



# **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Optimalizace procesů v údržbě letadlových celků

Optimization of a Processes in the Maintenance of Aircraft  
Units

## **STUDIJNÍ PROGRAM**

Řízení rozvojových projektů

## **STUDIJNÍ OBOR**

Projektové řízení inovací v podniku

## **VEDOUcí PRÁCE**

doc. Ing. Lenka Švecová, Ph.D.

MICHALEC

VÁCLAV

**2019**

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení:	Michalec	Jméno:	Václav	Osobní číslo:	424196
Fakulta/ústav:	Masarykův ústav vyšších studií (MÚVS)				
Zadávací katedra/ústav:	Oddělení manažerských studií				
Studijní program:	Řízení rozvojových projektů				
Studijní obor:	Projektové řízení inovací v podniku				

## II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:  
Optimalizace procesů v údržbě letadlových celků

Název diplomové práce anglicky:  
Optimization of a Processes in the Maintenance of Aircraft Units

Pokyny pro vypracování:

Cílem diplomové práce je optimalizace procesů se záměrem zvýšení efektivity ve vybraném středisku pomocí analyzování jeho aktuálního stavu se stanovením plýtvání a dále s návrhem a implementací vhodného doporučení.  
Přínosem diplomové práce je analýza jednotlivých pracovišť s návrhem, doporučením a implementací vedoucí ke zvýšení efektivity procesu, odstranění plýtvání a tak snížení průměrného času údržby.  
Osnova: 1. Úvod, 2. Teoretická část: metodologie štlhlé výroby, plýtvání, nástroje štlhlé výroby, rozdělení společnosti 3. Praktická část: představení společnosti a střediska, analýza pracovišť, návrh a implementace optimalizace, vyhodnocení 4. Závěr




Seznam doporučené literatury:

JUROVÁ, Marie. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: Grada Publishing, 2016.  
SVOZILOVÁ, Alena. Zlepšování podnikových procesů. Praha: Grada, 2011.  
TOMEK, G. a VÁVROVÁ V. Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci. Praha: Grada, 2014.  
KOŠTURIÁK, Ján a FROLÍK, Zbyněk. Štlhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:  
doc. Ing. Lenka Švecová, Ph.D., ČVUT v Praze, Masarykův ústav vyšších studií

Jméno a pracoviště konzultanta(ky) diplomové práce:  
\_\_\_\_\_

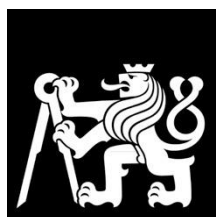
Datum zadání diplomové práce: 6.12.2017      Termín odevzdání diplomové práce: 10.1.2019  
Platnost zadání diplomové práce: 30.9.2019

 Podpis vedoucí(ho) práce       Podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry       Podpis děkana(ky)

## III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

3. 1. 2019 Datum převzetí zadání       Podpis studenta(ky)

MICHALEC, Václav. *Optimalizace procesů v údržbě letadlových celků*. Praha: ČVUT 2019. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Masarykův ústav vyšších studií.



**MASARYKŮV ÚSTAV  
VYŠŠÍCH STUDIÍ  
ČVUT V PRAZE**

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně. Dále prohlašuji, že jsem všechny použité zdroje správně a úplně citoval a uvádím je v příloženém seznamu použité literatury.

Nemám závažný důvod proti zpřístupňování této závěrečné práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Praze dne: 17. 01. 2019

Podpis:

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval vedoucímu této práce, paní doc. Ing. Lence Švecové, Ph.D, za užitečné rady a připomínky, které přispěly k její vypracování. Dále bych rád poděkoval panu Tomáši Průžkovi, IEn., který, skrze společnost, ve které byla praktická část práce zpracována, mi nabídl možnost vyzkoušet si naučenou teorii v praxi a vždy jsi našel čas na konzultace a dotazy. Následně bych rád poděkoval celému týmu středisku oprav leteckých podvozků. Zejména panu Václavu Pejclovi, Bc. Jiřímu Rokosovi, Luboši Krejzovi a Bc. Martinu Vábřovi. Nakonec bych rád poděkoval svým rodičům a Kátě za podporu, kterou mi věnovali po celou dobu studia společně s pevnou rukou a pevnými nervy.

# Abstrakt

Diplomová práce ve své teoretické části popisuje historický vývoj štíhlé výroby, detailní popis různých druhů plýtvání, nejčastěji používané nástroje k analýze a implementaci štíhlé výroby, společně s tím, jak tyto nástroje využít v souvislosti s různou škálou druhů podniků. Praktická část mapuje projekt zaměřený na optimalizaci procesu údržby letadlových podvozků. Cílem práce je pomocí nástrojů a metod štíhlé výroby analyzovat současný stav procesu, definovat plýtvání a navrhnout vhodné řešení, které následně aplikovat a celkově tak zvýšit efektivitu daného střediska. Klíčovým pro splnění cíle je co nejvyšší možné odstranění plýtvání z pracovišť střediska, tím tak optimalizovat celkový proces údržby podvozků a následně dosáhnout snížení průměrného času údržby. Součástí práce je také vyhodnocení navrženého řešení s ročním odstupem.

## Klíčová slova

Proces, optimalizace, štíhlá výroba, Lean, plýtvání, efektivita, nástroje, metody

# Abstract

The theoretical part describes the historic evolution of lean manufacturing, specific description of types of waste, tools used for analyzing and implementing lean manufacturing, including how these tools are used in different types of businesses. Practical part describes a project that focused on process optimization of landing gear maintenance. The goal of this thesis was to analyze, while utilizing lean manufacturing tools, the current stage of the overall process, to define waste and to recommend useful solution which is then further applied during the process of increasing overall effectivity of landing gear maintenance. The most essential step in this analysis was to reduce waste as much as possible. As such, this helped optimize the overall process of landing gear maintenance and lowered the average time of service. Thesis also evaluates its project within its one year of application.

## Key words

Process, Optimization, Lean Production, Lean, Waste, Efficiency, Tools, Methods

# Obsah

<b>Úvod</b> .....	<b>6</b>
<b>1 Historie a vývoj štíhlé výroby</b> .....	<b>9</b>
1.1 Vznik.....	9
1.2 Poválečné období .....	10
1.3 Konec 20. a počátek 21. století.....	11
1.4 Budoucí vývoj.....	12
<b>2 Plýtvání</b> .....	<b>14</b>
2.1 Výrobní procesy .....	14
2.2 Administrativní procesy .....	18
<b>3 Implementace metod štíhlé výroby</b> .....	<b>21</b>
3.1 Analýza a mapování procesů.....	22
3.1.1 Jednoduché nástroje .....	22
3.1.2 Komplexní nástroje.....	23
3.2 Nástroje pro implementaci .....	31
<b>4 Rozdělení podniků</b> .....	<b>36</b>
<b>5 O společnosti</b> .....	<b>41</b>
<b>6 Popis procesu údržby letadlových podvozků</b> .....	<b>42</b>
6.1 Analýza střediska údržby letadlových podvozků .....	43
6.2 Plán implementace .....	46
<b>7 Analýza pracovišť</b> .....	<b>49</b>
7.1 Dílna.....	49
7.2 Soustružna .....	51
7.3 Demontáž.....	52
7.4 Technické mytí.....	54
7.5 Tryskání.....	56
7.6 Galvanovna .....	57
7.7 Kuličkování.....	57



7.8	Nedestruktivní defektoskopie .....	58
7.9	Lakovna.....	59
7.10	Pec.....	59
<b>8</b>	<b>Optimalizace .....</b>	<b>60</b>
8.1	Optimalizace pracovišť .....	61
8.1.1	Optimalizace – Dílna.....	61
8.1.2	Optimalizace – Soustružna .....	63
8.1.3	Optimalizace – Demontáž .....	63
8.1.4	Optimalizace – Technické mytí.....	64
8.1.5	Optimalizace – Tryskání.....	64
8.1.6	Optimalizace ostatních pracovišť .....	65
8.2	Standardizace.....	65
8.3	Tvorba auditu.....	67
<b>9</b>	<b>Vyhodnocení.....</b>	<b>70</b>
9.1	Předmontáž .....	70
9.2	Demontáž.....	71
9.3	Tryskání.....	71
9.4	Vyhodnocení s ročním odstupem.....	71
<b>10</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>73</b>
	<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>77</b>
	<b>Internetové zdroje.....</b>	<b>78</b>
	<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>79</b>
	<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>80</b>
	<b>Seznam příloh .....</b>	<b>81</b>
	<b>Seznam grafů .....</b>	<b>81</b>
	<b>Přílohy .....</b>	<b>82</b>

# Úvod

Pro společnosti zaměřující se na výrobu není pojem štíhlá výroba neznámým pojmem. Použití této filozofie v podnicích, které se výrobou nezabývají, vypadá na první pohled nevhodně a nesrozumitelně. Opak je ale pravdou a realita je taková, že v důsledku neustále navyšujícího se tlaku na společnosti z hlediska snižování nákladů nebo zkracování časů, ať už z důvodu vyšší konkurenceschopnosti, či omezeným zdrojům, můžeme pozorovat využití filozofie štíhlé výroby i v jiných než ve výrobních podnicích. Právě tím, jak vhodně přizpůsobit filozofii štíhlé výroby v podniku nezabývajícím se výrobou, se zabývá tato diplomová práce.

Práce je rozdělena do dvou částí, teoretické a praktické, přičemž ve své teoretické části popisuje v úvodu historický vznik a vývoj pojmu štíhlá výroba se zamyšlením se nad jejím dalším vývojem. V další části se detailně zaměřuje na pojem plýtvání s jeho jednotlivým rozdělením, často spojeným s výrobními procesy, ale v dnešní době i s často se vyskytujícími administrativními procesy. Následně se teoretická část věnuje metodám štíhlé výroby, a to zejména analýzou procesů a činností, a následně navazuje na nejčastěji používané nástroje a metody k implementaci filozofie štíhlé výroby postavené na modelu Toyota Production System. Ve svém závěru se zaměřuje na problematiku rozdělení podniků z důvodu vyzdvižení jednotlivých rozdílů s možnou návazností a zamyšlením se nad využitím metod a nástrojů filozofie štíhlé výroby.

Praktická část diplomové práce popisuje projekt, který využívá nástrojů a filozofie štíhlé výroby využívaných ve výrobních podnicích a popisuje jejich aplikaci v nevýrobní společnosti skrze cíl práce, tedy optimalizace procesů se záměrem zvýšení efektivity ve vybraném středisku pomocí analyzování jeho aktuálního stavu se stanovením plýtvání a dále s návrhem a implementací vhodného doporučení.

Dané středisko podniku se zaměřuje na údržbu letadlových podvozků, a tak se praktická část diplomové práce soustředí zpočátku na popis celkového procesu údržby podvozků a dále hlouběji analyzuje jeho jednotlivá pracoviště, která vstupují do procesu, s cílem nalezení zdrojů plýtvání.

Po analyzování pracovišť si klade práce za cíl z jednotlivých pracovišť odstranit definované zdroje plýtvání pomocí filozofie a nástrojů modelu Toyota Production System. Jako vhodný nástroj byla vybrána metoda 5S. Skrze ni je v jejích prvních třech krocích z pracovišť odstraněno plýtvání a pracoviště jsou optimalizována. V následujících krocích je vytvořen standard jednotlivých pracovišť společně s auditem.

V závěrečné části práce zabývající se vyhodnocením je shrnuto, jak se jednotlivá pracoviště změnila a jaký měl projekt přínosy pro dané středisko. Zároveň vyhodnocuje odvedenou práci na daném středisku s odstupem jednoho roku, čímž potvrzuje vhodnost aplikace filozofie štíhlé výroby i do nevýrobních podniků.

# **TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 Historie a vývoj štihlé výroby

V dnešní době je pojem štihlá výroba velmi známý a společnostmi často skloňovaný, proto štihlá výroba není v dnešní době žádný nový objev. Počátek štihlé výroby se datuje na začátek 20. století, s příchodem průmyslové výroby. (Váchal, 2013, s. 466) Hlavním průkopníkem byl Henry Ford, který prosazoval v tu dobu zcela nové a průlomové teorie Fredericka Taylora, ale i dalších, jako například Franka Gilbretha, či díky známému Ganttovu diagramu, Henryho Gantta. (Svozilová, 2011, s. 22-23)

## 1.1 Vznik

Počátek štihlé výroby, kterou, Mašín (2004) nazývá jako první generaci, byla a v dnešní době stále je spojována s hromadnou výrobou. Klíčem, a pro tehdejší dobu velkou změnou bylo, že do počátku 20. století bylo vesměs vše vyráběno lidmi ručně pomocí jejich dovedností, s určitými nástroji a materiálem. Příchodem průmyslové revoluce, která nahradila ruční nástroje mechanizací, byl vytvořen rozcestník. Smyslem tohoto rozcestníku byla možnost nadále pokračovat ve staletí dlouhé cestě řemeslné výroby, nebo se vydat na cestu novou, a to nahrazením lidské práce pomocí využití strojů, a tím tak radikálně snížit náklady. Jak dále popisuje, obě tyto filozofie a cesty jsou zachované, stále se využívají, a i nadále můžeme najít společnosti, jejichž podnikatelský záměr je založen na tradiční řemeslné výrobě. Na druhou stranu je zde velké množství podniků a společností, které jsou zaměřené na hromadnou výrobu a preferují onu druhou cestu. (Mašín, 2004, s. 20)

Henry Ford jako první, hlavní a nejznámější reprezentant hromadné výroby zvolil druhou cestu a jak dodává Svozilová (2011), stejně jako Ford i ostatní průmyslníci chtěli vyrobit co nejvíce výrobků za co nejkratší dobu. Celkově tak toto období přichází s principy procesního řízení a seřazením výroby do jediné výrobní linky. (Svozilová, 2011, s. 23)

Dalšími přínosy, které dodává Mašín (2004), jsou kromě orientace na proces a tok, i orientace na využití jednoúčelových strojů, standardizaci výrobků, nízké náklady, efektivnost, ale také na specializaci v práci ve spojení s vertikální integrací díky hierarchickému vedení organizace. (Mašín, 2004, s. 21)

## 1.2 Poválečné období

Následovala druhá světová válka s poválečným obdobím, ve kterém jak popisuje Mašín (2004), neklesaly náklady na pracovní sílu v důsledku porušení homogenity trhů. Nabídka převýšila poptávku a díky změně životního stylu se v tomto období začaly měnit požadavky zákazníků s poptávkou po větším a pestřejším výběru. Jak dále popisuje, od této chvíle se vývoj štíhlé výroby přemísťuje do Japonska, které se po druhé světové válce orientuje zejména na nízkonákladovou výrobu s nízkou kvalitou. Skrze složitou cestu plnou neúspěchů se dostáváme do druhé poloviny 20. století, kdy automobilka Toyota přichází se svým výrobním systémem Toyota Production System (TPS) a udává tak základy principům štíhlého podniku společně s jeho hlavním reprezentantem, filozofií Just-in-time, který vyrábí, dopravuje a skladuje výrobky pouze tehdy, pokud to zákazník vyžaduje. Tato filozofie tak přináší do hromadné výroby zvýšení flexibility a také efektivity. (Mašín, 2004, s. 22-23) Jak dodává Tomek a Veber, samotná filozofie Just-in-time je filozofií, která snižuje zásoby skrze přímé dodávky do výrobního procesu a je spojena s tzv. principem tahu, jehož cílem je vyrábět a dodávat v malém množství s co nejkratšími lhůtami dodání se splněním požadavků zákazníka. (Tomek, 2014, s. 66) (Veber, 2016, s. 72)

Automobilka Toyota s jejím TPS společně s dalšími mysliteli v oblasti procesního managementu druhé poloviny 20. století přinesla spousty dalších metod, avšak samotným smyslem a cílem štíhlé výroby bylo a je komplexní použití různých metod, které při společném použití dodávají vyšší užitek. (Váchal, 2013, s. 466) Jak dále popisuje Váchal (2013): *„štíhlá výroba není štíhlá proto, že by se zbavovala určitých činností, ale především proto, že se dokáže účinně zbavovat všech nečinností a ztrat, které nepřidávají hodnotu pro zákazníka, ale jen zvyšují náklady“*. (Váchal, 2013, s. 466)

Z hlediska principů, na které se štíhlá výroba soustředí, cílem jejích metod je zejména co největší zkrácení výrobní doby, které s sebou přináší mnohem větší prostor pro plnění požadavků zákazníka, ale i celkové zvýšení produktivity díky možnosti vyrobit více produktů. S tím je spojeno i snižování zásob, a to jak už hotových produktů, tak i zásob nedokončené či rozpracované výroby, ale také zásob materiálu. Zkrácení procesu výroby a snížení zásob se odráží i v úspoře výrobních a skladovacích prostor. Velmi významným cílem je zaměření se na zvýšení kvality, která se zvyšuje díky snižování chybovosti v důsledku snížení zdrojů chyb. (Tomek, 2014, s. 66-67)

## 1.3 Konec 20. a počátek 21. století

Přesuneme-li se ke konci 20. století, identifikace, hodnocení a zlepšování procesů se pro podniky stává standardním přístupem, který se soustředí na koordinaci jednotlivých operací společně s kvalitou z hlediska jednotlivých pracovních úkonů. Novinkou, kterou toto období přináší, je procesní zlepšovatelství tzv. reengineering, který s sebou přinesl další nástroj pro odstranění plýtvání díky identifikaci, zviditelnění a znovu-vymyšlení procesů. Reengineering tak posouvá podniky od zaměření se na jednotlivé úkony ke komplexnímu pojetí procesních toků skrze získávání nových zákazníků a včasných dodávek či služeb vysoké kvality. Základem takovéto změny byla nově možnost využití informačních technologií, které zlepšily zprůchodňující faktory podnikových procesů. (Svozilová, 2011, s. 19-20)

Samotná původní myšlenka reengineeringu avšak byla naprosto radikální. Nebylo to pouze vylepšení a modifikace původních procesů, ale doslova vyšetřovací práce po výstupech procesů, na rozdíl od dřívějšího zaměření se na jednotlivé procesy a jejich činnosti. Očekávaná změna byla velmi dramatická zejména z hlediska pozitivní změny celkového pracovního procesu, kvality produktů a následně i úspory času. (Mohapatra, 2012, s. 10)

Po bouřlivém, a jak popisuje Svozilová (2011), převratném nástupu reengineeringu, který se objevoval ve většině podniků, dochází k jeho následnému vystřízlivění, při kterém se ukázalo, že ne vše je možné snadno a rychle změnit, a pokud ano, tak s velmi často neshodným očekáváním. Takto se dostáváme do roku 2000, ve kterém společnosti začínají hojně investovat a přecházet k podnikovým výpočetním systémům, a tak je vše odevzdáno do rukou informačních technologií. V tomto období se začíná vyskytovat terminologie začínající písmenem „e“, jako například: e-business, e-recruiting. Vznikají tzv. balíčky, které dávají dohromady velké množství různých manažerských nástrojů a podnikových funkcí a často jsou nazývány jako tzv. *best practices* nebo také ERP z anglického *Enterprise resource planning*, kdy se na první pohled zdá, že lepší možnosti v tuto chvíli už neexistují. Negativním přínosem je ústup od problematiky řízení procesů. (Svozilová, 2011, s. 20-21)

Počátek 21. století s sebou přináší ekonomickou krizi a s ní tlak na snižování nákladů. Celkově dochází k rozdělení firem, které integrovaly výše zmíněné balíčky pokrývající manažerské nástroje s různými podnikovými funkcemi na ty, které uspěly a na ty,

u kterých se implementace ERP projevila velmi nízce. Důvodem úspěchu společností byly kromě podpory a zavedení ERP i další společně s ERP zavedené změny, které byly společnosti schopné dynamicky měnit a upravovat. Naopak u společností, které neuspěly, tkvěl neúspěch v následném využívání a rozvoji. Nástroje tedy byly implementovány jen staticky, nijak dynamicky se nevyvíjely a nebyly upravovány, a pokud ano, nebyly upravovány dostatečně. Přecházíme tak do druhé dekády 21. století a s ní i ke spojení zaměření se podniků na modelování procesů s využitím a podporou informačních technologií. Společnosti tak začínají tvořit celopodnikové procesní architektury, definují měřítka úspěchu ke stanovení měřitelných cílů a využívají dalších nástrojů pro zvyšování kvality, procesů, výkonnosti, informačních technologií, jako jsou například nástroje a metody: Six Sigma, Balanced Scorecard či BPMS. (Svozilová, 2011, s. 21)

Dnes, v roce 2018, již můžeme sledovat spojení některých nástrojů. Nejznámějším z nich je Lean Six Sigma, který kombinuje metody štíhlé výroby s nástroji Six Sigma. Výhodou je, že v dnešní době jsou tyto metody vedení společností často známé, a jak dodává Jeston (2018), je zde šance, že brzy nahradí Business Process Management. (Jeston, 2018, s. 120)

## **1.4 Budoucí vývoj**

Z hlediska budoucnosti štíhlé výroby a jejího vývoje velmi často zaznívá, že doba se natolik změnila, že nástroje a samotná myšlenka sice tvoří pevný základ, ale v budoucnu bude zapotřebí stále se přizpůsobovat a vyvíjet.

Zajímavý budoucí vývoj popisuje Mašín (2004), a to jako třetí generaci výroby, konkrétně jako generaci výroby customizovaných výrobků, ve které se odkazuje na stále se zvyšující požadavky zákazníků. Tyto požadavky tak tlačí na výrobní podniky ve výrobě individuálních customizovaných výrobků a tento celkový tlak historicky přináší nutnost přizpůsobení se pomocí inovací skrze nový výrobní systém. Tento nový systém je definován jako systém výroby velkého sortimentu v malých sériích, který bude optimálně plánovat a efektivně využívat zdroje pro možnost výroby velkého sortimentu při vysoké frekvenci produkčních cyklů podniku s cílem včasného dodání výrobků zákazníkovi, které jsou přizpůsobené neboli customizované dle jeho přání. Mezi klíčové faktory uvádí metody pro plánování výroby velkého sortimentu ve smyslu rychlého zavádění výrobků pomocí flexibilních strojů a technologií, metody



průmyslového inženýrství se zaměřením a přesahem procesního inženýrství a plánování, dále metody pro přípravu lidí na časté změny práce z důvodů vysoké komplexnosti, složitosti a frekvence výrobků, a nakonec metody pro analýzu efektivnosti a flexibility. (Mašín, 2004, s. 28-38)

Pokud na konec této kapitoly shrneme základní pojmy štíhlého podniku, můžeme je charakterizovat jako zaměření se na *celkový proces*, díky čemuž lze komplexně vytvářet, řídit a zlepšovat procesy namísto jednotlivých dílčích procesů. Zároveň ve spojení s využitím *principu tahu*, díky kterému se zkrátí průběžná doba výroby, se sníží množství zásob, a to následně vede k optimalizaci či zmenšení výrobních prostor. Ve společnostech se toto projeví zvýšením produktivity nebo také vyšším obrátem kapitálu. Další charakteristikou štíhlé výroby je zaměření se na *vyvarování se chyb* pomocí preventivních opatření, které vedou ke stabilitě procesů, a celkovému zkrácení časů ve výrobě a zvýšení kvality. Dále je nutné do těchto pojmů zařadit *flexibilitu*, která se vztahuje na stroje, pracovníky, organizaci práce a řízení společnosti obecně, kdy je hlavním důvodem co nejrychlejší se přizpůsobení požadavkům zákazníka. Velkou a významnou rolí je také *transparentnost*, která jasně a přehledně udává na první pohled odchylku od zavedeného standardu, zároveň udává a přiděluje odpovědnost a kompetence na různých procesních úrovních, což následně vede k ulehčení v orientaci činností a lepšímu pochopení souvislostí. Transparentností zmíněná *standardizace* je opět nedílnou součástí, která by měla pro veškerá pracoviště všech oddělení utvářet jednotnost a přehlednost společně se sdílením znalostí a zkušeností. Velkou součástí štíhlé výroby je také *osobní zodpovědnost*, která se vyznačuje správnou komunikací mezi všemi zaměstnanci společnosti a přiděluje jim určitou odpovědnost a kompetence od akceptace a porozumění štíhlé výrobě, přes znalost své práce a svých úkolů, společně s motivací a aktivním podílením se na neustálém zlepšování. To dále vede k aktivnímu spolupodílení se na chodu společnosti a *neustálém zlepšování*, které klade důraz a soustředí se na neustálou aktualizaci zlepšení výše popsaných charakteristik. (Váchal, 2013, s. 470-471) (Tomek, 2014, s. 67)

## 2 Plýtvání

V každé společnosti probíhají procesy, a skrze analýzu hodnotového procesu, kterou popsal Porter, se jednoznačně vyskytují procesy, které vytvářejí hodnotu daného produktu společnosti a ty, které hodnotu nepřidávají. Cílem štíhlé výroby je zaměřit se na ty procesy, které hodnotu nepřidávají, a co nejvíce je snížit. Tyto ztrátové procesy jsou často definovány jako plýtvání neboli „*muda*“. (Tomek, 2014, s. 67)

Japonské slovo *muda* v doslovném překladu znamená plýtvání či odpad a často je spojováno s tvorbou produktu a činnostmi, které nepřidávají hodnotu. Plýtvání neboli *muda*, jak popisuje Imai (2005) se kromě výroby a výrobních procesů dnes mnohem častěji vyskytuje v sektoru služeb a s ním spojenými administrativními procesy. Celkově se vše spojené s plýtváním označuje jako 3MU a kromě *muda*, se sem řadí i slova *mura* a *muri*, kdy *mura* je spojeno s nepravidelností a narušením hladkého a plynulého toku práce strojů či pracovníků. Můžeme je popsat jako úzké místo, kvůli němuž se proces musí přizpůsobit nejpomalejšímu článku. Cílem je nalézt tyto úzká místa a odstranit je. Slovo *muri* je spojeno s namáhavou prací, a to opět jak zaměstnanec, jehož náplň práce je přenášet celý den těžká břemena, ale i stroje, který může být přetěžován. Všechny tři „MU“ tak slouží jako hledání a kontrola abnormalit na pracovištích a k celkovému určení slabých míst vhodných pro změnu. (Imai, 2005, s. 86-87)

Z hlediska druhů plýtvání bylo definováno sedm základních druhů, kterými jsou: čekání, nadvýroba, nekvalita, zbytečné pohyby a transport, zpracování a zásoby. Postupem času a uvědomění si významu člověka v procesu, se v dnešní době zcela automaticky objevuje i plýtvání intelektem neboli nevyužitým talentem zaměstnanců.

### 2.1 Výrobní procesy

#### Čekání

V podmínkách, ve kterých zboží nebo výrobky nejsou nikterak využívány a čekají ke své spotřebě nebo k dalšímu transportu jsou označovány tzv. statusem čekání. Samo o sobě je čekání činnost, která nepřidává hodnotu. Čekání není spojeno jen s výrobky či zbožím, ale i s jakémkoliv jiným pracovním procesem, například z hlediska zaměstnanců, kteří čekají, až jim bude zadána práce, nebo s čekáním na dodavatele a jeho dodávku materiálu. (Svozilová, 2011, s. 34-35)

Eliminace činností, které jsou spojené s plýtváním ve smyslu čekání, jsou velmi často spojeny se změnou procesních a často i logistických operací. Mezi další možnosti patří i změna a zefektivnění plánování, nebo například i úprava tzv. layoutu daného prostoru, tedy optimalizace rozmístění, například pracovišť. Efektivní produkci můžeme specifikovat jako stabilně a rychle se pohybující produkční tok s layoutem pro vysokou frekvenci. (Sweeney, 2017, s. 14)

### **Nadvýroba**

Z hlediska řízení rizika je vhodné udržovat určitou výši výrobků nad úrovní poptávky a vyrábět tak v předstihu před plánem z důvodu prostor pro objednávky zákazníků. Nadměrná produkce může zároveň pokrýt nejistotu, která je tvořena z obav před nepravidelnými dodávkami od dodavatelů, nebo před možnými poruchami technického vybavení. Toto plýtvání také Váchal (2013) nazývá jako skryté a uvádí příklad již popsaných pojistných zásob či bezpečnostních polštářů chránících podnik před různými neočekávanými změnami. Z opačného hlediska do této skupiny můžeme zařadit i využití nového zařízení na maximum tak, aby se co nejrychleji zaplatilo. (Váchal, 2013, s. 472-473)

Je ale nutné uvědomit si, že nadvýrobou je označeno vše, co je vyrobeno nebo vyprodukováno nad potřeby zákazníka a ten je ochoten zaplatit jen za činnosti, které přidávají výrobkům hodnotu. Naopak činnosti, které při zpracování produktu jsou přidány nad rámec, který požaduje zákazník, jsou označovány jako plýtvání a zákazník za ně v převážném případě nehodlá platit. Následně s nadvýrobou, která je plýtváním sama o sobě, se zvyšuje pravděpodobnost výskytu dalších druhů plýtvání, jako jsou přebytečné pohyby či přemísťování a celkově zvyšující se riziko možnosti nekvality. Nadvýroba je často spojena se špatnou komunikací a dodavatelským řetězcem. Právě proto je důležitým prostředkem pro změnu soustředit se na kooperaci a koordinaci se zaměřením se na potřeby zákazníka a celkově tak zapojení principy tahu. (Sweeney, 2017, s. 13-14)

### **Nekvalita**

Někdy také uváděno přepracování, chybovost či náklad. Nekvalita je celkově spojena jednak s náklady na samotnou výrobu, jako je například materiál, čas, či lidská práce, ale i s dalšími náklady z důvodu následné opravy, jako je například čas pracovníků, či nutnosti změn v plánování, které mohou navýšit náklady často až dvojnásobně.

Tyto náklady na nekvalitu nepřináší zákazníkovi požadovanou hodnotu a podnik je často nucen tyto náklady vyjmout formou ztráty. (Sweeney, 2017, s. 13) Zároveň, jak dodává Jurová (2016), některé defekty vzniklé při rozpracované výrobě mohou velmi vážně ohrozit i samotné výrobní zařízení. (Jurová, 2016, s. 89)

## **Pohyb**

Plýtvání z hlediska pohybu je soustředěno zejména na zaměstnance a jejich pohyby, které jsou při práci neproduktivní a celkově tak nepřináší hodnotu. Jak popisuje Imai (2005) jedná se především o těžkou práci, která je velmi často spojena s přemísťováním či nošením těžkých břemen. Řešení a možnosti odstranění tohoto plýtvání tkví v zaměření se a pozorování pohybu rukou a nohou pracovníků, kdy pracovníci velmi často uchopí kus do jedné ruky a následně jej přendají do ruky druhé. I tento pohyb se označuje jako plýtvání. Nejčastějším klíčem k odstranění plýtvání z hlediska pohybu je změna uspořádání pracoviště, které je lépe uzpůsobené pracovníkům a jejich pohybům. (Imai, 2005, s. 82)

## **Transport**

Pro jakýkoliv podnik je doprava, ať už se jedná o externí či interní, důležitá a jen těžko se bez ní obejde. Ideální doprava by představovala jen dopravení materiálu do společnosti a následné odvezení hotových výrobků zákazníkovi. Praxe je ale často taková, že výrobní proces je rozdělen do několika různých úseků na různých místech a například sklad výroby bývá umístěn od výroby samostatně. Společnosti jsou tak nuceny zajistit dopravu, která vnitropodnikově dopraví potřebné komponenty na určená místa. Ať sem zařadíme jakékoliv dopravní pásy, či paletové, vysokozdvizné nebo jiné vozíky, vždy se jedná o plýtvání. Zároveň, jak dodává Sweeney (2017), jakýkoliv transport navíc s sebou přináší riziko poškození, ztráty či zpoždění, které se obratem projeví zvýšením nákladů. Důležité je proto zmínit, že doprava je sama o sobě velmi komplexní a je jedním z druhů plýtvání, který je spojen s ostatními druhy plýtvání. Proto redukce a optimalizace dopravy nemá za cíl dopravu zcela odstranit, ale snížit na nejnižší možnou úroveň. Dosažením takovéto změny pak výsledně lze přispět k zefektivnění i v ostatních oblastech výroby. (Jurová, 2016, s. 89) (Sweeney, 2017, s. 15-16)

## **Zpracování**

Ztráty zpracováním jsou ztráty spojené s nadměrným odpadem nebo s činnostmi, které vznikají úpravou materiálu. Nejčastěji se jedná o řezání, stříhání či další úpravy směřující k dosažení požadovaných rozměrů. Odstraněním těchto činností je snaha o jednání s dodavateli, a tak případném dodání již upraveného materiálu. (Váchal, 2013, s. 473)

Plýtvání ve smyslu zpracování dále rozšiřuje Imai (2005), který popisuje činnosti spojené s nevhodnou technologií či zpracováním, které jsou spojené s procesem zpracování, jako například náběh obráběcích strojů, neproduktivní úderu lisu a další. Často stačí pro zefektivnění použít jednoduché techniky, které jsou spojeny se zdravým rozumem a nízkým nákladem, ve snaze spojení či kombinací výrobních úkonů. Zároveň zde vstupuje nevhodné nastavení časové posloupnosti jednotlivých procesů. (Imai, 2005, s. 82)

## **Zásoby**

Zásoby mohou být různého typu. Ať už se jedná o materiál, rozpracované produkty, finální produkty, zboží, či díly a součástky. Zásoby všech těchto druhů nepřidávají zákazníkovi žádnou hodnotu, neboť jsou umístěné ve skladu. Zároveň u těchto položek klesá kvalita a opět vzniká riziko spojené s jejich poškozením. Dále je ve své podstatě nutné, aby pro zásoby podnik měl vyhrazené místo, které je dalším nákladem a zároveň opět navýšením o další činnosti a zařízení, kromě již zmíněných prostor i technikou, vybavením a také lidskou silou. Zásoby jsou často spojené s nadvýrobou a stejně jako u nadvýroby i zásoby, které by vůbec neexistovaly, by podnikům odstranily velký kus plýtvání. Skladování je spojeno s vyšší hladiny zásob, která pokud je vysoká, jsou za ní často ukryty problémy spojené s nekvalitou a prostoji, a možnost zlepšení se tak vytrácí. Při snížení této hladiny jednotlivé problémy začnou být výraznější a pro podnik je zcela zřetelné na co se zaměřit. (Imai, 2005, s. 80-81)

Cestou k odstranění plýtvání v podobě přebytečných zásob je využití principu tahu, systému Just-in-Time, či systému Kanban, jak už bylo popsáno v plýtvání z hlediska nadvýroby. (Váchal, 2013, s. 472)

## **Intelekt**

Osmý a nejmladší druh plýtvání, na rozdíl od ostatních druhů plýtvání, které jsou každý spojený s konkrétní příčinou a následkem, je zaměřen na plýtvání lidským talentem.

