na rozličných místech [13]:

- Výrobní zdroje (chybějící kapacity).
- Marketing (nevyužitá kapacita).
- Řízení, směrnice (pravidla bránící produktivnější práci)
- Čas (dodávka trvá příliš dlouho a zákazníci odchází ke konkurenci).
- Postoje lidí (neochota, napětí, špatná kooperace a komunikace) [13].

Management úzkých míst je tvořen pěti základními kroky [13].

##### *Identifikace*

Snaha analyzovat systém s cílem nalézt omezení, které brání v dosažení vyšších zisků. Je třeba zjistit druh tohoto omezení (fyzické, manažerské). Může být identifikováno například pomocí zbytečně vysokých zásob, dlouhých operačních časů apod. [13].

##### *Využití*

Snaha o co nejefektivnější využití úzkých míst a odstranění omezení v těchto místech [13].

##### *Podřízení*

Tomuto rozhodnutí se musí vše další podřídit. Všechno úsilí se musí soustředit na zlepšení výkonnosti [13].

##### *Odstranění*

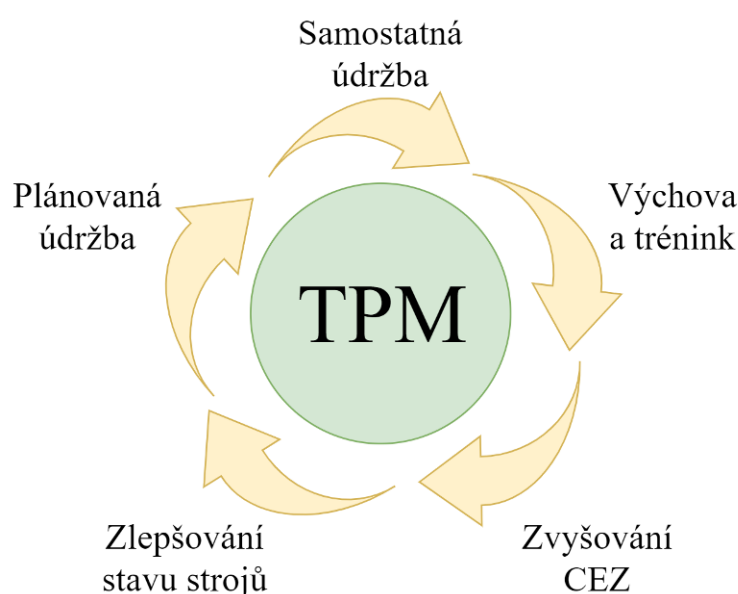
Tato fáze zahrnuje hledání řešení, jak úzké místo odstranit. Většinou toho lze dosáhnout novou investicí (času, peněz), modifikací systému apod. [13].

##### *Další akce*

Nelze připustit, aby se nečinnost stala systémovým omezením. Tento bod je absolutním základem procesu zlepšování [13].

### 1.2.5 TPM

TPM neboli Total Productive Maintenance (totálně produktivní údržba) je další oblíbenou metodou průmyslového inženýrství, která se zaměřuje na optimalizaci údržby strojů a zařízení. Náklady na údržbu jsou nezanedbatelnou částí nákladů firem, jedná se o 5-10 % z jejich obratu. TPM se zaměřuje na dosahování vysoké produktivity výrobních zařízení. Orientuje se na zapojení všech pracovníků ve výrobě do aktivit, které ústí v minimalizaci prostojů zařízení, neshod a zmetků. Vychází se z toho že pracovník, který pracuje na daném stroji, má šanci zachytit zdroje budoucích poruch zařízení nejdříve. Mottem TPM je: „Chraň si svůj stroj a starej se o něj vlastníma rukama.“ Co nejvíce údržbářských činností se tedy přenáší z klasických oddělení údržby přímo na výrobní pracovníky. Obsluha se také učí porozumět svému stroji. Základní prvky TPM viz obrázek 1.8 [5,13].



Obr. 1.8 Základy TPM [vlastní zpracování dle 5].

Základní oblastí pro zvyšování produktivity výrobních zařízení je eliminace přerušování jejich práce. Další oblastí jsou ztráty při práci s poškozenými komponenty nebo použití nesprávných pracovních metod [13].

TPM používá pět základních činností pro eliminaci přerušování v práci výrobního zařízení [13]:

- Používání optimálních podmínek pro práci zařízení.
- Dodržování předepsaných provozních podmínek.
- Včasné diagnostikování a obnova poškozených prvků.
- Odstraňování konstrukčních nedostatků v zařízení.
- Zdokonalování schopností pracovníků v oblasti obsluhy, diagnostiky a údržby zařízení [13].

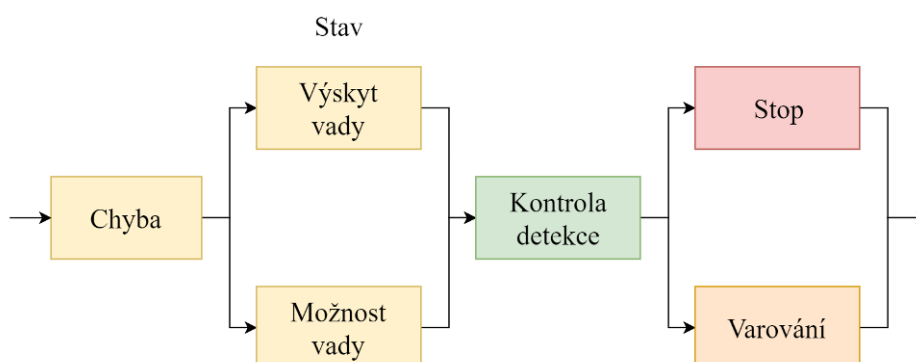


### 1.2.6 JIDOKA / Poka-yoke

V komplexnosti každého pracoviště je celá řada možností, kde udělat chybu, která je prvním krokem k plýtvání. Chyby způsobené lidmi jsou většinou chybami z nedbalosti [5]. Název JIDOKA v japonštině označuje stroje, které se umí automaticky zastavit, kdykoli se vyrobí špatný díl. Pokud stroj pracuje bez poruch, tak se o něj zaměstnanec nemusí starat. Pro rozpoznání vadného výrobku se používají tři hlavní indikátory – váha, rozměr a tvar [15]. Systém poka-yoke je označení přístupu, který eliminuje právě tyto chyby. Vychází ze slova yokeru (vyhnout se) a poka (zbytečné chyby). Tento systém je možné vnímat jako zajišťování kvality pracovního procesu. Poka-yoke má tři základní funkce [5]:

- Zastavení stroje nebo procesu,
- Kontrolu,
- Varovné signály [5].

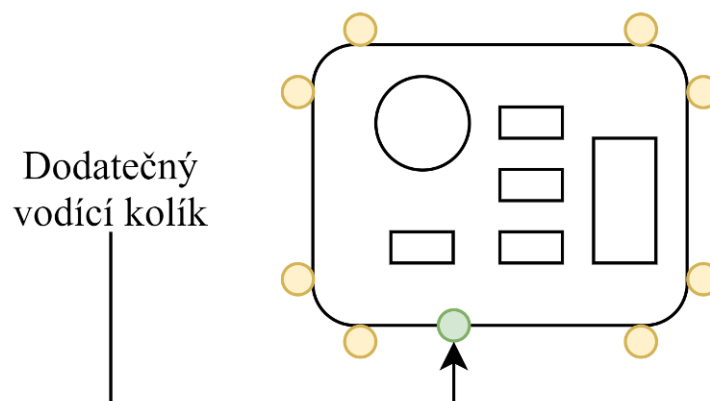
V principu je tento systém založen na mechanických řešeních a průmyslové automatizaci. Schéma fungování tohoto principu viz obrázek 1.9 [5].



Obr. 1.9 Funkce Poka-yoke [vlastní zpracování dle 5].

Prostředky poka-yoke napomáhají tomu, abychom se vyhnuli defektům a vadám. Je tedy nutné je brát jako prostředky pro zabudování jakosti do procesů. Mezi pět nejlepších prostředků poka-yoke patří:

- Vodící kolíky (viz obrázek 1.10),
- Chybová světla,
- Spínače,
- Počítadla,
- Kontrolní listy [5].



Obr. 1.10 Vodící kolík [vlastní zpracování dle 5].

### 1.2.7 JIT

JIT neboli Just In Time (právě včas) je princip řízený zákazníkem, jedná se tedy o tažný princip řízení. Hlavní úlohou je zajištění dodávek materiálu pro výrobu tak, že budou dostupné přesně v ten čas, kdy jsou ve výrobním procesu potřeba. Tento princip pochází z japonské automobilky Toyota, kde je hlavní zaměření na eliminaci těchto základních druhů ztrát [15]:

- Ztráty z nadprodukce,
- Čekání,
- Manipulace s materiálem,
- Udržování zásob,
- Ztráty v důsledku nekvalitní výroby [15].

Cílem tohoto principu jsou „nulové zásoby“ a hlavně 100% kvalita. Tomuto cíli se dá přiblížit dobrou spoluprací jednotlivých článků výrobního systému (dodavatelé, odběratelé). Předstih je v tomto principu nežádoucí. Pracoviště jsou řízena objednaným množstvím. V důsledku tohoto řízení se produkují pouze malé výrobní dávky, což vede ke zvýšení pružnosti [15].

Tato metoda klade důraz hlavně na rychlé a levné seřizování strojů, vícestrojovou obsluhu, větší pravomoc dělníků a preventivní údržbu strojů, za kterou je zodpovědná především jejich obsluha [15].

### 1.2.8 Kanban

Kanban je systém, který se uplatňuje zejména při rovnoměrné sériové výrobě stejných nebo podobných součástí. Kanban v japonštině znamená štítek nebo karta, která se používá ke komunikaci. Když je ze skladu, kde je drženo nějaké minimální množství výrobků, vyexpedováno zboží zákazníkovi, tak štítek putuje na výrobní linku. Štítek slouží jako interní objednávka při vstupu do výroby. Systém se dá aplikovat i na výrobní provoz. Karty jsou přiřazeny k dávkám součástí ve výrobě. Po zpracování všech dílů na kartě si pracoviště zažádá o další. Pracoviště mají mimo jiné za povinnost zkontrolovat kvalitu dílů uvedených na těchto kartách a karty slouží také jako záznamový arch o provedené práci. Tento systém je tedy tahovým systémem výroby, který pracuje s minimálními zásobami [15].

### 1.2.9 Standardizace a vizualizace

Každé zlepšení výrobního procesu končí standardizací a vizualizací. Standard popisuje způsob vykonávání práce. Vizualizace slouží k rychlému zorientování se a pochopení práce a odhalení případného problému v procesu. Standardy slouží zejména na [6,9]:

- Redukci variability,
- Usnadnění komunikace,
- Zviditelnění problémů,
- Zvýšení pracovní disciplíny,
- Vyjasnění pracovních procedur [9].

U procesu standardizace postupujeme následovně:

1. Musíme definovat proces.
2. Upřesníme, kde je začátek a konec procesu.
3. Rozhodneme o tvorbě standardu.
  - 3.1. Pro produkt nebo pro skupinu.
  - 3.2. Pro jedno pracovní místo nebo pro více pracovních míst.
  - 3.3. Pro jednotlivé typy zařízení.
    - 3.3.1. Vytvoření standardu – popsání vykonávaných činností operátora, parametry a kritické body procesu, postup odstranění abnormality.
    - 3.3.2. Obeznamení a ověření správnosti, srozumitelnosti a přehlednosti.
    - 3.3.3. Implementace, kontrola a korekce [9].

### 1.2.10 Snímek pracovního dne

Předmětem pozorování je veškerá činnost samostatně pracujícího pracovníka. Vlastní záznam se provádí do pozorovacího listu. Toto měření je nejpodrobnějším záznamem o pracovní činnosti, je to nepřerušované pozorování spotřeby pracovního času během celé směny. Úkony kratší než 30 vteřin se spojují, tudíž přesnost záznamu se pohybuje řádově v minutách. Nevýhodou této metody je její pracnost a náročnost jak pro pozorovatele, tak pro pozorovaného zaměstnance. Snímkem se zaznamenává čas práce, nevyhnutelně nutných přestávek, podmíněčně nutných přestávek a případné časové ztráty a plýtvání. Vyhodnocením snímku se zjišťuje zejména neproduktivní čas [16].

### 1.2.11 Plýtvání (8 Muda)

Aplikace metod průmyslového inženýrství především znamená zbavování se ztrát. V japonštině jsou tyto ztráty označovány jako „muda“. Ztráty mohou mít různé formy, rozdělují se do následujících osmi kategorií [17].