Ten je těžké zjistit a kvantifikovat a v mnoha případech je tak přirovnán k nákladům ušlé příležitosti, kterým je těžké přiřadit hodnotu. Zároveň, jak zmiňuje Váchal (2013), problém nevyužití potenciálu zaměstnanců je úzce spojen s nevhodným vedením, které je často přesvědčeno, že nepotřebují radu, či názor ostatních pracovníků, a tak je ztraceno využití schopných lidí, kteří by přispěli ke zlepšení. (Váchal, 2013, s. 473)

Smysl štlíhlé metody přináší podniku neustálé zlepšování a skrze něj i změnu podnikové kultury, která dodává podporu zaměstnancům k motivaci se aktivně zapojit skrze jejich, do té doby, skrytý potenciál. Proto je důležité, aby podnik měl kvalitně zpracované vedení. Častým využitím je tvorba a vedení programů s možností pro objevení potenciálu zaměstnanců s následnou podporou jejich znalostí a dovedností, které se společnosti vrátí ve formě vyšší pracovní motivace, nasazení či respektu k produktu či značce společnosti. (Sweeney, 2017, s. 14-15)

## **2.2 Administrativní procesy**

Výše popsané druhy plýtvání jsou popsány z hlediska výrobních procesů. V dnešní době, kdy začíná přibývat společností, které nejsou spojené s výrobou, ale například s tvorbou a dodáním služeb, je zcela nepředstavitelné pracovat bez počítače, či jiných informačních systémů. Jak popisuje Jurová (2006) a společnost API, stejně jako u výrobních procesů také u procesů spojených s administrativou vzniká plýtvání, proto je jeho eliminace i zde na místě.

### **Čekání**

Čekání se v administrativě spojuje s dlouhým zpracováním, neplněním termínů, hledáním dokumentů, nedostupností přístrojů, čekáním na schválení. Čekání je spojeno i s dlouhými časy systémové odezvy, výpadky sítě či nedostatečným nastavením práv v informačních systémech.

### **Nadprodukce**

Z hlediska nadprodukce se jedná o papírovou dokumentaci, která je nepotřebná, nebo dokumentaci, která je vytištěna ještě před jejím použitím. Zároveň do této kategorie patří duplicitní informace ve smyslu různých databází, které mohou být vedené ať už elektronicky, tak i v papírové formě.

## **Nekvalita**

Pojmem nekvalita je administrativně na mysli na rozdíl od výrobních procesů o nekvalitu formou chyb, překlepů, neúplné technické dokumentace či zastaralých dat.

## **Pohyb**

Ten můžeme rozdělit na makro a mikro úroveň. Makro úroveň se zaměřuje na pohyb na pracovišti, jako například na četnost chození k tiskárně či k potřebným dokladům. Cílem mikro úrovně je plýtvání v oblasti informačních technologií, které se zaměřuje na uspořádání obrazovek informačních systémů, přejíždění kurzorem nebo klikáním myší. Klíčem je opět vhodné upořádání pracoviště a pracovního místa.

## **Transport**

Podobně jako u pohybového plýtvání, je plýtvání transportu spojeno s přenášením dokumentů mezi jednotlivými pracovišti. Nejčastějším plýtváním v transportu se vyznačuje komplikovanými schvalovacími procesy, kdy jeden dokument musí schválit různá pracoviště.

## **Zpracování**

Toto plýtvání je spojeno s postupy vycházejícími z nutnosti dodržovat různá pravidla, normy či byrokratické směrnice, které jsou často spojené s dlouhým a složitým postupem. Do tohoto druhu plýtvání patří přepisování údajů z různých systémů a jejich následná kompletace a zasílání.

## **Zásoby**

Zásoby jsou spojovány s množstvím dokumentace, která je archivována v různých pořadačích či v archivech. Zároveň sem patří i plýtvání kapacity úložišť, které obsahují nepotřebné soubory, a je nutné jejich kapacitu navyšovat. Jak fyzická, tak elektronická podoba dokumentů zabírá místo, které je vždy spojeno s náklady.

## **Intelekt**

Zde se stejně jako u plýtvání ve výrobních procesech jedná o nevyužití potenciálu pracovníků a jejich schopností.

## **Ergonomie**

Tento „nový“ druh plýtvání se začíná často objevovat v administrativních procesech. Pracoviště zaměstnanců nejsou ergonomicky přizpůsobena potřebám a požadavkům splňujícím zdravé pracovní prostředí. Jedná se zejména obecně o klima, ale i o uspořádání pracoviště, či seřazení pracovních prostředků. (Jurová, 2016, s. 90-91), (Plýtvání v administrativě, 2005-2018)

Jak nakonec popisuje Imai (2005), zaměření se na činnosti spojené s plýtváním a snaha je odstranit, je jedním z prvních kroků k dalšímu postupu zavedení filozofie štíhlého podniku a jak dále dodává: „*odstranění muda nic nestojí, stačí zajít na pracoviště, podívat se, co se tam děje, odhalit muda a podniknout kroky k jeho odstranění*“. (Imai, 2005, s. 86)

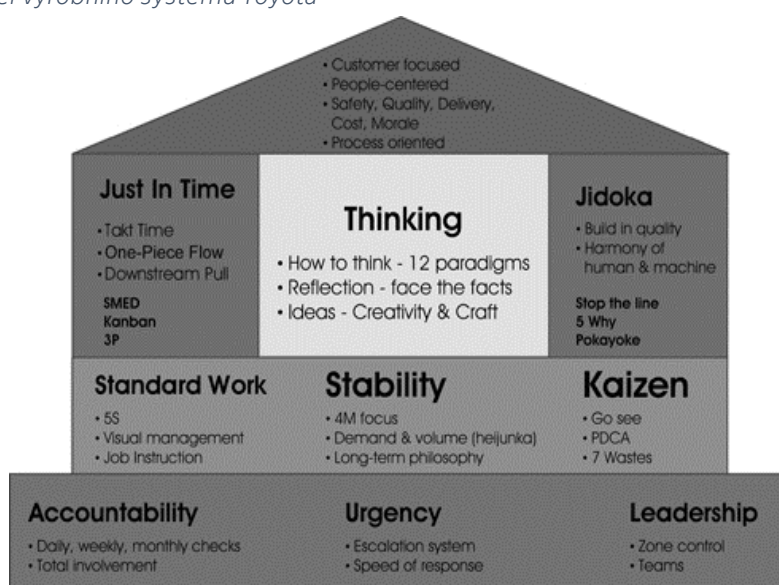


### 3 Implementace metod štíhlé výroby

Jak bylo popsáno v první kapitole této práce, jedním z hlavních hybatelů principu štíhlé výroby byla automobilka Toyota se svým výrobním systémem (TPS), který jak definuje Bauer (2012), je zpracováním principů celého výrobního procesu, jehož rolí je komunikace směrem k zaměstnancům podniku. Jak dále dodává, v dnešní době již veškeré světové společnosti aplikovali, implementují nebo již vyvinuly systém řízení odvozený od TPS. (Bauer, 2012, s. 21) Dále Veber (2016) popisuje TPS, jako obecné shrnutí a neboli jako metodický komplex, jehož prioritou je dosažení provozní excelence. Zejména je spojován s výrobními podniky a systémy, ale v dnešní době se mnohem častěji objevuje i mimo průmyslovou sféru. Podstatou TPS je štíhlé myšlení, které se soustředí na eliminaci plýtvání, ztrát, času a obecně všeho, co nepřináší hodnotu pro zákazníka. Důsledkem štíhlého myšlení je tak následně štíhlá produkce. (Veber, 2016, s. 71-72)

TPS je často definován jako tzv. model výrobního systému Toyota, viz obrázek níže, jehož nejčastější nástroje a metody budou následně popsány v kapitole 3.2 Nástroje pro implementaci.

Obrázek 1 Model výrobního systému Toyota



Zdroj: TOYOTA PRODUCTION SYSTEM (TPS), 2010

Samotný diagram shrnuje základní prvky TPS, a jak dodává Košturiak (2006), je dobré uvědomit si, že systém TPS se vyvíjel několik desítek let, a jednotlivé prvky tohoto

systemu jsou vzájemně propojené s kulturou, filozofií podniku, s rozvojem lidí a také s jejich způsobem myšlení. (Košťuriak, 2006, s. 38)

Tyto jednotlivé prvky tak tvoří pevný základ složený z odpovědnosti, naléhavosti a vedení, čímž je zejména myšlen kontinuální proces, který se týká všech členů organizace, tedy od vedoucích a manažerských pozic, po pozice dělnické. Další vrstva se zaměřuje na standardizaci práce, obecnou stabilitu a tzv. Kaizen, neboli neustále zdokonalení či zlepšování, které opět nutně musí probíhat skrze celý podnik. (Imai, 2007, s. 21-27) Jak dodává Imai (2005), Kaizen se také zabývá odporem lidí ke změnám, z tohoto důvodu se často doporučuje prodiskutovat celou filozofii a případné přínosy určitých metod, a zaměstnance tak duševně připravit na změnu. (Imai, 2005, s. 76) Následují dva pilíře, Just-In-Time, který je zaměřený na spolupráci mezi systémy, zkrácení průběžného času a principu tahu díky pružnosti a plánování. Druhým pilířem je tzv. Jidoka, která cílí na kvalitu tím, že se zaměřuje aktuální, ale i potenciální možné chyby, a snaží se je zastavit. (TPS, the Thinking People System, 2018) Výsledkem je tak model společnosti, která je orientovaná na proces vedoucí k uspokojení zákazníka. (Imai, 2005, s. 76),

### **3.1 Analýza a mapování procesů**

Jednou z prvotních fází pro možnost zlepšení procesů v podniku je ta, která mapuje, generuje a následně vyhodnocuje náměty na zlepšení. Jak dodává Svozilová (2011), způsobů a nástrojů k analýze a jejímu následnému vyhodnocení je celá řada, a jak dále doporučuje, je nutné se soustředit nejen na číselné hodnoty, ale také seznámit se s názory a poznatky pracovníků na pracovišti. Následně tak můžeme rozdělit nástroje na komplexní a jednoduché. (Svozilová, 2011, s. 147)

#### **3.1.1 Jednoduché nástroje**

Jednoduché nástroje, jak popisuje Jurová (2016), se zaměřují na využití zdravého rozumu, emocí, nebo osobní zkušenosti, a často se používají v úvodu projektu ke stanovení cílů a jejich jednotlivých fází.

- *Pozorování* – jedna z osvědčených metod z hlediska aktivit spojených se zlepšováním. Důležitá je kvalitní příprava ve smyslu předchozího stanovení, co bude pozorováno a kdo pozorování bude provádět, společně s dostatečným množstvím podkladů, připraveností a povědomím účastníků.

- *Diskuse* – vhodný zdroj postřehů, námětů, nápadů a návrhů, který je se správnou motivací a řízením účinným nástrojem pro originální myšlenky. Slouží jak k tvorbě nového, tak i k vyhodnocení stávajícího námětu.
- *Interview* – běžný nástroj, kde je opět nutná pečlivá příprava z hlediska definování cílů. Vhodné zvolit různé účastníky s rozdílným pohledem na daný proces.
- *Analýza dokumentace* – využita zejména pro analýzu výkonnosti či chybovosti procesu. Důležitá je kvalita a úplnost dokumentů.
- *Brainstorming* – předem připravená skupinová diskuze, jejímž cílem je shromáždění námětů, jejich porovnání a vyhodnocení. Možné použití jak v úvodní fázi, tak v ověřovací. (Jurová, 2016, s. 147-152)

### **3.1.2 Komplexní nástroje**

Komplexní metody jsou méně subjektivní a snaží se zaměřit a identifikovat příčiny problémů, které se pak následně snaží objektivně vyšetřit pomocí logiky a strukturální analýzy. (Svozilová, 2011, s. 157) Komplexní nástroje popsané v této podkapitole patří mezi ty nejčastěji uváděné v publikacích. Nástrojů ale existuje celá řada.

#### **Diagram příčin a následků**

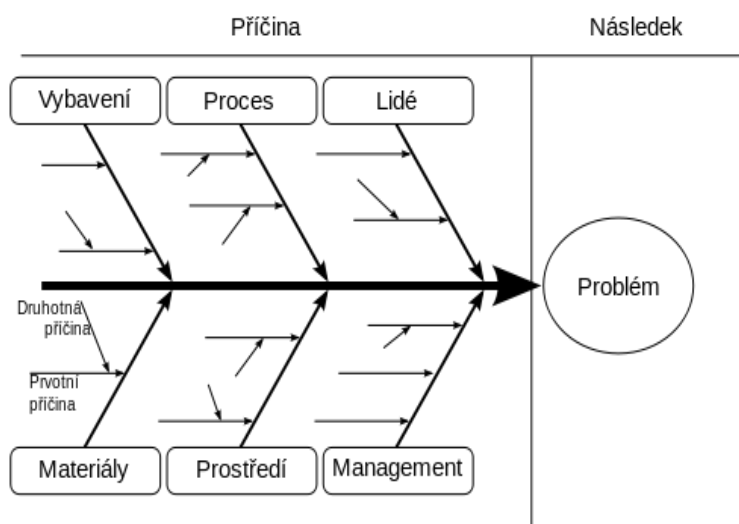
Někdy také nazýván jako Ishikavův diagram, který tento diagram poprvé použil, či diagram rybí kosti, podle jeho tvaru. Pokud se jedná o problém, který je vyvolaný více příčinami, je tento diagram velmi vhodný jako první krok k řešení. Celkově se jedná o jednoduchý nástroj, který je snadno pochopitelný a z tohoto důvodu umožňuje spolupráci jak odborníků na danou problematiku, tak i „laiků“, kteří mimo jiné přinášejí nový náhled. Diagram analyzuje pomocí systémového přístupu veškeré příčiny určitého následku a následně s sebou přináší všechny myšlenky a náměty vedoucí často k novým a nekonvenčním řešením. Jak dodává Mašín (2000), umožňuje odhalit problémy a faktory, které nejsou jednotlivcům často zřejmé, přináší plánování nápravných akcí a zřetelně zpracovaný grafický záznam. (Plura, 2001, s. 196) (Mašín, 2000a, s. 98-99)

Samotné sestavení by měl řídit zkušený moderátor, který s daným týmem lidí vymezí následek, který je nutné řešit. Tento definovaný následek je zaznamenán na pravou stranu společně s hlavní vodorovnou linií, která je rozdělena na hlavní příčiny

problému a ty jsou dále zaznamenány jako hlavní větve. Nejčastěji se používají jako hlavní kategorie: *materiál, zařízení, metody, lidé a prostředí*.

Následným postupem je analýza příčin jednotlivých kategorií daného následku. Tato dekompozice pokračuje až do nalezení všech příčin daného následku. Pro samotné vyhodnocení je vhodné, když si každý člen zvolí dle něj nejzávažnější příčiny a přiřadí k nim bodové hodnocení. Je vhodné, aby si každý svou volbu a hodnocení zdůvodnil. Celkové bodové hodnocení pak vyjadřuje váhu jednotlivých příčin a představuje výstupní údaje pro další postup, kterým je doporučena Paretova analýza. Pokud se diagram při jeho tvorbě stává příliš rozsáhlý, je doporučeno některé z daných příčin zpracovat na samostatném diagramu. (Plura, 2001, s. 196-197)

Obrázek 2 Diagram příčin a následků



Zdroj: Ishikawa Fishbone Diagram, 2001

### Procesní diagramy

Slovo proces zaznělo v teoretické části již mnohokrát. Pro jeho přesné znění a definování můžeme citovat Řepu (2012), který proces popisuje jako: „*objektivně přirozenou posloupnost činností, konaných s úmyslem dosažení daného cíle v objektivně daných podmínkách*“. Jak dále dodává, hlavní a zásadní rolí u procesů je čas. Proces tak popisuje posloupnosti činností, které jsou uspořádané v určité časové posloupnosti a tvoří tak časovou strukturu. Díky tomu tak k jakémukoliv podnikovému procesu patří: cíl, úmysl, postup a podmínky. (Řepa, 2012, s. 15)





Cílem a důvodem vzniku procesních diagramů byl srozumitelný popis aplikací člověku při zachování základních vlastností a principů. Vznikl tak celosvětově uznávaný a využívaný standard BPMN (*Business Process Modeling Notation*), jehož cílem

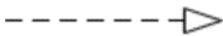

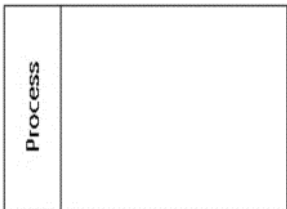
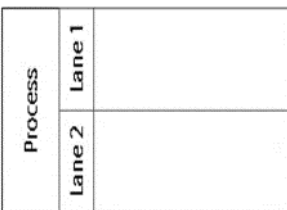
je stanovit základní zákonitosti a postupy při modelování procesu. BPMN tak dalo za vznik základním symbolům a prvkům, které slouží jako notace metodických požadavků při modelování průběhu procesu a jeho následných vazeb a klasifikací. (Řepa, 2012, s. 112)

Základní symboly využívané jazykem BPMN jsou rozděleny do dvou skupin, a to skupiny nezbytných základních symbolů a rozšířené množiny symbolů, které kladou důraz na detail procesu ve smyslu použití negrafických atributů, které umožňují převedení grafické podoby do počítačem spustitelného jazyka. (Řepa, 2007, s. 130-131)

Pro výrobní či administrativní zpracování se využívají skupiny základních symbolů, které jsou popsány v následující tabulce.

Tabulka 1 Symboly a popis jazyka BPMN

Symbol	Popis
	<i>Událost</i> – myšleno jako jakýkoliv začátek, konec či změna stavu. Cílem je popsat načasování činností nebo popis daných zákonitostí pořadí.
	<i>Činnost</i> – popisuje danou aktivitu vykonávanou v procesu a je elementem chování systému tedy zpracování vstupů a výstupů.
	<i>Brána</i> – graficky znázorněné místo v procesu, ve kterém se scházejí či rozcházejí různé cesty a proces se tak větví.
	<i>Sekvenční krok</i> – pořadí posloupností jednotlivých činností, symbolizován šipkou, která směřuje od zdrojového objektu k objektu cílovému, kterým může být událost, činnost nebo brána.

	<p><i>Tok zpráv</i> – přerušovaná šipka vyjadřující tok od jedné entity k jiné entitě, využívající se pro přechod mezi dvěma bazény.</p>
	<p><i>Asociace</i> – nástroj pro umístění informace, nejčastěji typu komentáře k určité činnosti, toku, nebo ke znázornění dokumentů.</p>
	<p><i>Dráha</i> – popis procesu jednotlivých entit ve smyslu účastníků procesu.</p>
	<p><i>Bazén</i> – souhrn procesů, který může být dělen na jednotlivé dráhy, představující organizační jednotky nebo jiné entity, které jsou spojené s daným procesem.</p>

Zdroj: Řepa, 2007, s. 131-134, Řepa, 2012, s. 113-120 s využitím programu Bizagi Modeler

Celkovým přínosem procesních diagramů je jejich snadná tvorba, kterou zvládne téměř každý uživatel. Zároveň otevírají a dávají možnost okamžitých úprav napříč pracovišti, středisky či pobočkami společnosti, které sídlí v různých zemích světa. Celkově tak zvyšují kvalitu a šetří čas, a tím i snižují náklady. (Jeston, 2018, s. 60-61)

Jak Řepa (2007) dodává, BPMN je vhodným nástrojem, který je dobře čitelný a umožňuje komplexní a dobré využití k popsání podnikových procesů. Zároveň doplňuje, že vývoj BPMN není u konce a stále ještě nejsou definovány abstraktní procesy s procesy spolupráce. (Řepa, 2007, s. 135)

### **Spaghetti diagram**

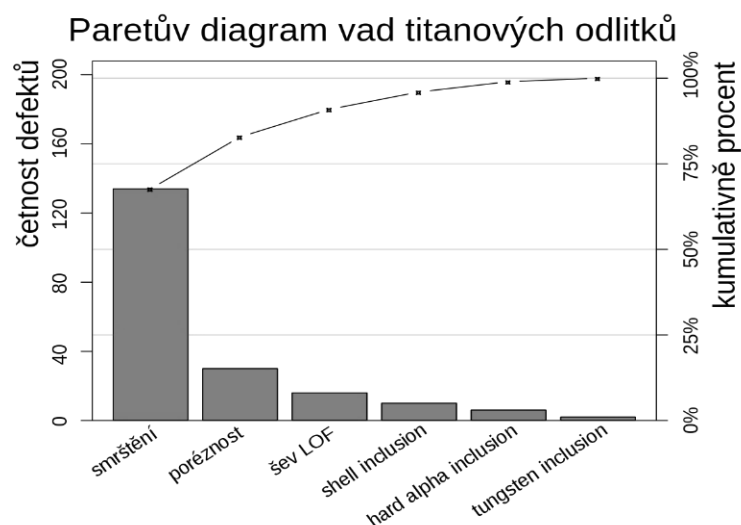
Často popisovaná jako nejjednodušší metoda, která slouží k analýze zejména materiálového toku, hledání nejvhodnější přepravní cesty nebo návržení layoutu pracoviště. Kromě materiálového toku umožňuje sledovat i pohyb pracovníků, nástrojů, či dokumentace v podniku, ale i v kancelářích. Principem metody je podrobné zakreslení jakéhokoliv pohybu či přesunu materiálu nebo pracovníka na pracovišti v daném časovém úseku. Pro zakreslení mohou být použity různé barvy, které mohou

definovat činnosti, které přidávají hodnotu a které ne. Díky zapojení informačních technologií je dnes zcela běžné Spaghetti diagram elektronizovat, sledovat pohyb vybraného objektu a dále jej analyzovat. (Jurová, 2016, s. 219)

### Paretův diagram

Důležitý nástroj manažerského rozhodování, ale i analýzy procesů, též známý jako pravidlo 80/20, kdy přibližně 80 % problémů je tvořeno velmi malou skupinou činitelů, tedy přibližně 20 %. Často se tak Paretova analýza využívá ke stanovení příčin, a proto je spojena s diagramem příčin a následků, kdy vyjadřuje relativní význam jednotlivých problémů. Cílem je zaměřit se na nejvýznamnější položky a těm věnovat největší pozornost. Následné odstranění těchto největších příčin vede k zvýšení produktivity, jakosti a následně i možnému zisku podniku. Základním kritériem je četnost daných činitelů, ale důležité je uvědomit si faktor jejich váhy, proto je vhodné vyjádřit činitele četností výskytu vynásobeným koeficientem závažnosti nebo jen pomocí nákladových položek, které jsou často lépe interpretovatelné. Paretův diagram je tvořen sloupcovým grafem, který obsahuje dvě osy y, levá obsahuje množství například neshod a pravá jejich relativně kumulativní součet vyjádřen v procentech. Hledanou menšinu pak určíme pomocí určité hodnoty relativního kumulativního součtu v procentech nebo průměrnou hodnotou příspěvku na jednoho činitele. Po analýze a následném provedení změn je vhodné opakovat sestavení Paretova diagramu, díky kterému je viditelná změna. Zároveň se doporučuje jeho použití i v momentu bez zasažení do procesů, z důvodu posouzení, zdali daný výskyt nebyl přirozeným rysem procesu. (Mašín, 2000a, s. 96-97), (Plura, 2001, s. 200-205)

Obrázek 3 Příklad Paretova diagramu











Zdroj: Paretův diagram, 2001

## Pohybové studie

Cílem pohybových studií neboli postupového diagramu je zachycení a analyzování pracovních operací či pracovních úkonů pomocí grafických schémat. Zpracování sledovaných činností pak následně umožňuje jednoduchý a okamžitý přehled, díky kterému je snadno viditelné nevhodně rozmístěné pracoviště, zbytečný pohyb a transport spojený s překonáváním vzdáleností pracovníky na pracovišti, zbytečné skladování, či čekání pracovníka v důsledku špatné organizace práce nebo nastavení stroje. Zároveň, jak dodává Jurová (2016), z postupových diagramů je zřetelná kooperace mezi jednotlivými pracovišti, ale slouží i k identifikaci činností, které podniku přinášejí hodnotu, a na které se podnik může dále zaměřit a zvýšit jejich podíl. (Tomek, 2014, s. 134-135), (Jurová, 2016, s. 221)

Pro grafický záznam postupů a pohybů se používá mezinárodně přijatých značek, které jsou popsány v následující tabulce. Zároveň v závislosti na složitosti studie daných procesů a činností je možné symboly rozšířit a přizpůsobit daným operacím. (Jurová, 2016, s. 219)

Tabulka 2 Symboly pohybové studie

Symbol	Popis
	<i>Technologická operace</i> – činnost nebo aktivita spojená se změnou předmětu.
	<i>Doprava</i> – veškerý pohyb materiálů, dokumentů, nebo nástrojů mezi pracovišti nebo místy uložení.
	<i>Skladování, uložení</i> – jakékoliv uložení či zastavení materiálu. Z hlediska práce se jedná o držení.
	<i>Čekání</i> – materiálu, strojů, dokumentů. Jde-li o předmět jde o stav, kdy není skladován ani kontrolován. Vzhledem k pracovníkovi se jedná o ztrátu času.
	<i>Kontrola množství</i>
	<i>Kontrola kvality, rozhodnutí</i>
	<i>Pohyb</i> – nakládka, vykládka
	<i>Balení</i>

Zdroj: Tomek, 2014, s. 135, Jurová, 2016, s. 221

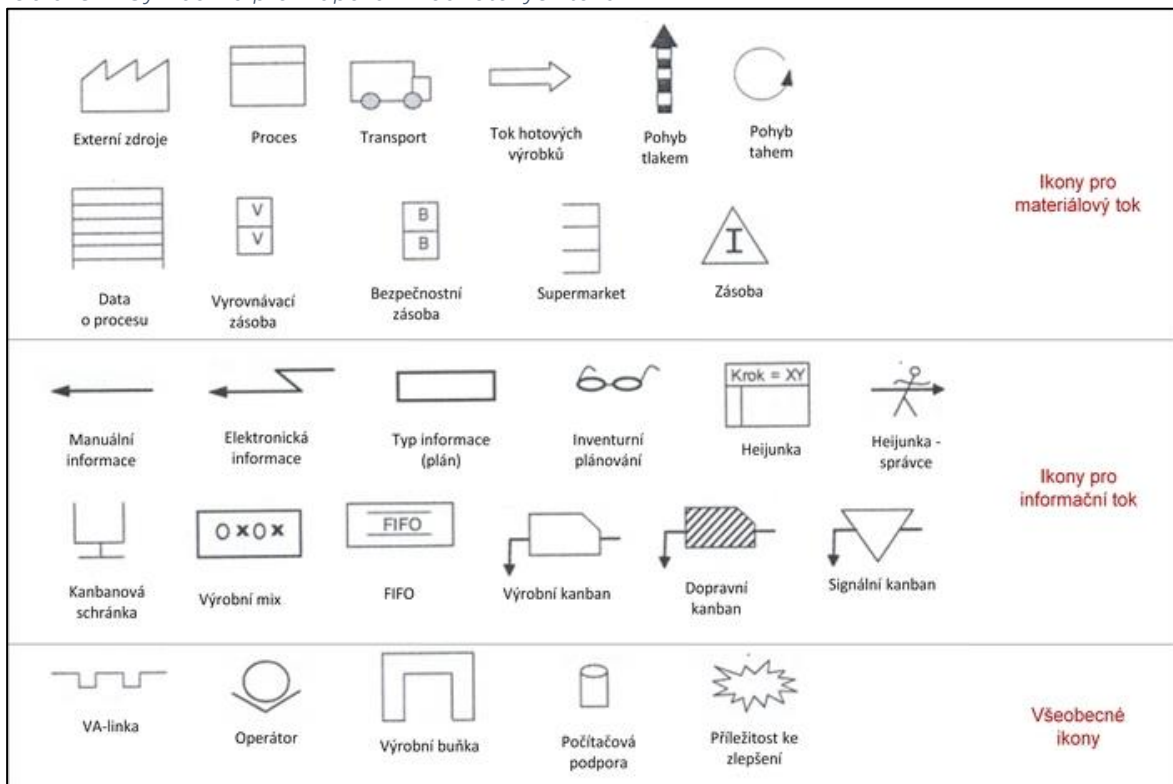


## Mapování hodnotového řetězce

Tento nástroj, často také nazývaný ve zkratce jeho anglického názvu VSM, tedy *Value Stream Mapping*, je často využívaným nástrojem metodologie štíhlé výroby. Jeho cílem je zaměřit se na vizuální zpracování základních prvků celého procesu včetně veškerých toků a jejich vzájemných vztahů. Kromě toho poskytuje tok informací o optimální hodnotě pro zákazníka prostřednictvím procesů, které přidávají hodnotu s cílem minimalizace tvorby „úzkých míst“, plýtvání, a celkově činností nepřidávajících hodnotu, a tak možností pro zlepšení. Po analyzování je na řadě sestavení cílového modelu, který tvoří základ pro naplánování a následnou implementaci změn. Mapa bývá nejčastěji zpracována méně detailně, avšak s více popisnými informacemi než klasické procesní diagramy. Proto je důležité dbát na srozumitelnou interpretaci. (Svozilová, 2011, s. 140) (Jurová, 2016, s. 221)

Z hlediska symboliky se využívají symboly pro znázornění materiálového a informačního toku společně s obecnými symboly.

Obrázek 4 Symbolika pro mapování hodnotových toků



Zdroj: Zmapujte hodnotový tok pomocí metody VSM, 2017

Hlavními přínosy mapování hodnotového toku jsou, jak popisuje Košturiak (2006), redukce průběžné doby výroby, a to až v rozmezí od 20 do 50 % za několik dní, ale také redukce ploch a výrobních dávek díky zjednodušení systému řízení a v návaznosti i celková eliminace plýtvání. Společně s přínosy, jak dodává, je nutné uvědomit si i možná rizika. Mapování hodnotového toku je obecně problematické při procesech a výrobních programech, které jsou proměnlivé. Společně s tím je spojený statický přístup k danému procesu, kdy, pokud je proces složitější, je nutné sestavení dynamické simulace. Nakonec doporučuje získané výsledky verifikovat pracovníky na pracovišti, díky jejich znalostem přímo z provozu. (Košturiak, 2006, s. 46)

VSM je kromě sledování celkového průběhu materiálu od zákazníka přes výrobce až k dodavateli pomocí symbolů také vhodné pro zavádění, změně či návrhu výrobního procesu. (Jurová, 2016, s. 222)

Závěrem je třeba doplnit a zmínit nevýrobní procesy. Ačkoliv je štíhlá výroba od svého vzniku spojována zejména s výrobou, v dnešní době existuje mnoho společností, které nic nevyrábí. Na konkrétní popis a rozdíly se soustředí kapitola 4 Rozdělení podniků. V návaznosti na tuto kapitolu je vhodné připojit hledisko nevýrobních procesů, které, jak popisuje Mašíň (2007), nejsou tak často viditelné, srozumitelné a často se vyznačují velmi malou frekvencí opakování. Pro analýzu takových procesů doporučuje porozumění mechanismu, který tvoří hodnoty dané časové řady zároveň s porozuměním podmínek, které hodnoty ovlivňují. Z hlediska analyzování nevýrobních procesů je kromě výše popsaných nástrojů nezbytné zapojit a využít procesní ukazatele, které jsou podobné těm z výrobní oblasti. Jsou to například:

- průběžná doba,
- časy cyklů,
- počet procesních kroků,
- počet vad,
- velikost plochy,
- trasa,
- objem přesčasů,
- rychlost reakce.

(Mašíň, 2007, s. 37-51)

## 3.2 Nástroje pro implementaci

### 5S

Metoda 5S je jednou ze základních metod a často je uváděna jako základní kámen pro další vývoj přístupů štíhlé výroby. Jak uvádí Bauer (2012), 5S je většině podniků dobře známo, ale stále se najdou i tací, kteří si neuvědomují, jaké přínosy může metoda po aplikaci přinést. Principem metody 5S je sekvence pěti kroků, popisující japonská slova: *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*. V českém jazyce někdy překládané jako 5U, tedy: Utřídit, Uspořádat, Udržovat pořádek, Určit pravidla, Upevňovat a zlepšovat. (Bauer, 2012, s. 31-32)

- *1S – Seiri – Utřídit* – oddělit na pracovišti potřebné s nezbytnými věcmi a zejména odstranit ty zbytečné. Postup je, projít dané pracoviště a u všech věcí se zeptat, zdali jsou nezbytné. Pravidlem často bývá, odstranit vše co se nepoužívá déle než 30 dní. Odstraněním počtu různých položek na pracovišti se odstraní nutnost hledání a zlepší se přehled věcí na pracovišti.
- *2S – Seiton – Uspořádat* – přehledně uspořádat všechny věci na pracovišti tak, aby jejich nalezení trvalo co nejméně času. Uspořádání je tak zaměřeno na optimální polohu věcí spojenou s ergonomií a optimálním množstvím, například materiálu. Odrazem je pak snížení plýtvání ve smyslu hledání, čekání či zásob.
- *3S – Seiso – Udržovat pořádek* – konkrétně udržet pracoviště a stroje čisté. Cílem je tak udržet funkčnost náradí, přípravků a zejména strojů, u kterých pravidelná údržba a kontrola umožní odhalit a předejít možné závadě.
- *4S – Seiketsu – Určit pravidla* – tedy standardizovat a udržet stav, který byl dosažen v předchozích třech krocích. Klíčové je vypracovat jednoduchý a přehledný vzhled prostoru pracoviště, který určí jeho stav. Společně s ním se určí způsob a četnost čištění. Vše by mělo probíhat ve spolupráci se zaměstnanci a měla by probíhat kontrola skrze mistry a vedoucí pracovníky.
- *5S – Shitsuke – Upevňovat a zlepšovat* – přichází s výzvou ve smyslu udržet dosaženého stavu a nadále jej zlepšovat. Nástrojem může být vytvoření auditu. Po určitém čase se doporučuje znovu provedení 5S například pomocí PDCA. (Bauer, 2012, s. 33-39), (Imai, 2005, s. 70-76)

Zavedením 5S se tak jednotlivá pracoviště stanou čistá, bezpečná, bez plýtvání a z hlediska vedení podniku se zvýší kvalita a efektivita. (Imai, 2005, s. 77)

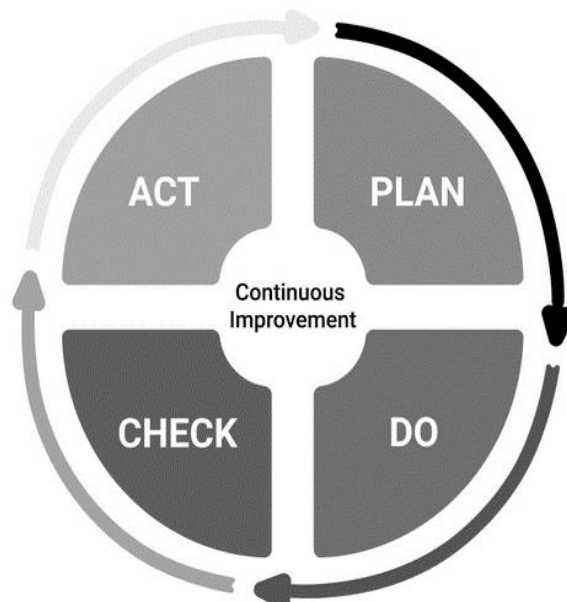
## PDCA

Jak už z hlediska štíhlé výroby, tak i například z hlediska inovací, je nesmírně důležité trvalé a neustálé zlepšování, které je spojeno s aktivním úsilím vedení společnosti, které při jeho uplatnění bezpochyby přináší pozitivní přínosy. Jednou z nejčastěji používaných metod pro neustálé zlepšování je používání tzv. cyklu PDCA, který je složený ze slov Plan, Do, Check, Act, kdy:

- *Plan* – formuluje a plánuje záměr, který byl zvolen pro změnu.
- *Do* – prezentuje samotné uskutečnění a realizaci plánovaného záměru.
- *Check* – zaujímá část vyhodnocení, kontroly zdali se podařilo změnu dodržet, a zdali bylo dosaženo plánovaného zlepšení.
- *Act* – vyjadřuje úpravy a případné korekce plánovaného zlepšení a tvoří podklad pro další naplánování případných změn. (Veber, 2016, s. 71)

Jak dodává Sweeney (2017), je možné, že použití PDCA nepřinese žádné nebo jen minimální zlepšení. Pokud tento případ nastane, poukazuje na vhodnost PDCA díky jeho nekonečnému cyklu, viz obrázek níže, díky kterému je možné opětovně projít dané zavádění a následně tak upravit a přenastavit cíle. (Sweeney, 2017, s. 26)

Obrázek 5 Cyklus PDCA



Zdroj: PDCA cycle, b.r.

## **SMED**

Nástroj SMED, zkráceně z anglického *Single Minute Exchange Die*, je zaměřen na zkracování časů při seřizování strojů, kdy s sebou aplikace metody SMED přináší možnost zvýšení využití strojů společně s bezpečností práce, ale také snížení doby výroby, chybovosti, ale i zásob. Základní myšlenkou je rozdělit veškeré operace spojené s prací na stroji, na interní, které jsou prováděny v momentu, kdy je stroj zastaven, a externí, které jsou nebo mohou být prováděny při chodu stroje. Postup je pak takový, že se definují externí a interní operace pomocí analýzy jednotlivých operací. Dalším krokem je přeměna interních operací na externí opět pomocí analyzování činností prováděných po zastavení stroje. Důležité při tomto kroku je přijetí nových postupů, které se často velmi liší od původního provozu. Třetím a posledním krokem je zaměření se na zlepšení jak interních, tak externích činností a jejich opětovnou detailní analýzu z důvodu neustálého zlepšování. V případě externích činností se může jednat například o přípravu a transport nástrojů a u interních činností rychlejší upevnění pomocí standardizace či eliminace činností. (Mašín, 2000b, s. 212-218)

## **Kanban**

System Kanban je svými vlastnostmi rozpracovanější princip Just-In-Time, který se používá především k postupu rozpracovaných výrobků mezi jednotlivými pracovišti. Důvodem je častá desynchronizace linek z důvodu rozdílných časových bilancí způsobených například zručností a zkušenostmi pracovníků. Tlak na stejný čas linek by byl příčinou hromadění se práce, která následně zvyšuje stres, chybovost, a tak tvorbu zmetků celkově s plýtváním. Jak dodává Mašín (2000b): „*system Kanban je velmi mocným prostředkem pro zlepšení každého výrobního procesu*“. (Mašín, 2000b, s. 267) A jak dále popisuje, Kanban, přeloženo z japonštiny znamená karta nebo visačka, která plní uvedené požadavky jako výrobní množství, postup, čas, místo určení, dopravní metody, typ přepravy, či pořadí karet. (Mašín, 2000b, s. 269) Klíčem Kanbanu je tak práce plynulým tempem, kdy pracovník dostává materiál až v tu dobu, kdy jej vyžaduje. Dokud tedy není hotov, nemůže dostat další materiál, a tak nemůže posunout svou práci na další krok. Celý princip tak plní ideu tahu, ve kterém není-li objednávka, není výroba. Linka tak pracuje jako systém ve stálém tempu výroby, což zvyšuje efektivitu a snižuje chybovost. (Váchal, 2013, s. 475)

## **Poka-Yoke**

Systém Poka-Yoke opět původem z Japonska a vycházející z druhého sloupce TPS, který je zaměřený na kvalitu. Z tohoto důvodu Poka-Yoke přináší praktický přístup k eliminaci důsledků chyb. Cílem je zaměřit se a vyhledat chyby způsobené lidmi, čímž blokuje daný proces a chyby odstraňuje pomocí zpětné vazby. Celkově tak napomáhá odstranění defektů a vad a přináší smysl kvality a jakosti do celého procesu. Ať už se jedná o chybové hlásiče, spínače, světla, počítadla nebo checklisty, snaha je kromě kvality respektovat inteligenci pracovníků z důvodu monotónních činností, díky čemuž se je snaží osvobodit od psychické zátěže, uvolnit jejich myšlení a docílit tak kreativnějšímu jednání s rozvojem aktivit přinášejícím hodnotu. (Mašín, 2000b, s. 257-259)

## **TPM**

Neboli totálně produktivní údržba, zkratka anglického *Total Productive Maintenance*, patří k pokročilejším nástrojům, jeho cílem je vhodný způsob údržby a správy strojů. TPM definuje Mašín (2000a) jako: „*soubor aktivit vedoucích k provozování strojního parku v optimálních podmínkách a ke změně pracovního systému, který udržení těchto podmínek zajišťuje.*“ A jak dodává, TPM se zaměřuje na šest velkých ztrát, které popisuje jako:

- Poruchy a neplánované prostoje.
- Seřizování a změna rozměrů.
- Krátká zastavení stroje a běh naprázdno.
- Nevyužití rychlosti.
- Kvalitativní ztráty a vícepráce.
- Ztráty při náběhu a technologických zkouškách.

(Mašín, 2000a, s. 40)

Možnostmi, jak výše uvedené ztráty odstranit může být zejména díky změně postojů pracovníků údržby strojů, zvyšování jejich dovedností a kvalifikace, a to jak obecně v rámci štíhlé výroby, tak i z hlediska údržby strojů, ale také díky plánovanému přístupu k údržbě společně s tlakem na zvýšení efektivnosti strojních zařízeních. (Mašín, 2000b, s. 64)

Cílem TPM je maximalizace efektivnosti výrobního zařízení skrze obsluhu strojů díky preventivní a prediktivní údržbě, a tak celkové snižování prostojů. Zároveň jakékoliv další čekání spojené nebo zaviněné opravou či poruchou stroje zvyšuje podniku náklady. Snižování nákladů, ale také úrazů a problémů s kvalitou, přispívá k vyšší efektivitě a produktivitě. (Mašín, 2000a, s. 55-56)

Jak dodává Košturiak (2007), s TPM je lepší vůbec nezačínat, pokud podnik nemá jasně stanovené a definované cíle projektu s návazností na zodpovědnost. TPM obecně vyžaduje velké úsilí managementu, ale také zejména výrobních pracovníků či pracovníků údržby z důvodu v prvních fázích větší práce a nákladů než měřitelných výsledků. S tím se opět nesou možná rizika TPM, která jak dále dodává, mohou být nízká kvalifikace a motivace personálu, problémy ve vzájemné spolupráci mezi výrobou, údržbou a vedením, neznalost metody TPM, ale zejména již výše popsané nejasné cíle a postupy implementace projektu TPM. (Košturiak, 2006, s. 104-106)

Závěrem je nutné zmínit hledisko nevýrobních procesů, u kterých byla výše popsána také z části rozdílná analýza procesů. Pokud se zaměříme na nástroje a metody pro zefektivnění nevýrobních procesů, do této „mozaiky základních metod“ Mašín (2007) řadí zejména metody jako:

- multiprofesnostní rozvoj,
- Balanced Scorecard,
- Metoda 5S,
- standardizace,
- ergonomie,
- štíhlý layout.

(Mašín, 2007, s. 53)

## 4 Rozdělení podniků

V dnešní době existuje mnoho druhů společností a často slyšíme, že vyrobit a dodat, je možné dnes téměř cokoliv. Z hlediska členění společností se nejčastěji můžeme setkat s rozdělením podle výrobního procesu, který je spojen s povahou produktů dané organizace společně s vazbou na služby a provázaností na okolní procesy. Je-li tak daný produkt specifikován přímo pro daného zákazníka, forma tohoto podniku je označována jako zakázková výroba neboli výroba úzkého sortimentu, která může být i výrobou jen jediného specifického produktu. Pokud zákazník není znám a podnik vyrábí pro určité trhy, tak je toto uspořádání označováno jako výroba na sklad. (Jurová, 2016, s. 110), (Svozilová, 2011, s. 60)

Výrobní proces lze dále rozdělit, jak popisuje Jurová (2016), dle dalších hledisek, jako jsou:

- *Míra plynulosti technologického procesu* – která se dále dělí na výrobu plynulou a přerušovanou. Plynulou výrobou je na mysli nepřetržitý provoz, ve kterém jsou výrobky vyráběny hromadně, je silně spojena s automatizací celého procesu a zastavení takovéto výroby je spojeno se značnými náklady. Nejčastěji do této kategorie patří hutní nebo chemická výroba.  
Přerušovaná výroba je spojena se strojírenstvím či stavebnictvím a důvodem přerušování výrobního procesu je důvod vykonání netechnologických procesů, které tvoří většinu z celkové doby výroby. Přerušovaná výroba je celkově složitější z důvodu velké různorodosti operací. Automatizace se v této výrobě uplatňuje obtížněji.
- *Charakter technologie* – dále rozdělen na mechanickou, chemickou a biologickou výrobu. Mechanickou výrobou se vyznačuje změna polotovarů či materiálu z hlediska změny tvaru nebo jakosti při zachování stejných vlastností. Chemická naopak od mechanické mění vlastnosti látek a biologická využívá přírodní procesy jako například kvašení či zrání ke změně látkové podstaty daných surovin nebo materiálů.
- *Forma organizace výrobního procesu* – která se dále rozděluje na proudovou, skupinovou a fázovou výrobu. Proudová výroba je zaměřena jen na jeden případně několik málo produktů, které jsou si vysoce příbuzné a míra automatizace dosahuje téměř až maximální míry.



Skupinová výroba je zaměřena na výrobu menšího množství produktů, které se vyznačují pevnou trasou, kterou putují závodem společně s ustálenou spotřebou a využitím stejných zařízení. Hlavní charakteristikou u skupinové výroby je zapojení mezioperačních zásob, díky kterým je průběžná doba u skupinové výroby delší než u proudové.

Charakterem fázové výroby je výroba velké šíře produktů, avšak v malém množství. Každý z produktů má velmi často odlišnou trasu závodem a díky tomu se velmi liší i délka zpracovacích časů. Mimo jiné se zde setkáváme s vysokou rozpracovaností. (Jurová, 2016, s. 110-113)

Nejčastějším rozdělením podle výrobního procesu, se kterým se můžeme setkat, je rozdělení podle typu výroby, které rozděluje výrobu na tři druhy, a to hromadnou, sériovou a kusovou. Někdy se můžeme setkat i s detailnějším rozdělením, a to na hromadnou, druhovou, sériovou, kusovou a výrobu šarží. (Tomek, 2014, s. 47)

Hromadná výroba je charakterizována výrobou jednoho kusu produktu ve velkém množství produktu, a to po dlouhou dobu. Vše je přizpůsobeno objemu výroby, jak stroje, vybavení, tak i celkové plánování produkce. Hromadná výroba ve velkém měřítku využívá automatizace. Výhodou hromadné výroby jsou nízké náklady na jednotku práce, ale mezi její problémy patří monotónnost práce a s ní spojené udržení kvalifikace pracovníků. (Tomek, 2014, s. 47) Jak dodává Duchoň (2007), hlavní faktory hromadné výroby jsou zejména jednoúčelová nářadí a zařízení společně s nízkou kvalifikací pracovníků. Ekonomicky je hromadná výroba spojena s vysokou produktivitou práce, nízkými výrobními náklady a kratší výrobní dobou. (Duchoň, 2007, s. 124)

Speciální případ hromadné výroby je výroba druhová, která se liší od hromadné možností vyšší flexibility z hlediska obměn vyráběných produktů ve smyslu odchylek z hlediska tvarů, kvality apod. Tato výroba je náročnější na seřizování strojů, změnu výrobních postupů a plánování výroby ve spojení s velikostí zakázek a pořadím daných druhů. Zatímco u sériové výroby podnik vyrábí více produktů, přičemž samotné produkty jsou si navzájem tak podobné, že je možné je vyrábět na stejných zařízeních, díky čemuž dochází ještě k většímu snížení nákladů. (Tomek, 2014, s. 47)

Pokud podnik vyrábí produkty, které jsou komplexní, individuálního charakteru, či podnik vyrábí opakovaně malé množství, jedná se o kusovou výrobu. Klíčem je velký

stupeň flexibility z důvodu specifických požadavků zákazníka, které mohou někdy kvůli až nemožnosti predikce tvořit podniku problémy. Z těchto důvodů bývá kusová výroba často spojována s dlouhými dodacími lhůtami. Nakonec je výroba v šaržích, u které je klíčový kvalitativní rozdíl jednotlivých dávek, kdy každá dávka vstupujícího materiálu má svou šarži. S výrobou v šaržích se můžeme setkat například u výroby ocele, lakování, či keramických součástí. (Tomek, 2014, s. 48)

Vznik a vývoj štíhlé výroby společně se všemi metodami byl odjakživa spojen v podniky a společnostmi zaměřující se na výrobu. Důležité je zmínit, že i procesy hromadné výroby mají procesy, které svým charakterem více odpovídají procesům z oblasti služeb. (Svozilová, 2011, s. 60-61) A jak dodává Duchoň (2007), společnosti poskytující servis se svými vlastnostmi podobají kusové výrobě, ve které se počet servisovaných produktů přibližuje k desítkám kusů. Zařízení a vybavení jsou zde velmi univerzální a pracovníci jsou velmi kvalifikovaní ve svém oboru. Proces je velmi často spojen s nízkou produktivitou, vysokými náklady a časovou náročností. (Duchoň, 2007, s. 124)

Porovnání rozdílných charakteristik podniků se zaměřením na poskytování služeb a hromadné výroby shrnuje následující tabulka.

*Tabulka 3 Porovnání charakteristik společností zaměřující se na služby a výrobu*

Znaky	Služby	Výroba
Výstup procesu	Specifické požadavky zákazníka.	Jednorázově navržený produkt.
Množství opakovaných operací	Velké množství ne zcela totožných operací.	Vysoké množství stejně se opakujících operací s minimálními odchylkami.
Variabilita procesních toků	Obsáhlé množství cest s nutností častého rozhodování o dalších krocích.	Pevně nastavené procesy s přesně plánovanými postupy.
Stabilita v čase	Průběžně se přizpůsobující, těžce předem definovatelné.	Velmi stabilní a přesně specifikovaná s malým množstvím odchylek.
Složitost modelů	Velké množství procesních toků v různých variantách.	Nízký počet variant, tvorba produktů ve velkém množství a stejné variantě.
Kritická místa	Závady předávány mezi operacemi či bez náležitostí.	Lokalizování závad přímo u jednotlivých operací.
Viditelnost závad	Méně zřejmé.	Velmi viditelné.

Rozhodovací schopnosti personálu	Možnost rozhodování, které ovlivní další směr.	Pevně stanovené postupy bez možnosti individuálního přístupu.
Vztah k produktu	Celý proces přináší výsledky a celkový vývoj kvalitu.	Každý z kroků přidává na výsledcích i kvalitě.
Systémová integrace	Významná integrace pracovních úkonů, dat a celkové komunikace.	Využití technologií a automatizace pro podporu pracovních úkonů.
Řízení operací	Řízení na makroúrovni.	Mikroúroveň, díky technologiím a definovaným procesům.
Řízení kvality	Pohled z vnějšku, od zákazníka.	Pohled zevnitř, který je zaměřený na kvalitu jednotlivých operací.

*Zdroj: Svozilová, 2011, s. 61*

Nakonec je důležité zmínit, že neohledně na to, o jaký druh podniku se jedná, má-li být princip štíhlé výroby účinný v jakékoliv společnosti či podniku, je nutné, aby byl ukotven hluboko v myšlení zaměstnanců, stal se součástí firemní kultury a byl prosazován vedením společnosti skrze dlouhodobou strategii dané společnosti se zaměřením se na procesy společně s vyhledáváním a podporou pracovníků, kteří se sami od sebe zaměřují na vyšší kvalitu ale i nižší náklady. (Svozilová, 2011, s. 32-33)

Společně s podporou změn a inovací je spojena i motivace, která se udává jako jeden z nejmateratelnějších symptomů podpory, kterou organizace může poskytnout. Důležité je odměňovat nejen ty úspěšné projekty a změny, ale snažit se odměnit také v momentu kdy se jakákoliv inovace či snaha o změnu k lepšímu nevydaří. (Franková, 2011, s. 131)

# **PRAKTICKÁ ČÁST**

Praktická část byla zpracována ve středisku reálné společnosti. Pro možnost zpracování této diplomové práce vznikla dohoda mezi danou společností o nevyzrazení názvu společnosti a případných citlivějších informací.

Cílem diplomové práce je optimalizace procesů střediska společnosti se záměrem zvýšení efektivity pomocí analyzování jeho aktuálního stavu s určením zdrojů plýtvání a dále s navržením a implementací nástrojů a metod používaných ve štihlé výrobě.

Co je důležité podotknout již na začátku, že metoda štihlého podniku vznikla a vychází z výrobních podniků, z tohoto důvodu není možné její nástroje automaticky aplikovat jako univerzální sadu technik a pravidel, ale je nutné jednotlivé metody přizpůsobit podmínkám společností tzv. MRO, tedy (Maintenance Repair and Overhaul). (Srinivasan, 2014, s. 34-38)

Zpracování praktické části diplomové práce, tedy stanovení cíle, analýzy procesů a činností společně s návrhem řešení a jeho implementací probíhalo zejména v měsících srpnu a září v roce 2017. Po analýze a následné implementaci následoval roční odstup. Následující rok, tedy srpen 2018, společnost umožnila opětovnou návštěvu pro sběr a vyhodnocení dat nasbíraných v daném uplynulém roce pro možnost jejich vyhodnocení a navržení případných změn. Tímto praktická část diplomové práce získává určitý přesah nejen díky implementaci metod určené zejména pro výrobní podniky ve společnosti zaměřující se na údržbu a servis, ale také díky možnosti vyhodnocení autorem zvoleného řešení s ročním odstupem.

## **5 0 společnosti**

Společnost, ve které byla praktická část diplomové práce zpracována, byla založena jako technický úsek českého národního leteckého dopravce. Díky tomu se může chlubit více jak osmdesátiletou zkušeností v údržbě letadel. Roční obrat této společnosti přesahuje 40 mil. eur a společnost zaměstnává více než 700 kvalifikovaných zaměstnanců.

Diplomová práce byla zpracována v jednom ze čtyř středisek, konkrétně ve středisku údržby letadlových podvozků, které, jak už z názvu vyplývá, se zaměřuje na údržbu a servis letadlových podvozků, konkrétně letadel typu Boeing 737 a to jak staré, tak především nové generace. Ať už se jedná o jakoukoliv část, či součástku letadla, je servis v tomto oboru velmi přísný na dodržování mnoha pravidel, norem

a technologických postupů, a proto u problematiky údržby podvozků tomu není jinak. Pro představu této problematiky, podvozek těchto typů letadel vydrží 75 000 přistání, jeho generální oprava je však nezbytná po deseti letech provozu nebo po 21 000 přistáních v případě hlavního podvozku a 18 000 přistáních v případě podvozku příďového.

## **6 Popis procesu údržby letadlových podvozků**

Hlavní činností střediska je údržba letadlových podvozků, ale kromě generálních oprav nabízí možnost pronájmu náhradních podvozkových sad a další technickou podporu s podvozky spojenou. Letadlovým podvozkem jsou myšleny všechny tři nohy, tedy jedna přední a dvě zadní tzv. hlavní. Celkové množství servisovaných dílů je 300.

Středisko celkově zaměstnává 48 zaměstnanců, z čehož z celkového počtu tvoří 40 dělnických profesí, kam patří zejména mechanici, soustružníci, galvanizéři a lakýrníci, ale také další pomocní pracovníci dalších pracovišť. Zbýlých osm tvoří nezbytnou administrativní a technickou podporu.

Veškerá pracoviště a technologie potřebná pro servis podvozků se nachází na daném středisku, kromě pracoviště galvanovny, které je umístěno ve vlastní budově vzdálené přibližně 150 metrů vzdušnou čarou od střediska údržby podvozků a pracoviště kuličkování, kterým středisko nedisponuje a je tak nutné si danou službu nechat zhotovit externím dodavatelem.

Z hlediska společnosti, jejíž středisko je zaměřeno především na údržbu a servis, bohužel není možné stanovit přesnou délku údržby podvozků. Pokud však budeme vycházet z dat dodaných střediskem, je možné určit, že za rok 2016 až do srpna roku 2017 je průměrná délka údržby podvozku 35 dní a celkově by toto období servisováno 25 podvozkových sad.

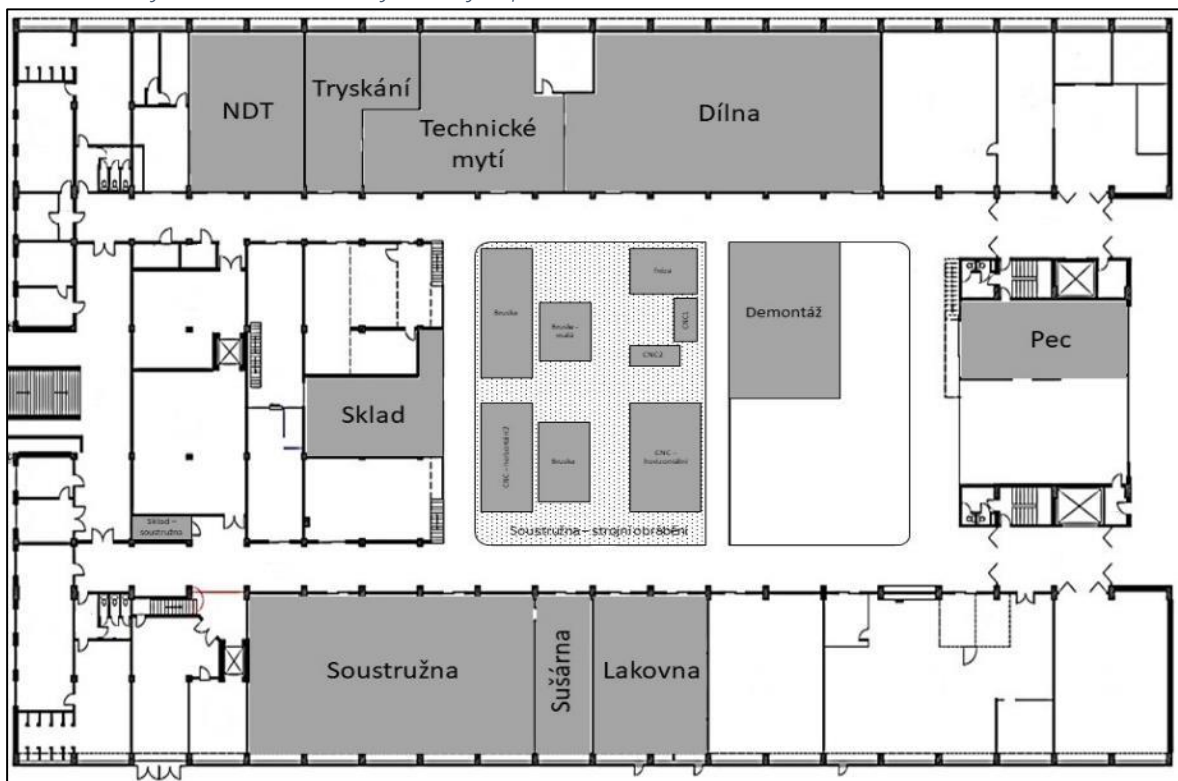
Zde je nutné zmínit, že sezóna, a tedy největší frekvence práce, je silně spojena se sezónou leteckých společností, tedy v hlavní sezóně, kdy se snaží letecké společnosti svá letadla nejvíce vytižit je středisko údržby podvozků takřka bez práce. Jedná se tedy o měsíce červen až polovina září. V tomto období na středisku není téměř žádná práce a zaměstnanci si v této době nejčastěji vybírají dny dovolené. V měsících, kdy letecké

společnosti využívají svá letadla méně, tedy převážně od podzimních do jarních měsíců, je jejich cílem letadla a jejich součásti servisovat tak, aby byla připravená na další sezónu, tedy opět letní měsíce, a tak právě toto období je pro středisko údržby podvozků obdobím, kdy je pracovně nejvytíženější.

## 6.1 Analýza střediska údržby letadlových podvozků

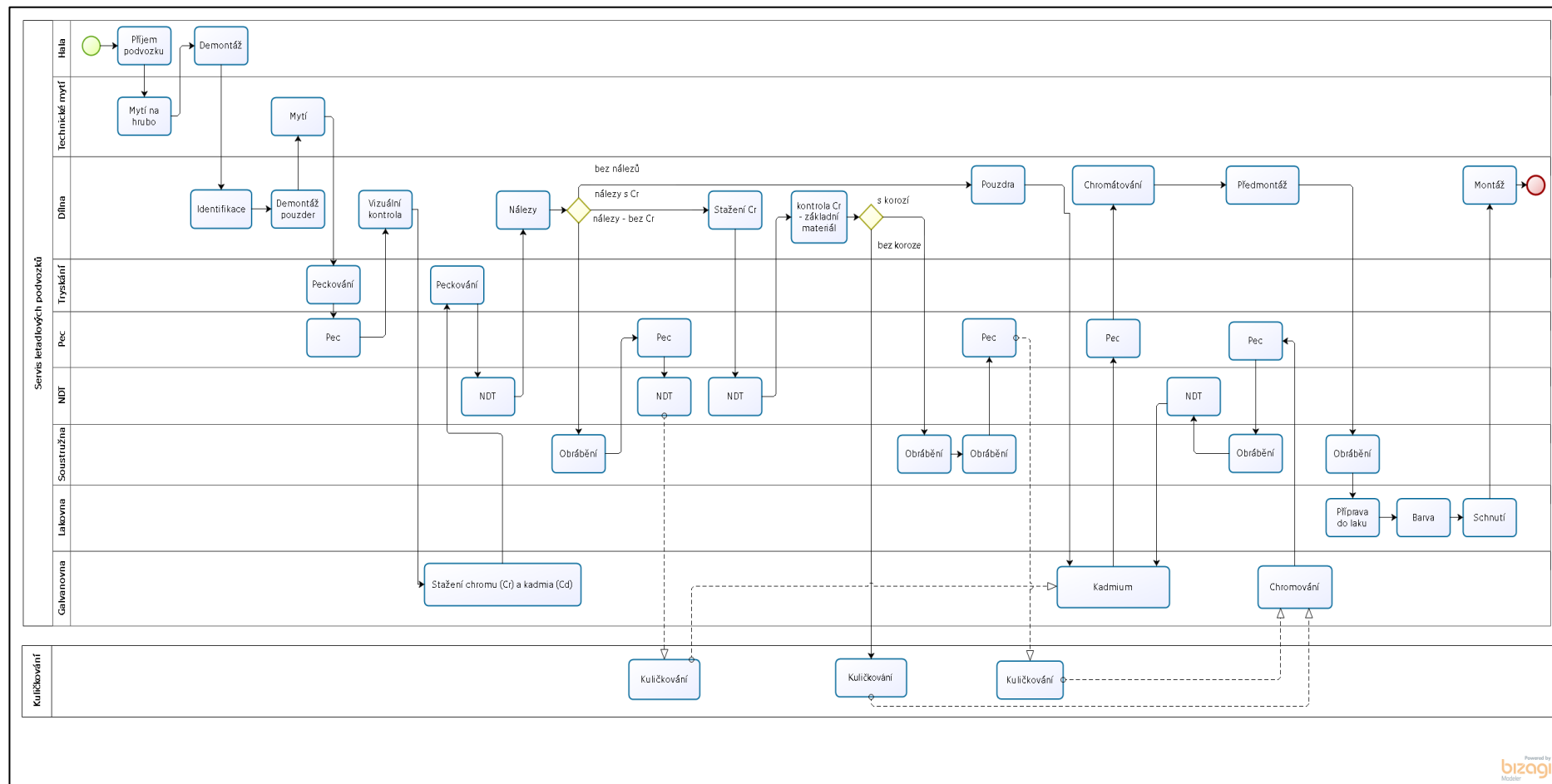
Ke splnění výše zmíněného cíle bylo nejprve nutné celkově pochopit, analyzovat a popsat problematiku údržby podvozků, a to jak z obchodního, legislativního, tak i zejména z technického hlediska. Pro přehlednější pochopení popisu celkového procesu byl vytvořen pomocí standardů BPMN procesní diagram, viz Obrázek 7, který celkový proces popisuje tak, aby i nezalý dané problematiky byl schopný proces údržby podvozků pochopit a porozumět mu. Společně s procesním diagramem bylo vytvořeno i prostorové rozmístění tzv. layout budovy střediska, viz obrázek níže.