**Ztráty nadprodukci** – nadprodukce na všech stupních výroby vzniká především, když je výroba v předstihu před plánem a objednávkami zákazníků. Vzniká z obav před možnými

problémy s dodávkami, poruchami strojů nebo snahou maximálně využít nové zařízení, aby se co nejrychleji zaplatilo. Toto vše vyžaduje další nepotřebné výrobní a skladovací plochy, větší rozpracovanost a více pracovních sil [17].

**Ztráty v důsledku držení nadměrných zásob** – tyto zásoby se vyskytují hlavně jako vstupní prvky na začátku procesu nebo jako hotové výrobky na konci procesu. Nadměrné zásoby nemají pro zákazníka žádnou přidanou hodnotu, a navíc vážou nadměrné finanční prostředky. V rámci procesu vznikají také zásoby ve formě rozpracovaných výrobků. Ke snížení objemu zásob mohou posloužit již výše zmíněné systémy Just-in-Time nebo Kanban [17].

**Ztráty v důsledku oprav a zmetků** – za zmetky považujeme výrobky, které svojí kvalitou nedosahují předem určeného standardu. Ve výrobním procesu na ně byl spotřebován materiál a čas a nyní by se měly vyhodit. Toto je způsobeno nedostatečnou kontrolou kvality v průběhu celého výrobního procesu, kdy by bylo možné daný zmetek v rámci tolerancí opravit do takové podoby, aby kvalitativně vyhovoval. Při hromadné výrobě může na lince vzniknout velké množství zmetků, než je linka zastavena. Předejítí těmto problémům napomáhá výše zmíněná metoda Jidoka/ Poka yoke [17].

**Ztráty zbytečnými pohyby** – u hromadné výroby se tento druh ztrát projevuje, když se jeden a ten samý nadbytečný pohyb objevuje mnohokrát za směnu. Jedná se o různé přecházení, hledání dokumentace, ruční manipulace s těžkými břemeny apod. Takovéto nadbytečné pohyby lze odstranit vhodnou organizací a standardizací. Důležitým pomocníkem zde může být výše zmíněná metoda 5S [17].

**Ztráty při vlastním zpracování výrobku** – tyto ztráty vznikají nadměrným odpadem, když materiál není v požadovaných rozměrech. Důležitá je úzká spolupráce s dodavateli nebo jinými odděleními, které potřebný materiál na pracoviště dodávají [17].

**Ztráty čekáním** – k čekání dochází hlavně tehdy, když je na pracovišti nedostatečná organizace, dochází k poruchám strojů nebo špatnému přísunu materiálu. Hůře odhalitelné jsou však ztráty času při jednotlivých operacích a mezi nimi. Pracovník může pracovat pomaleji než je jeho standardem z důvodu, že čeká na rozpracovaný výrobek z jiného pracoviště, nebo standard objemu výrobků za směnu, který má stanovený, je podhodnocený [17].

**Ztráty v dopravě** – mohou vznikat při takových operacích, kdy se materiál převáží jen proto, že se neví, kam ho uskladnit. Je tedy žádoucí, aby doprava byla účelná a pokud možno přinášela zákazníkovi přidanou hodnotu [17].

**Ztráty z nevyužití tvůrčího potenciálu pracovníků** – takovéto ztráty jsou způsobeny nevhodným přístupem vedoucích pracovníků ke svým podřízeným. Jsou často přesvědčeni, že znají vše nejlépe a nepotřebují se o tom s nikým radit. Tímto pak vzniká komunikační propast mezi pracovníky a jejich nadřízenými a tito pracovníci nemají svou tvořivost a schopnosti jak uplatnit [17].

## 2 PRAKTICKÁ ČÁST

Tato kapitola bakalářské práce je rozdělena do tří částí. V první části je představena společnost, ve které byla bakalářská práce vykonávána. Druhá část je zaměřena na analýzu této společnosti pomocí zvolených metod průmyslového inženýrství a poslední třetí část se zabývá optimalizačními návrhy, jejich implementací ve výrobě a finančním zhodnocením těchto návrhů.

### 2.1 Představení společnosti

Společnost, ve které byla bakalářská práce vypracována, byla založena v roce 2005 pod jménem ADC Czech Republic s. r. o. se základním kapitálem 25 000 000 Kč. V roce 2010 se stala firma ADC součástí globální korporace TE Conectivity, která ji následně předala společnosti CommScope Czech Republic s.r.o. (viz obrázek 2.1, 2.2, Tabulka 1: Základní údaje), která má závody po celém světě.



Obr. 2.1 Závod Brno-Slatina [19].

Závody této společnosti je možné najít v USA, Mexiku, Číně a jinde. Od svého založení v roce 1976 má víc než 15 000 zaměstnanců po celém světě, se zákazníky ve více jak 130 zemích. Mezi zákazníky firmy patří velké světové firmy jako Microsoft a Apple, nebo některé evropské firmy jako Deutsche Telecom a další. Dodavateli firmy jsou místní společnosti jako TESLA Liptovský Hrádok a.s., HANSA Brno s.r.o. a další.

Hlavním předmětem podnikání této Brněnské pobočky CommScope je výroba optických a hybridních kabelů, elektronických součástek, rozvaděčů a projektování elektrických zařízení. Cílem společnosti je být jedničkou v oblasti produktů a služeb pro telekomunikační odvětví telefonních, televizních a internetových poskytovatelů datových služeb.



Tab. 2.1 Základní údaje o společnosti CommScope Czech Republic s. r. o. [19].

Obchodní jméno	CommScope Czech Republic s.r.o.
Sídlo	Evropská 862, 664 42, Modřice
IČO	26751771
Právní forma	Společnost s ručením omezeným
Den zápisu	20. ledna 2003
Základní kapitál	242 425 000 Kč

# COMMScope®

Obr. 2.2 Logo společnosti CommScope [19].

## 2.1.1 Výrobní portfolio

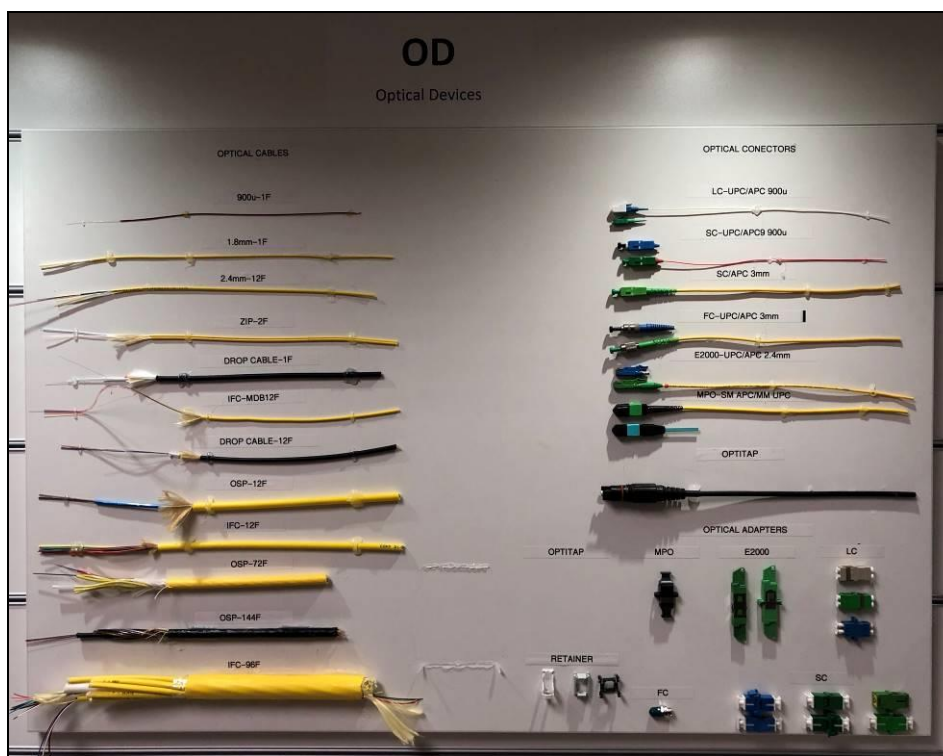
Pobočka Brno-Slatina se rozděluje do 5 výrobních oblastí, které se liší výrobním sortimentem viz obrázky 2.3. Tyto výrobní oblasti jsou:

- OD (Optical Devices) – osazování optických kabelů,
- ODF (Optical Distribution Frames) – výroba rozvodných skříní,
- Boxes,
- Copper Connect – osazování měděných kabelů,
- T-dux & HS (Heat Shrink) – venkovní těsnění kabelů.



Obr. 2.3 Výrobní portfolio [19].

Tato práce byla vykonaná na oddělení OD (sortiment viz obrázek 2.4), které se specializuje na práci s optickými kabely. Tyto kabely jsou odsud přímo expedovány zákazníkům, nebo se dále zpracovávají na dalším oddělení.



Obr. 2.4 Výrobní portfolio OD [19].

### 2.1.2 Popis výrobního procesu osazování optických kabelů

Oddělení OD je zaměřené na osazování optických kabelů. Kabely seká podle požadavku zákazníka na zvolenou délku, dále operátoři výroby kabely upravují a větví. Nakonec je osazují konektory různých typů, například konektor s jedním vláknem (LC), nebo s dvanácti vlákny (MPO).

Kabely se rozlišují (viz obrázek 2.5.) jak podle délek (smotky/cívky), podle celkového počtu vláken (1-948), typu zakončení obou stran kabelu (např. MPO-MPO, MPO-LC, LC-LC), tak i podle typu větvení a konstrukce.

VLÁKNO		RODINA	TYP VLÁKNA	KONEC A	KONEC B	KONSTRUKCE	POČET VLÁKEN	-	BARVA	MOŽNOSTI	JEDNOTKA DÉLKY	DÉLKA
a	b	c	dd	ee	f	g			h	j	k	mmm
F = LOW LOSS	D = JUMPER	G = SINGLEMODE A2	LA = LC APC	FA = FC APC	A = 12f	1 = 1 VLÁKNO	A = MODRÁ				F = FEET	FEET 1 - 999
U = ULTRA LOW LOSS	F = JUMPER	H = MULTIMODE OM2	LC = LC UPC	FC = FC UPC	B = 24f	2 = 2 VLÁKNA	B = ORANŽOVÁ				M = METRY	METRY 1 - 999
A = PRODUKT POLARITY A	F = JUMPER	M = MULTIMODE OM1	LM = LC MINI DPLX	LA = LC APC	D = 12f	8 = 8 VLÁKEN	C = ZELENÁ					
	G = TRUNK	U = MULTIMODE LIMET	LU = LC UPC (UNIBOOT)	LC = LC UPC	G = 12f	D = 12 VLÁKEN	D = HNĚDÁ					
	H = TRUNK ARM.	V = MULTIMODE OM5	K* = LC	LM = LC MINI DPLX	J = 8f	R = 16 VLÁKEN	E = SEDA					
	J = TRUNK	W = SINGLEMODE A1	LF = KEYED LC	LU = LC UPC (UNIBOOT)	P = 12f	F = 24 VLÁKEN	F = BILÁ					
	K = TRUNK ARM.	X = MULTIMODE OM4	LN = NO KEY LC	K* = LC	R = 12f	B = 24 VLÁKEN - 8f MPO+dummy	G = ČERVENÁ					
	L = RUGGED	Z = MULTIMODE OM3	MA = MPO (SAMICE) 12vl	LF = KEYED LC	Q = 8f	H = 48 VLÁKEN	H = ČERNÁ					
	N = RUGGED		MB = MPO (SAMICE) 12vl	MA = MPO (SAMICE) 12vl	S = 12f	G = 36 VLÁKEN	J = ŽLUTÁ					
	Q = RUGGED		MP = MPO (SAMICE) 12vl	MB = MPO (SAMICE) 12vl	Z = SIMPLEX	H = 48 VLÁKEN	K = RIALOVÁ					
	O = ARRAY		MQ = MPO (SAMICE) 12vl řířalový štítek	MP = MPO (SAMICE) 12vl	4 = ZIP CORD	K = 72 VLÁKEN	L = RŮŽOVÁ					
	R = ARRAY		MX = MPO (SAMICE) 12vl řířalový štítek	MQ = MPO (SAMICE) 12vl řířalový štítek		L = 96 VLÁKEN	M = AQUA					
	Y = TRUNK		OP = MPO (SAMICE) 8vl	MU = MTRU		M = 144 VLÁKEN	N = LIMETKOVÁ ZELENÁ					
	Z = ARRAY		OQ = MPO (SAMICE) 8vl	MX = MPO (SAMICE) 12vl		P = 288 VLÁKEN						
	3 = TRUNK		QQ = MPO (SAMICE) 8vl	QP = MPO (SAMICE) 8vl		V = 432 VLÁKEN						
	4 = RUGGED		SA = SC APC	QQ = MPO (SAMICE) 8vl		W = 576 VLÁKEN						
			SC = SC UPC	QA = MPO (SAMICE) 8vl		X = 864 VLÁKEN						
			ZP = MPO (SAMICE) 24vl	SA = SC APC								
			ZX = MPO (SAMEC) 24vl	SC = SC UPC								
				ST = ST UPC								
				UC = BEZ KONEKTORU								
				ZP = MPO (SAMICE) 24vl								
				ZX = MPO (SAMEC) 24vl								

POŽADAVEK ZÁKAZNÍKA			
PÍSMENO	DÉLKA V PALCÍCH	DÉLKA V MM – LC KONEC	GLAND / PULLGRIP- POUŽÍTE MPO KONEC
A	33"	839-914	BEZ GLAND
B	33"	839-914	GLAND
C	33"	839-914	PULLGRIP
D	12"	305-380	BEZ GLAND
E	24"	610-685	BEZ GLAND
F	24"	610-685	GLAND
G	24"	610-685	PULLGRIP
H	48"	1220-1295	BEZ GLAND
J	48"	1220-1295	GLAND
K	48"	1220-1295	PULLGRIP
L	72"	1830-1905	BEZ GLAND
M	72"	1830-1905	GLAND
N	72"	1830-1905	PULLGRIP
P	96"	2438-2515	BEZ GLAND
Q	96"	2438-2515	GLAND
R	96"	2438-2515	PULLGRIP
S	36"	914-990	BEZ GLAND
T	36"	914-990	PULLGRIP
U	36"	914-990	GLAND
V	60"	1524-1600	BEZ GLAND
W	60"	1524-1600	PULLGRIP
X	-	-	BEZ BREAKOUTU
Y	36"	762-1066	SHELF A GLAND
Z	36"	762-1066	SHELF A PULLGRIP
8	-	-	5 PORT BLOCKEREM
9	-	-	BEZ BREAKOUTU, BEZ CÍVKY

**DOKUMENT V TIŠTĚNÉ PODOBĚ JE NEŘÍZENÝ**  
**Tisk 12/04/2019**

Obr. 2.5 Tabulka kódování kabelu [19].