Obrázek 6 Layout střediska údržby leteckých podvozků



Zdroj: autor

Obrázek 7 Procesní diagram údržby letadlových podvozků



Zdroj: autor



Celá údržba podvozku, jak je možné vidět z výše uvedeného diagramu, začíná přijetím podvozku do střediska. Jednou z možností je přijetí z hangáru, ve kterém probíhá tzv. těžká údržba, kde se rozebírá a servisuje celé letadlo. Druhým způsobem dodání podvozku v přepravní bedně, kterou posílá předem nasmlouvaný zákazník.

Dalším krokem je rychlé umytí tzv. nahrubo, při kterém je podvozek zbaven vnějších nečistot a mazu. Následně podvozek přechází k demontáži, kde je celý demontován na jednotlivé díly. Po demontáži následuje identifikace, při které jednotlivé díly prochází důkladnou vizuální kontrolou, kde se zatím jen opticky identifikuje poškození jednotlivých dílů. Nejčastěji jde o korozi a viditelnou deformaci. Po identifikaci nálezů se demontují pouzdra, ta se nejčastěji odvrstávají nebo vytlačují pomocí lisu. Takto je ukončena demontáž podvozku z hlediska celkového rozebrání a vizuální kontroly.

Následně jsou jednotlivé díly pečlivě umyty a otryskány z důvodu odstranění barvy a dalších nátěrů. Díly jsou přesunuty a vloženy do pece, z důvodu odstranění pnutí a následně opět zkontrolovány skrze vizuální kontrolou, po které následuje stažení chromu a kadmia. Po těchto krocích putují díly na pracoviště tryskání, kde se opět otryskají a posléze putují na pracoviště nedestruktivní defektoskopie, kde se kontrolují díly z hlediska vnitřního pnutí a možnosti výskytu prasklin. Po tomto kroku jsou díly posílány zpět na pracoviště dílny, kde nejčastěji mistr provádí krok finálních nálezů a určuje co se s jakým dílem bude dít nadále a jaká bude jeho další cesta celým procesem. Pokud jsou díly bez nálezů, stanoví se rozměr pouzder, která bude nutné vyrobit pro dané díly. Dále se nanese kadmium, po nanesení kadmia jsou díly dány do pece a po peci se nanáší chrom. Ve kroku předmontáže se vyrobená pouzdra vlisují do dílů. Díly s vlišanými pouzdry se pak ještě jednou obrobí na potřebný rozměr a následně putují do lakovny, kde se nanese barva. Po nalakování díly putují zpět na dílnu, kde se podvozek složí dohromady.

Výše popsaný popis, popisoval cestu dílů, které neobsahují chrom. Díly, které chrom obsahují jsou po určení nálezů posílány do galvanovny, kde je nutné odstranit a tzv. stáhnout chrom. Poté díly prochází kontrolou skrze pracoviště nedestruktivní defektoskopie, ve které se kontroluje možné poškození základního materiálu s kontrolou možného výskytu koroze.

Nejjednodušší cestou je ta, ve které díly korozi neobsahují. Pokud je tomu tak, tyto díly jsou posílány do externí společnosti, kde jsou okuličkovány a poté posílány zpět

do střediska údržby podvozků, ve kterém je na pracovišti galvanovny nanesen chrom. Následně díly prochází pecí a pracovištěm soustružny, kde se obrobí. Po obrobení následuje kontrola pomocí nedestruktivní defektoskopie, po které se jako u předchozí cesty nanese kadmium a díly putují stejnou cestou, jako díly bez nálezů.

Díly, které mají nálezy a obsahují chrom, ale není u nich nalezena koroze, přeskakují kroky obránění na pracovišti soustružny a pracoviště pece a jsou poslány přímo externí společnosti na kuličkování. Jak je možné vidět dle procesního diagramu, po okuličkování jsou díly poslány zpět, je nanesen chrom a díly následně putují stejnou cestou jako zbylé díly s chromem u kterých byla nalezena koroze.

Pokud se podíváme zpět na procesní diagram, díly, které po kroku nálezů na pracovišti dílny obsahují nálezy, ale neobsahují chrom, jsou obrobeny na pracovišti soustružny, poté poslány do pece, z pece na kontrolu nedestruktivní defektoskopií, a pokud je vše v pořádku, jsou díly poslány do externí společnosti na kuličkování, ze kterého jsou po kuličkování poslány zpět na středisko údržby podvozků na pracoviště galvanovny. Zde se opět nanese kadmium a cesta je opět stejná jako u ostatních dílů popsaných výše.

## **6.2 Plán implementace**

Po úspěšném zmapování a porozumění problematice údržby podvozků bylo dalším krokem zaměřit se na jednotlivá pracoviště a určit následující postup optimalizace pro splnění cíle projektu.

Pro další postup bylo nutné stanovit plán a souslednost pracovišť pro optimalizaci jejich procesů. Z předchozí podkapitoly je již zřejmé, že středisko údržby je rozděleno na devět pracovišť, kdy, ačkoliv pracoviště nedestruktivní defektoskopie nespadá pod středisko údržby podvozků, ale pod středisko již výše zmíněné těžké údržby, je z 90 % využíváno právě střediskem údržby podvozků. Ostatních sedm pracovišť se nachází v jedné budově, pracoviště galvanovny je umístěno mimo budovu a činnost kuličkování je prováděna externí společností ve vzdálenosti přibližně 35 km od střediska údržby letadlových podvozků.

Jelikož se jednotlivá pracoviště od sebe diametrálně liší, a to jak prostory, umístěním, ale hlavně počtem pracovníků, vybavením, pracností anebo například technologickým postupem, bylo nutné jednotlivé faktory daných pracovišť vhodně porovnat a určit tak

návrh postupu pro následnou optimalizaci pracovišť. Tento krok byl konzultován s vedoucím střediska, mistrem a tzv. partáky, kteří svou pozicí v určitých krocích mají pravomoc zastoupit mistra. Po diskuzi byly stanoveny tři faktory a to:

- *Pracnost* – vyznačuje množství dílů, které prochází daným pracovištěm. Kde například skrz pracoviště dílny projde veškerých 300 dílů podvozkové sady, ale pracovištěm pece jen malá část.
- *Nahraditelnost* – popisuje, jak moc je dané pracoviště nenahraditelné z hlediska problematiky a znalosti údržby podvozků. Kdy například dílna s nejvyšší hodnotou je místem, kde pracují mechanici, kteří pro danou práci musí splňovat určité certifikace, potvrzení a odborné znalosti. Naopak nejnižší číslo bylo přiděleno pracovišti, na kterém jsou potřebné minimální znalosti problematiky údržby podvozků a může zde pracovat téměř kdokoli.
- *Technologický postup* – vyjadřuje, že čím je číslo vyšší, tím méně existují a nejsou potřebné technologické postupy. Veškerá práce na daném pracovišti je zcela závislá na množství pracovníků. Naopak nejnižší číslo popisuje, které z pracovišť je zcela závislé na strojním vybavení a více než 90 % času práce je vykonávána přístroji.

Pracoviště s přidělenými hodnotami daných faktorů určených popisuje Tabulka 4 níže společně s pátým sloupcem, který udává průměrnou hodnotu tří daných faktorů.

*Tabulka 4 Ovlivňující faktory jednotlivých pracovišť*

Pracoviště	Pracnost	Nahraditelnost	Technologický postup	Průměr
Dílna	10	10	6	9
Soustružna	9	9	7	8
NDT	5	6	2	4
Technické mytí	8	1	10	6
Tryskání	7	3	9	6
Galvanovna	3	7	3	4
Demontáž	6	8	8	7
Lakovna	2	5	4	4
Kuličkovna	4	4	5	4
Pec	1	2	1	1

*Zdroj: autor (hodnoty ve sloupci průměr byly zaokrouhleny na celá čísla)*

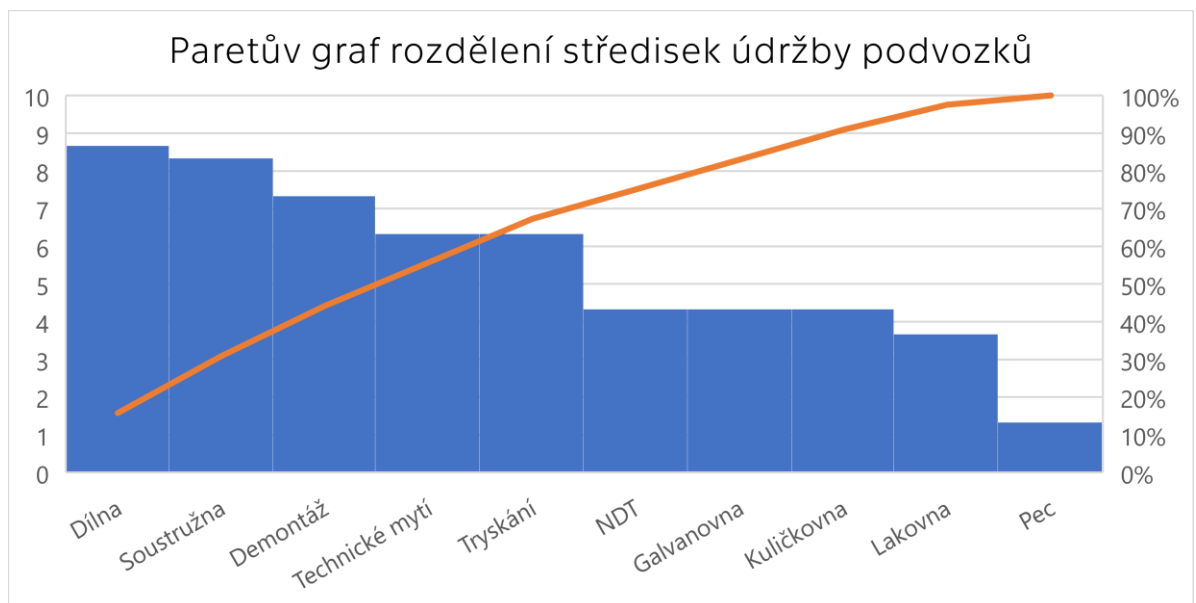
Jak je z tabulky zřejmé, v potaz bylo uvažováno i pracoviště kuličkování, které sice není součástí střediska podvozků a jeho činnosti jsou nahrazeny externí společností, ale

v rámci porovnání s ostatními pracovišti do hodnocení bylo zařazeno z důvodu tvorby kompletního srovnání.

Následným krokem pro zdokumentování a tvorbu následného postupu optimalizace střediska údržby podvozků bylo použito Paterovo pravidlo, které efektivně srovnává a kumulativně řadí průměrné hodnoty faktorů jednotlivých pracovišť. Sestrojení Paretova grafu, viz graf níže, tak zřetelně nastiňuje, u kterých pracovišť by se po jejich optimalizaci zvýšila efektivita nejvíce. Cílem diplomové práce je ale optimalizace celého střediska, proto výstup Paretova pravidla zároveň posloužil jako nástroj k sestavení sestupného plánu jednotlivých pracovišť pro jejich následnou optimalizaci. Konkrétně tedy: dílna, soustružna, demontáž, technické mytí s pracovištěm tryskání, dále pracoviště NDT, galvanovna, lakovna, a nakonec pracoviště pece.

Zároveň tvorba Paretova grafu vzbudila otázku, zdali se vyplatí zaměřit se na poslední čtyři pracoviště, tedy bez pracoviště kuličkovny, které není součástí střediska, z prostého důvodu, kdy kumulativní hodnoty těchto pracovišť dosahovaly méně než 50 % a zejména z důvodu procesů silně založených a spojených s technologickým postupem. Po následné konzultaci bylo nakonec rozhodnuto zmapovat a podrobit veškerá pracoviště první analýze, která určí plýtvání jednotlivých pracovišť a navrhne následující postup.

Graf 1 Paretovo rozdělení pracovišť



Zdroj: autor

## 7 Analýza pracovišť

Po seřazení a naplánování postupu optimalizace jednotlivých pracovišť byla dalším krokem jejich podrobná a hlubší analýza. Pro analyzování byly použity nástroje a metody štíhlé výroby, které bylo nutné v určitých případech upravit pro účely zmapování procesů nevýrobních podniků, jak bylo popsáno v kapitole 3.1 Analýza a mapování procesů. Z důvodu této problematiky bylo ke zmapování a analyzování pracovišť voleno nejčastěji pozorování, diskuze, interview, analýza dokumentace a Spaghetti diagram následně s upravenou formou pohybové studie.

Pro případný přepočítání na finanční jednotku byla použita hodinová nákladová sazba (HNS) pracovníka střediska, která tak pomohla činnosti určené jako plýtvání prezentovat se lepším a pochopitelnějším způsobem. Jednotlivé položky HNS a její následné rozpracování považuje společnost jako citlivou informaci. Z tohoto důvodu byla společností dodána jen finální hodnota a to 300 Kč, která tedy není přesná, ale pro zpracování této diplomové práce a jejímu následnému použití v dané společnosti je podle slov zástupce společnosti dostačující.

Analýza jednotlivých pracovišť přinesla jejich podrobnější popis a shrnula výskyt jednotlivých druhů plýtvání. Pracoviště, jejichž kumulativní hodnota po sestrojení Parettova rozdělení dosahovala hodnoty menší než 50 %, byla také podrobena analýze, ale z důvodu velkého množství procesů a činností silně spojených a definovaných technologickým postupem, nebyla tato pracoviště podrobena tak důkladné analýze.

Důležité je poznamenat, že v době, kdy projekt optimalizace střediska údržby podvozků probíhal, tedy v měsících srpnu a září v roce 2017, nebyl servisován žádný podvozek. Z tohoto důvodu bylo nutné pro analyzování a zmapování procesů jednotlivých pracovišť vycházet z technologických postupů a zejména z konzultací a simulací činností na pracovišti.

### 7.1 Dílna

Jak z Parettova grafu, tak z procesního diagramu logicky vyplývá, že pracoviště dílny je pro proces údržby podvozků nejdůležitější a naprosto klíčové. Na daném pracovišti pracuje nejvyšší množství pracovníků z celého střediska. Zároveň je pracoviště nejvíce vytížené, a to jak z hlediska pracnosti, ale i toku dílů, které tímto pracovištěm projdou,

naprosto všechny. Bez tohoto pracoviště a jeho pracovníků by nebyla údržba podvozků možná.

Pracoviště je uspořádáno tak, že každý z mechaniků má svůj vlastní pracovní stůl, který má vybavený a uzpůsobený pro svou činnost. Po konzultaci jak s vedením, tak i s několika mechaniky, bylo zjištěno, že každý mechanik by měl být schopný jakékoliv práce, ale realita je taková, že se každý mechanik věnuje určitým činnostem, které vykonává častěji než ty ostatní. Jsou tedy mechanici, kteří se zaměřují jen na přední nohu, boční vzpěry či konečné sestavení podvozku zpět dohromady. Je samozřejmostí, že pokud není potřebná jejich „specializace“, pracují na jakýkoliv ostatních činnostech servisu podvozku, týkajících se jejich pozice leteckého mechanika.

Z hlediska vybavení je pracoviště dílny vybaveno stoly jednotlivých mechaniků, třemi stojany pro uchycení podvozků, pecí, počítači a dalším potřebným vybavením k práci. Velice překvapujícím objevem při analyzování dílny bylo, že pracoviště dílny obsahuje pracoviště předmontáže, jehož hlavní činností je vlisování pouzder do některých dílů podvozků. K těmto činnostem je zapotřebí velké množství přípravků, které jsou rozmístěné různě v regálech po pracovišti dílny, dále tři lisy, stůl a kapalný dusík.

Podrobněji dané pracoviště popisuje layout, viz *Příloha 1*.

Mapování práce a činností jednotlivých mechaniků i přes velkou snahu nebylo realizováno z důvodu optimalizace střediska v době mimo pracovní sezónu. Největší důraz byl kladen na činnosti předmontáže, pro které byla zpracována důkladnější analýza pomocí simulace daných činností, viz *Příloha 2*.

### **Plýtvání – pracoviště dílny**

Výsledkem analýzy dílny skrze simulaci bylo zjištění, že toto pracoviště předmontáže vykazuje plýtvání spojené s přebytečným pohybem 6,7 hodiny ročně, po přepočtení pomocí HNS na pracovníka 2010 Kč a hledáním přípravků až 75 hodin, po přepočtení 22500 Kč.

## 7.2 Soustružna

Pracoviště soustružny je z hlediska pracovníků druhé nejpočetnější. Celkově zabírá největší rozlohu, neboť pod toto pracoviště patří jak místnost soustružny, tak i plocha strojního obrábění uprostřed haly a sklad. Společně s analýzou pracoviště soustružny byl vytvořen i layout, který podrobněji mapuje danou místnost, jak je možné vidět, viz Příloha 3.

V místnosti se nachází 19 strojů, zejména soustruhů, několik fréz a brusek. Na první pohled je pracoviště doslova poseto různými skříňkami, viz layout (sk), a dále regály, poličkami, zásuvkami, které obsahují nejrůznější množství, druhy a rozměry materiálu, současně s velkým množstvím různých přípravků a nástrojů. Tato okolnost s sebou přinášela problém s pohybem pracovníků po pracovišti, kteří byli doslova nuceni kličkovat mezi skříňkami. Malým, ale za to velmi dostatečným příkladem může být obrázek níže, který přibližuje stav většiny skříní, skříněk a regálů tohoto pracoviště.

Obrázek 8 Obsah skříní a regálů pracoviště soustružny



Zdroj: autor

Co se týče plochy strojního obrábění, zde je rozmístěno osm strojů, které svou plochou zabírají většinu plochy strojního obrábění. Některé stroje jsou využívány velmi nepravidelně v důsledku různorodosti obrábění, či výroby dílů pro podvozky, ale většina z nich, konkrétně šest z osmi je nenahraditelná a bez nich by samotný servis nemohl fungovat. Zejména se jedná o broušení, frézování, výrobu a obrábění již vlisovaných pouzder.

Nakonec bylo nahlédnuto i do prostor skladu, kde se vyskytovalo velké množství materiálu určeného k obrábění, které zbylo z dřívějšího obrábění či výroby, viz obrázek níže. Při snaze o zjištění, proč je sklad ve stavu, v jakém je, byla nejčastější odpověď „to se bude hodit“ nebo „nikdy nevíte, kdy to budete potřebovat“.

Obrázek 9 Prostory skladu soustružny



Zdroj: autor

### **Plýtvání – pracoviště soustružny**

Samotná místnost soustružny je, jak bylo výše popsáno, přehlcena skříněmi, ve kterých se nachází spousta materiálu a přípravků, které s sebou nesou obrovské plýtvání z hlediska zásob materiálu a přípravků. Stejně vyhodnocen byl i sklad, kde byly uložené věci a součástky strojů, které se na pracovišti ani nevyskytují. Dalším nálezem, který vyvstal na povrch při pozorování činností na daném pracovišti byl samotný pohyb. Už z výše zmíněného layoutu je viditelné, že prostor k pohybu pracovníků je značně zastavěný.

Co se týče plochy strojního obrábění, se u strojů, které jsou přiřazené určitým pracovníkům a pracují na nich jen oni, nevyskytovaly žádné problémy. Vše bylo přehledně uspořádané, srovnané a o svá pracoviště se starali i z hlediska úklidu a servisu daných strojů. U strojů, u kterých se pracovníci střídali nebo byli využívány jen částečně, se vyskytl problém s jejich úklidem, čistěním a servisem.

## **7.3 Demontáž**

Pracoviště demontáže je určeno k příjmům podvozků, které se přijímají v přepravních bednách. Po přijetí je podvozková sada, tedy každá noha, připevněna na otočné stojany, díky kterým lze podvozky různě otáčet a jednoduše s nimi manipulovat. Cílem tohoto pracoviště je demontovat jednotlivé podvozky na jednotlivé díly.



Dále je pracoviště vybaveno kromě obyčejných nástrojů i speciálně vyrobenými přípravky pro lepší a méně namáhavější demontáž. Tyto přípravky jsou uloženy v regálu umístěném na pracovišti, viz obrázek níže. Po demontáži podvozku na jednotlivé díly následuje identifikace, při které jsou určeny případné závady a poškození dílů s jejich následným určením, co se s daným dílem bude dít. K identifikaci dílů, která se také provádí na tomto pracovišti, je pracoviště vybaveno třemi pracovními stoly, každý pro jednotlivou nohu sady.

Obrázek 10 Regál s přípravky pracoviště demontáže



Zdroj: autor

Přímé analyzování rozebrání podvozku opět nebylo v době zpracování této práce možné z několika dříve popsaných důvodů. Proto při analyzování pracoviště probíhaly konzultace s pracovníky, zejména mechaniky, kteří při příjmu podvozku jsou nejčastěji zodpovědní za jeho demontáž. Díky nim byla vytvořena simulace, viz *Příloha 4*, která napodobila činnosti, které jsou spojené s demontáží podvozkových sad. Zejména se jednalo o přípravu pracoviště, regálů a krabiček do kterých se demontované díly dávají. Doba trvání demontáže zabere dvěma mechanikům tři až čtyři dny.

### **Plýtvání – pracoviště demontáže**

Vyhodnocením a analyzováním skrze simulaci bylo pracoviště určeno jako úzké místo. Důvodem byla výše zmíněná délka demontáže, tedy tři až čtyři dny, tedy 11 % z celkových 35 průměrných dní údržby.

Výsledkem simulace bylo vyčísleno při přepočtení na celý rok, že pracovníci při demontáži stráví docházením pro pojízdné regály a plastové krabičky 7,5 km. Což při průměrné rychlosti chůze (5 km/h) by bylo rovno 6,25 hodin. Tato hodnota se velmi

blíží jednomu pracovnímu dni a při vyčíslení pomocí HNS stojí 1875 Kč. Zároveň, pokud si krabiček a regálů doveze mechanik málo, je nucen tento proces opakovat. Opětovně, pokud si jich vezme více než je potřeba, přebytečné krabičky a regály mechanik vrací zpět na pracoviště technického mytí. Toto navyšuje čas plýtvání spojený s transportem ještě více.

Z hlediska větších dílů, které jsou pokládány na plastové palety byl zjištěn problém, že tyto palety jsou rozmístěné různě po pracovišti demontáže, jak je možné vidět na obrázku níže, nebo jsou rozmístěné různě po středisku údržby podvozků. V neposlední řadě byla pomocí pozorování zjištěna poměrně malá plocha samotného pracoviště, kdy na první pohled, viz obrázek níže, téměř jeho polovina tvoří různě odložené palety a bedny, které slouží na přepravu podvozků a jejich dalších dílů. Společně s nimi se na pracovišti vyskytovaly různé prázdné skříně a regály, které nebyly nikým využívány a celkově pracoviště působilo jako prostorově nevyhovující.

Obrázek 11 Plocha pracoviště demontáže



Zdroj: autor

## 7.4 Technické mytí

Pracoviště je jedno z prvních celého procesu, hned po demontáži a identifikaci. Jak už z názvu a popisu vyplývá, jeho účelem je umytí a zbavení veškerých nečistot samotného podvozku, tak i jednotlivých dílů po jeho rozebrání. Pracoviště obsluhuje jeden až dva pracovníci. Je vybaveno mycím koutem s vysokotlakým čističem a pěti nádržemi s emulzí, do kterých jsou díly, které jsou pokryté barevným nátěrem, ponořeny na několik hodin pro následné jednodušší otryskání barvy. Kromě tohoto

vybavení určeného pro mytí dílů podvozku, je zde ještě umístěna nádrž s destilovanou vodou, stolem na broušení, strojem k mytí letadlových klimatizací a chemickým stolem, který využívají mechanici k nanášení roztoků na díly při jejich následné údržbě. Dalším vybavením, a již v předchozí podkapitole zmíněnou součástí tohoto pracoviště, je prostor pro pojízdné regály a plastové krabičky, které slouží pro jednotlivě rozebrané díly. Pro lepší pochopení a analyzování byl vytvořen layout, viz *Příloha 5*.

### **Plýtvání – pracoviště technického mytí**

Pracoviště technického mytí je z hlediska toku dílů dalším úzkým místem celého procesu. Hlavním důvodem je samotný prostor, který v momentě, kdy není práce, je prázdný, ale v době, kdy dojde k rozebrání podvozku na jednotlivé díly a rozdělení do krabiček se stává prostor technického mytí doslova přeplněný regály, paletami a vozíky, viz obrázek níže. Důvodem je nedostatečná kapacita jak pracovníků, tak i prostoru, který je viditelný z výše uvedeného layoutu tak i z obrázku, viz Obrázek 13, níže, jež zachycuje uložení pojízdných regálů a plastových krabiček pro demontáž. Zároveň se na pracovišti nachází stroj, který je nefunkční a nikým nepoužíván.

*Obrázek 12 Nedostatek místa pro manipulaci z důvodu regálů s díly*



*Zdroj: autor*

*Obrázek 13 Prostorové omezení pracoviště technického mytí*



*Zdroj: autor*

## 7.5 Tryskání

Tryskání v celkovém procesu údržby podvozků hraje svou roli opět na začátku celého procesu. Pracoviště má samostatnou místnost, pracuje zde jeden zaměstnanec a je vybaveno čtyřmi stroji, dvěma k tryskání a dvěma ke tryskání pomocí korundu. Opět bylo definováno jako úzké místo z důvodu délky otryskání podvozkové sady, které zabere přibližně tři až čtyři dny.

Hlavní činností tohoto pracoviště je otryskat jednotlivé díly od nečistot nanesených na jednotlivých dílech, které nebylo možné odstranit pomocí mytí a zejména odstranit barevný nátěr, který se vyskytuje na všech vnějších dílech podvozku. Práce není svou odborností nijak náročná, jde zde především o smysl pro detail z důvodu kvalitního otryskání. Náročné je naopak samotné prostředí, ve kterém se vyskytuje velké množství prachu způsobené prašností materiálu, který je určený k otryskání dílů.

Činnosti spojené s tryskáním nejsou nikterak náročné. Jedná se o vložení dílů do strojů určených pro dané díly, otryskání a připravení na jejich odvezení vložení zpět do krabice nebo na paletu. Nedílná činnost, která je spojená s tryskáním, je pravidelné doplnění materiálu, který dané stroje tryskají, tedy buď korund anebo plastové kuličky.

Stejně jako u některých předchozích pracovišť, i zde byla zpracována simulace procesů otryskání, viz *Příloha 6*, která popisuje přehlednější pochopení daného pracoviště s možností nalezení prostorů pro jeho optimalizaci.

### **Plýtvání – pracoviště tryskání**

Ze simulace pracoviště tryskání je patrné, že pracovník vykonává veškerou práci na daném pracovišti. Jedinou výjimkou je cesta pro materiál, který se používá k samotnému tryskání, a který je uložen ve skladu uprostřed střediska údržby podvozků. Korund, tedy materiál sloužící pro tryskání daných dílů, je uložen ve speciálním skladu, ale z důvodu jeho velmi malé frekvence doplnění, která je podle pracovníka pracoviště tryskání přibližně jednou až dvakrát do roka, nebyla činnost doplnění korundu zaznamenána.

Hlavním zdrojem plýtvání je transport, který je spojený s docházením pro plastový materiál používaný k tryskání. Jak bylo vyčísleno v simulaci, pracovník stráví 3,25 pracovního dne ročně jen touto činností.

## **7.6 Galvanovna**

Pracoviště galvanovny je velmi specifické a zcela nezbytné pro samotný servis a údržbu podvozků. Jak bylo popsáno v úvodu šesté kapitoly, galvanovna je součástí střediska údržby letadlových podvozků, ale nachází se v samostatné budově přibližně 150 metrů od budovy, kde se nachází všechna ostatní pracoviště. Pracuje se zde na směnný provoz a celkově v galvanovně pracuje devět zaměstnanců.

Pracoviště musí dodržovat velmi vysokou bezpečnost práce z důvodu velkého množství chemických látek, které jsou jak v tzv. vanách, ale díky vypařování i ve vzduchu. Z hlediska činností slouží pro nanášení chromu a kadmia pro některé z dílů podvozkové sady. Samotný proces vyžaduje značné úsilí neboť 80 % práce je spojeno s technologickým postupem, které v tomto případě je nutné dodržet. Při návštěvě pracoviště se pracovníci shodli, že i při desetileté zkušenosti v tomto oboru je každé ponoření dílů do van malou loterií, jestli vše vyjde, jak má, a že i s jejich dlouholetou praxí není stoprocentně jisté, jak se materiál bude chovat. Při výskytu chyby nebo jakýchkoliv anomálií je nutné celý proces galvanování opakovat a celý proces servisu podvozků tak prodloužit o několik dní.

### **Plýtvání – pracoviště galvanovny**

Po analýze tohoto pracoviště bylo nalezeno několik strojů a vybavení, které jsou již nefunkční, nepoužívají se a zbytečně tak zabírají místo. Z hlediska plýtvání nebyly nalezeny žádné závažné problémy. Důvodem je nutnost dodržování přísných technologicko-chemických postupů, které, jak bylo řečeno pracovníky tohoto pracoviště, nedávají moc prostoru k nepořádku.

Pracoviště se při výskytu vad stává úzkým místem, ale z důvodu přísných technologických postupů zde nelze nijak optimalizovat, natož zkrátit, činnosti galvanizování.

## **7.7 Kuličkování**

Středisko údržby podvozků pracovištěm ke kuličkování nedisponuje a je tak nuceno pro tuto činnost využívat externího dodavatele, který je vzdálený 35 km od střediska. Proces kuličkování tedy nebyl součástí cíle diplomové práce. Z důvodu plné závislosti na externím dodavateli zde nebyla možnost cokoliv optimalizovat.

Pro údržbu podvozků je proces kuličkování obecně opět nezbytný, neboť metoda kuličkování zpevňuje materiál. Z hlediska počtu dílů je nutné tzv. okuličkovat celkem 84 dílů z celé podvozkové sady.

Celkově je proces kuličkování nastaven tak, že každý pracovní den vyjíždí jeden pracovník zodpovědný za přípravu dílů a materiálu tzv. přípravář k externímu dodavateli, kam přiveze díly nutné ke kuličkování a následně od dané společnosti převezme díly, které jsou již hotové.

### **Plýtvání – proces kuličkování**

Největším problémem a nedostatkem tohoto procesu je upřednostňování práce dané externí společností před prací pro středisko údržby podvozků. Nikdy tedy není zcela jisté, které díly budou kdy hotové, a proto jsou mechanici nuceni pracovat s tím, co daný přípravář od externí společnosti daný den přiveze. Kromě problému neznalosti množství připravených dílů, hraje velkou roli i samotná dojezdová vzdálenost společně se stráveným časem, tedy přibližně 2,5 hodiny denně pracovníka přípravy dílů a materiálu, který po dobu cesty nemůže připravovat materiál pro servis podvozků.

## **7.8 Nedestruktivní defektoskopie**

Pracoviště nedestruktivní defektoskopie, dále jen NDT je využíváno celou společností pro jakékoliv testování a zjišťování vad různých materiálů. Poměrem testování a zkoušek dílů, které tímto pracovištěm projdou, je však toto pracoviště nejvíce využíváno střediskem údržby podvozků, a proto je umístěno v budově tohoto střediska. Svou příslušností a zaměstnanci, kteří zde pracují na směnný provoz, však spadá pod středisko těžké údržby.

Při samotné analýze procesu zkoušky NDT nebylo zjištěno žádných nedostatků, či prostoru pro optimalizaci z procesního hlediska. Proces je stejně jako galvanování silně postaven na stanovených technologických časech, které v žádném případě nelze zkrátit. Z důvodu roztoků, magnetů a rentgenu je pracoviště velmi čisté a vhodně uspořádané.

## 7.9 Lakovna

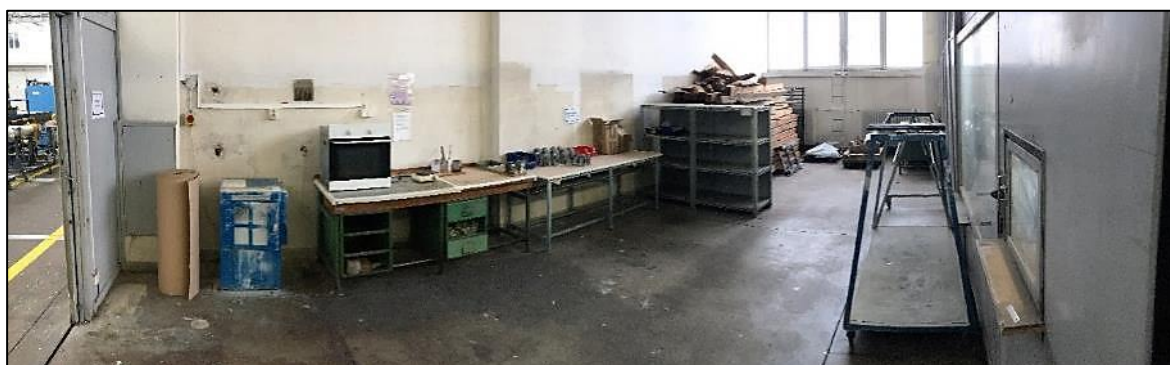
Lakovna v celkovém procesu údržby podvozků vystupuje v jeho samotném konci. Pracoviště je umístěno v prostorách střediska údržby podvozků, pracují zde dva pracovníci na tzv. krátký a dlouhý týden.