Na tomto oddělení je možné shrnout technologický postup do následujících kroků:

- Cutter

Kabel se odvíjí z cívky a seká se na potřebnou délku, následně se buď smotá nebo navine na menší cívku.

- Příprava

Na pracovišti Přípravy se kabel větví a upravuje dle specifikace.

- Ribbon

Kabel se na tomto pracovišti dále stripuje a navlékají se na něj komponenty budoucího konektoru.

- Potting

Vlákna kabelu se nasazují do ferrule (kování), pojistí se lepidlem a následně vytvrdí v peci.



- Polish

Ferrule se leští, tím se odstraňují zbytky epoxidu a upravuje se výška a rádius zakončení.

- Vizuální inspekce

Kontrola správného vyleštění, chyb a defektů na vláknech kabelu.

- Geometrie

Testuje se, zdali jsou vlákna a ferrule ve správném tvaru, poloze a výšce.

- Crimp + continuity

Konektor se finálně zakrimpuje a postupuje k prvnímu testu jeho funkčnosti.

- EXFO

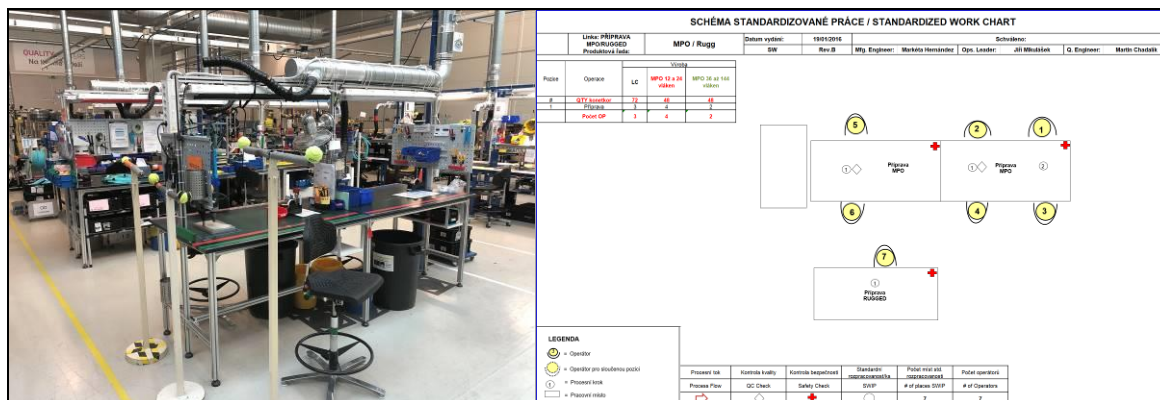
Na tomto stanovišti se testuje odraz a útlum signálu, který prochází přes konektor kabelu.

- Balení a expedice

V tomto posledním kroku se na výrobek nalepí příslušné štítky a je zabalen podle požadavku zákazníka. Takto upravený výrobek je připraven na odeslání k zákazníkovi.

### 2.1.3 Příprava – detailní popis výrobního procesu

Pracoviště Příprava (viz obrázek 2.6) se nachází ještě před samotnou výrobní linkou. Pracoviště se skládá z několika pracovních stolů, nástěnek s nářadím, stojanů na kabely, přímého osvětlení a vzduchotechniky, kvůli práci s lepidly. Toto pracoviště přijímá materiál ve formě nasekaných kabelů od pracoviště Cutter ve formě smotků nebo meších cívek a také komponenty ze skladu.



Obr. 2.6 a) Pracoviště Příprava, b) Schéma standardu [19].

Vedoucí zaměstnanec rozdělí práci na zakázce mezi všechny pracovníky stanoviště. Nasekané kabely připravené na pojízdných věšácích se dle specifikace a počtu vláken upravují na základě předem stanovených postupů.

S každým kabelem putuje inspekční report (viz obrázek 2.7), do kterého se zaměstnanci podepisují, podle toho, jaký úkon provedli a zapisují délku kabelu, kterou kontrolují dle příslušné tabulky.

COMMSCOPE®		Inspekční report		označení: FIBER064(IR) rev:P	
<b>Job Number:</b>		kus ze zakázky/		Z	
<b>Part Number:</b>		-	Linka:		
<b>Description:</b>		MID MC			
			Finish date:		
1 Příprava kabelu do linky					
První měření délky kabelu					
Max. délka kabelu(m):	0 / 0 (m)	Strana A:	#NENÍ_K_DISPOZICI	Strana B:	#####
Vytištěná délka A		Vytištěná délka B			
Délka od vytištění A		Délka od vytištění B			
Celková délka					
Rozmezí nejdelšího break-outu:					
Strana A			Strana B		
839-914			#NENÍ_K_DISPOZICI		
Délka break - outu po opravě Strana A - zapiš subunitu			Délka break - outu po opravě Strana B - zapiš subunitu		
O 1:			O 1:		
O 2:			O 2:		
<b>Operace</b>	<b>Příjmení:</b>	<b>OPRAVA</b>	<b>Operace</b>	<b>Příjmení:</b>	<b>OPRAVA</b>
1 Spr. druh kabelu? Počet vláken ?			Správ. druh kabelu? Počet vláken ?		
Příprava MPO / rev.výkresu?			Příprava kabelu LC/rev.výkresu?		
Přeměřování /správná délka?			Tavení / správná teplota na pistolí?		
Tavení - teplota na pistolí?			Přeměřování/ správn.délka kabelu?		
2 Ribbon - barevný kód/bend test ?			Stripping /spr.mat.,délka stripu OK?		
3 Potting - orientace miniBOOT / ferrule			Potting - příprava konektorů		
čistota plochy ferrule / PIN dírek !!!			bend test, expirace lepidla, ?		
4 Ořez - správný adaptér ?			uniboot-natažení vlásk. v domečku?		
Polish / správný program / film?			spr. materiál? KRIMP /v pořádku?		
5 řádně vyčištěné PIN dírky !			Ořez - ostrý nůž bez poškození ?		
Polish - viz.kontrola dle specifikaci?			Polish LC/ sp. Program a filmy?		
6 Geometrie / správné nastav. SM/MM ?			Vizuální kontrola LC/ spring push?		
7 Krimpování - PIN F/M ?! Aramid. VI. !			Geometrie LC/ orientace klipsu?		
7! Jaký PIN jste použili? Zakroužkuj: strana. A MALE / FEMALE str.B MALE / FEMALE					
7 Kontinuita -správné MC / F/M ??					
8 Exfo - Správné MC F/M , reporty?					
9 Balení - správná délka break-outu ? štítky, reporty, balení / vše shodné?					
POPIS CHYBY (zapiš subunitu - vlákno):				Příjmení:	
O 1:					
<b>JOB</b>					
<b>0</b>					

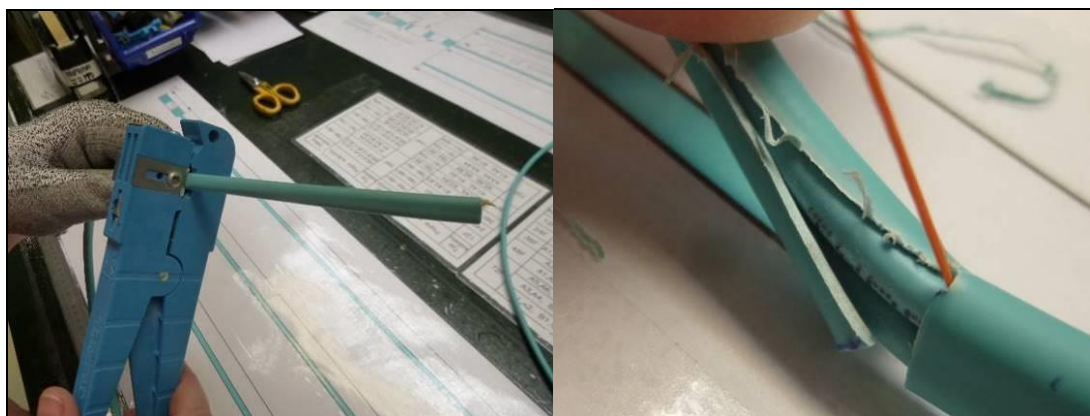
Obr. 2.7 Inspekční report [19].

Pracovní postup přípravy kabelu začíná v prvním kroku měřením správné délky pro odstřípování (svlečení) vnější bužírky. Tento úkon zaměstnanec provádí za pomoci šablony metru připevněné na ploše stolu viz obrázek 2.8.



Obr. 2.8 Šablona [19].

Ve správně naměřené vzdálenosti se pak odstřípují jednotlivé bužírky, což se provede pomocí speciálního přípravku tak, aby nedošlo k poškození dalších vnitřních bužírek a vláken viz obrázek 2.9 a). Bužírka se pomocí ripcordu (řezacího vlákna) po celé délce prořízne a zaměstnanec ji tak může stáhnout z celého konce kabelu viz obrázek 2.9 b).



Obr. 2.9 a) Odstřípování, b) Řezání pomocí ripcordu [19].

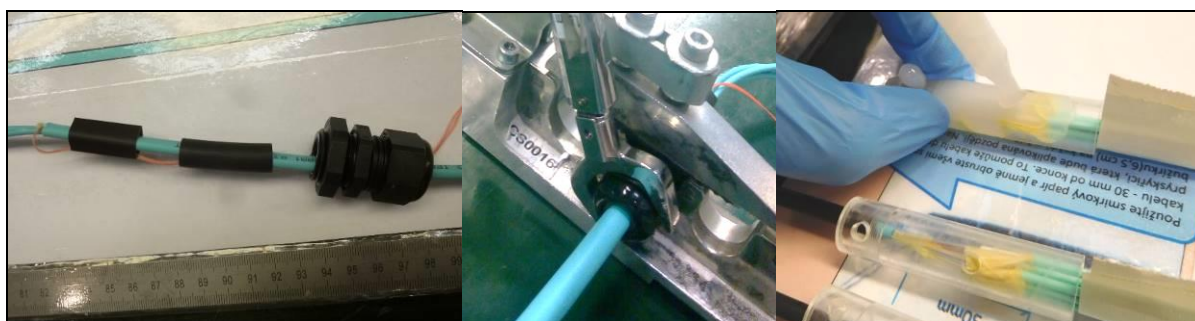
Ochrana vnitřních subunitů (vnořené menší kabely) se musí dále zastříhnout. Jedná se o vpletená aramidová vlákna (viz obrázek 2.10 a)) a plastovou tyčinku, která zajišťuje pevnost kabelu (viz obrázek 2.10 b)).



Obr. 2.10 a) Zastřihnutí aramidu, b) Zastřihnutí tyčinky [19].

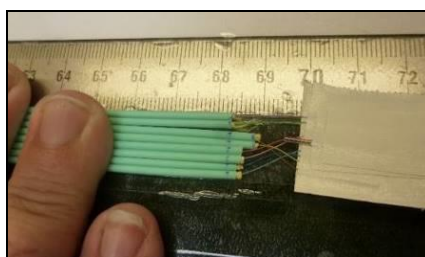
Tato procedura stripování se může opakovat vícekrát, podle toho, kolik má daný kabel podjednotek s jednotlivými vlákny.

Na odhalené subunity se navlečou příslušné komponenty viz obrázek 2.11 a). Ty se buď utáhnou momentovým klíčem nebo pojistí epoxidem v místech větvení (viz obrázek 2.11 b) a 2.11 c)), aby zde nedošlo k poškození již odhalených podjednotek.



Obr. 2.11 a) Komponenty, b) Utahování glandu, c) Lepení tubingů [19].

Na jednotlivá odhalená vlákna se navlečou nové ochranné bužírky. Přechody mezi jednotlivými větveními se zataví horkovzdušnou pistolí do nových tepelně smrštitelných bužírek. Následně se na kabel udělají značky UV fixem, které slouží na dalších stanovištích jako kontrola délky. Na konec se kabel zastříhne, aby byla jednotlivá vlákna stejně dlouhá a finálně se přeměří viz obrázek 2.12.



Obr. 2.12 Zastřihávání vláken [19].



Jednoduchým výpočtem na kalkulačce zaměstnanec zjistí, jestli je kabel v pořádku a může putovat na další stanoviště. Pokud toto nesplní a je možné jej ještě opravit, aby splnil příslušné tolerance, tak se pošle na rework (opravu).

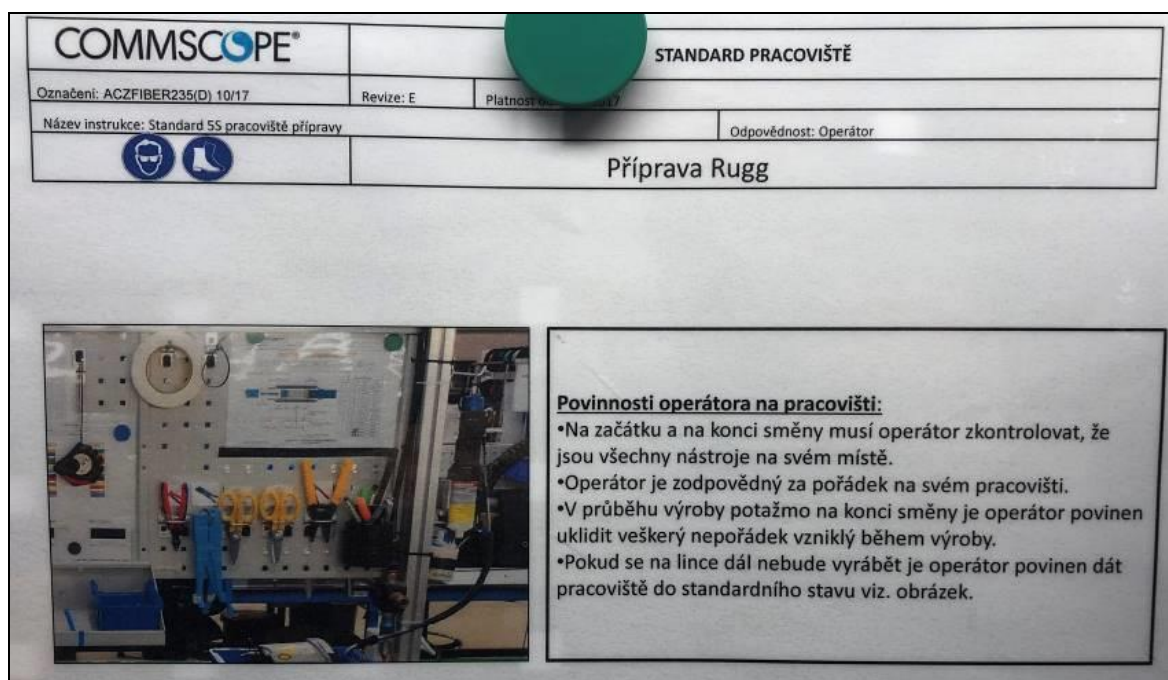
## 2.2 Analýza současného stavu

V této bakalářské práci bylo použito několik metod, pomocí kterých byl analyzován současný stav výrobního procesu na pozici Příprava. Data a informace získané měření a pozorováním byly vyhodnocovány s cílem optimalizovat chod pracoviště.

Ve společnosti bylo dohodnuto analyzování pracoviště pomocí metod průmyslového inženýrství. Analýza probíhala za využití metody 5S, snímku pracovního dne a metody Kaizen, metody Lean Six Sigma a DMAIC, managementu úzkých míst a dalších.

### 2.2.1 Zhodnocení pracoviště z pohledu 5S, standardizace a vizualizace

Technikou pozorování bylo odhaleno několik nedostatků z hlediska uspořádání nástrojů, materiálu a instrukcí potřebných k výkonu práce na této pozici. Reálný stav pracoviště neodpovídal jeho standardu. Standard pracoviště byl zastaralý (viz obrázek 2.13), a dokonce nebyl vedený v elektronické podobě jako standardy jiných pracovišť. Zaměstnanci nebyli vedeni k dodržování standardu, který by byl proveditelný. Obě směny si tak zavedly vlastní systém uložení nástrojů a materiálu, který však nebyl nijak kontrolován, regulován, či dodržován.



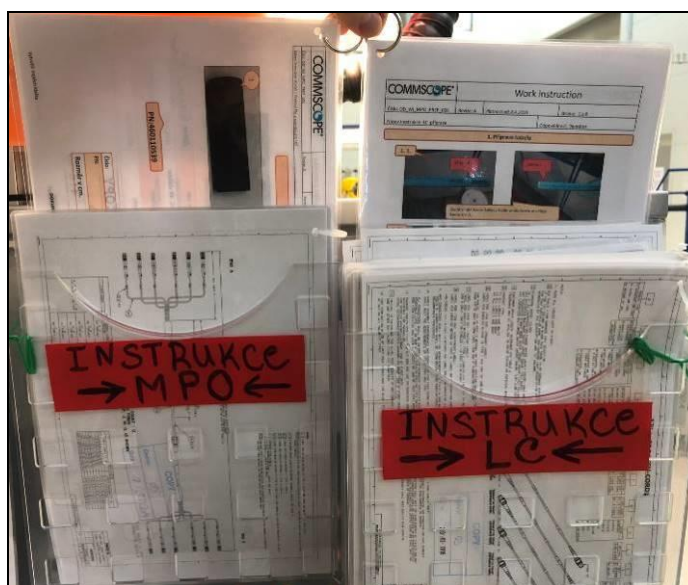
Obr. 2.13 5S standard [19].

Prvním hlavním pilířem 5S je třídění, což hlavně znamená odstranit z pracoviště vše nepotřebné. Dále je nutné nastavit pořádek a ten udržovat. Tyto činnosti byly však na pracovišti Přípravy zanedbané viz obrázek 2.14.



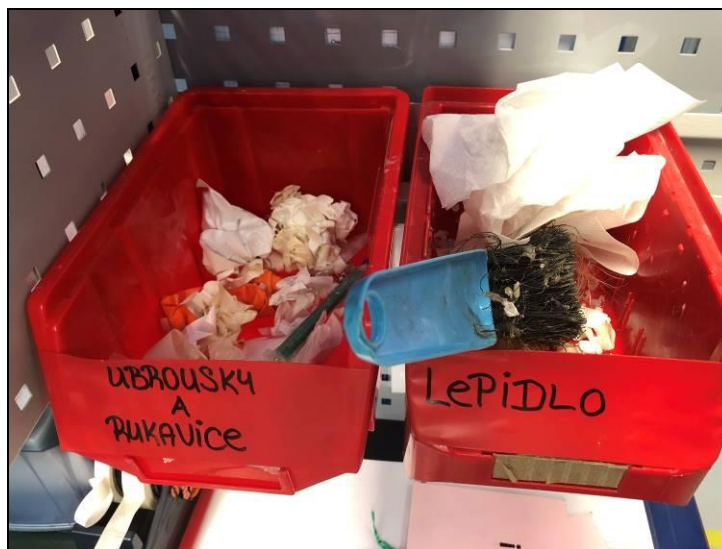
Obr. 2.14 Stará nástěnka [19].

Pracovní instrukce, které mají zaměstnanci pracoviště k dispozici jsou průběžně aktualizovány, vydávány a schvalovány vedoucími zaměstnanci, avšak jejich uspořádání taktéž neodpovídalo standardu viz obrázek 2.15. Uspořádání bylo chaotické a nebylo snadno rozpoznatelné, které instrukce a výkresy náleží kterým typům výrobků a jejich výrobě.



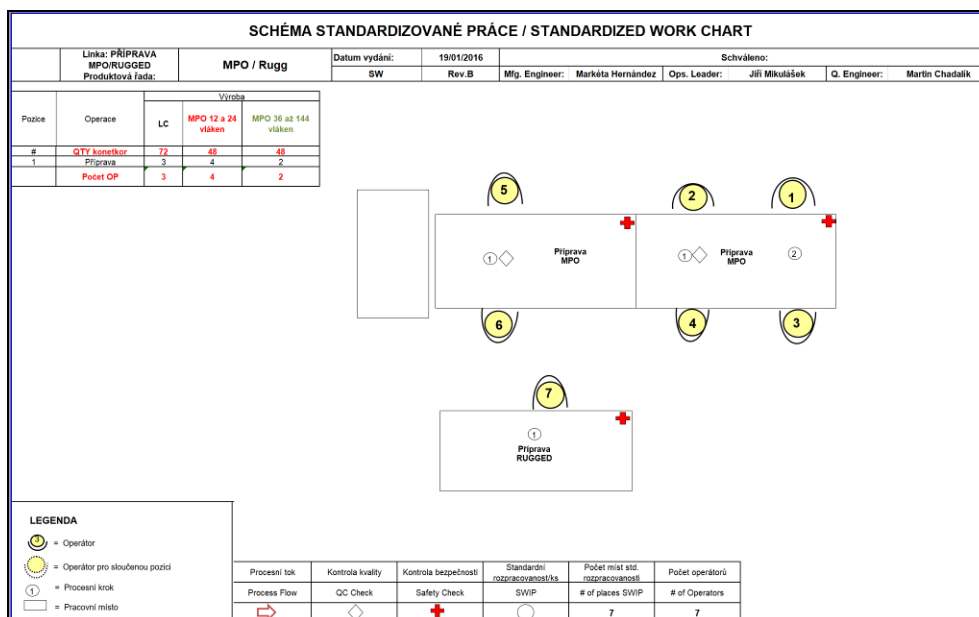
Obr. 2.15 Instrukce a výkresy [19].

Na pracovišti byly vyčleněny plastové nádoby pro různé typy odpadu, které však nebyly využívány dle určení (viz obrázek 2.16) a tak třídění odpadu neprobíhalo efektivně. Tímto byl také narušen třetí pilíř 5S – lesk, jeho účelem je totiž zajistit udržování pořádku, pravidelnost úklidu a také efektivní třídění odpadu.



Obr. 2.16 Třídění odpadu [19].

Standardizované schéma tohoto pracoviště (viz obrázek 2.17) také neodpovídalo stavu, v jakém se pracoviště nacházelo. Rozložení stolů pracoviště bylo ve skutečnosti odlišné a počet pracovníků rovněž neodpovídal. Tok materiálu a práce nebyl také nijak zdůrazněn, přesto, že je pro pracoviště Přípravy důležitý.



Obr. 2.17 Schéma standardizované práce [19].