Pracoviště lakovny je složeno ze čtyř místností, které slouží jako sklad barviv a přípravků pro lakování, místností pro lakování, místností pro přípravu dílů a místností pro sušení. Výsledkem zmapování bylo při pozorování procesu lakování a sušení, stejně jako u procesu galvanování a NDT, zjištěno že veškeré postupy jsou definovány technologicky určeným postupem. Nelze tak nanést méně vrstev barvy, či zkrátit čas schnutí barvy. Jedinou možností by byla investice do nových technologií či rozšíření prostoru, kde probíhá lakování.

### Plýtvání – pracoviště lakování

Určitým plýtváním v prostorách sušárny, bylo zjištěno, že 30 m<sup>2</sup> místnosti bylo využíváno jako sklad různých dílů a zejména materiálu, viz obrázek níže.

Obrázek 14 Prostor sušárny



Zdroj: autor

## 7.10 Pec

Pracoviště pece obsahuje jen jednu místnost vybavenou dvěma pecemi, lisem a dalším vybavením, které využívá jiné středisko. Z hlediska činností, které se zde vykonávají se jedná jen o vkládání dílů do pece, jejich chlazení a předání k další činnosti. Stejně jako u několika předešlých pracovišť i pracoviště pece je z hlediska činností silně spojeno technologickým postupem. Dané teploty jsou v rozptylu několika jednotek stupňů přesně předepsány a definovány výrobcem a opět je nutné tyto teploty a časy dodržovat.

## 8 Optimalizace

Po seznámení se střediskem údržby podvozků, pochopení celkového procesu údržby a detailním analyzováním jednotlivých pracovišť následoval krok navržení vhodného nástroje a jeho následné implementace do střediska. Klíčové pro samotnou možnost optimalizace procesů daného střediska bylo, že se v předchozí době nikdy nesešlo s filozofií štíhlého podniku či s jakoukoliv z jeho metod nebo nástrojů k jeho dosažení, a to jak z hlediska vedení, tak i z hlediska pracovníků jednotlivých pracovišť, a to zde jsou někteří pracovníci zaměstnáni desítky let.

Z tohoto důvodu bylo nutné z hlediska možné optimalizace procesů a zavedení metod štíhlého podniku začít s implementací od naprostého základu, tedy z hlediska modelu TPS od začlenění filozofie do kultury podniku skrze změnu způsobu myšlení, jednak nad samotnou vykonávanou prací, ale také z hlediska návaznosti na další pracoviště a pracovníky. Díky silné odpovědnosti za vykonávanou práci, spojenou s leteckým průmyslem, ve kterém je obecně kladen velký důraz na kvalitu a společně se silnou provázaností jednotlivých pracovišť a tím tak nevědomého dodržení základů pro kontinuální proces, zbývalo pro dosažení splnění podmínek základu modelu TPS jen podpora vedení společnosti. Ta byla získána už na počátku celého projektu, v červenci 2017, při konzultaci požadavků, možností, podpory a celkového předdefinování cílů, které si vedení slibuje od samotné optimalizace.

Splnění první, a tedy základní vrstvy TPS společně se seznámením daného střediska, analyzováním jeho jednotlivých pracovišť a definováním jejich zdrojů plýtvání, posunulo splnění cíle před další krok, a to navržení vhodné metody či nástroje pro následnou optimalizaci. Zde bylo z publikací zabývajících se danou problematikou společně s praktickou zkušeností navrženo použití metody 5S s její určitou modifikací, která by splňovala podmínky daného podniku. Hlavním důvodem, jak bylo již popsáno v úvodu praktické části bylo, že se daný podnik, a tudíž i středisko údržby podvozků není výrobním podnikem. Do celého procesu údržby podvozků vstupuje mnoho neznámých, které se objevují postupně během celého procesu. Z těchto důvodů není reálné využití všech metod štíhlé výroby, které jsou aplikovány ve výrobních podnicích, a proto bylo nutné určitých úprav.

Důvodem volby implementace metody 5S bylo využití jejích jednotlivých pěti kroků, které v prvním kroku odstraní plýtvání daných pracovišť, ve kroku druhém pracoviště



a s ním spojené činnosti uspořádá do co nejefektivnější posloupnosti, ve třetím a čtvrtém kroku udrží předchozí kroky díky pravidelnému čištění skrze standardizaci a v posledním, tedy pátém kroku, zkontroluje stav pomocí auditů a možností dalšího neustálého zlepšování.

## **8.1 Optimalizace pracovišť**

Díky vypracované analýze, zmapování a definování plýtvání daných pracovišť údržby podvozků bylo následujícím krokem odstranění plýtvání s následnou optimalizací, kdy v následujících podkapitolách bude popsána úprava jednotlivých pracovišť s tvorbou standardu a auditu.

### **8.1.1 Optimalizace – Dílna**

Na pracovišti dílny se jednalo o odstranění plýtvání ve smyslu hledání náradí a přípravků na pracovištích daných pracovníků. S mistrem střediska bylo domluveno, že každý pracovník si vytřídí a zpřehlední své pracoviště a uzpůsobí jeho práci. Z důvodu určitého odporu některých pracovníků a zároveň z důvodu velikosti pracoviště a množství pracovníků bylo domluveno, že úklid pracovišť bude probíhat vždy jednou ročně a v době, kdy na středisku není práce, tedy vždy v letních měsících. Celkově většina pracovníků možnost „debordelizace“ svých pracovišť uvítala, a tak určitá část byla splněna. Celkově bylo odstraněno 200 kg nepotřebného a rozbitého vybavení, například rozdílí pracoviště před a po, viz *Příloha 7*.

Radikální změnou prošlo již dříve popsané a analyzované pracoviště předmontáže. Samo o sobě zabíralo velkou část prostřední části pracoviště, a tak díky optimalizaci demontáže, popsané dále, byl navržen a realizován přesun veškerých přístrojů a přípravků, které byly spojené s činnostmi předmontáže mimo pracoviště dílny, a to do prostoru haly. To dalo za vznik naprosto novému pracovišti, které bylo navrženo a přizpůsobeno jeho činností.

Oba lisy a kovový stůl byly dány do jedné linie, pracoviště bylo vybaveno dalším pracovním stolem pro přípravu dílů, pouzder a dokumentace. Dále byly na pracoviště přesunuty veškeré nádoby s dusíkem. Absolutní změnou bylo přesunutí veškerých přípravků potřebných k předmontáži. Ty byly nejen zrevidovány, při čemž byly doplněny chybějící přípravky, ale i již nevyhovující byly opraveny nebo vyrobeny nové. Značnou změnou bylo jejich rozdělení podle generací podvozků, tedy starou a novou,

společně s rozdělením na jednotlivé nohy. Zároveň veškeré přípravky byly roztříděny do jednotlivých krabiček, které byly popsány příslušným číslem přípravku k zjednodušení v jejich hledání a následné manipulaci, dále byly přípravky umístěny vzhledem k jejich četnosti využití a ergonomie. Kdy nejtěžší přípravky a nástroje byly umístěny dolů, nejlehčí do vrchní částí regálů a středně těžké a zároveň nejpoužívanější do středu, viz obrázek níže, zobrazující rozdělení a uspořádání celého pracoviště.

Obrázek 15 Změna umístění přípravků pro předmontáž



Zdroj: autor

Z pracoviště dílny tak bylo odstraněno 200 kg nepotřebného vybavení, materiálu a přípravků, veškeré vybavení bylo označeno pro lepší přehlednost a byla stanovena a určena přesně definovaná místa pro určité nástroje, pro eliminaci hledání. Zároveň díky přestěhování vnořeného pracoviště předmontáže se pracovní prostor pro práci zvětšil o 10 m<sup>2</sup>, viz Příloha 8.

### **8.1.2 Optimalizace – Soustružna**

Klíčem k optimalizaci pracoviště soustružny bylo z místnosti soustružny odstranit co nejvíce přebytečného materiálu, který byl uložený ve výše popsaných regálech, skříních a skříňkách a společně s tím toto vybavení co nejvíce zredukovat a pracoviště změnit k vyšší průchodnosti. Z důvodu odporu nejčastěji starších pracovníků se podařilo optimalizovat dvě ze sedmnácti pracovišť společně s jedním z rohů, který sloužil kromě broušení a lisování jako odkládiště materiálu a přípravků.

Z hlediska skladu soustružny bylo nutné projít veškerý materiál a nástroje zde uložené, a se zástupcem mistra a pracovníky soustružny projít veškerý obsah skladu.

Co se týče pracovišť neboli strojů umístěných na ploše strojního obrábění, jak bylo popsáno v předchozí analýze, byla většina pracovišť díky pracovníkům, kteří zde pracují, upravena k nejhladšímu a nejefektivnějšímu provozu a zacházení se stroji.

Výsledkem optimalizace tak bylo odstranění přebytečného materiálu a nástrojů ze skladu a místnosti soustružny v celkovém objemu 1133 Kg společně s odstraněním několika skříní a regálů z místnosti soustružny a tím tak vzniklo 7 m<sup>2</sup> volného prostoru, viz *Příloha 9*.

### **8.1.3 Optimalizace – Demontáž**

Pracoviště demontáže bylo dalším z pracovišť, které prošlo radikální změnou. Hlavním podnětem byl samotný prostor, který byl zanalyzován jako malý a nevyhovující a společně s možností využití prostoru okolní plochy demontáže se nabízela v celku velká příležitost pro jeho rozšíření. Celé pracoviště tak bylo otočeno o 90°, stojany určené pro uchycení a manipulaci s podvozky byly srovnány do jedné linie. Takto se stala samotná manipulace s jednotlivými podvozky jednodušší, efektivnější a zejména prostornější i z hlediska navážení přepravních beden s podvozky. Za každý z těchto stojanů byl převezen pracovní stůl, který slouží k odkládání malých dílů a k jejich následné identifikaci. Zároveň byly odstraněny veškeré prázdné a nepotřebné skříně a regály a to tak, že na pracovišti zůstala jen jedna skříň z původních pěti. Další změnou bylo vytřídění a zpřehlednění nástrojů a přípravků pro demontáž, a tak snížení doby jejich hledání, které byly umístěné v jednom z regálů na pracovišti, viz *Obrázek 10*, z analýzy pracoviště demontáže.

Následující změnou ve spojení s pracovištěm technického mytí bylo, že na pracoviště demontáže byly převezeny veškeré plastové krabíčky, které byly dříve umístěny na pracovišti technického mytí a jsou potřebné k uložení rozebraných dílů podvozku. Poslední změnou bylo odstranění všech přepravních beden a přepravního materiálu umístěného u stěny mezi pracovištěm dílny a demontáže a na toto místo byly přemístěny veškeré palety, které byly rozmístěny různě po středisku, a pojízdné regály, které byly uloženy na pracovišti technického mytí, čímž se docílilo zkrácení jejich přepravy.

Shrme-li úpravy provedené na pracovišti demontáže jedná se především o jeho zvětšení o 9 m<sup>2</sup>, následně jeho přestavbu a otočení, doplnění potřebných nástrojů a přípravků k demontáži společně s přesunutím veškerých krabiček a pojízdných regálů blíže k pracovišti. Celkovou změnu můžeme vidět v

*Příloha 10.*

#### **8.1.4 Optimalizace – Technické mytí**

Pro optimalizaci pracoviště technického mytí bylo nejdůležitější zvětšení místa pro možnost lepšího uložení a manipulace s díly podvozků, které jsou potřebné umýt. Ve spojení s pracovištěm demontáže, tak došlo k odstranění regálů s plastovými krabíčkami a veškerých pojízdných regálů využívaných k demontáži, tím tak vznikl nový prostor s rozlohou 14,5 m<sup>2</sup>. Společně s odstraněním krabiček a regálů byl odstraněn i nefunkční stroj a tím se tak pracoviště zvětšilo o dalších 7 m<sup>2</sup>. Změnu můžeme vizuálně vidět v příloze, viz *Příloha 11*.

#### **8.1.5 Optimalizace – Tryskání**

Zásadním zdrojem plýtvání, které bylo zanalyzováno v předchozí kapitole, byl na pracovišti tryskání transport materiálu, který byl přenášen pracovníkem ve kbelících ze skladu, ke kterému bylo nutné dojít na pracoviště dílny a vzít si potřebný klíč ke skladu. Po analyzování bylo zjištěno, že tato činnost zabere pracovníkovi až 3,2 pracovního dne ročně. Z tohoto důvodu byl nově vytvořen prostor pro materiál k tryskání s upravenou paletou, viz obrázek níže, na které si pracovník místo chození pro materiál po jednotlivých kbelících, nyní může přivést celou nádobu s materiálem. Celková změna pracoviště je opět graficky popsána, viz *Příloha 12*.

Obrázek 16 Upravená paleta pro materiál



Zdroj: autor

### **8.1.6 Optimalizace ostatních pracovišť**

Na zbylých pracovištích, zejména na pracovišti galvanovny, nedestruktivní defektoskopie a pece, nebyla provedena žádná optimalizace z důvodu procesů a činností silně spojených s technologickými postupy ve spojení neznalostí autora, chemických a materiálových vlastností.

Problematika kuličkování byla při setkání s vedením společnosti zmíněna s otázkou budoucí strategie a možnosti vzniku nového pracoviště skrze realizace investice do nového stroje. Zjištěním bylo, že investiční projekt byl již realizován a instalace nového stroje by měla proběhnout na konci léta následujícího roku, tedy 2018.

Naopak z pracoviště lakovny, a zejména z její místnosti pro sušení, byl odstraněn veškerý přebytečný a nepotřebný materiál, v celkovém objemu 500 kg, a tak byla místnost sušárny zvětšena o 30 m<sup>2</sup>, viz *Příloha 13*. Tato optimalizace vedla k možnosti uložení většího počtu dílů, které mohly schnout, a tak i k zvýšení průtoku dílů lakovnou.

## **8.2 Standardizace**

Po zavedení a splnění prvních tří „S“, bylo pro zavedení „S“ čtvrtého, tedy standardizace, která má za cíl předchozí tři „S“ zachovat, nutné vymyslet a sestrojít lehce pochopitelný, čitelný a přehledný standart, který by byl srozumitelný i pro naprostého laika, ale který by zároveň splňoval a dodržoval nutnou formu.

Pro splnění nutné formy, ale zároveň pro svou jednoduchost a přehlednost byl vytvořen standard, který v jeho horní části označuje pracoviště, datum vzniku, revize



značení. Z tohoto důvodu bylo nutné jej vytvořit, viz *Příloha 14*, a pevně tak stanovit barevné označení pro podlahové značení společně s barevným rozlišením bezpečnostních ukazatelů, které například vycházely z normy. Přínosem vytvoření a schválení tohoto standardu bylo, že se ostatní střediska a části podniku začaly řídit stejným standardem, což přineslo jednodušší orientaci pracovníkům jak z hlediska manipulace, tak zejména z hlediska samotné práce a jejího toku.

### **8.3 Tvorba auditu**

Poslední, a tedy pátý krok 5S, má za cíl udržet dosažených předchozích čtyř kroků a nadále je zlepšovat. Jak již bylo popsáno v teoretické části, kde jedna z kapitol popisuje 5S, vhodným nástrojem může být vytvoření auditu.

Cílem tohoto kroku bylo vytvořit takový audit, který bude stejně jako standard v předchozí kapitole na první pohled pochopitelný, jednoduchý, bude shrnovat, popisovat a hodnotit jednotlivé „S“ a skrze páté „S“, které má za cíl celkový audit 5S, historicky sledovat, vyhodnocovat, a navíc motivovat pracovníky k dalším návrhům pro možná zlepšení.

Výsledek můžeme vidět, viz obrázek níže, který v horní části uvádí název pracoviště, datum vyhodnocení a pracovníka, který audit provedl, kdy z hlediska četnosti vyhodnocení byl stanoven jeden týden a pracovníci, kteří audit vyhodnocovali, byli zpočátku autor této práce, dále mistr střediska, vedoucí manager a případně pracovník podniku na pozici lean managera. Všem dotyčným bylo vysvětleno, jak audit funguje a jak postupovat.

Pro své zjednodušení a snadné pochopení byl audit dále rozdělen do pěti sloupců, kdy každý definoval jedno z pěti „S“. Z důvodu japonských, anglických slov vyjadřující jednotlivá „S“ do češtiny překládána jako slova začínající „Mu“, jak bylo popsáno v teoretické části, bylo navrženo a vymyšleno pět českých slov začínajících na písmeno „S“ tak, aby se jejich význam shodoval s jejich původním japonským nebo anglickým překladem. Vznikly tak kroky: Separovat, Systematizovat, Stále čistit, Standardizovat, Sebedisciplína. Zároveň pod jednotlivé kroky byly do závorek přidány vysvětlivky, popisující konkrétnější význam daných kroků. Vedlejším důvodem bylo dokázat pracovníkům, kteří kladli odpor a nespolupracovali, že pokud člověk chce, cestu si najde.

Dále byly jednotlivé kroky maticově rozděleny na pět úrovní, přičemž každá z úrovní ve spojitosti s daným krokem instruovala, jaké podmínky musí dané pracoviště splňovat pro dosažení dané úrovně, která je po dosažení označena křížkem. Cílem pracovníků daného pracoviště tak bylo dosáhnout úrovně co nejvyšší, tedy páté.

Rozdělení pěti kroků na pět úrovní bylo záměrné z důvodu následného hodnocení, ve kterém díky maticovému tvaru bylo možné dosáhnout pěti bodů a celkově tak bodů dvacet pět. Po přepočtení na procenta tak splněním každého kroku může pracoviště dosáhnout 20 % a celkově tak 100 %. Výchozím stavem a hranicí pro zavedení 5S bylo splnění prvních tří kroků (60 %), třetí úrovně čtvrtého kroku, tedy zavedení a dodržení standardu pracoviště (12 %) a nakonec druhé úrovně pátého kroku pro zavedení auditů (8 %). Dohromady tak popsaných celkových 80 % vytvořilo minimální hranici pro dodržení zavedení metody 5S, viz obrázek níže.

Obrázek 18 Audit 5S

AUDIT 5S										
Auditované pracoviště:			název pracoviště				Datum auditu: datum		Audit provedl: jméno	
Úroveň	1. Krok - Separovat (odstranit, vyklidit)		2. Systematizovat (uspořádat, jedna věc jedno místo)		3. Stále čistit (udělat pořádek, čistit nástroje)		4. Standardizovat (vytvořit psaná pravidla)		5. Sebedisciplína (udržet)	
	Popis úrovně	hodnocení	Popis úrovně	hodnocení	Popis úrovně	hodnocení	Popis úrovně	hodnocení	Popis úrovně	hodnocení
Úroveň 0	Nebylo uděláno nic		Nebylo uděláno nic		Nebylo uděláno nic		Nebylo uděláno nic		Nebylo uděláno nic	
Úroveň 1	Existence nepotřebných věcí na pracovišti.		Věci (bezpečnostní zařízení, nářadí, spotřební položky, zařízení, kontejnery ...) nemají určená místa a nejsou identifikovány.		Nebyl proveden počáteční úklid.		Některé standardy byly zavedeny, ale nejsou dodržovány. Nepoužívá se tabule.		Všichni rozumí 5S Management projevuje svou účast v 5S.	
Úroveň 2	Provedeno počáteční vyřídění, na pracovišti jsou stále některé nepotřebné věci.		Některé věci (bezpečnostní zařízení, nářadí, spotřební položky, zařízení, kontejnery ...) mají svá bezpečná umístění dle četnosti užití.		Počáteční úklid byl proveden, <b>pokulháva pravidelnost</b> .		Byly zavedeny některé standardy a jsou dodržovány.		Audit se provádějí pravidelně (minimálně 1 týdně). Když nedosahují cílů, provádějí se nápravné akce.	<b>X</b>
Úroveň 3	Na pracovišti jen minimum nepotřebných věcí. Největší část vyřídění provedena.		Všechny věci (bezpečnostní zařízení, nářadí, spotřební položky, zařízení, kontejnery ...) jsou jasně identifikovány a umístěny na identifikovaném místě. Jsou jasně určená místa ke skladování. Bere se ohled na ergonomii.		Úklid se pravidelně provádí na všech viditelných místech.		Byly zavedeny všechny standardy a jsou dodržovány. Materiály k provádění úkolů jsou snadno dostupné. Tabule zavedena (standard pracoviště, výsledky auditu, standard úklidu...) a aktualizována.	<b>X</b>	Postup v 5S je pro management klíčovým ukazatelem. 5S patří ke kultuře oblasti.	
Úroveň 4	Na pracovišti jsou jen potřebné věci, občas dochází ke kumulaci nových nepotřebných předmětů.		Množství nářadí v oblasti je minimalizováno, věci identifikovány, vše má své místo.		Úklid se provádí pravidelně i na skrytých místech, avšak bez standardu.		Standardy jsou pravidelně revidovány. Existuje kontrolní ukazatel celkového času k provedení všech úkolů ze standardů.		Tým se soustředí na prevenci. Po tři měsíce je úroveň auditů udržována na 80% a více.	
Úroveň 5	Na pracovišti jsou jen potřebné věci. Nedochozí ke kumulaci nových nepotřebných předmětů.	<b>X</b>	Polohy nářadí jsou optimalizovány k snadné dosažitelnosti. Logistické trasy vyznačeny.	<b>X</b>	Vše je uklizeno, existuje standard pro čištění a úklid.	<b>X</b>	Je uděláno vše pro zkrácení času realizace úkolů ze standardů.		Tým navrhuje a provádí zlepšení, která nebyla identifikována při auditech.	
		<b>5 / 5</b>			<b>5 / 5</b>			<b>5 / 5</b>	<b>3 / 5</b>	
<b>Celkem bodů:</b>			<b>20 / 25</b>			<b>Celkové hodnocení:</b>			<b>80%</b>	
Zjištění / abnormality / komentáře / návrhy:										

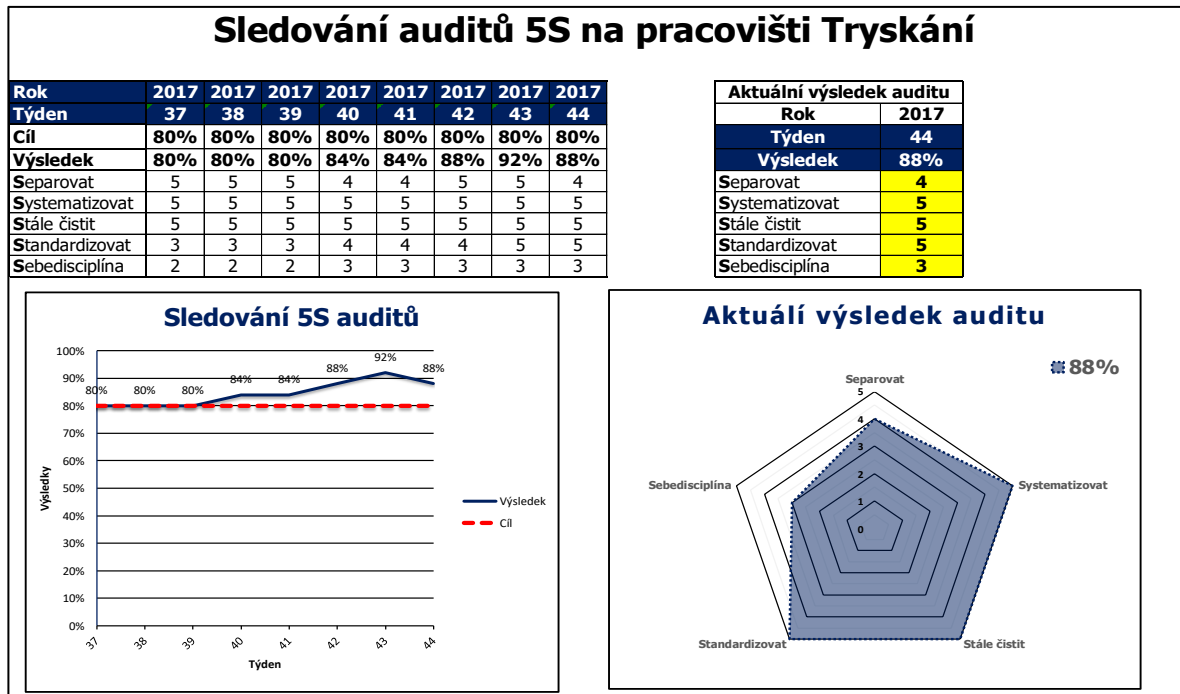
Zdroj: autor

Nadstavbou spojenou s vytvořením auditu 5S bylo sestrojení nástroje pro historické sledování dosažených auditů. Výsledkem pak byl soubor tabulek a grafů popisujících v levé části číselné hodnoty jednotlivých kroků dosažené pracovištěm v jednotlivých týdnech v roce, které vizuálně shrnuje graf pod tabulkou. V pravé části byla umístěna



tabulka popisující hodnoty dosažené při posledním, tedy nejaktuálnějším auditu společně s paprskovým grafem níže, pro rychlejší a lepší přehlednost. Příklad tohoto sledování znázorňuje obrázek níže.

Obrázek 19 Sledování auditu pracoviště



Zdroj: autor

Pro závěrečné dovršení a celkovou implementaci metody 5S, byla na každém z pracovišť vytvořena nástěnka 5S, která obsahuje popisek s názvem pracoviště vysvětlující jednotlivá „S“ této metody, společně s ní i layout daného pracoviště a také standard a audit.

Nástěnka pak slouží k rychlé orientaci na pracovišti, kdy díky standardu, připomíná a popisuje, jak se o pracoviště starat, a nakonec vyhodnocuje pomocí auditu 5S dodržení nastavení. Jako příklad jedné z nástěnek můžeme uvést nástěnku pracoviště technického mytí.

Obrázek 20 Příklad nástěnky 5S



Zdroj: autor

## 9 Vyhodnocení

Vyhodnocení implementace vhodného nástroje, tedy využití metody 5S a s ní i spojená vhodnost úpravy a optimalizace dříve popsaných pracovišť, bylo zpracováno na začátku hlavní sezóny servisu podvozků, tedy následně na podzim a zimě v roce 2017. Díky v tu dobu už skutečnému servisu podvozků, bylo možné dřívější nutné simulace činností daných pracovišť provést v reálném provozu.

Analýza pracovišť se zaměřila zejména na pracoviště, která prošla největší změnou a bylo zde zavedeno 5S, tedy na nově vzniklé pracoviště předmontáže, demontáže a z části i pracoviště tryskání.

Pro analyzování bylo využito spaghetti diagramů společně s pomocí pohybových studií, pro které byl vytvořen speciální arch, který byl založen na základech výše popsaných v teoretické části, ale byl upraven pro vhodné použití v podmínkách nevýrobního podniku, zejména tohoto střediska, viz *Příloha 15*.

### 9.1 Předmontáž

U nově vzniklého pracoviště předmontáže bylo s příchodem první sady podvozků, až do prosince 2017, provedeno několik měření skrze pohybovou studii společně se spaghetti diagramem, viz *Příloha 16*. Při vyhodnocení výsledků měření těchto studií a porovnání se simulací provedenou v létě 2017 je patrné, že optimalizace pracoviště přinesla průměrné snížení plýtvání spojeného s transportem a to o 61 %, ale také snížení času hledání o 74 %.

## 9.2 Demontáž

Zmapováním po optimalizaci pracoviště demontáže pomocí spaghetti diagramu je patrné, že se vzdálenost transportu zkrátila o 40 metrů, tedy o 67 %, jak podrobněji popisuje příloha, viz *Příloha 17*. Zároveň se vyřešila problematika plastových krabiček a to tak, že krabičky byly přemístěny přímo na pracoviště do kratší docházkové vzdálenosti, maximálně šesti metrů. Dobrou zprávou bylo, že i po roční návštěvě, tedy v létě 2018 si pracovníci změnu chválili, a to jednak z hlediska dostupnosti, přehlednosti, celkové vzdušnosti i z hlediska zvětšení pracoviště.

## 9.3 Tryskání

Stejně jako u pracoviště předmontáže bylo i u pracoviště tryskání provedeno několik pohybových studií společně se Spaghetti diagramem, pro ověření vhodnosti optimalizace a případné nalezení dalších druhů plýtvání, které nebyly nalezeny na počátku projektu. Podrobněji vypracované výstupy shrnuje *Příloha 18*, která dokládá snížení doby transportu spojeného s doplněním materiálu o 83 %.

Nakonec tohoto vyhodnocení je nutné zmínit, že i přes určitou optimalizaci všech pracovišť, metoda 5S nebyla zavedena na všech pracovištích střediska. Zejména se jedná o pracoviště dílny a soustružny společně s některými pracovišti strojního obrábění spadajícími pod soustružnu, ale také pracoviště lakovny. Důvodem byla určitá nespolupráce pracovníků pracovišť, či plánovaná změna vybavení skrze plánované investice, a tak odložení zavedení metody 5S do budoucna.

Z hlediska splnění předem definovaného cíle s sebou projekt optimalizace procesů ve středisku údržby leteckých podvozků přinesl další pozitivní ohlasy, a to zejména ze strany nově nastupujících pracovníků, kteří si chválili přehlednost střediska jak díky jeho standardizaci, tak díky standardu podlahového značení, či popisků skříní, regálů a přípravků. Přínos ocenila i jiná oddělení podniku, například oddělení plánování a marketingu, která uvítala sestavení procesního diagramu z hlediska porozumění celkové problematice údržby podvozků, a tak zpřesnění plánování zakázek.

## 9.4 Vyhodnocení s ročním odstupem

Po analyzování aktuálního stavu, odstranění plýtvání skrze zavedení metody 5S na některých pracovištích a následné analýze po zavedených změnách, bylo středisko po dobu zbytku hlavní sezóny, tedy zimy a jara, přenecháno vedoucím pracovníkům

střediska. Při návštěvě v létě, v srpnu 2018, byla pracoviště vyhodnocena skrze zavedené audity 5S za uplynulou dobu. Z pohledu provedených změn na pracovištích ze srpna a září 2017 bylo vše zachováno. Po dotázání pracovníků, jak jim po zbytek dané sezóny změna vyhovovala, často zaznívala slova, jako: lepší, pohodlnější, rychlejší či přehlednější.

Z hlediska vyhodnocení auditů 5S provedených ve zbytku hlavní sezóny, však můžeme vidět pokles u pracovišť tryskání a technického mytí, zejména v době přenechání auditu vedoucím pracovníkům, tedy od měsíce ledna až do konce sezóny, tedy léta 2018. Naopak pracoviště, která nejsou tolik vytížená, jako například pracoviště pece a sušárny nebo pracoviště, kde pracuje jen jeden pracovník, jako je pracoviště strojního obrábění, vykazovala uspokojivé výsledky. Celkovým překvapením byla pracoviště demontáže a předmontáže, která i přes svou vytíženost během sezóny držela audit 5S okolo 80 %. Celkový záznam auditů 5S těchto pracovišť je shrnutý, viz *Příloha 19*.

Při prezentování ročního shrnutí auditů 5S a hledání důvodů jejich poklesu s vedením střediska a celé společnosti byl celkový pokles zdůvodněn zejména větším pracovním vytížením a posunutím zavedení filozofie štíhlé výroby níže na žebříček priorit.

Zároveň po roce od úprav a optimalizace pracovišť střediska údržby letadlových podvozků bylo zjištěno, že i přes určitý odpor některých pracovníků, neúspěšného zavedení metody 5S na všech pracovištích a neudržení výše auditu 5S na hodnotě 80 % během celého roku, bylo dosaženo snížení průměrné doby údržby podvozku o jeden den, tedy z 35 dní na 34. Pokud by byl tento den vyjádřen číselně, jednalo by se o částku 96000 Kč, která celkově shrnuje 40 pracovníků dělnické profese, osmi hodinovou pracovní dobu a 300 Kč HNS.

Nakonec je důležité zmínit neplánovaný přínos celého projektu, kdy skrze zpětné roční vyhodnocení bylo zjištěno navýšení množství ročně servisovaných podvozků z 25 na 29. Důvodem, podle vedení společnosti, je samotný projekt optimalizace procesů pracovišť střediska, který pomohl k zpřesnění řízení celé údržby a také toku jednotlivých dílů, společně se zmapováním celého procesu, které dalo za vznik podkladům pro změnu v plánování.

## 10 Závěr

Hlavním záměrem diplomové práce bylo prokázat možnost využití metod a filozofie štíhlé výroby pomocí jejich úprav v nevýrobním podniku skrze cíl práce, konkrétně, optimalizaci procesů se záměrem zvýšení efektivity ve vybraném středisku pomocí analyzování jeho aktuálního stavu se stanovením plýtvání a dále s navržením a implementací vhodného doporučení.

Pro splnění tohoto cíle bylo využito analýzy a mapování procesů, jak zvoleného střediska, tak jeho jednotlivých pracovišť, což umožnilo určit a následně rozdělit jednotlivé druhy plýtvání. Následně pomocí nástrojů pro implementaci filozofie štíhlé výroby se zohledněním na nevýrobní podnik popsaného v teoretické části.

Skrze seznámení se s celkovou problematikou údržby letadlových podvozků byl vytvořen procesní diagram, který přehledně popsal celkový proces údržby. Po následném pochopení procesu, byl pomocí Paretova diagramu vyjadřujícího průměrnou hodnotu faktorů ovlivňujících jednotlivá pracoviště, tedy konkrétně, pracnosti, nahraditelnosti a technologického postupu, byl stanoven následný postup pro zaměření se na daná pracoviště střediska. Sestavením posloupnosti jednotlivých pracovišť následovala jejich detailní analýza, která se zaměřila na určení zdrojů plýtvání. Přínosem této analýzy bylo zjištěno plýtvání nejčastěji spojeného s transportem, hledáním a nadměrnými zásobami.

Následujícím krokem bylo na základě modelu Toyota Production System (TPS) popsaném společně s jeho nástroji pro implementaci filozofie štíhlé výroby v teoretické části diplomové práce, vybrán nástroj, který by byl pro splnění cíle nejvhodnější. Z důvodu splnění základů modelu TPS společností a daným střediskem, konkrétně začleněním filozofie do kultury podniku skrze změnu způsobu myšlení, společně se silnou provázaností jednotlivých pracovišť a tím tak dodržení základů pro kontinuální proces, bylo možné postupovat v modelu TPS dále.

V návaznosti bylo dalším krokem zvolení použití a implementace metody 5S, která si ve svých prvních třech krocích klade za cíl odstranění plýtvání na pracovištích společně s jejich optimalizací a celkovou systematizací. Pro zbývající čtvrtý krok metody byl sestaven standard pro udržení dosažených prvních tří kroků daných pracovišť. K docílení všech pěti kroků byl vytvořen a aplikován audit 5S, jehož cílem bylo udržet

pracoviště standardizovaná, společně s cílem motivovat pracovníky k dalším návrhům ke zlepšení a nadále historicky zaznamenávat a sledovat jednotlivé audity.

Prvním dosaženým výstupem optimalizace a zavedením prvních tří „S“, jak popisuje tabulka níže, bylo společně se změnou některých pracovišť i zvětšení jejich pracovní plochy, a to celkově o 77,5 m<sup>2</sup> a také odstranění přebytečného materiálu, nábytku a vybavení v celkovém objemu 1833 kg.

Tabulka 5 Prvotní výstup a přínos optimalizace

Pracoviště	Zvýšení pracovní plochy [m <sup>2</sup> ]	Odstranění materiálu [kg]
Dílna	10	200
Soustružna	7	1133
Demontáž	9	x
Technické mytí	21,5	x
Lakovna – prostor sušárny	30	500
Celkem	77,5	1833

Zdroj: autor

Druhým výstupem byla ověřena vhodnost zvolené optimalizace pracovišť za pomoci jejich analýzy v jejich plném provozu a následném porovnání výsledků s počátečními simulacemi provedenými na počátku projektu. Analýzy byly provedeny od října do prosince roku 2017 a potvrdily vhodnost optimalizace pracovišť a tím také dosažení snížení plýtvání o několik desítek procent, jak je možné vidět v tabulce níže.

Tabulka 6 Druhotný výstup a přínos optimalizace

Pracoviště	Druh plýtvání	Před optimalizací [h]	Po optimalizaci [h]	Snížení vyjádřené	Snížení vyjádřené
Předmontáž	Transport	6,8	2,6	61 %	1246 Kč
	Hledání*	75	19,5	74 %	16650 Kč
Demontáž	Transport	6,25	2,1	67 %	1250 Kč
Tryskání	Transport	26	4,5	83 %	6450 Kč
Celkem					25596 Kč

\* některé z přípravků nebyly při simulaci před optimalizací nalezeny

Zdroj: autor

Celkový projekt optimalizace střediska byl vyhodnocen po uplynutí jednoho roku. Ačkoliv se výše auditu 5S u pracovišť, na kterých byla metoda zavedena nepodařila udržet ve stanovené hodnotě 80 %, bylo po ročním vyhodnocení zjištěno splnění cíle, a to zejména zvýšením efektivity skrze snížení průměrné doby servisu podvozku. Konkrétním výsledkem byl jeden den servisu, tedy snížení z původních 35 dní na 34 dní. Zároveň neplánovaným, ale velice povzbudivým přínosem projektu bylo navýšení počtu servisu podvozkových sad o 4, tedy z původních 25 na 29 za rok.

Závěrem je nutné poznamenat, že díky tomuto projektu můžeme potvrdit pravidlo filozofie štíhlé výroby, kdy není možné aplikovat nástroje a metody a slibovat si, že se výsledky dostaví okamžitě. Důležitý je kontinuální proces, ve kterém lze i díky tomuto projektu vidět, že po odstranění plýtvání se středisku v první fázi zvětšil prostor pracovní plochy a byl odstraněn nepotřebný materiál, ale z dlouhodobého hlediska se středisku snížil průměrný čas servisu podvozků o jeden den, díky optimalizaci pracovišť, odstranění činností spojených s plýtváním, zejména hledáním a následným udržením nového uspořádání.

I toto vše přineslo středisku s odstupem jednoho roku možnost a prostor servisovat o čtyři podvozkové sady více, což s sebou přináší navýšení zisku střediska. Proto je nutné klást silný důraz na to, aby se filozofie štíhlé výroby stala součástí strategie a prioritou zejména ve vedení společnosti a byl kladen důraz na neustálé zlepšování a sbírání zpětné vazby.

Zároveň, při zpracování tohoto projektu byla vyzdvižena myšlenka, z důvodu určité odbornosti leteckého průmyslu, ve smyslu rozdělení procesní optimalizace na již známou část procesního hlediska, využívající metody a nástroje štíhlé výroby, a na novou, a to technologickou optimalizaci, která se bude zabývat nově dostupnými technologiemi, jako jsou nové brusné materiály, přípravky, emulze či chemické prostředky.

Na samotný konec této práce je nutné zmínit, že zpracování této diplomové práce potvrzuje vhodnost využití filozofie a metod štíhlé výroby v nevýrobních podnicích za předpokladu jejich vhodného přizpůsobení a úprav. Společně s tímto poznatkem vyzdvihuje otázky hlubšího zkoumání, analyzování, úprav, či tvorby metod nových, vhodných přímo pro skupinu nevýrobních podniků. Ať už se jedná o vzorce měření a sběru dat nebo pohybových studií, existuje velmi omezené množství studií

a odborné literatury zabývající se tímto tématem. Což přispívá k podnětu zabývat se touto problematikou nadále skrze možnou spolupráci vysokých škol a nevýrobních podniků ať už formou diplomových nebo disertačních prací či dalších forem výzkumu.



# Seznam použité literatury

- BAUER, Miroslav, 2012. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. 1. vyd. Brno: BizBooks. ISBN 978-80-265-0029-2.
- DUCHOŇ, Bedřich, 2007. *Inženýrská ekonomika*. Vyd. 1. Praha: C.H. Beck. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 978-80-7179-763-0.
- FRANKOVÁ, Emilie, 2011. *Kreativita a inovace v organizaci*. 1. vyd. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3317-3.
- IMAI, Masaaki, 2005. *Gemba Kaizen*. Vyd. 1. Brno: Computer Press. Business books (Computer Press). ISBN 80-251-0850-3.
- IMAI, Masaaki, 2007. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Vyd. 1. Brno: Computer Press. Business books (Computer Press). ISBN 978-80-251-1621-0.
- JESTON, John, 2018. *Business process management practical guidelines to successful implementations*. Fourth Edition. London ; New York: Routledge, Taylor & Francis Group. ISBN 978-1-138-73840-9.
- JUROVÁ, Marie, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. První vydání. Praha: Grada Publishing. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-5717-9.
- KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing. Management studium. ISBN 80-86851-38-9.
- MAŠÍN, Ivan, 2000b. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-6-7.
- MAŠÍN, Ivan, 2004. *Výroba velkého sortimentu v malých seriích. Principy výrobních systémů pro 21. století*. První vydání. Liberec: Institut technologií a managementu s.r.o. ISBN 80-903533-0-4.
- MAŠÍN, Ivan, Ján KOŠTURIÁK a Peter DEBNÁR, 2007. *Zlepšování nevýrobních procesů*. První. Liberec: Institut technologií a managementu. ISBN 80-903533-3-9.
- MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000a. *TPM Management a praktické zavádění*. 1. vydání. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-5-9.
- MOHAPATRA, Sanjay, 2012. *Business Process Reengineering: Automation Decision Points in Process Reengineering*. Springer Science & Business Media. ISBN 9781461460671.
- PLURA, Jiří, 2001. *Plánování a neustálé zlepšování jakosti*. Vyd. 1. Praha: Computer Press. Business books (Computer Press). ISBN 80-7226-543-1.
- ŘEPA, Václav, 2007. *Podnikové procesy: procesní řízení a modelování*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-2252-8.
- ŘEPA, Václav, 2012. *Procesně řízená organizace*. 1. vyd. Praha: Grada. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-4128-4.

SRINIVASAN, Mandyam M., Melissa R. BOWERS a Kenneth C. GILBERT, 2014. *Lean Maintenance Repair and Overhaul: changing the way you do business*. New York: McGraw-Hill Education. ISBN 0071789944.

SVOZILOVÁ, Alena, 2011. *Zlepšování podnikových procesů*. 1. vyd. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.

SWEENEY, Benjamin, 2017. *Lean quickstart guide : the simplified beginner's guide to lean*. 2nd Ed. Albany: Clydebank Media. ISBN 978-1-945051-19-7.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2014. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. 1. vyd. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4486-5.

VÁCHAL, Jan a Marek VOCHOZKA, 2013. *Podnikové řízení*. 1. vyd. Praha: Grada. Finanční řízení. ISBN 978-80-247-4642-5.

VEBER, Jaromír, 2016. *Management inovací*. Vydání 1. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-423-3.

## Internetové zdroje

Ishikawa Fishbone Diagram, 2001. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation [cit. 2018-11-28]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Diagram\\_p%C5%99%C3%AD%C4%8Din\\_a\\_n%C3%A1sledk%C5%AF#/media/File:Ishikawa\\_Fishbone\\_Diagram.cz.svg](https://cs.wikipedia.org/wiki/Diagram_p%C5%99%C3%AD%C4%8Din_a_n%C3%A1sledk%C5%AF#/media/File:Ishikawa_Fishbone_Diagram.cz.svg)

*Plytvání v administrativě* [online], 2005-2018. Slaný: API - Akademie produktivity a inovací [cit. 2018-11-28]. Dostupné z: [https://www.e-api.cz/24887-jednotlive-metody-a-nastroje-i-p#Plytvani\\_v\\_administrative](https://www.e-api.cz/24887-jednotlive-metody-a-nastroje-i-p#Plytvani_v_administrative)

*TPS, the Thinking People System* [online], 2018. LeanPost: Lean Enterprise Institute [cit. 2018-12-01]. Dostupné z: <https://www.lean.org/LeanPost/Posting.cfm?LeanPostId=944>

What is Plan-Do-Check-Act Cycle?, 2018. In: *Kanbanize* [online]. kanbanize.com: Kanbanize [cit. 2018-12-02]. Dostupné z: <https://kanbanize.com/lean-management/improvement/what-is-pdca-cycle/>

# Seznam obrázků

Obrázek 1 Model výrobního systému Toyota .....	21
Obrázek 2 Diagram příčin a následků.....	24
Obrázek 3 Příklad Paretova diagramu .....	27
Obrázek 4 Symbolika pro mapování hodnotových toků.....	29
Obrázek 5 Cyklus PDCA.....	32
Obrázek 6 Layout střediska údržby leteckých podvozků.....	43
Obrázek 7 Procesní diagram údržby letadlových podvozků.....	44
Obrázek 8 Obsah skříní a regálů pracoviště soustružny .....	51
Obrázek 9 Prostory skladu soustružny.....	52
Obrázek 10 Regál s přípravky pracoviště demontáže.....	53
Obrázek 11 Plocha pracoviště demontáže.....	54
Obrázek 12 Nedostatek místa pro manipulaci z důvodu regálů s díly.....	55
Obrázek 13 Prostorové omezení pracoviště technického mytí.....	55
Obrázek 14 Prostor sušárny.....	59
Obrázek 15 Změna umístění přípravků pro předmontáž .....	62
Obrázek 16 Upravená paleta pro materiál .....	65
Obrázek 17 Příklad standardu pracoviště.....	66
Obrázek 18 Audit 5S .....	68
Obrázek 19 Sledování auditu pracoviště .....	69
Obrázek 20 Příklad nástěnky 5S.....	70
Obrázek 21 Spaghetti diagram pracoviště předmontáž .....	83
Obrázek 22 Uložení přípravků pro předmontáž při simulaci .....	84
Obrázek 23 Spaghetti diagram pracoviště demontáže .....	88
Obrázek 24 Spaghetti diagram činností pracoviště tryskání .....	90
Obrázek 25 Spaghetti diagram pracoviště předmontáže.....	99
Obrázek 26 Pohybová studie předmontáž – měření 1.....	100

Obrázek 27 Pohybová studie předmontáž – měření 2.....	100
Obrázek 28 Pohybová studie předmontáž – měření 3.....	101
Obrázek 29 Pohybová studie předmontáž – měření 4.....	101
Obrázek 30 Pohybová studie předmontáž – měření 5.....	102
Obrázek 31 Pohybová studie předmontáž – měření 6.....	102
Obrázek 32 Spaghetti diagram pracoviště demontáže po optimalizaci.....	105
Obrázek 33 Spaghetti diagram pracoviště tryskání po optimalizaci .....	106
Obrázek 34 Pohybová studie tryskání – měření 1 .....	107
Obrázek 35 Pohybová studie tryskání – měření 2 .....	107
Obrázek 36 Pohybová studie tryskání – měření 3 .....	108
Obrázek 37 Pohybová studie tryskání – měření 4 .....	108
Obrázek 38 Pohybová studie tryskání – měření 5 .....	109
Obrázek 39 Pohybová studie tryskání – měření 6.....	109

## Seznam tabulek

Tabulka 1 Symboly a popis jazyka BPMN .....	25
Tabulka 2 Symboly pohybové studie.....	28
Tabulka 3 Porovnání charakteristik společností zaměřujících se na služby a výrobu.....	38
Tabulka 4 Ovlivňující faktory jednotlivých pracovišť .....	47
Tabulka 5 Prvotní výstup a přínos optimalizace.....	74
Tabulka 6 Druhotný výstup a přínos optimalizace .....	74
Tabulka 7 Simulace hledání pouzder pro činnost předmontáže.....	85
Tabulka 8 Analýza činnosti doplnění materiálu.....	90
Tabulka 9 Pohyb/transport před a po optimalizaci předmontáže.....	103
Tabulka 10 Hledání před a po optimalizaci předmontáže .....	104
Tabulka 11 Doby doplnění materiálu.....	110
Tabulka 12 Porovnání výsledků měření transportu materiálu na pracovišti tryskání před a po optimalizaci .....	110

## Seznam příloh

Příloha 1 Layout pracoviště dílny.....	82
Příloha 2 Simulace činností vnořeného pracoviště předmontáže .....	83
Příloha 3 Layout místnosti pracoviště soustružny .....	87
Příloha 4 Simulace činností pracoviště demontáže.....	88
Příloha 5 Layout pracoviště technického mytí .....	89
Příloha 6 Simulace činností na pracovišti tryskání .....	90
Příloha 7 Prostory pracoviště dílny před a po optimalizaci.....	92
Příloha 8 Pracoviště dílny před a po optimalizaci.....	92
Příloha 9 Místnost soutružny před a po optimalizaci .....	93
Příloha 10 Pracoviště demontáže před a po optimalizaci.....	94
Příloha 11 Pracoviště technické mytí před a po optimalizaci .....	95
Příloha 12 Pracoviště tryskání před a po optimalizaci .....	96
Příloha 13 Pracoviště lakovny před a po optimalizaci – místnost sušárny.....	97
Příloha 14 Standart podlahového a bezpečnostního značení.....	98
Příloha 15 Arch pro měření pohybové studie .....	98
Příloha 16 Vyhodnocení optimalizace pracoviště předmontáž .....	99
Příloha 17 Vyhodnocení optimalizace pracoviště demontáž .....	105
Příloha 18 Vyhodnocení optimalizace pracoviště tryskání .....	105
Příloha 19 Vyhodnocení auditů 5S po uplynutí jednoho roku .....	111

## Seznam grafů

Graf 1 Paretovo rozdělení pracovišť.....	48
Graf 2 Optimalizace transportu na pracovišti předmontáže.....	103
Graf 3 Optimalizace hledání na pracovišti předmontáže .....	104



*Příloha 2 Simulace činností vnořeného pracoviště předmontáže*

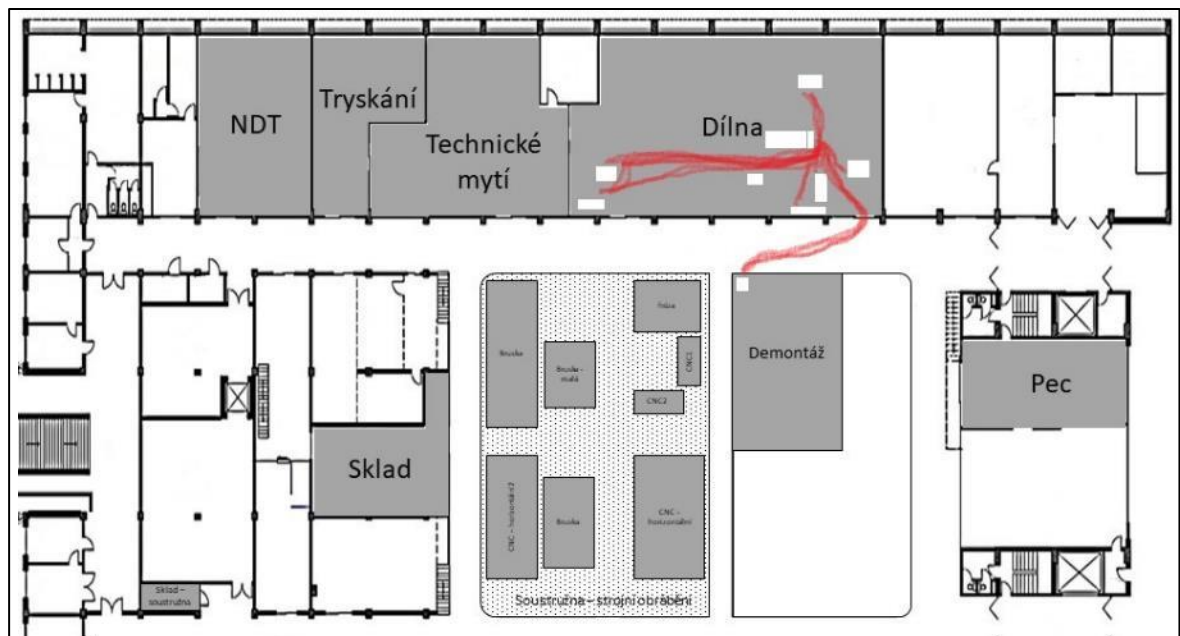
Pracoviště předmontáže se nachází v místnosti pracoviště dílny. K činnostem předmontáže je zapotřebí velké množství přípravků, které jsou rozmístěné různě v regálech po pracovišti dílny, dále tři lisy, s tím že jeden je umístěn na pracovišti demontáže, stůl a kapalný dusík.

Hlavními činnostmi předmontáže je vlisování pouzder do určitých dílů podvozků. Z celkových 300 dílů jedné podvozkové sady jsou do 151 z nich pouzdra vlisována. Množství vyrobených pouzder na jednu podvozkovou sadu je 616, ke kterým je externě vyráběno dalších 88 pouzder se speciálním povlakem. Celkové množství pouzder, které je nutné vlisovat nebo nasadit do dílů podvozků je tedy 704.

Pro každé pouzdro mají mechanici určité přípravky, které pro nasazení či vlisování používají. Tyto pouzdra jsou rozmístěna různě po pracovišti. Zároveň je nutný tekutý dusík, který je umístěn na opačné straně dílny, a lisy, přičemž dva jsou umístěny přímo na pracovišti a jeden je umístěn na pracovišti demontáže.

Pro zmapování pohybu pracovníka byl nasimulován pohyb s pomocí několika pracovníků, kteří tuto činnost vykonávají. Výstupem byl tak spaghetti diagram, viz níže.

*Obrázek 21 Spaghetti diagram pracoviště předmontáž*



*Zdroj: autor*

Díky zmapování bylo zjištěno, že pro výkon činností předmontáže je pokaždé nutný dusík, který je 12 metrů od pracoviště. Dále minimálně jeden z přípravků, které jsou umístěny v průměru 7 metrů od pracoviště a pro větší díly je nutné více přípravků a lis,

který je buď na pracovišti ve vzdálenosti od 2 metrů nebo na pracovišti demontáže ve vzdálenosti 14 metrů, v průměru tak 8 metrů.

Tyto vzdálenosti byly s mistrem střediska zkonzultovány a jako dostačující údaj byl zvolen průměr výše uvedených vzdáleností. Z tohoto hlediska tak bylo možné, že se pracovníci nachodí po pracovišti v průměru 9 metrů na díl. Díky této informaci bylo po přepočtení možné stanovit, že pracovníci nachodí přibližně 1360 metrů (9 m \* 151 dílů) při práci na jedné podvozkové sadě. Po přepočtení rychlostí průměrné chůze (5 km/h), tak pracovníci stráví 16 minut chůzí na sadu. Pokud toto číslo použijeme pro celý rok, tedy 25 podvozkových sad, jednalo by se přibližně o 6,8 hodin. Což je téměř jeden celý pracovní den.

Dalším, na co se simulace zaměřila, bylo hledání dříve popsanych přípravků, které již na první pohled nebyly uspořádány přehledně, viz obrázek níže.

*Obrázek 22 Uložení přípravků pro předmontáž při simulaci*



*Zdroj: autor*

K již výše vyčísleným 704 pouzder je zapotřebí velké množství přípravků, které jsou různě rozmístěné po pracovišti. Pro zjištění časů jejich hledání bylo osloveno pět pracovníků, s pomocí mistra vybráno devět přípravků a následně se sledoval čas, za jak dlouho pracovníci daný přípravek najdou. Konkrétní simulaci popisuje níže uvedená tabulka.



Tabulka 7 Simulace hledání pouzder pro činnost předmontáže

Pracovník	Přípravek	Délka hledání [mm:ss]	Poznámka
Pracovník_1	Reaction link J0500/D	00:49	Malé přehrabování
	MLG support link K0200/M	03:27	Nutnost pracovníka zeptat se kolegy a následně dojít k jinému regálu
	MLG outer cylinder A0600/M	nenalezen	Hledání déle než 5 minut
Pracovník_2	NLG Torsion link N1500	01:36	Dlouhé hledání a přehrabování
	MLG lower side strut J0900	02:15	Vyhledání skrze manuál a pak až hledání v regálu
	MLG outer cylinder A0800	nenalezen	Hledání déle než 5 minut
Pracovník_3	Outer cylinder J0500	01:51	Pracovník věděl, jaký regál, ale dlouho jej hledal
	MLG lower side strut J0900	01:45	Zjištěno, že vůbec není
	NLG Lowe drag brace Q0100/D	00:31	Hledání v regálu a následné vzpomnutí si, že je přípravek umístěn u kolegy v pracovním stole
Pracovník_4	NLG outer cylinder N0700/M	02:51	Nutnost rady kolegy (hledání ve dvou)
	NLG torsion link N1200/M	nenalezen	Zjištěno, že vůbec není
	MLG walking beam K0100/M	nenalezen	Nenalezen, a ani kolega, kterého se pracovník zeptal nevěděl
Pracovník_5	Uplock bellcrank L0400/D	nenalezen	Zjištěno, že neexistuje
	Rolling fixtures	01:30	Menší náznak hledání
	NLG gland nut N0500/D	00:27	Celkově rychlé a pohotové nalezení
Průměrný čas		01:42	

Zdroj: autor

Jak je patrné, hledání přípravků pro činnosti předmontáže se časově velmi liší, jednak z důvodu, že několik přípravků nebyli pracovníci schopni nalézt s tím, že přípravek vůbec není nebo v některých případech jej měl jiný pracovník uložený ve svém pracovním stole.

Pokud bychom i přes tyto výjimky spočítali průměrný čas hledání, došli bychom k hodnotě 1:42 minut na přípravek. Nutné je zmínit, že počet přípravků není 704 jako pouzder. Přípravky jsou různě přizpůsobené a celkový počet přípravků by měl být 104. Pokud tedy hodnoty vynásobíme, získáme průměrný čas na hledání přípravků pro jednu podvozkovou sadu, téměř 3 hodiny. Tím, že sad je ročně servisováno 25 by průměrný čas hledání činil až 75 hodin.

Nutné je ale zmínit, že spousta přípravků chybí, jsou zničené nebo jsou uzamčené u pracovníků a tato informace není známa ostatním pracovníkům.

Na závěr celé simulace předmontáže můžeme konstatovat, že toto pracoviště vykazuje plýtvání spojené s přebytečným pohybem 6,8 hodin ročně, po přepočtení pomocí HNS na pracovníka, 2040 Kč a hledáním 75 hodin, také po přepočtení 22500 Kč.

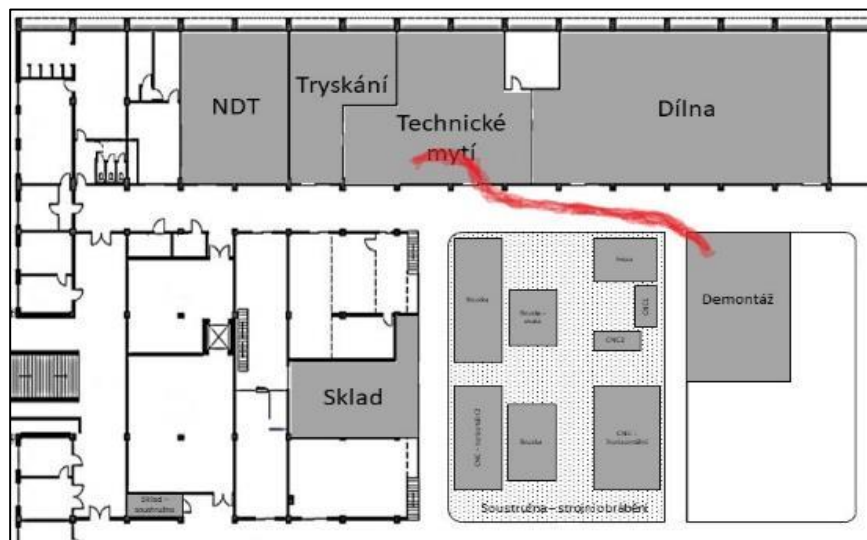


*Příloha 4 Simulace činností pracoviště demontáže*

Simulace činností na pracovišti demontáže byla zaměřena na činnosti související s přípravou pracoviště ve smyslu dovážení regálů a plastových krabiček na díly. Ty byly umístěny na pracovišti technického mytí a pro činnosti demontáže tak musely být převezeny.

K zachycení transportu regálu a krabiček byl sestrojen spaghetti diagram níže.

*Obrázek 23 Spaghetti diagram pracoviště demontáže*



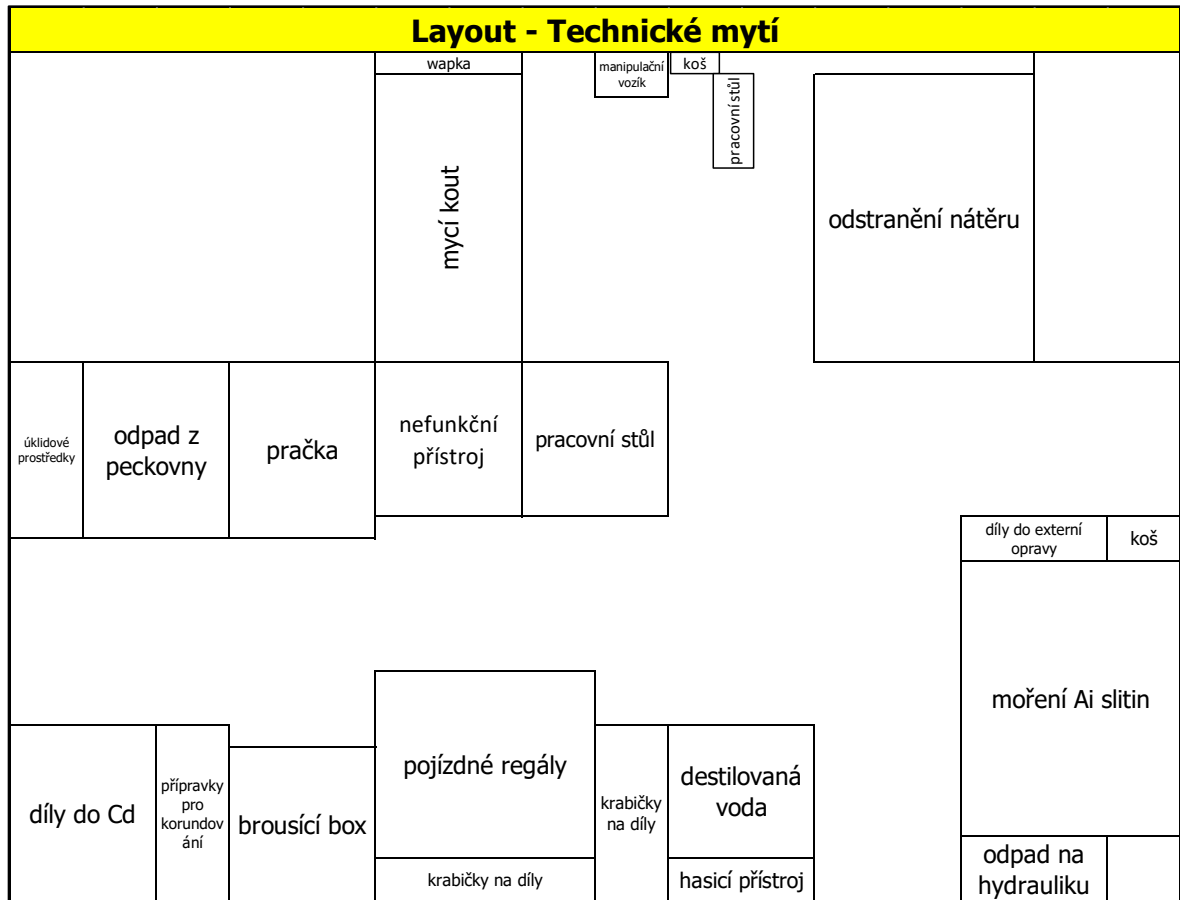
*Zdroj: autor*

Pro jednu podvozkovou sadu je zapotřebí přibližně pět pojízdných regálů s krabičkami. Po změření vzdálenosti cesty byla naměřena ušlá vzdálenost 60 metrů a z časového hlediska byl průměrný čas 15 minut.

Důležité je zmínit, že po simulaci převozu regálů a krabiček na pracoviště demontáže, pracovníci přiznali, že se čas od času stane, že si krabiček vezmou málo nebo nevhodné a jsou nuceni se pro krabičky vydat znovu.

Celkově tak pracovníci nachodí minimálně 300 metrů v průměrném čase 15 minut. Při přepočítání na celý rok se při údržbě 25 podvozkových sad se dostaneme na číslo 7,5 km, které pracovníci takto nachodí. Což by bylo rovno 6,25 hodin. Tato hodnota se velmi blíží jednomu pracovnímu dni a při vyčíslení pomocí HNS je rovna 1875 Kč.

Dalším zdrojem plýtvání bylo opět hledání přípravků pro demontáž. Zde, oproti přípravkům předmontáže, byly všechny přípravky umístěny v regále popsaném dříve (Obrázek 10). Vzhledem k jejich malému množství byla doba jejich hledání velmi malá a z tohoto důvodu bylo navrženo a následně provedeno jen roztřídění a označení.

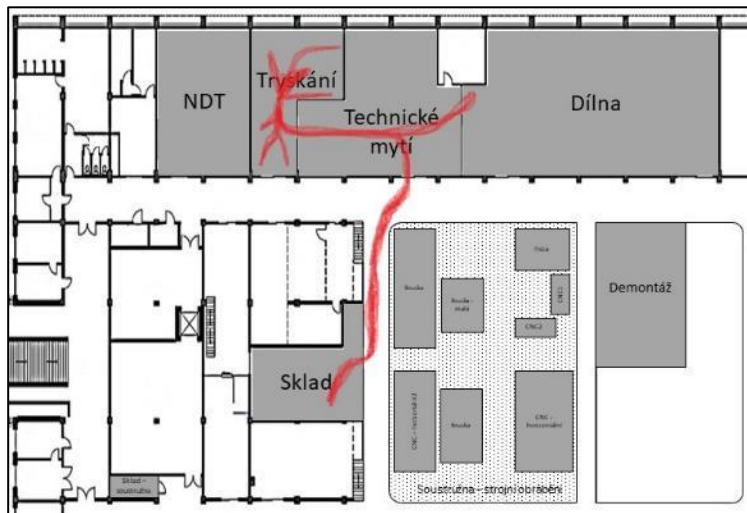


Zdroj: autor

Příloha 6 Simulace činností na pracovišti tryskání

Simulace zachycuje pohyby pracovníka na pracovišti tryskání pomocí Spaghetti diagramu, viz níže.