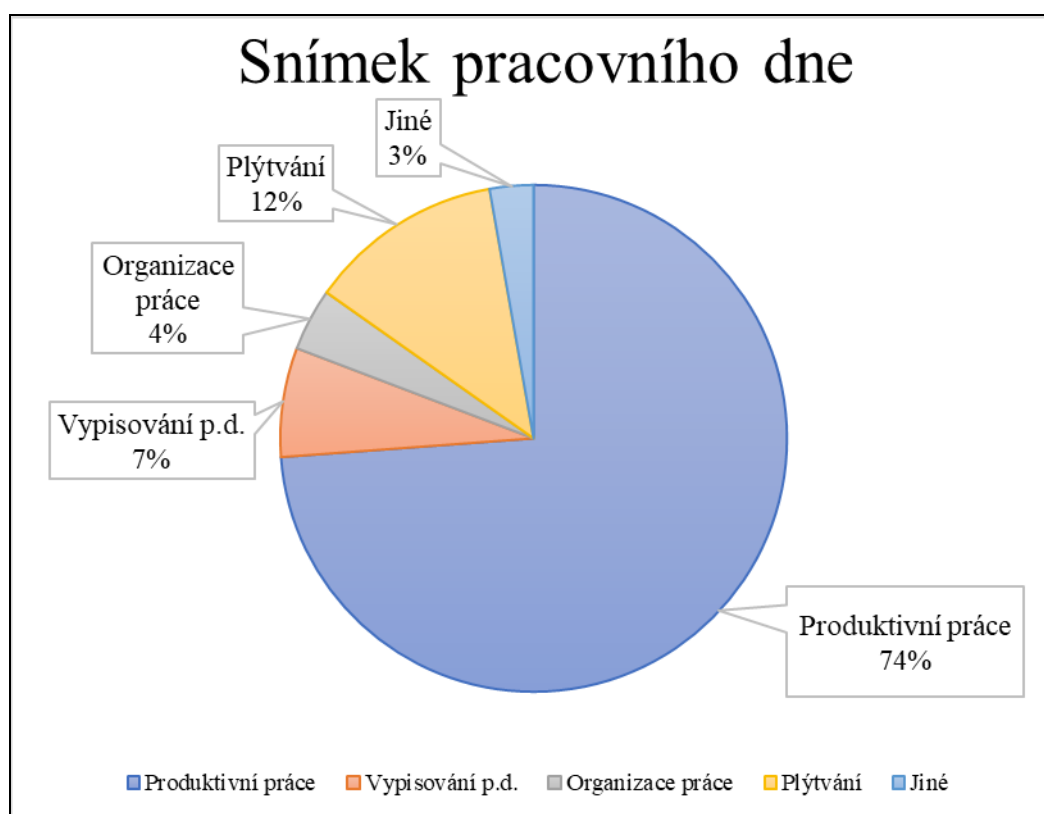
### 2.2.2 Snímek pracovního dne

Po zhodnocení pracoviště z pohledu 5S byla vykonána analýza – snímek pracovního dne (viz příloha 1-6). Hlavní úlohou této analýzy bylo odhalit neproduktivní činnosti pracovníků ve výrobě. Pracovní operace vykonávané zaměstnanci tohoto pracoviště se každý den

cyklicky opakují. Snímek pracovního dne byl realizován u 3 pracovníků na obou směnách, a to po celou dobu jejich pracovní doby, tj. 8 hodin.

Jednotlivé úkony zaměstnanců byly rozděleny do několika hlavních kategorií: Produktivní práce, Vypisování průvodní dokumentace, Organizace práce, Plýtvání (čekání na další práci, mobilní telefon, osobní rozhovory s kolegy) a Jiné (toaleta apod.).

Výsledkem snímku pracovního dne (viz graf 2.1) bylo, že průměrný čas v procentech z denní pracovní doby byl u Produktivní práce mezi zaměstnanci 74 %, průměr Vypisování průvodní dokumentace 7 %, průměr Organizace práce 4 %, průměr Plýtvání 13 % a průměr pro Jiné byl 3 %.



Graf 2.1 Snímek pracovního dne [19].

Z grafu vyplývá, že Plýtvání na tomto pracovišti zabere více jak desetinu pracovní doby. Plýtvání se projevovalo v několika formách. Prvním a nejzásadnějším projevem bylo, že si zaměstnanci dělali sami malé přestávky, kdy nepracovali. Tyto přestávky vyplňovali buď osobní konverzací s ostatními pracovníky, na telefonu, svačením mimo vyhrazenou přestávku nebo jednoduše nečinností. Dalším projevem bylo, že zaměstnanci končili svoji práci i o několik desítek minut před koncem směny dříve. Tento čas trávili buď konverzací s ostatními pracovníky, popocházením okolo pracoviště nebo úklidem, který byl však úmyslně zdlouhavý, aby vyplnil zbytek času.

Plýtvání se dále projevovalo jako občasné nesrovnalosti v organizaci a nevhodně zanechané práci po předchozí směně. Obě směny měly svůj zaběhnutý chod, a tak práci prováděly lehce odlišně, což však nemělo vliv na výsledek této práce. Vykonávání práce se lišilo hlavně v počtu rozpracovaných kusů výrobků. Větší rozpracovanost měla pozitivní vliv na celkovou rychlost odvedení práce. Dále se také lišil přístup k organizaci, kdy



zaměstnanci jedné směny měli mezi sebou zaběhnutý systém komunikace a více spolupracovali než zaměstnanci směny druhé.

Další hlavní částí pracovního dne bylo Vypisování průvodní dokumentace. S každým výrobkem putuje linkou inspekční report viz obrázek 2.18, který je doprovázen několika štítky s čárovými kódy, které pracovníci lepí na tento report a kompletují do sáčků ke kabelu. Do této tabulky se manuálně zadávaly informace o kabelu (typ, výkres, délka a další), které byly doplňovány podpisy jednotlivých zaměstnanců provádějících práci na výrobku. Nejvíce času pro vyplnění inspekčního reportu zaujala samotná kompletace do sáčků, počítání a vypisování potřebných délek dle specifikace.

The image shows a 'COMMSCOPE Inspekční report' form and several labels. The form includes fields for Job Number (6003401822), Part Number (FGMPUCSM-HCM390), and Description (TKM\_LL\_AAMLSZH\_SM\_MP012P\_RR-STUR\_L4AF). It also has a checklist with items like 'Spr. druh kabelu? Počet vláken?' and 'Příprava kabelu MPO / rev. výkresu?'. The form is signed and dated 7. května 2019. To the right, there are labels with barcodes and text such as '20118692251', '20118692269', and '006003401822'.

Obr. 2.18 Vyplněný inspekční report [19].

Organizace práce zabrala zaměstnancům v průměru jen 4 % z důvodu, že organizační činnost provádí v první řadě pouze vedoucí zaměstnanec tohoto pracoviště (Senior). Rozděluje práci na zakázkách předem naplánovaných na jednotlivé dny ostatním pracovníkům, průběžně jim dle potřeby práci přerozděluje a komunikuje s vedením směny. Organizace se však projevovala jako nedostatečně účinná. List zakázek byl nepřehledný, naplánované práce na daný den bylo buď málo nebo příliš mnoho, a tím pádem vznikalo přeskakování zakázek v listu a provádění práce na zakázkách z jiného dne.

### 2.2.3 Zhodnocení pracoviště z pohledu metody Kaizen

Jelikož se na pracovišti střídají dvě různé směny, jejich výkonnost není shodná. Ze snímku pracovního dne taktéž vyplynulo, že rozdíly mezi směnami i zaměstnanci na jedné směně jsou markantní. Například úkon chystání nových bužirek, které mají být následně navlečeny na odhalená vlákna trval zkušenému zaměstnanci 20 vteřin, kdežto zaměstnanci nezaškolenému a nepoučenému, jak práci provádět efektivně, trval 120 vteřin, tedy 6x déle.

Ze snímku pracovního dne také vyplývá, že zaměstnanci tráví hodně času vypisováním inspekčních reportů. Aby ušetřili čas, pověřili jednoho pracovníka vypisováním těchto reportů, ten touto prací strávil více než třetinu pracovní doby. Tento strávený čas však nemá

pro koncového zákazníka ani kontrolu kvality žádné opodstatnění, tudíž byl považován za plýtvání.

Metoda Kaizen poukazuje na spolupráci zaměstnanců, jejich vzájemné proškolení a zlepšování, díky kterému mohou práci provádět rychle a efektivně (vyhýbat se plýtvání), zde bohužel nebylo proškolení zaměstnanců jedné směny zaměstnanci směny druhé nijak využíváno a potenciál zaměstnanců tak nebyl naplňován. Někteří zaměstnanci svou tvůrčí aktivitu projevovali alespoň samostatně (např. formou udržování vlastního systému pořádku nebo systému práce, který přinesl úsporu času), avšak jejich návrhy a postupy nebyly dostatečně zohledněny a aplikovány ve větším měřítku na celé pracoviště.

## 2.2.4 Zhodnocení pracoviště z pohledu metody Lean Six Sigma

Lean Six Sigma se zaměřuje na eliminaci plýtvání pomocí zlepšování rychlosti, kvality a spolupráce. Důležité je rozhodovat se na základě dat. Při pozorování zaměstnanců při práci bylo zjištěno, že nepracují s dostatečným nasazením. Projevy tohoto chování byly popsány v analýze pomocí snímku pracovního dne. Jednalo se hlavně o přerušování výroby za účelem rozhovorů s kolegy, svačením mimo vyhrazené přestávky a záměrné brzdění výroby prostou nečinností. Tímto byla narušována potřebná rychlost procesu.

Kvalita odvedené práce byla u některých jedinců nedostatečná, a to buď nepozorností, nebo neinformovaností, kterou zapříčinila špatná komunikace mezi vedoucím směny a jednotlivými zaměstnanci. Někteří zaměstnanci i přesto, že byli poučeni a proškoleni a měli k dispozici pracovní návody, neprováděli práci podle daných postupů, a tak vznikaly nejasnosti a některé úkony museli provádět znovu. Dalším důvodem horší kvality a rychlosti byla skutečnost, že někteří zaměstnanci byli méně manuálně zruční, avšak nebyli dostatečně proškolení a následně kontrolováni.

Tok materiálu přicházející na pracoviště Příprava z pracoviště Cutter byl často narušován chybami v dodávkách. Kabely byly dodávány např. o několik cm kratší, než byla požadovaná délka. Toto sice nezpůsobilo zásadní problém, jelikož některé délky byly ještě v toleranci, ale tyto chyby svědčily o špatné organizaci na pracovišti Cutter a také komunikaci mezi těmito pracovišti.

Lean Six Sigma klade také důraz na týmovou práci a stanovování cílů. Na pracovišti Příprava však chyběly denní cíle v objemu odvedené práce, a proto zaměstnanci neodváděli práci svědomitě a s dostatečnou rychlostí.

Metoda DMAIC, spadající pod filozofii Lean Six Sigma, využívá nástroje SIPOC diagramu, který pomáhá nahlédnout na problémové místo z vyšší perspektivy a odhalit tak možné další příčiny problémů a plýtvání viz tabulka 2.2.

Tab. 2.1 SIPOC diagram [19].

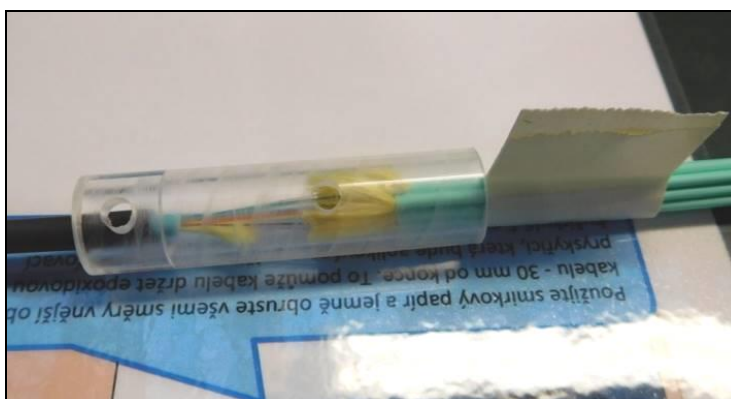
Dodavatelé	Vstupy	Proces	Výstupy	Zákazníci
Kdo je dodavatelem vstupů do procesu?	Jaké vstupy jsou potřeba?	Jaké jsou hlavní části procesu?	Jaké jsou výstupy?	Kdo přijímá výstupy procesu?
Cutter	Smotky, cívky	Manipulace s kabely, stripování, navlékání komponent	Hotové smotky a cívky na věšácích	Linka výroby konektorů
Sklad	Komponenty na navlékání	Lepení, zatahování, měření, zastříhování	Vyplněné reporty v sáčcích u kabelů	
Waterspider, plánovač	Drobný materiál, lepidla, vytisknuté reporty a štítky	Vyplňování průvodní dokumentace	Odezva vedoucímu pracovníkovi	

Cutter je hlavním dodavatelem materiálu pro pracoviště Přípravy. Výkyvy v přísunu materiálu by tvořily ztráty na tomto pracovišti. Důležitá je pro pracoviště také komunikace s Waterspiderem (skladník), který vychystává potřebné komponenty a materiál nezbytný pro výrobu. Případná nedostatečná komunikace by mohla výrobu brzdit. Vytisknuté reporty od plánovače jsou nezbytnou součástí vstupů do procesu. Je nutné, aby tyto reporty byly vytisknuté a předvyplněné správně, jejich chybné vytištění by mohlo zpozdit výrobu. V samotném výrobním procesu je důležité, aby ke každému kabelu byly přiřazeny správné štítky s čárovými kódy a správný report, kdyby se štítky zaměnily nebo ztratily, vznikalo by další opoždění výroby. Výstupem linky jsou cívky a kabely na věšácích připravené pro vstup do linky výroby konektorů. Komunikace mezi Přípravou a linkou je tedy důležitá, aby bylo jasné, na kterých výrobcích se má zrovna pracovat a které navíc upřednostnit pro hladký chod linky. Nedodáním kabelů do linky by vznikaly velké ztráty z důvodu jejího nevyužití.