Obrázek 24 Spaghetti diagram činností pracoviště tryskání



Zdroj: autor

Jak můžeme vidět, pracovník se pohybuje na daném pracovišti. Jednou výjimkou je doplnění materiálu (plastových kuliček), pro které je nucen dojít do skladu umístěném uprostřed střediska, kdy si cestou musí vyzvednout klíče umístěné na pracovišti dílny, které následně musí vrátit.

Celková roční spotřeba plastového materiálu tzv. pecek, určených k tryskání je 25 balení. Jedno balení obsahuje 125 kg pecek. Celkem je tedy spotřebováno 3125 kg. Jak bylo popsáno, pracovník pro tento materiál chodí do skladu, kdy pomocí kbelíku pecky nabere a přenese na pracoviště tryskání a vysype jej do stroje.

Činnost doplnění materiálu se už na první pohled jevila jako plýtvání. Pro její hlubší analyzování byla provedena simulace s pomocí pracovníka, přičemž pracovník byl požádán o doplnění materiálu v rozmezí jednoho týdne. Tato činnost proběhla celkem 3x a bylo sledováno odnesené množství a čas, viz tabulka níže.

Tabulka 8 Analýza činnosti doplnění materiálu

Počet cest	Váha [kg]	Čas [mm:ss]
Cesta_1	7,9	3:54
Cesta_2	8,2	4:32
Cesta_3	8	4:11
Průměrná hodnota	8	4:00

Zdroj: autor (průměrná hodnota byla zaokrouhlena na celé jednotky)

Následovalo přepočtení hodnot, kdy při roční spotřebě 3125 kg materiálu a průměrného množství přepraveného materiálu jednou cestou je v průměru 8 kg. Pracovník tak tuto cestu musí absolvovat 391krát a pokud jedna cesta zabere v průměru 4 minuty, pracovník stráví 1564 minut ročně, po přepočtení 26 hodin, což činí při osmi hodinové pracovní době 3,25 pracovního dne, jen chozením pro materiál.

Z celkových 250 pracovních dní ročně tato činnost tvoří pouhé 1 %, ale po dosažení HNS na pracovníka a následném přepočtení tak můžeme vyčíslit, že dané středisko platí 7800 Kč, za přepravení materiálu, nehledě na to, že doba otryskání jednoho podvozku trvá přibližně 3 až 4 dny. Při odstranění či optimalizaci této činnosti by tak pracoviště bylo schopné otryskat ročně o jeden podvozek více.

Příloha 7 Prostory pracoviště dílny před a po optimalizaci



Příloha 8 Pracoviště dílny před a po optimalizaci





Příloha 9 Místnost souružny před a po optimalizaci



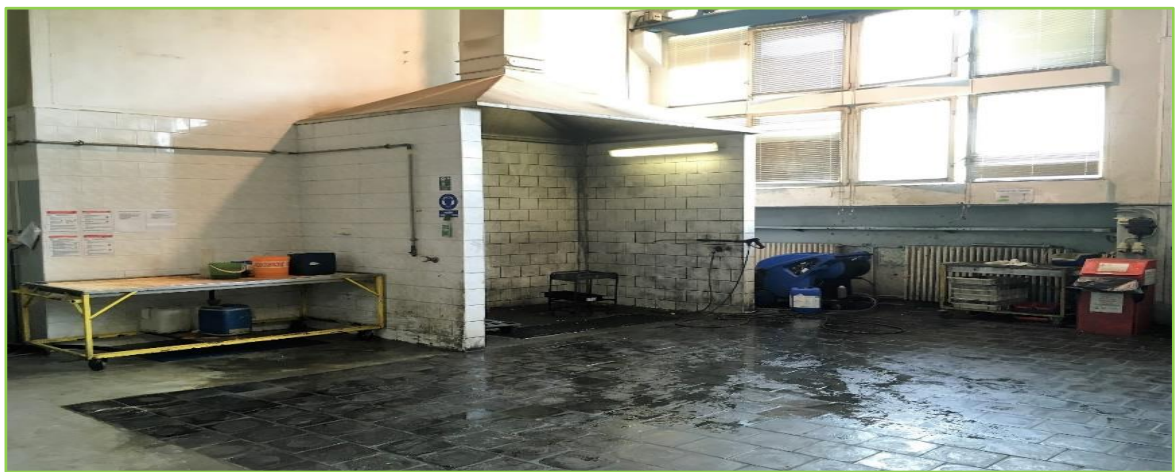
Pozn. ze dvou skříní jen jedna



Příloha 10 Pracoviště demontáže před a po optimalizaci



Příloha 11 Pracoviště technické mytí před a po optimalizaci










Příloha 12 Pracoviště tryskání před a po optimalizaci



Příloha 13 Pracoviště lakovny před a po optimalizaci – místnost sušárny



Příloha 14 Standart podlahového a bezpečnostního značení

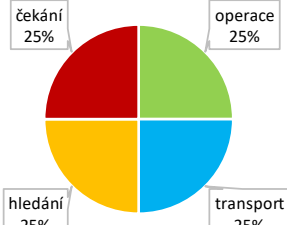
Standard bezpečnostního značení				Safety standard			
Datum vydání: 2.10.2017		Datum schválení: 20.10.2017		Datum revize:		Oddělení:	
Vytvořil: Václav Michalec		Schválil: Tomáš Průžek		Revidoval:		PO/ Procesní optimalizace	
Podlahové značení				Bezpečnostní značení			
Floor lines				Safety indication			
Barva	Šířka	Význam		Barva	Význam	Základní informace	Příklad
Colour	Width	Description		Colour	Description	Basic information	Example
šedá grey	Bez čáry Without line	Pracovní plocha Workplace area		červená red	Značka zákazu Prohibition sign	Nebezpečné chování Dangerous behavior	 
žlutá yellow	10 - 15 cm	Zde používej ochranné pomůcky Use safety protection		žlutá yellow	Značka výstrahy Warning sign	Buď opatrn, připrav se, ověř si Watch out, prepare, check	 
bílá white	5 cm	Pracoviště Workplace		modrá blue	Značka příkazu Command sign	Určité chování nebo postup, použij ochranné prostředky Certain conduct or procedure, use protective equipment	 
modrá blue	5 cm	Vstup položek do procesu Input items to the process		zelená green	Značka nouzového východu, První pomoci Emergency exit, First aid sign	Označení dveří, východů, únikových cest, zařízení, vybavení Identification door, exit, road, facilities, equipment	
zelená green	5 cm	Lékárnička First aid kit					
černá black	5 cm	Manipulační prostor, přípravky Manipulation area, tools					
červená red	5 cm	Nebezpečný prostor, protipožární zařízení Dangerous area, firefighting device					
černožlutá black&yellow	10 - 15 cm	Rizikové místo (hrana, poklop, ...) Critical place (edge, hatch, ...)					

Dokument je dle platné legislativy České Republiky - nařízení vlády č. 495/2001 Sb.  
Document is in accordance with valid legislation of the Czech Republic - Government Regulation No. 495/2001 collection

Příloha 15 Arch pro měření pohybové studie

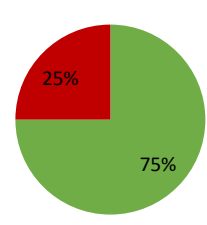
Pohybová studie							Vyhodnocení					
Číslo	popis činnosti	operace	transport	hledání	čekání	vzdálenost (m)	doba trvání (min)	počet pracovníků	operace	transport	hledání	čekání
1	a		x			1	0:10	1		0:10		
2	b	x					0:10		0:10			
3	c			x			0:10				0:10	
4	d				x		0:10					0:10
Celkem												
Poznámky:		Četnost (n)		Vzdálenost (Čas (min)		Počet zam.		0:10:00	0:10:00	0:10:00	0:10:00	
		1	1	1	1	1	0:40	1	Práce/prostoj		VA/NVA	
									Práce	Prostoj	VA	NVA
									0:30:00	0:10:00	0:10:00	0:30:00

**Vyhodnocení**



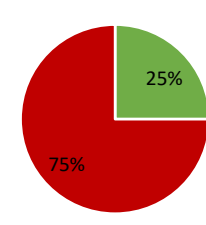
operace 25%  
transport 25%  
hledání 25%  
čekání 25%

**Práce/prostoj**



Práce 75%  
Prostoj 25%

**VA/NVA**

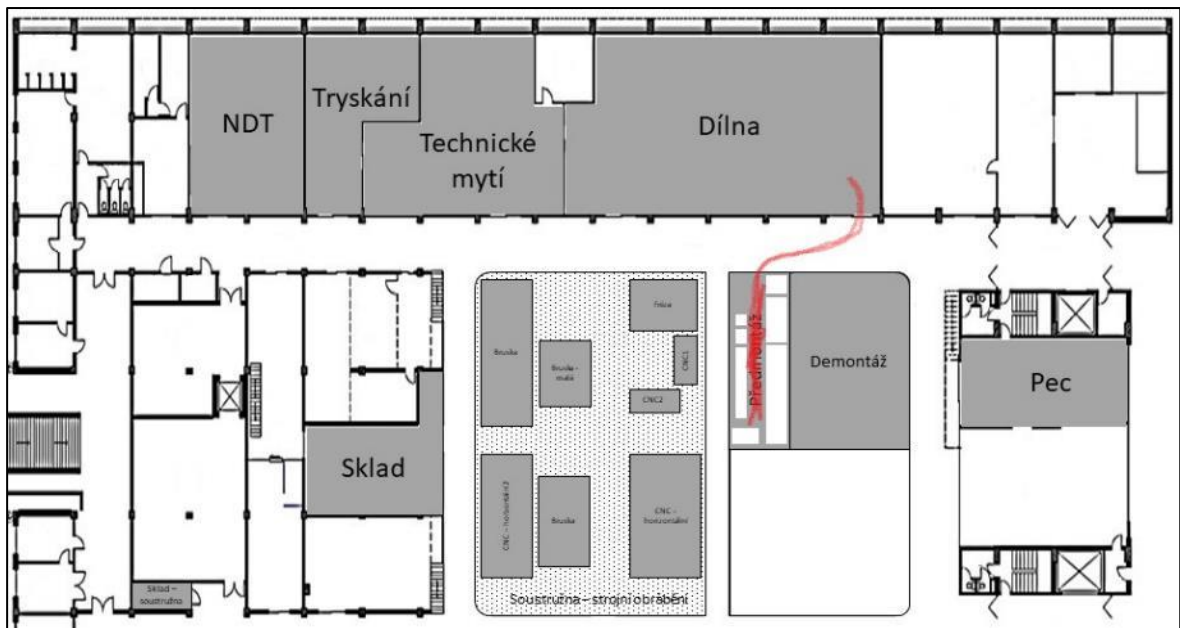


VA 75%  
NVA 25%

Cílem přesunutí části pracoviště dílny, tedy předmontáže, do prostor haly k části demontáže, bylo co nejvhodněji přizpůsobit pracovním podmínkám a odstranit co nejvíce s ním spojené plýtvání. Zejména transport a hledání.

Po vzniku nového pracoviště a s příchodem prvního podvozku bylo provedeno celkově šest měření zaměřených na činnosti spojené s pracovištěm, a to pomocí Spaghetti diagramů, a zejména upravené pohybové studie, viz níže.

Obrázek 25 Spaghetti diagram pracoviště předmontáže



Zdroj: autor

Obrázek 26 Pohybová studie předmontáž – měření 1

číslo	popis činnosti	Pohybová studie				vzdálenost (m)	doba trvání (min)	počet pracovníků	Vyhodnocení								
		operace	transport	hledání	čekání				operace	transport	hledání	čekání					
1	přivezení		x			12	0:41	1		0:41							
2	příprava dokumentace	x					0:50		0:50								
3	příprava pouzder	x				0,5	1:13		1:13								
4	cesta pro přípravek		x			1	0:12			0:12							
5	hledání přípravků			x			0:05				0:05						
6	nasazení pouzder	x					0:39		0:39								
7	příprava pouzder v dusíku	x				0,5	1:39		1:39								
8	nasazení pouzder	x				0,5	0:31		0:31								
9	příprava pouzder v dusíku	x				0,5	1:22		1:22								
10	nasazení pouzder	x					0:30		0:30								
11	příprava pouzder v dusíku	x				0,5	0:44		0:44								
12	nasazení pouzder	x					1:43		1:43								
13	čekání na zchlazení pouzder z dusíku				x	0,5	0:33						0:33				
14	nasazení pouzder	x					1:01		1:01								
15	odnesení		x				0:15		0:15								
		Celkem															
Poznámky: 18.10.2017		Četnost (n)	Vzdálenost (m)	Čas (min)	Počet zam.	10:12:00	1:08:00	0:05:00	0:33:00								
		10	3	1	1	28	11:58	1									
										Práce/prostoj	VA/NVA						
										11:25:00	0:33:00	10:12:00	1:46:00				

Obrázek 27 Pohybová studie předmontáž – měření 2

číslo	popis činnosti	Pohybová studie				vzdálenost (m)	doba trvání (min)	počet pracovníků	Vyhodnocení								
		operace	transport	hledání	čekání				operace	transport	hledání	čekání					
1	donesení na pracoviště		x			19	2:13	1									
2	příprava dusíku	x				2	3:07		3:07								
3	mazání pouzder	x					5:36		5:36								
4	hledání přípravků			x		1	0:20				0:20						
5	přinesení přípravků		x			2	0:05				0:05						
6	nasazení pouzder	x					1:30		1:30								
7	odnesení přípravků		x			1	0:14			0:14							
8	dokumentace	x					0:10		0:10								
9	úklid stolu	x					0:20		0:20								
9	převaha k dalšímu kroku		x			15	0:46				0:46						
		Celkem															
Poznámky: 23.10.2017		Četnost (n)	Vzdálenost (m)	Čas (min)	Počet zam.	10:43:00	3:18:00	0:20:00	0:00:00								
		5	4	1	0	40	14:21	1									
										Práce/prostoj	VA/NVA						
										14:21:00	0:00:00	10:43:00	3:38:00				

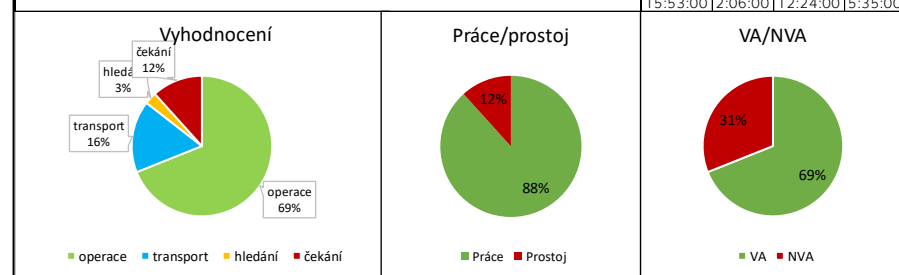


Obrázek 28 Pohybová studie předmontáž – měření 3

číslo	popis činnosti	Pohybová studie				vzdálenost (m)	doba trvání (min)	počet pracovníků	Vyhodnocení				
		operace	transport	hledání	čekání				operace	transport	hledání	čekání	
1	donesení na pracoviště		x			12	1:05	1					
2	příprava dusíku	x				1	0:40		0:40				
3	mazání pouzder	x					5:45						
4	hledání přípravků			x		2	0:15			0:15			
5	přinesení přípravků		x			2	0:05		0:05				
6	nasazení pouzder	x					1:56						
7	cesta k přípravkům					2	0:07						
8	hledání přípravků			x			0:09			0:09			
9	přinesení přípravků		x			2	0:05		0:05				
10	příprava pouzder v dusíku	x					0:15		0:15				
11	nasazení pouzder	x					1:20						
12	odnesení přípravků		x			2	0:19		0:19				
13	nasazení pouzder	x					2:54						
14	příprava pouzder v dusíku	x					0:10		0:10				
15	cesta pro přípravky		x			1	0:05		0:05				
16	hledání přípravků			x			0:14			0:14			
17	donesení přípravků		x			1	0:05		0:05				
18	odnesení pouzder k lisu		x			1	0:20		0:20				
19	lisování pouzder	x					7:57		7:57				
20	odnesení přípravků		x			2	0:21		0:21				
21	dokumentace	x					1:32						
22	uklidění stolu	x					1:40						
23	přendání na regál		x			4	0:13		0:13				
Celkem													
Poznámky: 6.11.2017		Četnost (n)	Vzdálenost (m)	Čas (min)	Počet zam.	24:09:00	2:38:00	0:38:00	0:00:00	Práce/prostoj	VA/NVA		
		10   9   3   0	32	27:32	1	27:25:00	0:00:00	24:09:00	3:16:00	Práce	Prostoj	VA	NVA
										88%	12%	69%	31%

Obrázek 29 Pohybová studie předmontáž – měření 4

číslo	popis činnosti	Pohybová studie				vzdálenost (m)	doba trvání (min)	počet pracovníků	Vyhodnocení				
		operace	transport	hledání	čekání				operace	transport	hledání	čekání	
1	přivezení		x			12	0:32	1					
2	příprava pouzder	x					0:14		0:14				
3	příprava dokumentace	x					0:23		0:23				
4	cesta pro přípravek		x			2	0:05		0:05				
5	hledání přípravků			x			0:12			0:12			
6	ponošení pouzder do dusíku	x				1	0:29		0:29				
7	čekání na zchlazení pouzder z dusíku				x		2:06					2:06	
8	nasazení pouzder	x					1:45		1:45				
9	ponošení pouzder do dusíku	x					0:47		0:47				
10	nasazení pouzder	x					2:58		2:58				
11	přenesení pouzder na regál		x			4	0:36		0:36				
12	cesta pro pouzdra do dílny		x			24	1:21		1:21				
13	ponošení pouzder do dusíku	x					0:42		0:42				
14	cesta pro přípravky		x			2	0:05		0:05				
15	hledání			x			0:18			0:18			
16	cesta zpět		x			2	0:05		0:05				
17	nasazení pouzder	x					3:49		3:49				
18	vyplnění dokumentace	x					1:17		1:17				
19	odnesení		x			8	0:15		0:15				
Celkem													
Poznámky: 13.11.2017		Četnost (n)	Vzdálenost (m)	Čas (min)	Počet zam.	12:24:00	2:59:00	0:30:00	2:06:00	Práce/prostoj	VA/NVA		
		9   7   2   1	55	17:59	1	15:53:00	2:06:00	12:24:00	5:35:00	Práce	Prostoj	VA	NVA
										69%	12%	69%	31%



Obrázek 30 Pohybová studie předmontáž – měření 5

číslo	popis činnosti	Pohybová studie				vzdálenost (m)	doba trvání (min)	počet pracovníků	Vyhodnocení				
		operace	transport	hledání	čekání				operace	transport	hledání	čekání	
1	přivezení pouzder	x				15	0:31	1		0:31			
2	příprava	x					1:49		1:49				
3	čerpání dusíku	x				2	0:23		0:23				
4	vložení pouzder do dusíku	x					0:13		0:13				
5	cesta pro přípravky		x			2	0:05		0:05				
6	hledání			x		4	0:59			0:59			
7	cesta zpět ke stolu		x			2	0:10		0:10				
8	vynošení pouzder z dusíku a nasazení	x					0:15		0:15				
9	uklizení dusíku	x				2	0:10		0:10				
10	uklizení přípravků	x				2	0:15		0:15				
11	dokumentace	x					1:47		1:47				
12	odnesení dílů	x				10	0:40		0:40				
Celkem													
Poznámky: 29.11.2017		Četnost (n)	Vzdálenost (m)	Čas (min)	Počet zam.	4:27:00	1:51:00	0:59:00	0:00:00				
		5	6	1	0	39	7:17	1					
										Práce/prostoj	VA/NVA		
										7:17:00	0:00:00	4:27:00	2:50:00

**Vyhodnocení**

operace 61%  
transport 25%  
hledání 14%  
čekání 0%

**Práce/prostoj**

Práce 100%  
Prostoj 0%

**VA/NVA**

VA 61%  
NVA 39%

Obrázek 31 Pohybová studie předmontáž – měření 6

číslo	popis činnosti	Pohybová studie				vzdálenost (m)	doba trvání (min)	počet pracovníků	Vyhodnocení				
		operace	transport	hledání	čekání				operace	transport	hledání	čekání	
1	dovezení dílu		x			15	2:49	1			2:49		
2	donesení pouzder		x			15	1:29			1:29			
3	příprava	x				1	0:56		0:56				
4	nastavení lisu	x				2	1:52		1:52				
5	cesta k přípravkům		x			2	0:05		0:05				
6	hledání přípravků			x			0:36			0:36			
7	cesta zpět k lisu		x			2	0:10		0:10				
8	lisování pouzder	x					5:21		5:21				
9	cesta pro dusík	x	x			2	0:32		0:32				
10	vložení pouzder do dusíku	x					0:05		0:05				
11	čekání na dusík				x		0:49					0:49	
12	lisování pouzder	x					4:57		4:57				
13	vrácení přípravků a vyzvednutí dalších		x			4	0:25		0:25				
14	vložení pouzder do dusíku	x					0:05		0:05				
15	lisování pouzder	x					4:41		4:41				
16	vložení pouzder do dusíku	x				1	0:05		0:05				
17	cesta pro další pouzdra		x			15	0:29		0:29				
18	vrácení přípravků		x			4	0:17		0:17				
19	vyndání pouzder z dusíků	x					0:31		0:31				
20	nastavení lisu	x				2	1:15		1:15				
21	cesta pro přípravky		x			2	0:05		0:05				
22	hledání přípravků			x			0:15			0:15			
23	cesta zpět k lisu		x			2	0:10		0:10				
24	lisování pouzder	x					2:28		2:28				
25	demontáž lisu	x				1	1:47		1:47				
26	odvezení dusíku		x			2	0:35		0:35				
27	vrácení přípravků		x			4	0:25		0:25				
28	dokumentace	x					1:52		1:52				
29	odvezení dílu		x			15	3:57		3:57				
30	uklid stolu	x				1	0:39		0:39				
Celkem													
Poznámky: 18.12.2017		Četnost (n)	Vzdálenost (m)	Čas (min)	Počet zam.	26:34:00	11:28:00	0:51:00	0:49:00				
		14	13	2	1	92	39:42	1					
										Práce/prostoj	VA/NVA		
										38:53:00	0:49:00	26:34:00	13:08:00

**Vyhodnocení**

operace 67%  
transport 29%  
hledání 2%  
čekání 2%

**Práce/prostoj**

Práce 98%  
Prostoj 2%

**VA/NVA**

VA 67%  
NVA 33%

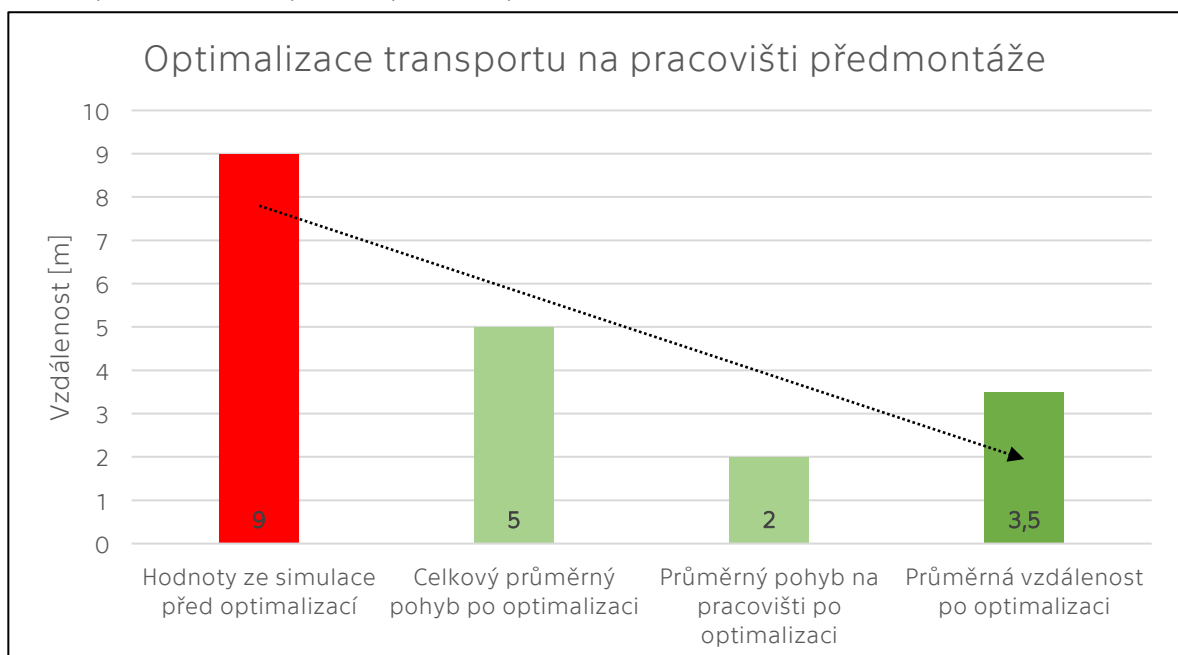
Shrneme-li nakonec analýzu nově vzniklé předmontáže v podmínkách plného provozu, ze Spaghetti diagramu je možné vidět, že veškeré činnosti jsou prováděny v místě pracoviště a jedinou činností spojenou se změnou je docházení pracovníka do pracoviště dílny, kde jsou umístěny díly s pouzdry. Vynecháme-li tuto podmínku a porovnáme-li aktuální měření pomocí spaghetti diagramu a pohybových studií se simulací provedenou před optimalizací, dostaneme tyto výsledky, viz tabulka a graf, níže.

Tabulka 9 Pohyb/transport před a po optimalizaci předmontáže

Pohyb/transport na pracovišti předmontáže				
Před		Po		
Simulací zmapované činnosti	Hodnoty ze simulace [m]	Měření	Celkový průměrný pohyb [m]	Průměrný pohyb na pracovišti [m]
Cesta pro dusík	12	Měření 1	3	1
		Měření 2	7	2
Průměrná cesta pro přípravky	7	Měření 3	3	2
		Měření 4	7	2
Průměrná cesta k lisu	8	Měření 5	5	2
		Měření 6	5	2
Celkový průměr hodnot				
Před		Po		
9		5		2

Zdroj: autor

Graf 2 Optimalizace transportu na pracovišti předmontáže



Zdroj: autor

Z výsledků měření je patrné, že se vzdálenost transportu snížila o čtyři metry (44 %) a při zohlednění jen pohybů na daném pracovišti o metrů sedm (78 %). Celkově lze tak vyjádřit průměrnou změnu, tedy snížení transportu o 3,5 metrů, tedy 61 %.

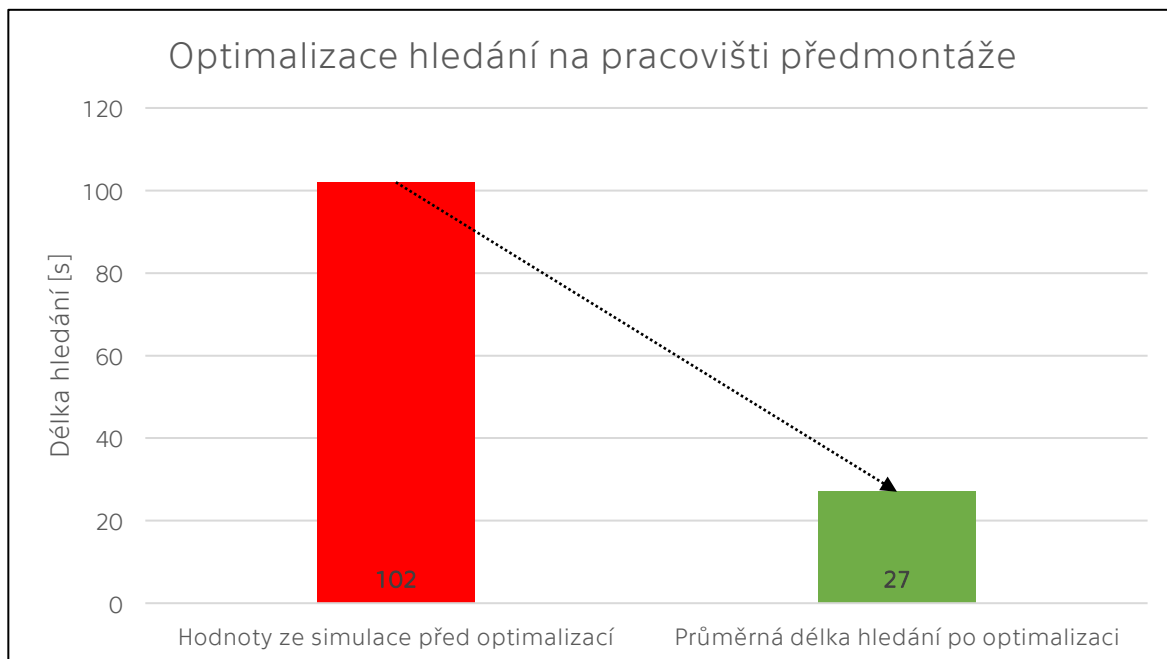
Při zaměření se na plýtvání spojené s hledáním přípravků na pracoviště předmontáže, byla také provedena simulace. Z porovnání výsledků měření můžeme z hodnot popsaných v tabulce vyčíst, že čas hledání byl snížen v průměru o 74 %, tedy přibližně o více než minutu. Nutné je však podotknout, že při pohybových studiích byly vždy přípravky nalezeny a nedošlo k jejich nenalezení.

Tabulka 10 Hledání před a po optimalizaci předmontáže

Hledání na pracovišti předmontáže			
Před		Po	
		Měření	Průměrný čas hledání přípravků
Simulací zmapovaný čas	1:42	Měření 1	0:05
		Měření 2	0:20
		Měření 3	0:12
		Měření 4	0:15
		Měření 5	0:59
		Měření 6	0:51
Průměrný čas	1:42		0:27

Zdroj: autor

Graf 3 Optimalizace hledání na pracovišti předmontáže



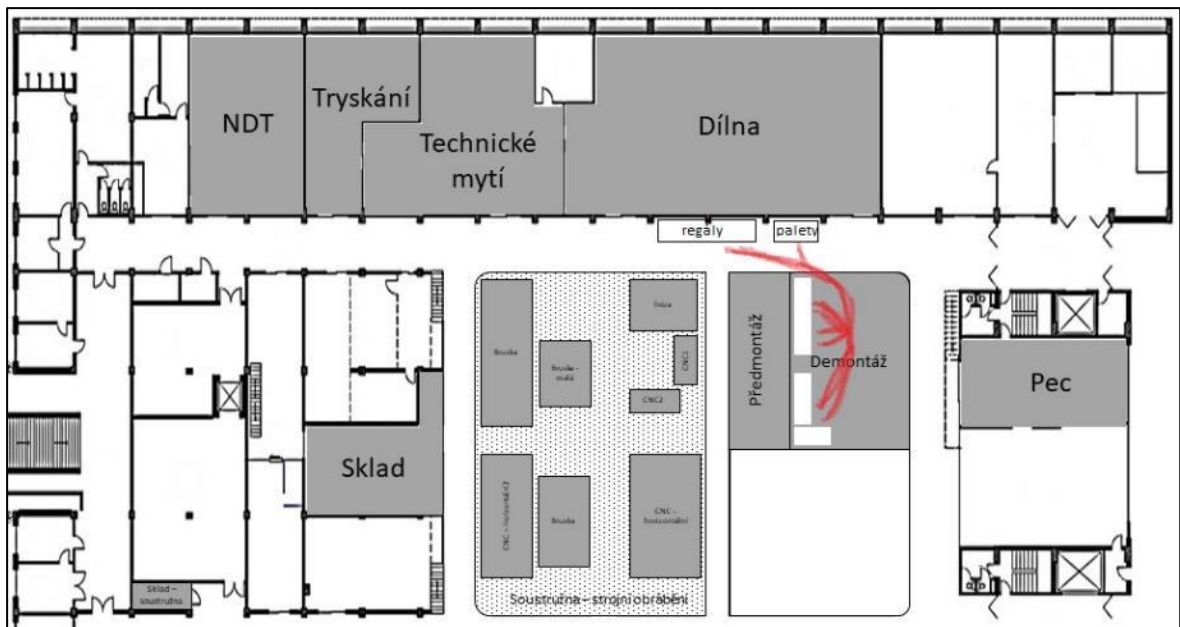
Zdroj: autor

*Příloha 17 Vyhodnocení optimalizace pracoviště demontáže*

Při této analýze se vycházelo z hodnot vycházejících ze simulace, tedy z docházkové vzdálenosti 60 metrů do pracoviště technického mytí, kde si pracovníci brali pojízdné regály a plastové krabičky. Jejich odvezením a nalezením místa co nejbližší pracoviště, konkrétně k dělicí stěně dílny, se docházková vzdálenost pro pojízdné regály snížila na 20 metrů, viz obrázek níže. Problematika krabiček byla vyřešena přenesením všech krabiček z pracoviště technického mytí na pracoviště demontáže. Pracovníci tak nyní mohou využívat jimi libovolného množství a rozměrů krabiček v docházkové vzdálenosti maximálně 5 metrů, viz obrázek níže.

Docházková vzdálenost spojená s pojízdnými regály se snížila o 40 metrů, tedy o 67 %.

*Obrázek 32 Spaghetti diagram pracoviště demontáže po optimalizaci*



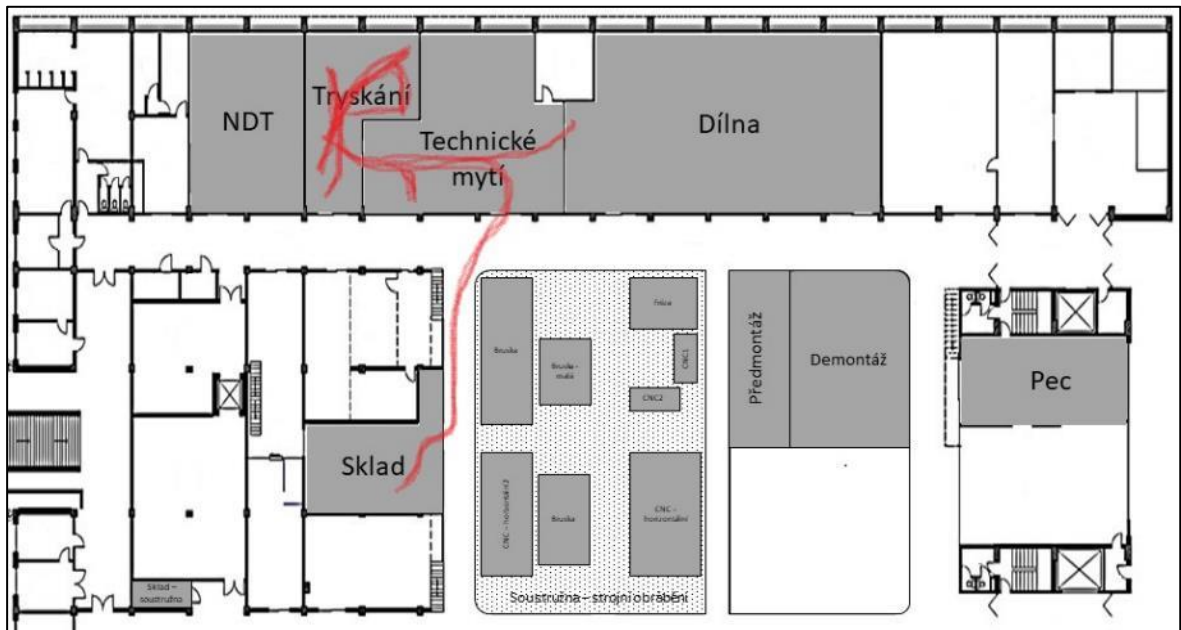
Zdroj: autor

*Příloha 18 Vyhodnocení optimalizace pracoviště tryskání*

Analýza cílí na ověření vhodnosti provedené optimalizace s případným nalezením dalších druhů plýtvání, které nebyly nalezeny při prvotní simulaci.

Při použití Spaghetti diagramu, viz obrázek níže, je možné vidět, že pohyby a transport spojený s pracovištěm tryskání jsou stejné jako před zavedením změn. Jedinou změnou oproti předešlému stavu je nižší četnost cest do skladu pro materiál potřebný k otryskání.

Obrázek 33 Spaghetti diagram pracoviště tryskání po optimalizaci



Zdroj: autor

Následným krokem bylo pomocí pohybových analýz prověřit stav doplnění materiálu. Bylo provedeno celkem šest analýz, na šesti různých dílech v časovém rozmezí říjen až prosinec 2017. Pro analýzu pomocí pohybové studie byl použit vytvořený arch pro měření pohybové studie, který byl využit dříve, jen z důvodu činností spojených s kontrolou byl přidán sloupec kontroly.

Obrázek 34 Pohybová studie tryskání – měření 1

číslo	popis činnosti	Pohybová studie					vzdálenost (m)	doba trvání (min)	počet pracovníků	Vyhodnocení							
		operace	transport	kontrola	hledání	čekání				operace	transport	kontrola	hledání	čekání			
1	přesun do stroje		x				1	0:30	1		0:30						
2	pekování	x					5:00	5:00									
3	spadání pecek				x		0:30							0:30			
4	pekování	x					2:00	2:00									
5	spadání pecek				x		1:00							1:00			
6	pekování	x					0:30	0:30									
7	kontrola		x				4:30				4:30						
8	spadání pecek				x		0:25							0:25			
9	pekování	x					1:30	1:30									
10	otočení		x				2	0:05			0:05						
11	pekování	x					1:15	1:15									
12	otočení		x				2	0:30			0:30						
13	doplnění pecek		x				10	0:11			0:11						
16	pekování	x					11:30	11:30									
17	otočení		x				2	1:00			1:00						
18	pekování	x					1:00	1:00									
19	odnesení na paletu		x				2	0:30			0:30						
		Celkem															
Poznámky: 30.10.2017		Četnost (n)	Vzdálenost (m)	Čas (min)	Počet zam.	22:45:00	2:46:00	4:30:00	0:00:00	1:55:00							
		7	6	1	0	3	20	31:56	1								
										Práce/prostoj	VA/NVA						
										30:01:00	1:55:00			VA	NVA		
										22:45:00	9:11:00						

**Vyhodnocení**

operace 71%  
transport 9%  
kontrola 14%  
hledání 0%  
čekání 6%

**Práce/prostoj**

Práce 94%  
Prostoj 6%

**VA/NVA**

VA 71%  
NVA 29%

Obrázek 35 Pohybová studie tryskání – měření 2

číslo	popis činnosti	Pohybová studie					vzdálenost (m)	doba trvání (min)	počet pracovníků	Vyhodnocení								
		operace	transport	kontrola	hledání	čekání				operace	transport	kontrola	hledání	čekání				
1	přesun do stroje		x				2	0:30	1		0:30							
2	pekování	x					1:00	1:00			1:00							
3	doplnění pecek		x				10	0:20			0:20							
5	pekování	x					9:55	9:55										
7	spadání pecek				x		15	3:25							3:25			
8	pekování	x					2:20	2:20			2:20							
9	odnesení na paletu		x				2	0:17			0:17							
		Celkem																
Poznámky: 1.11.2017		Četnost (n)	Vzdálenost (m)	Čas (min)	Počet zam.	13:15:00	1:07:00	0:00:00	0:00:00	3:25:00								
		3	3	0	0	1	29	17:47	1									
										Práce/prostoj	VA/NVA							
										14:22:00	3:25:00			VA	NVA			
										13:15:00	4:32:00							

**Vyhodnocení**

operace 75%  
transport 6%  
kontrola 0%  
hledání 0%  
čekání 19%

**Práce/prostoj**

Práce 81%  
Prostoj 19%

**VA/NVA**

VA 75%  
NVA 25%

Obrázek 36 Pohybová studie tryskání – měření 3

číslo	popis činnosti	Pohybová studie					vzdálenost (m)	doba trvání (min)	počet pracovníků	Vyhodnocení									
		operace	transport	kontrola	hledání	čekání				operace	transport	kontrola	hledání	čekání					
1	přesun z palety						3	0:20	1										
2	peckování	x	x					6:30		6:30	0:20								
3	sklepání pecek				x		6	3:20						3:20					
4	peckování	x						3:40		3:40									
5	sklepání pecek				x			2:30						2:30					
6	peckování	x						6:20		6:20									
7	sklepání pecek				x			1:30						1:30					
8	peckování	x						3:30		3:30									
9	sklepání pecek				x		6	2:20						2:20					
10	peckování	x						8:40		8:40									
11	vynesení pytlů s prachem	x	x				12	4:00			4:00								
12	peckování	x						3:00		3:00									
13	doplnění pecek		x				10	0:09			0:09								
14	peckování	x						5:00		5:00									
15	kontrola			x			2	0:45				0:45							
16	peckování	x						1:10		1:10									
17	kontrola			x			2	1:00				1:00							
18	peckování	x						1:00		1:00									
19	kontrola			x			2	0:40				0:40							
20	přesun na paletu		x				4	0:09				0:09							
		Celkem																	
Poznámky: 15.11.2017		Četnost (n)		Vzdálenost (Čas (min))		Počet zam.		38:50:00	4:38:00	2:25:00	0:00:00	9:40:00	Práce/prostoj		VA/NVA				
		9	4	3	0	4	47	55:33	1					Práce	Prostoj	VA	NVA		
														45:53:00	9:40:00	38:50:00	16:43:00		

**Vyhodnocení**

operace 70%  
čekání 18%  
transport 8%  
kontrola 4%  
hledání 0%

**Práce/prostoj**

Práce 83%  
Prostoj 17%

**VA/NVA**

VA 70%  
NVA 30%

Obrázek 37 Pohybová studie tryskání – měření 4

číslo	popis činnosti	Pohybová studie					vzdálenost (m)	doba trvání (min)	počet pracovníků	Vyhodnocení									
		operace	transport	kontrola	hledání	čekání				operace	transport	kontrola	hledání	čekání					
1	přenesení a vložení do stroje		x				20	6:35	1										
2	peckování	x	x					7:00		7:00		6:35							
3	kontrola			x			2	2:24				2:24							
4	peckování	x						3:54		3:54									
6	peckování	x						6:53		6:53									
8	sklepání pecek				x		6	4:03						4:03					
9	peckování	x						4:55		4:55									
10	dospání pecek		x				10	0:25			0:25								
12	peckování	x						7:00		7:00									
13	sklepání pecek				x		5	2:52						2:52					
14	peckování	x						3:20		3:20									
15	kontrola			x			2	0:14				0:14							
16	peckování	x						7:54		7:54									
17	sklepání pecek				x		6	2:24						2:24					
18	peckování	x						5:53		5:53									
21	sklepání pecek				x			1:06						1:06					
22	peckování	x						2:03		2:03									
23	sklepání pecek				x			1:30						1:30					
24	peckování	x						1:34		1:34									
25	sklepání pecek				x		6	2:26						2:26					
26	peckování	x						2:36		2:36									
27	sklepání pecek				x			1:24						1:24					
28	peckování	x						1:32		1:32									
29	sklepání pecek				x			1:32						1:32					
30	peckování	x						2:05		2:05									
31	sklepání pecek				x		6	4:00						4:00					
32	peckování	x						11:35		11:35									
33	kontrola			x			2	4:13				4:13							
34	peckování	x						1:08		1:08									
35	sklepání pecek				x		19	5:24						5:24					
36	dospání pecek		x				10	1:08			1:08								
37	peckování	x						11:36		11:36									
38	otočení		x				2	1:52			1:52								
39	peckování	x						5:41		5:41									
40	otočení		x				2	3:28			3:28								
41	peckování	x						8:06		8:06									
42	kontrola			x			2	3:56				3:56							
43	peckování	x						2:19		2:19									
44	kontrola			x			2	0:43				0:43							
45	peckování	x						1:22		1:22									
46	kontrola			x			2	1:33				1:33							
47	peckování	x						8:15		8:15									
48	kontrola			x			2	0:35				0:35							
49	přesun na paletu		x				7	3:09				3:09							
		Celkem																	
Poznámky: 20.11.2017		Četnost (n)		Vzdálenost (Čas (min))		Počet zam.		106:41:00	16:37:00	13:38:00	0:00:00	26:41:00	Práce/prostoj		VA/NVA				
		21	6	7	0	10	113	163:37	1					Práce	Prostoj	VA	NVA		
														136:56:00	26:41:00	106:41:00	56:56:00		

**Vyhodnocení**

operace 65%  
čekání 16%  
transport 10%  
kontrola 9%  
hledání 0%

**Práce/prostoj**

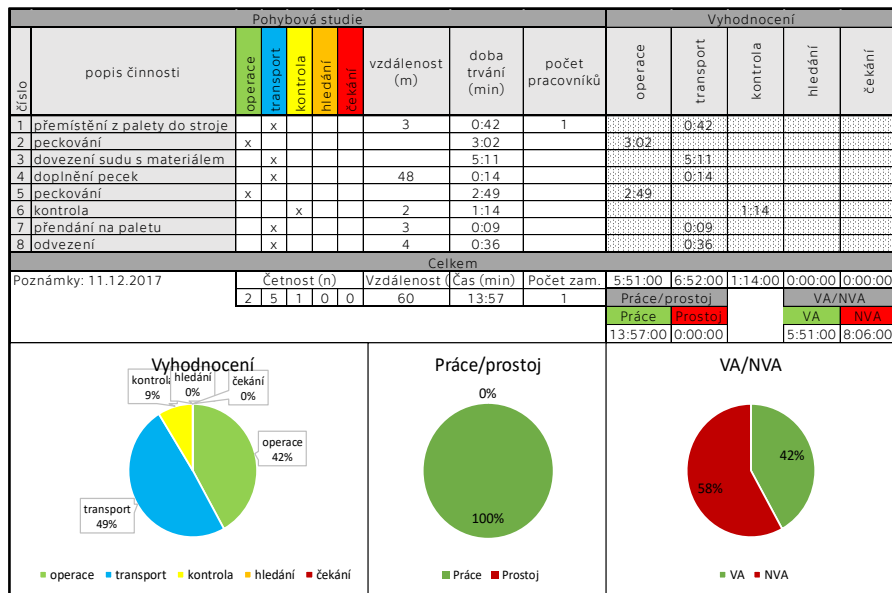
Práce 84%  
Prostoj 16%

**VA/NVA**

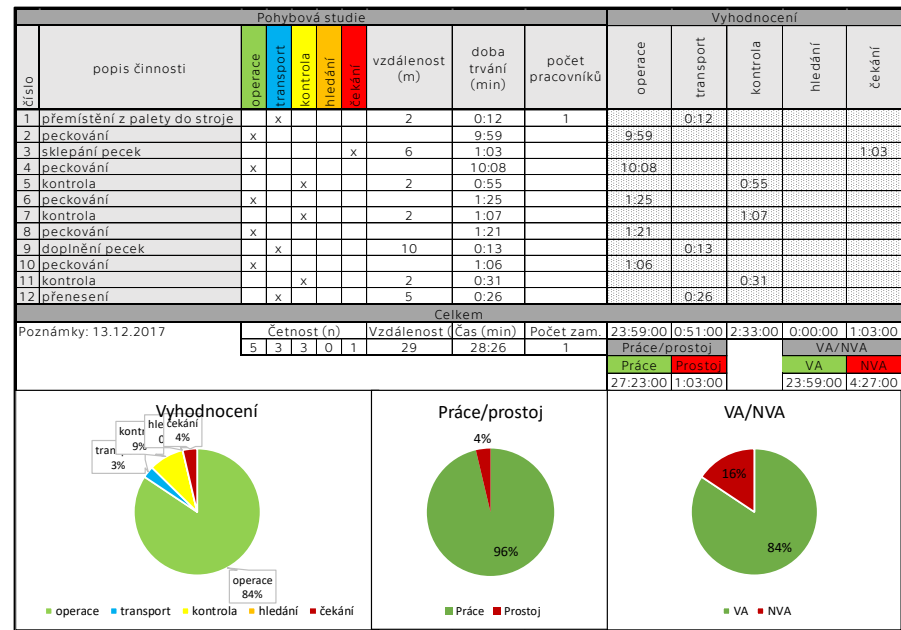
VA 65%  
NVA 35%



Obrázek 38 Pohybová studie tryskání – měření 5



Obrázek 39 Pohybová studie tryskání – měření 6



Zaměříme-li se na dobu doplnění materiálu společně s časem dovezení materiálu ze skladu na pracoviště zaznamenanou z pohybových analýz, dostaneme následující údaje.

Tabulka 11 Doby doplnění materiálu

Měření	Průměrná doba doplnění materiálu [mm:ss]	Dovezení materiálu na pracoviště [mm:ss]
Měření 1	0:11	
Měření 2	0:20	
Měření 3	0:09	
Měření 4	0:46	
Měření 5	0:14	5:11
Měření 6	0:13	
Průměrná doba	0:18	5:11

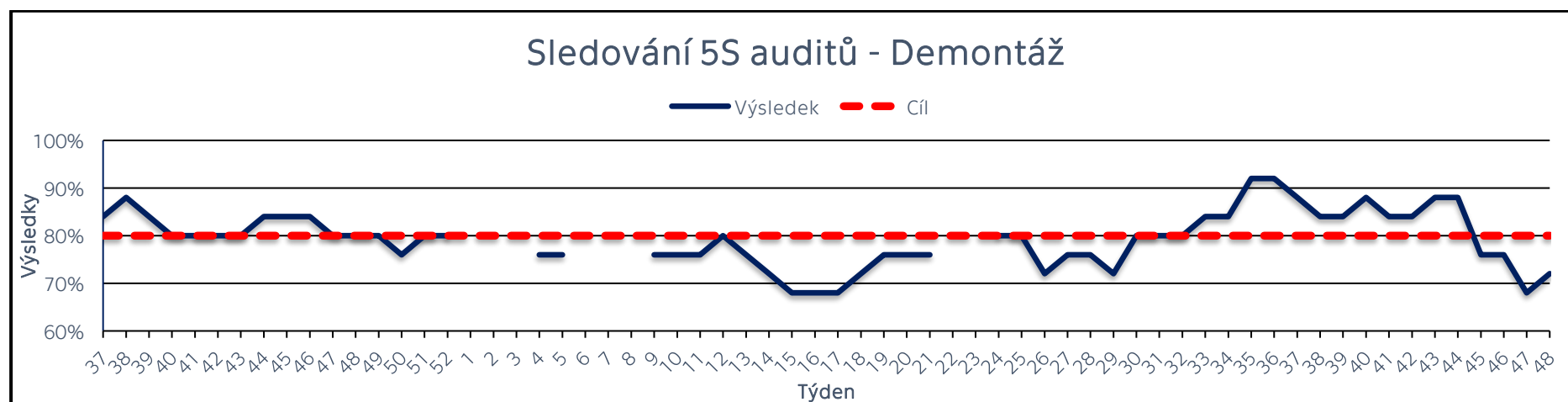
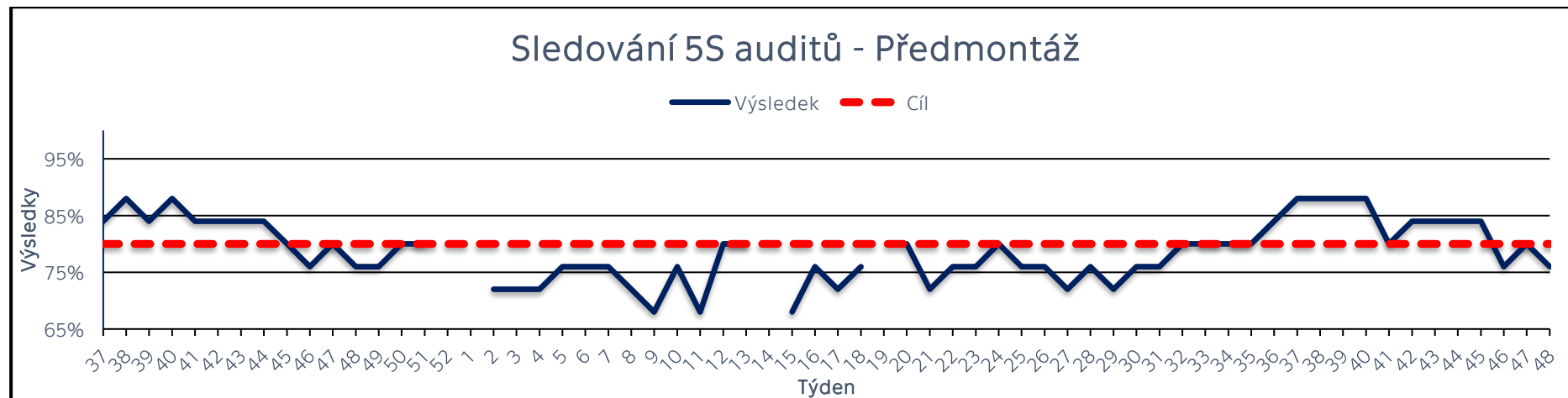
Zdroj: autor

Srovnání simulovaného stavu před optimalizací popisuje následující tabulka, ze které je možné vyčíst, že změnou bylo dosaženo snížení doby doplnění materiálu na 4,5 hodiny ročně, tedy o 83 % s porovnáním s předchozím stavem.

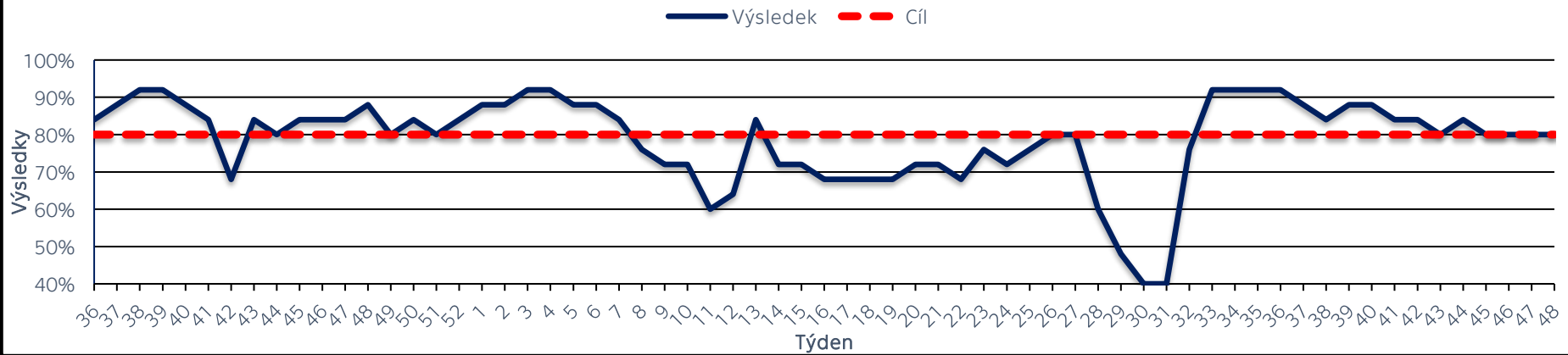
Tabulka 12 Porovnání výsledků měření transportu materiálu na pracovišti tryskání před a po optimalizaci

Transport materiálu nap pracovišti tryskání			
<i>materiál:</i>			
počet sudů	25 ks		
objem jednoho sudu	125 kg		
<i>činnosti:</i>	dříve	nyňí	jednotka
průměrný čas doplnění materiálu	4:00	0:20	min
průměrná váha	8	8	kg
průměrný čas na přepravu	0:00	5:30	min
celkem	1562:30	267:42	min
zaokrouhlo	1563	268	min
v hodinách	26	4,5	hod

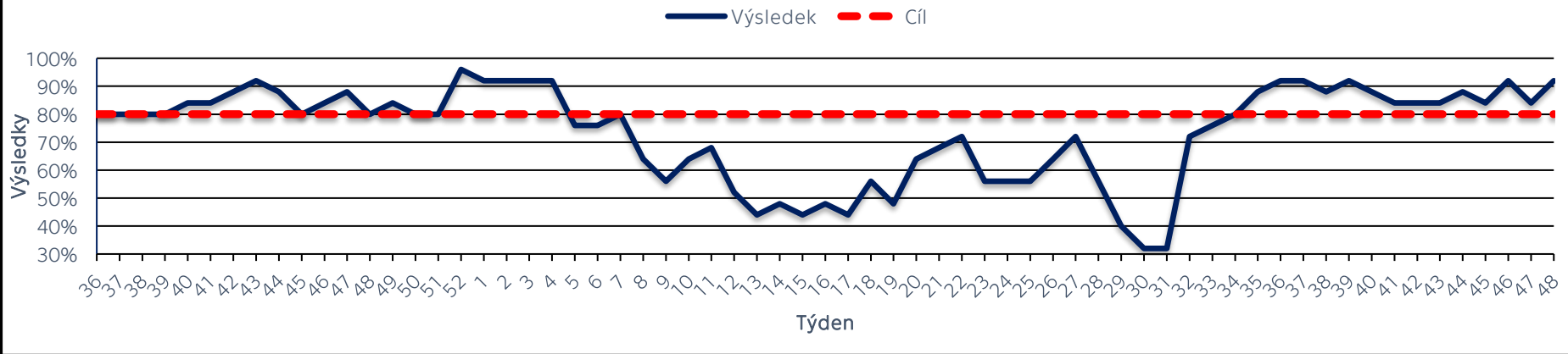
Zdroj: autor



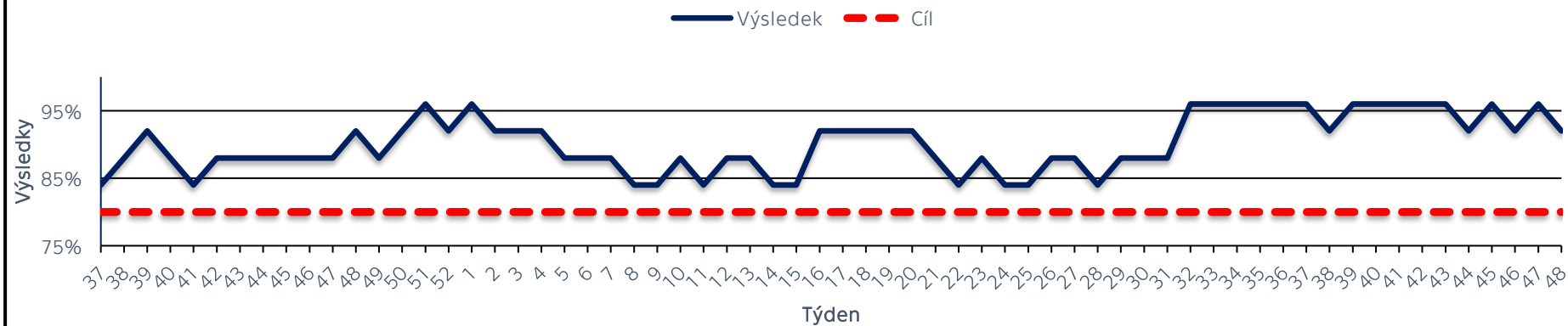
### Sledování 5S auditů - Technické mytí



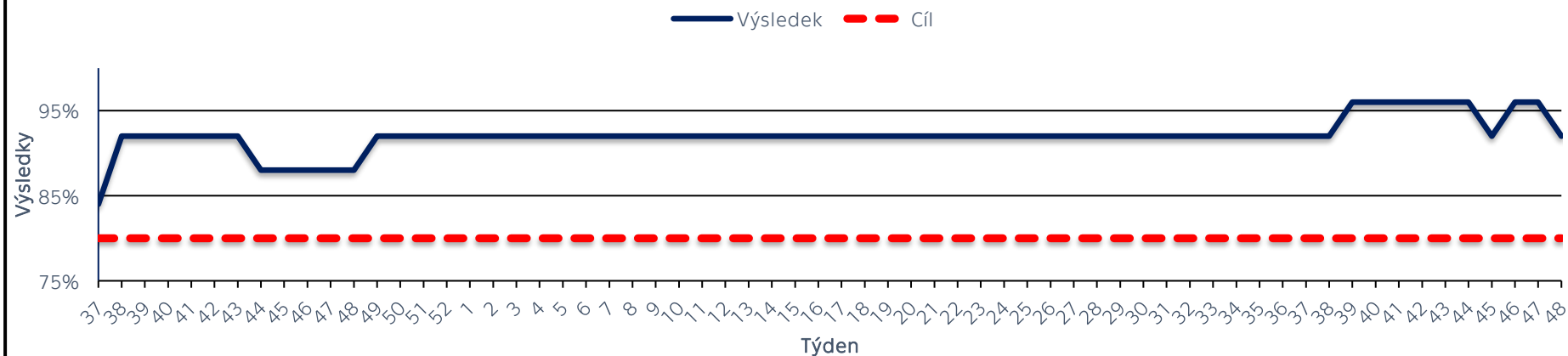
### Sledování 5S auditů - Tryskání



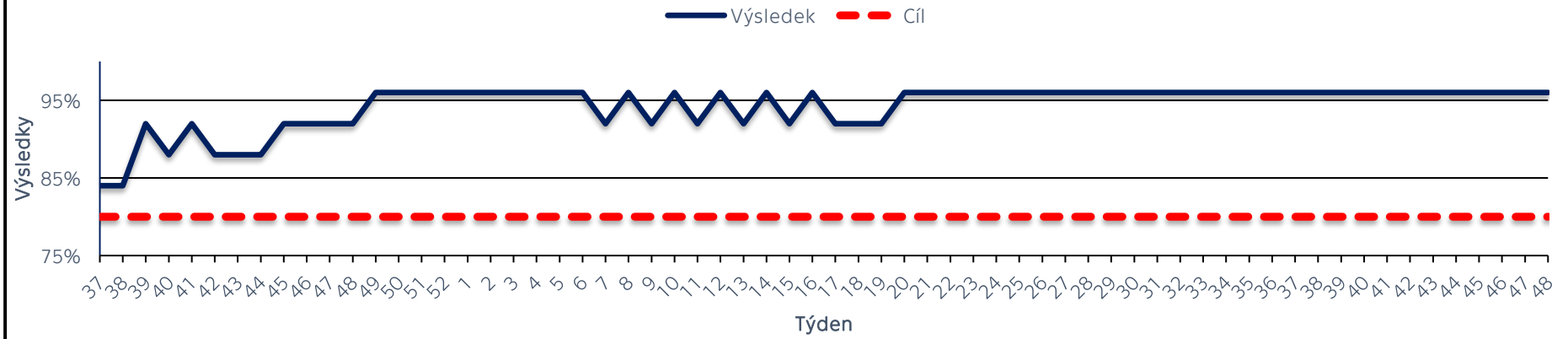
### Sledování 5S auditů - CNC1



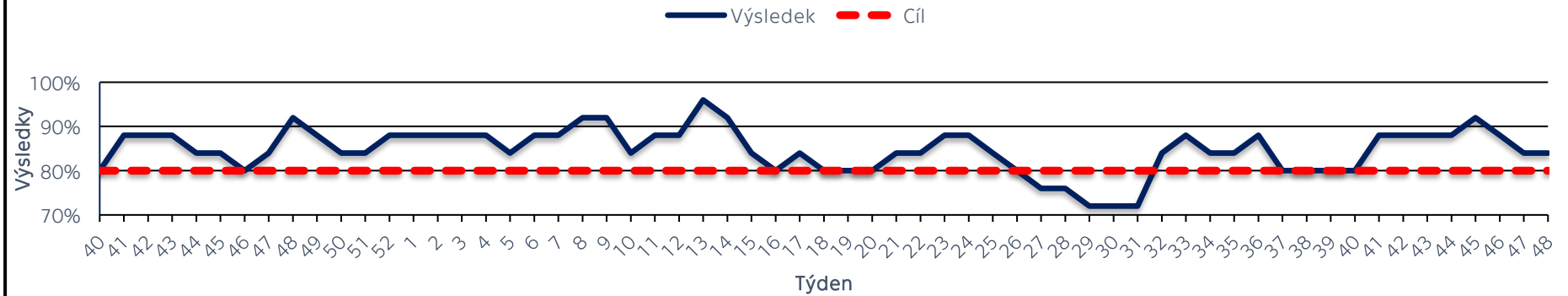
### Sledování 5S auditů - CNC2



### Sledování 5S auditů - Horizontka

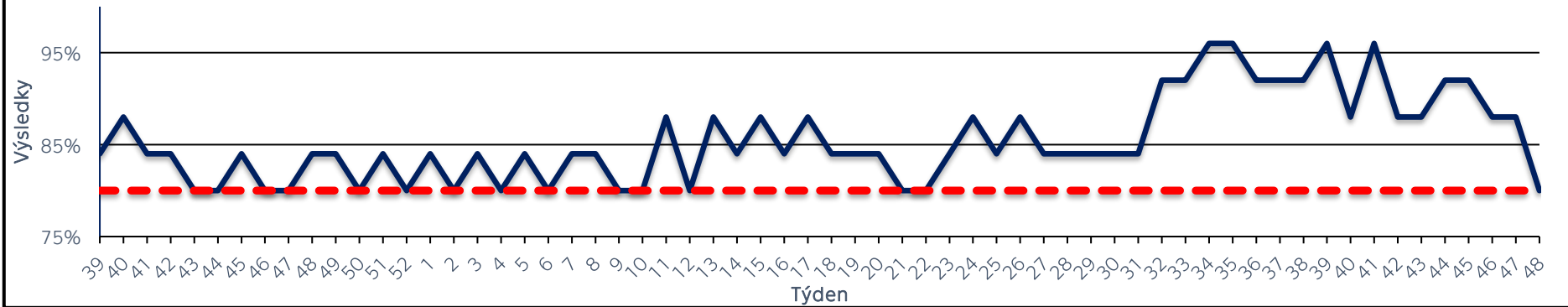


### Sledování 5S auditů - Pec



# Sledování 5S auditů - Sušárna

— Výsledek    - - - Cíl



# Evidence výpůjček

Prohlášení:

Dávám svolení k půjčování této diplomové práce. Uživatel potvrzuje svým podpisem, že bude tuto práci řádně citovat v seznamu použité literatury.

Jméno a příjmení: Bc. Václav Michalec

V Praze dne: 17. 01. 2019

Podpis:

<b>Jméno</b>	<b>Oddělení/ Pracoviště</b>	<b>Datum</b>	<b>Podpis</b>