Rozložení stolů pracoviště nedávalo jasný směr toku materiálu. Pracovníci si materiál mezi sebou předávali různými směry, což komplikovalo pohyb na pracovišti a vyvolávalo problémy s rozlišením dokončených a nedokončených zakázek.

### 2.2.5 Zhodnocení pracoviště z pohledu Managementu úzkých míst

Management úzkých míst říká, že každý proces má minimálně jedno omezení, které mu zabraňuje ve výkonnosti. Z pozorování pracoviště a z poznatků ze snímku pracovního dne vyplynulo že jedním z úzkých míst pracoviště Příprava je lepení průchodek v místě větvení kabelu (obrázek 2.19).



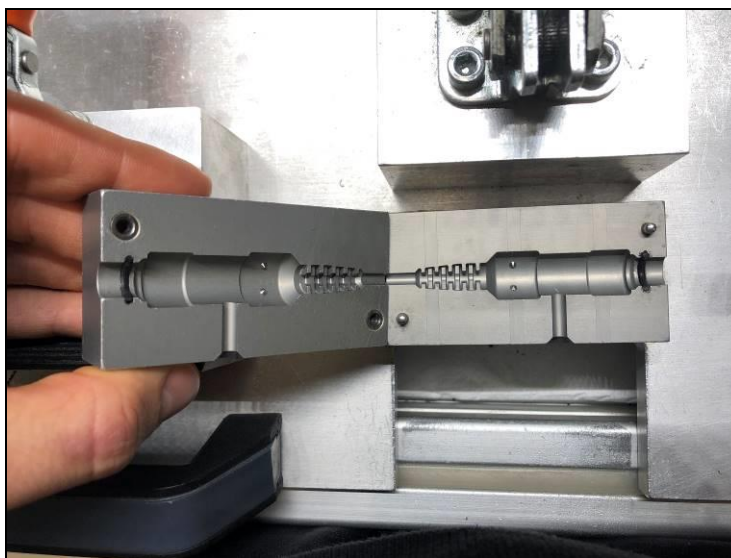
Obr. 2.19 Lepení tubingu [19].

Dvousložkové epoxidové lepidlo má totiž dobu tuhnutí 2 hodiny, a tak i při větším počtu rozpracovaných kusů tento úkon brzdí výrobní proces. Zaměstnanec má plný stůl rozpracovaných a zalepených kusů kabelů a musí čekat dvě hodiny, než na těchto výrobcích bude moct znovu začít pracovat. Tento čas zaměstnanci vyplňují chystáním dalších kusů, které jsou ještě na stojanech nebo chystáním materiálu. Dělo se však, že zaměstnanec měl práci hotovou a musel sedět bez dalšího zaměstnání a čekat, než lepidlo zatvrdne.

Dalším úzkým místem mohou být sami zaměstnanci, kteří pracují s menším nasazením, než je vyžadováno. Jejich práce však není neustále kontrolována a nemají stanovený objem odvedené práce na směnu, takže nejsou nijak tlačeni k lepšímu výkonu. Sami si tak práci rozvolňují dle potřeby.

### 2.2.6 Zhodnocení pracoviště z pohledu Poka-yoke

Poka-yoke se zaměřuje na chyby z nedbalosti, a ty se snaží eliminovat za pomoci prostředků, jako jsou chybová světla, vodící kolíky, varovné signály apod. Některé druhy výrobků zpracovávané pracovištěm Příprava vyžadují speciální zatavení do plastové přechodky za pomoci formy viz obrázky 2.20.



Obr. 2.20 Forma [19].

Tato forma disponovala dvěma vodícími kolíky, avšak byly umístěné tak, že zaměstnanec při opakovaném procesu s každým kabelem mohl přikládat vrchní část formy opačně. Opačně přiložená forma by vyústila jak ve zmetek, nadměrnou spotřebu materiálu tak i časové ztráty, jelikož rozehrívání a tuhnutí materiálu trvá několik minut.

### 2.2.7 Shrnutí analytické části

Na základě analýz vybraných metod průmyslového inženýrství byly na pozici Příprava a v procesu výroby na této pozici odhalené nedostatky, které snižovaly efektivitu tohoto pracoviště. Mezi odhalené slabé stránky procesu patřily:



- Nesystematické uspořádání nástrojů, materiálu a pracovních pomůcek.
- Slabá kontrola zaměstnanců, zdali odvádějí danou práci.
- Příliš složitý inspekční report, který zaměstnanci vyplňovali.
- Nedostatek spolupráce mezi směny a jednotlivými zaměstnanci.
- Chyby v dodávkách od pracoviště Cutter.
- Dlouhé tuhnutí epoxidového lepidla při lepení tubingů.
- Absence jasného vodícího prvku na formě.
- Rozložení stolů pracoviště neudávalo jasný směr toku materiálu.

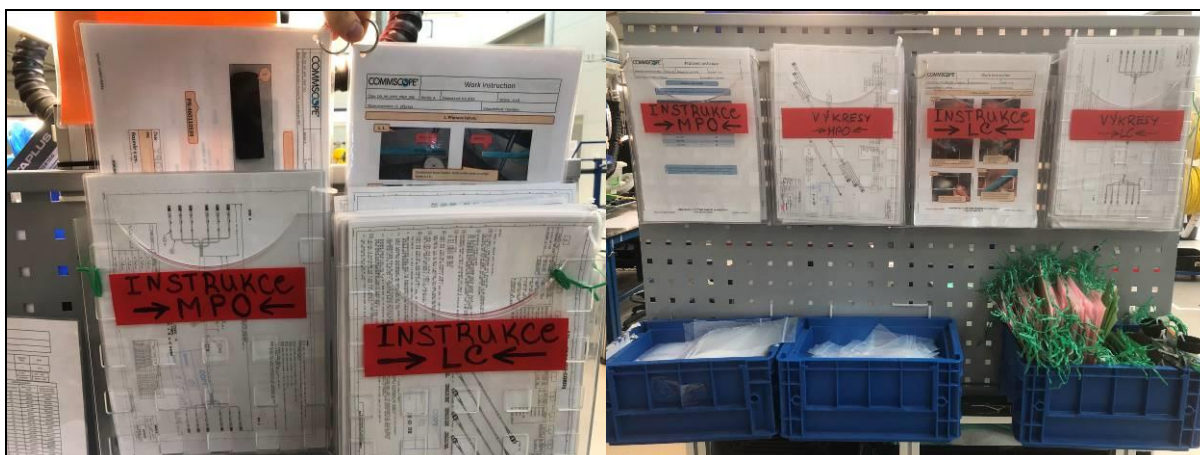
## 2.3 Návrhy řešení

Tato část práce je zaměřena na návrhy řešení a jejich implementaci ve výrobě a také další možné optimalizační návrhy do budoucna. Návrh č. 1 se zabývá aktualizací systému 5S na pracovišti a zlepšením vizualizace. Další návrh se zabývá aktualizací inspekčních reportů a prací s nimi. Třetí návrh využívá poznatky metody Kaizen, kdy klade důraz na spolupráci a proškolení zaměstnanců. Čtvrtý návrh pojednává o zavedení namátkových kontrol délek kabelů v jednotlivých zakázkách na pracovišti Cutter. Pátý návrh se zaměřuje na optimalizaci úzkého místa pracoviště, kterým je doba vytvrzování epoxidového lepidla. Další možné optimalizační návrhy se věnují opatřením formy vodícím prvkem a celkové přestavbě pracoviště do podoby, aby byl tok materiálu mezi pracovními stoly rovnoměrný.

### 2.3.1 Realizace návrhu č.1

Tento návrh se zabývá aktualizováním 5S standardů pracoviště, které byly neaktuální a současný stav na pracovišti byl nevhodný. Pro všechny stoly tohoto pracoviště byly vytvořeny nové a jasné standardy, které se dají lehce udržovat.

Instrukce a výkresy, které byly smíchané dohromady i se starými již neplatnými verzemi instrukcí, byly rozříděny a rozděleny do samostatných přihrádek, aby byly pro zaměstnance lépe a rychleji identifikovatelné viz obrázek 2.21.



Obr. 2.21 a) Staré rozložení instrukcí, b) Nové rozložení instrukcí [19].

Z nástěnek a polic byly odstraněny nepotřebné kusy nářadí a nashromážděného materiálu viz obrázek 2.22 a 2.23. Pro všechny pracovní pozice byly vytvořeny nové a snadno udržovatelné standardy. Šablona s jedním z pracovišť viz příloha 7.



Obr. 2.22 Nový standard nástěnky výroby 1 [19].



Obr. 2.23 Nový standard nástěnky výroby 2 [19].

### 2.3.2 Realizace návrhu č.2

Návrh č. 2 se blíže věnuje inspekčnímu reportu, u kterého se za pomoci snímku pracovního dne zjistilo, že jeho vyplňování v průměru zabere 7 % pracovní doby zaměstnanců. Jelikož se jedná o nezanedbatelnou část pracovní doby, bylo navrženo část vypisování informací do reportů zautomatizovat a zjednodušit.

Před tiskem se do reportů na počítači zapisovala čísla příslušných výkresů. Nebyla však pro zaměstnance nijak přínosná, proto byla z tabulky odstraněna, což přineslo časovou úsporu ještě před samotným tiskem. Dále museli zaměstnanci na lince na již vytištěné reporty sami vypisovat minimální a maximální délku kabelu a také rozmezí break-outů (rozvětvení), což je při výrobě značně zdržovalo. Vypisování těchto hodnot bylo zahrnuto ještě do fáze před tiskem, a to za pomoci funkcí Excelu, což přineslo další časovou úsporu.

Ke každému inspekčnímu reportu je potřeba přibalit štítky s čárovými kódy, které musí zaměstnanci nastříhat, spárovat s reporty a nalepit je na ně. Tato procedura zaměstnancům

zabere v průměru 39 sekund na jeden kabel. Tento čas se dá eliminovat tisknutím těchto kódů rovnou na inspekční report.

Po dokončení přípravy každého kabelu zaměstnanec pracoviště kabel přeměřoval a vypočítával, jestli jsou všechny rozměry v mezích tolerance. Tento úkon trval v průměru 90 sekund. Na základě tohoto zjištění byla využita norma ČSN ISO 2859-1, pomocí které byla vytvořena v pracovní instrukci tabulka (viz tabulka 2.3), která zaměstnancům umožňuje přeměřovat a kontrolovat jen náhodně vybrané kabely ze zakázky. Tato opatření přinesla značnou časovou úsporu, která je dále vyčíslena ve finančním zhodnocení.

Tab. 2.3 Nový standard nástěnky výroby [19].

Počet ks ve WO	Počet kontrolovaných ks na přípravě + vyplnění IR
1	1
2-8	2
9-15	3
16-25	5
26-50	8
51-90	13
91-150	20
151-280	32
281-500	50
501-1200	80

### 2.3.3 Realizace návrhu č. 3

Návrh č. 3 vychází z metody Kaizen. Ze snímku pracovního dne vyplynulo, že výkonnost směn je různá a jednotlivé úkony trvají různým zaměstnancům i několikrát déle, než by měly.

Metoda Kaizen poukazuje na vzájemné proškolení zaměstnanců, které by v tomto případě bylo velmi vhodné. Vedoucí zaměstnanec, a i ostatní zkušení zaměstnanci by se tedy měli postarat o to, aby nové, ještě nezkušené zaměstnance řádně zaučili a ukázali jim nejlepší a nejefektivnější cesty k dosažení kvalitně odvedené práce. Jelikož je fluktuace agenturních pracovníků a pracovníků v rámci závodu značná, měla by tato školení probíhat pravidelně. Například na konci směny, kdy je práce nejméně, by měl vedoucí směny dohlížet na pracovníky, aby čas trávili efektivně, například zmíněným proškolením.

### 2.3.4 Realizace návrhu č. 4

Návrh č. 4 se blíže zaměřuje na tok materiálu na pracovišti. Hlavní objem tohoto toku přichází z pracoviště Cutter, kde se kabely sekají na požadovanou délku. Stávalo se, že některé zakázky byly dodávány v délkách mimo tolerance, což bylo způsobeno nepozorností pracovníků ovládajících sekací stroje. Délkové nepřesnosti byly zjišťovány až na pracovišti Přípravy a trvalo zbytečně dlouho, než se vykomunikovala a přichystala náhrada, v době, když na pracovišti Cutter byla ve výrobě už jiná zakázka s jinými



požadavky. Aby zakázky s nesprávnou délkou byly zachyceny ještě na pracovišti Cutter, bylo by vhodné zavést namátkovou výstupní kontrolu délek v jednotlivých zakázkách.

### 2.3.5 Realizace návrhu č. 5

Návrh č. 5 vychází z metody Managementu úzkých míst. Ten říká, že každý proces má alespoň jedno omezení, kterým je v tomto případě na pozici Příprava délka vytvrzování epoxidového lepidla. Lepidlo, které se nyní používá, dosahuje manipulační pevnosti po 120 minutách. Tuto dobu zaměstnanci z části vyplňují jinou prací, ale v průměru posledních 15 minut tráví čekáním na doschnutí lepidla.

Dvousložková epoxidová lepidla jsou běžně dostupná a například lepidlo BISON EPOXY 5 MIN má dobu manipulační pevnosti pouze 20 minut [18]. Nový typ lepidla by měl velký přínos jak pro celkové vybalancování materiálového toku na pracovišti, tak i v rámci finančních úspor z eliminování času při čekání na doschnutí lepidla.

### 2.3.6 Další možné optimalizační návrhy

Jeden z návrhů vychází z metody Poka-yoke, která se snaží eliminovat chyby z nedbalosti. Forma používaná na zatavení kabelu do plastové přechodky disponuje pouze dvěma kolíky. Opatřením této formy o další jasně viditelný vodící prvek (viz obrázek 2.24) by znemožnilo její přiložení v opačné poloze. Tento optimalizační krok by tak zabránil ztrátám materiálu a času při opravě špatně vyrobeného kusu.



Obr. 2.24 Umístění vodícího prvku formy [19].

Posledním návrhem je přestavba pracoviště do podoby, kdy se bude materiál plynule posouvat od jednoho pracovníka a pracovního úkonu ke druhému. Tento návrh nebyl kvůli momentální vytíženosti výroby ihned proveditelný, avšak celá výrobní hala bude v druhé polovině roku 2019 procházet modernizací a přesunem všech výrobních linek a při této příležitosti bude proveden i tento optimalizační návrh.

Nové pracoviště se bude skládat i z nových stolů, které budou rozměry více vyhovovat potřebám zaměstnanců a budou orientovány do jedné linie, aby byl zachován hladký tok materiálu viz příloha 8. Délka jednotlivých stolů bude 2000 mm, hloubka 1500 mm a výška 750 mm. Jedná se o stoly, kde pracovníci sedí u delší strany stolu naproti sobě. Stoly budou o 150 mm hlubší než dříve, a to proto, že rozpracovanost více kusů vedle sebe pozitivně ovlivňuje rychlost odvedení práce. Stoly budou také o 50 mm vyšší, aby ergonomicky více vyhovovaly zaměstnancům, kteří sedí na vysokých otočných židlích. Oboustranné nástěnky pro uložení pracovních pomůcek a instrukcí budou umístěny uprostřed a budou se nacházet po celé délce pracovního stolu ve výšce 470 mm nad pracovní plochou a výšce 550 mm. Dále bude přidána polička ve výšce 200 mm (nad pracovní plochou) o hloubce 300 mm a délce celého pracovního stolu pro další odkládání materiálu a pomůcek důležitých pro výrobu. Tímto způsobem zůstane celá plocha stolu vyčleněná pouze pro práci s výrobky.

## 2.4 Finanční zhodnocení

Tato kapitola se blíže věnuje vyčíslení finančních úspor, které vznikají díky uspořenému výrobnímu času. Dle interních zdrojů firmy se hodinové náklady na jednoho zaměstnance v posledních letech rapidně zvedaly, a to z 220 Kč v roce 2016 na 342 Kč v roce 2019. Průměrná denní produkce pracoviště Přípravy je 323 kusů kabelů za den. Ve finančním zhodnocení jsou vyčísleny návrhy č. 2 a č. 5 z důvodu, že přinesly značnou úsporu času. Návrhy č. 1, 3 a 4 měly spíše organizační a ergonomický charakter.

Optimalizační návrh č. 2 se zabýval inspekčními reporty, kde byl uspořen čas tiskem štítků přímo na inspekční report. Rozstříhat, spárovat s inspekčními reporty a nalepit na ně štítky s čárovými kódy zabralo zaměstnancům, v průměru 39 sekund na jeden kabel. Celý tento čas se podařilo eliminovat, což přineslo roční finanční úsporu 300 375,5 Kč viz tabulka 2.3 a).

Na inspekční report se také zapisovaly údaje jako minimální a maximální délky kabelů, délky break-outů apod. Tyto údaje se podařilo pomocí tabulky v Excelu zautomatizovat a ušetřit tak 19 sekund na jeden kabel. Tento krok přinesl roční finanční úsporu v hodnotě 146 336,8 Kč viz tabulka 2.3 b).

Na konci výrobního procesu přípravy se každý kabel kontrolně přeměřoval. Měření trvalo v průměru 90 sekund na jeden kabel. Z důvodu, že délkové nepřesnosti se objevovaly vždy v celé sérii, byla využita tabulka normy ČSN ISO 2859-1, která zaměstnancům umožňuje náhodně kontrolovat jen některé kusy kabelů ze zakázky (v průměru každý 5,38. kabel). Toto opatření přineslo další finanční úsporu v hodnotě 564 248 Kč ročně viz tabulka 2.3 c).

Poslední finanční úsporu by přinesla výměna druhu epoxidového lepidla s manipulační pevností 120 minut za lepidlo s nižší manipulační pevností. Například lepidlo s manipulační pevností 20 minut by eliminovalo průměrnou dobu čekání na vytvrzení lepidla, která činila 900 sekund (15 minut). Chod pracoviště by tak nebyl narušen čekáním a dlouhou rozpracovaností. Tento optimalizační krok by přinesl časovou úsporu, která byla vyčíslena na 577 287,5 Kč ročně viz tabulka 2.3.

Tab. 2.3 Finanční zhodnocení [19].

Finanční zhodnocení návrhu č. 2:		
	a)	
Čas před úpravou a po úpravě	39 s	0 s
Denní úspora	1 196,70 Kč	
Roční úspora	<b>300 375,5 Kč</b>	
	b)	
Čas před úpravou a po úpravě	23 s	4 s
Denní úspora	583 Kč	
Roční úspora	<b>146 336,8 Kč</b>	
	c)	
Počet před úpravou a po úpravě	každý	každý 5.
Denní úspora	2 248 Kč	
Roční úspora	<b>564 248,0 Kč</b>	
Finanční zhodnocení návrhu č. 5:		
Čas před úpravou a po úpravě	900	0
Denní úspora	2 299,90 Kč	
Roční úspora	<b>577 287,5 Kč</b>	
<b>Celková roční úspora</b>	<b>1 588 247,7 Kč</b>	

---

## ZÁVĚR

Bakalářská práce se zabývala optimalizací materiálových toků na výrobním úseku Přípravy pro linku osazování optických kabelů konektory. Nejdříve byla provedena rešerše metod průmyslového inženýrství a jejich aplikací ve výrobě. Následně byla stručně představena společnost ADC Czech republic s.r.o., proces výroby optických kabelů a výrobní proces na vybraném úseku. Na tomto úseku byla provedena analýza současného stavu pomocí metod 5S, standardizace a vizualizace, snímku pracovního dne, Kaizen, Lean Six Sigma, Managementu úzkých míst a Poka-yoke.

Jako první byla zvolena metoda 5S, za pomoci které bylo pracoviště analyzováno. Na pracovišti byly zjištěny nedostatky jako nesystematické uspořádání nástrojů, materiálu a pracovních pomůcek a neaktuálnost starých 5S standardů, které už nebyly v současnosti dodržovány. Dále bylo pracoviště analyzováno pomocí snímku pracovního dne viz přílohy 1-6, kdy se zjistilo, že 74 % pracovní doby zaměstnanci tráví produktivní prací, 12 % plýtváním, 7 % vypisováním průvodní dokumentace, 4 % organizací práce a 3 % ostatními činnostmi. Plýtvání se projevovalo hlavně ve formě nečinnosti, svačením mimo vyhrazené přestávky a úmyslně zdlouhavým úklidem. Dalším největším podílem pracovní doby bylo vypisování průvodní dokumentace, které je předmětem realizace návrhů. Zhodnocením pracoviště dle metody Kaizen se ukázalo, že zaměstnanci spolu málo spolupracují a neproškolují se v efektivním zvládnutí pracovních úkonů. Někteří zaměstnanci projevovali svoji tvůrčí činnost dobrým vlastním uspořádáním pracoviště, na které však nebyl brán důležitější zřetel a ostatní pracovníci nebyli proškoleni, jak pracoviště udržovat čisté a efektivní. Metoda Lean Six Sigma pomohla odhalit za použití SIPOC diagramu další možné příčiny plýtvání na pracovišti, jako například jeho hlavního dodavatele materiálu (Cutter). Metodou Managementu úzkých míst bylo odhaleno úzké místo tohoto pracoviště, kterým je lepení průchodek v místě větvení kabelu. Při tomto kroku se používá dvousložkové epoxidové lepidlo s dobou manipulační pevnosti 120 minut, což vytváří nerovnoměrnosti v toku materiálu na pracovišti a způsobuje plýtvání času. Za pomoci metody Poka-yoke byla identifikována hrozba v podobě plýtvání u formy pro zatavování části kabelu do plastové přechodky.

Další část bakalářské práce se zabývala optimalizačními návrhy zjištěných nedostatků. Návrhem č. 1 byla aktualizace 5S standardů pracovišť. Druhým návrhem bylo zautomatizovat vypisování informací do inspekčních reportů a zavedení namátkové kontroly délek výrobků. Třetí návrh se zabýval zavedením pravidelných školení zaměstnanců zkušenějšími pracovníky dle metody Kaizen. Návrh č. 4, vycházející ze SIPOC diagramu, pojednává o zavedení namátkové kontroly délek kabelů v zakázkách na pracovišti Cutter, aby se zmetky zachytili ještě přímo při jejich výrobě a ne až na pracovišti Příprava. Pátý návrh, za pomoci metody Managementu úzkých míst, optimalizuje materiálový tok na pracovišti použitím rychleji tvrdnoucího epoxidového lepidla, a tím eliminuje plýtvání času. Dalším optimalizačním návrhem do budoucna na základě metody Poka-yoke, je opatření formy pro zatavení kabelu do plastové přechodky o nový vodící kolík, který zamezí přiložení formy v opačném směru. Posledním návrhem do budoucna je návrh nového pracoviště Přípravy. Tento návrh bude realizován při příležitosti modernizace a reorganizace výrobní haly společnosti ve druhé polovině roku 2019. Pracoviště se bude skládat z nových stolů, které budou disponovat policemi, aby celá pracovní plocha zůstala volná pro manipulaci s materiálem a výrobu několika kusů výrobků naráz, což pozitivně ovlivňuje efektivitu pracoviště. Tyto stoly budou orientovány do jedné linie tak, aby nebyl narušován tok materiálu viz příloha 8.

Výše zmíněné optimalizační kroky byly finančně vyčísleny v předposlední kapitole této práce. Celkové finanční úspory vytvořené pomocí optimalizačních kroků byly sečteny na 1 588 247,7 Kč ročně.

Cílem této bakalářské práce byla optimalizace materiálových toků na daném pracovišti, vyčíslení finančních úspor a nový návrh linky, které tímto považuji za splněné.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. TURZÍK, Daniel. *Matematika III: základy optimalizace*. Vyd. 3. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 1999. ISBN 80-7080-363-0.
2. PEXIDER, Václav a Petr KONDELÍK. *Optimalizace: identifikace matematického modelu*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1986.
3. CHROMIAKOVÁ, Felicita. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štihlým řízením procesů*. Žilina: Georg, 2013. ISBN 978-80-8154-058-5.
4. *Průmyslové inženýrství: cesty ke zvyšování výkonnosti firem*. Tichá: Centrum průmyslového inženýrství, 2009-. ISSN 1803-7593.
5. MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. *Cesty k vyšší produktivitě: strategie založená na průmyslovém inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1996. ISBN 80-902235-0-8.
6. *5S pro operátory: 5 pilířů vizuálního pracoviště*. Brno: SC&C Partner, c2009. Shopfloor series. ISBN 978-80-904099-1-0.
7. BAUER, Miroslav. *Kaizen: cesta ke štihlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks, 2012. ISBN 978-80-265-0029-2.
8. IMAI, Masaaki. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Brno: Computer Press, c2007. Business books (Computer Press). ISBN 978-80-251-1621-0.
9. KOŠTURIÁK, Ján. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press, 2010. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 978-80-251-2349-2.
10. JONES, Erick C. *Quality management for organization using lean Six Sigma techniques*. Boca Raton: CRC Press, c2014. ISBN 978-1-4398-9782-9.
11. GEORGE, Michael L., Dave ROWLANDS a Bill KASTLE. *Co je Lean Six Sigma?*. Brno: SC&C Partner, c2005. ISBN 80-239-5172-6.
12. MILLER, Ivan. *Kapesní příručka Six Sigma*. 3. vydání. Praha: Interquality, 2016. ISBN 978-80-905414-1-2.
13. KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štihlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. Management studium. ISBN 80-86851-38-9.
14. MACINNES, Richard L. *Štihlý podnik Memory Jogger: vytvářejte hodnotu a eliminujte ztráty v celém vašem podniku*. Praha: Česká společnost pro jakost, 2006. ISBN 80-02-01849-4.
15. KUBÍK, Roman a Jan STREJČEK. *Technologické projekty a manipulace s materiálem*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2015. ISBN 978-80-214-5260-2.
16. ŠLAICHOVÁ, Eva. *Výzkum vybraných metod měření produktivity práce: monografie*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2013. ISBN 978-80-7494-007-1.
17. VÁCHAL, Jan a Marek VOCHOZKA. *Podnikové řízení*. Praha: Grada, 2013. Finanční řízení. ISBN 978-80-247-4642-5.
18. BISON EPOXY 5 MIN 24 ML. *BISON* [online]. Broumov: Z - TRADE, 2019 [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <http://www.bison-lepidla.cz/cs/p/bison-epoxy-5-min-24-ml-8710439039657.html>
19. *Vlastní zpracování*

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

<b>Zkratka</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Popis</b>
TQM	-	Total Quality Management
TPM	-	Total Productive Maintenance
JIT	-	Just in Time
WIP	-	Work-in-process
VOC	-	Voice of the Customer
Obr.	-	Obrázek
Tab.	-	Tabulka
OD	-	Optical devices
s. r. o.	-	Společnost s ručením omezeným
UV	-	Ultrafialový



## SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

### Obrázky

OBR. 1.1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ [VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ DLE 3].....	10
OBR. 1.2 5S [VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ DLE 6].....	11
OBR. 1.3 ROLE PRŮMYSLOVÉHO SYSTÉMOVÉHO SMÝŠLENÍ A METOD [VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ DLE 10].....	15
OBR. 1.4 LEAN SIX SIGMA [VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ DLE 11].....	16
OBR. 1.5 DMAIC [VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ DLE 11].....	20
OBR. 1.6 A) DIAGRAM PŘÍČIN A NÁSLEDKŮ, B) KORELAČNÍ DIAGRAM [VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ DLE 11].....	22
OBR. 1.7 VÝBĚROVÝ DIAGRAM [VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ DLE 11].....	22
OBR. 1.8 ZÁKLADY TPM [VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ DLE 5].....	24
OBR. 1.9 FUNKCE POKA-YOKE [VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ DLE 5].....	25
OBR. 1.10 VODÍCÍ KOLÍK [VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ DLE 5].....	26
OBR. 2.1 ZÁVOD BRNO-SLATINA [19].....	29
OBR. 2.2 LOGO SPOLEČNOSTI COMMSCOPE [19].....	30
OBR. 2.3 VÝROBKOVÉ PORTFOLIO [19].....	30
OBR. 2.4 VÝROBKOVÉ PORTFOLIO OD [19].....	31
OBR. 2.5 TABULKA KÓDOVÁNÍ KABELU [19].....	32
OBR. 2.6 A) PRACOVÍŠTĚ PŘÍPRAVA, B) SCHÉMA STANDARDU [19].....	33
OBR. 2.7 INSPEKČNÍ REPORT [19].....	34
OBR. 2.8 ŠABLONA [19].....	35
OBR. 2.9 A) ODSTRIPOVÁVÁNÍ, B) ŘEZÁNÍ POMOCÍ RIPCordu [19].....	35
OBR. 2.10 A) ZASTŘIHNUTÍ ARAMIDU, B) ZASTŘIHNUTÍ TYČINKY [19].....	36
OBR. 2.12 ZASTŘIHÁVÁNÍ VLÁKEN [19].....	36
OBR. 2.13 5S STANDARD [19].....	37
OBR. 2.14 STARÁ NÁSTĚNKA [19].....	38
OBR. 2.15 INSTRUKCE A VÝKRESY [19].....	38
OBR. 2.16 TRÍDĚNÍ ODPADU [19].....	39
OBR. 2.17 SCHÉMA STANDARDIZOVANÉ PRÁCE [19].....	39
OBR. 2.18 VYPLNĚNÝ INSPEKČNÍ REPORT [19].....	41
OBR. 2.19 LEPENÍ TUBINGU [19].....	43
OBR. 2.20 FORMA [19].....	44
OBR. 2.21 A) STARÉ ROZLOŽENÍ INSTRUKCÍ, B) NOVÉ ROZLOŽENÍ INSTRUKCÍ [19].....	45
OBR. 2.22 NOVÝ STANDARD NÁSTĚNKY VÝROBY 1 [19].....	46
OBR. 2.23 NOVÝ STANDARD NÁSTĚNKY VÝROBY 2 [19].....	46
OBR. 2.24 UMÍSTĚNÍ VODÍCÍHO PRVKU FORMY [19].....	48

### Tabulky

TABULKA 1.1 ÚROVNĚ SIGMA [VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ DLE 11].....	16
TABULKA 1.2 SIPOC DIAGRAM [VLASTNÍ ZPRACOVÁNÍ DLE 11].....	21
TABULKA 2.1: ZÁKLADNÍ ÚDAJE O SPOLEČNOSTI COMMSCOPE CZECH REPUBLIC S. R. O. [19].....	30
TABULKA 2.1 SIPOC DIAGRAM [19].....	42
TABULKA 2.3 NOVÝ STANDARD NÁSTĚNKY VÝROBY [19].....	47
TABULKA 2.3 FINANČNÍ ZHODNOCENÍ [19].....	50

### Grafy

GRAF 2.1 SNÍMEK PRACOVNÍHO DNE [19].....	40
--	----

---

**SEZNAM PŘÍLOH**

<b>Název</b>	<b>Popis</b>	<b>Rozsah</b>
Příloha 1	Snímek pracovního dne 1	1
Příloha 2	Snímek pracovního dne 2	1
Příloha 3	Snímek pracovního dne 3	1
Příloha 4	Snímek pracovního dne 4	1
Příloha 5	Snímek pracovního dne 5	1
Příloha 6	Snímek pracovního dne 6	1
Příloha 7	5S standard pracoviště	1
Příloha 8	Návrh linky Příprava	1

## Příloha 1: Snímek pracovního dne 1

<b>COMMScope</b> <sup>®</sup>	Datum: 25.2.2019	Pozorovací list Snímek pracovního dne		List č.: 1
	Směna: ranní			Pozorovatel: Vojtěch Klačka
	Od do: 6:00-14:00		Pozorovaný: Markéta	
Pracoviště : Příprava	Pracovní čas: 7:20			
Zkratky pro jednotlivé činnosti:	V - výroba	O - organizace	D - dokumentace	N - neproduktivní čas

Čas		Trvání úkonů			
Od	do	V	O	D	N
6:00	6:13		13		
6:13	8:00	74	4		29
8:10	8:57	37	5		5
8:57	9:07		5		5
9:07	9:42	35			
9:42	9:52	6			4
9:52	11:20	79	4		5
11:50	12:20	25	5		
12:20	13:30	42	18	10	
13:30	13:36				6
13:36	14:00		10		14
Celkem v min:		298	64	10	68
Celkem v %:		68%	15%	2%	15%

## Příloha 2: Snímek pracovního dne 2

<b>COMMSCOPE®</b>	Datum: 25.2.2019	Pozorovací list Snímek pracovního dne		List č.: 2
	Směna: ranní			Pozorovatel: Vojtěch Klaška
	Od do: 6:00-14:00		Pozorovaný: Renata	
Pracoviště : Příprava	Pracovní čas: 7:20			
Zkratky pro jednotlivé činnosti:	V - výroba	O - organizace	D - dokumentace	N - neproduktivní čas

Čas		Trvání úkonů			
Od	do	V	O	D	N
6:00	6:30				30
6:30	8:00	88			2
8:10	8:44	28			6
8:44	9:34	50			
9:34	9:44				10
9:44	11:20	91			5
11:50	12:20	30			
12:20	13:37	70			7
13:37	13:40				3
13:40	13:49	9			
13:49	14:00				11
Celkem v min:		366	0	0	74
Celkem v %:		83%	0%	0%	17%

## Příloha 3: Snímek pracovního dne 3

<b>COMMSCOPE®</b>	Datum: 25.2.2019	Pozorovací list Snímek pracovního dne		List č.: 3
	Směna: ranní			Pozorovatel: Vojtěch Klaška
	Od do: 6:00-14:00			Pozorovaný: Jaroslav
Pracoviště : Příprava	Pracovní čas: 7:20			
Zkratky pro jednotlivé činnosti:	V - výroba	O - organizace	D - dokumentace	N - neproduktivní čas

Čas		Trvání úkonů			
Od	do	V	O	D	N
6:00	7:08	58		4	6
7:08	7:44	26		4	6
7:44	9:00	50		11	5
9:00	9:46	44			2
9:46	10:00	12			2
10:00	10:55	47		5	3
10:55	11:20			25	
11:50	13:41	95		12	4
13:41	13:47	6			
13:47	13:55				8
13:55	14:00				5
Celkem v min:		338	0	61	41
Celkem v %:		77%	0%	14%	9%

## Příloha 4: Snímek pracovního dne 4

<b>COMMSCOPE®</b>	Datum: 4.3.2019	Pozorovací list Snímek pracovního dne		List č.: 4
	Směna: ranní			Pozorovatel: Vojtěch Klaška
	Od do: 6:00-14:00			Pozorovaný: Adriana
Pracoviště : Příprava	Pracovní čas: 7:20			
Zkratky pro jednotlivé činnosti:	V - výroba	O - organizace	D - dokumentace	N - neproduktivní čas

Čas		Trvání úkonů			
Od	do	V	O	D	N
6:00	7:40	60	3	18	19
7:40	9:00	59		2	9
9:00	9:30	12	7	11	
9:30	10:55	76		7	2
10:55	11:20	4		21	
11:50	12:40	47			3
12:40	12:55	5	5		5
12:55	13:11	16			
13:11	13:26	13			2
13:26	13:40		9		5
13:40	14:00				20
<b>Celkem v min:</b>		292	24	59	65
<b>Celkem v %:</b>		66%	5%	13%	15%



## Příloha 5: Snímek pracovního dne 5

COMMSCOPE®	Datum: 4.3.2019	Pozorovací list Snímek pracovního dne		List č.: 5
	Směna: ranní			Pozorovatel: Vojtěch Klačka
	Od do: 6:00-12:00			Pozorovaný: Jana
Pracoviště : Příprava	Pracovní čas: 5:20			
Zkratky pro jednotlivé činnosti:	V - výroba	O - organizace	D - dokumentace	N - neproduktivní čas


Čas		Trvání úkonů			
Od	do	V	O	D	N
6:00	6:45	45			
6:45	8:05	70			10
8:05	8:30	11			14
8:30	10:13	74	5		14
10:13	10:43	29			1
10:43	11:20	37			
11:50	12:00	10			
Celkem v min:		276	5	0	39
Celkem v %:		86%	2%	0%	12%

## Příloha 6: Snímek pracovního dne 6

<b>COMMSCOPE®</b>	Datum: 4.3.2019	Pozorovací list Snímek pracovního dne		List č.: 6
	Směna: ranní			Pozorovatel: Vojtěch Klačka
	Od do: 6:00-14:00			Pozorovaný: Irena
Pracoviště : Příprava	Pracovní čas: 7:20			
Zkratky pro jednotlivé činnosti:	V - výroba	O - organizace	D - dokumentace	N - neproduktivní čas

Čas		Trvání úkonů			
Od	do	V	O	D	N
6:00	6:45			25	20
6:45	8:00	63			12
8:10	10:00	110			
10:00	10:05				5
10:05	11:20	27		25	23
11:50	13:35	105			
13:35	13:38				3
13:38	14:00				22
Celkem v min:		305	0	50	85
Celkem v %:		69%	0%	11%	19%

## Příloha 7: 5S standard pracoviště

COMMSCOPE®		STANDARD PRACOVISTĚ	
Označení: ACZFIBER235(D)_4/19	Revize: C	Platnost od: 19.4.2019	
Název instrukce: Standard 5S pracoviště přípravy	Odpovědnost: Operátor		
			

**Povinnosti operátora na pracovišti:**

- Na začátku a na konci směny musí operátor zkontrolovat, že jsou všechny nástroje na svém místě.
- Operátor je zodpovědný za pořádek na svém pracovišti.
- V průběhu výroby potažmo na konci směny je operátor povinen uklidit veškerý nepořádek vzniklý během výroby.
- Pokud se na lince dál nebude vyrábět je operátor povinen dát pracoviště do standardního stavu viz. obrázek.

DOKUMENT V TIŠTĚNÉ PODOBĚ JE NEŘÍZENÝ  
Tisk 20/05/2019

Vytvořil: Vojtěch Kláška

**Příloha 8: Návrh linky Příprava**

