

Projekt aplikace metody SMED ve společnosti MESgroup Czech s.r.o.

Bc. Ondřej Adamec

Diplomová práce
2019



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Ondřej Adamec**
Osobní číslo: **M17076**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Projekt aplikace metody SMED ve společnosti MESgroup Czech s.r.o.**

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Vypracujte literární rešerši se zaměřením na metodu Single Minute Exchange of Die a formulujte teoretická východiska pro zpracování analýzy a návrhu projektu.

II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu procesu přetypování na pracovišti.
- Na základě výsledků z analýzy navrhnete projekt aplikace metody SMED.
- Zhodnoťte navrhované řešení.

Závěr

Rozsah diplomové práce: **cca 70 stran**
Rozsah příloh:
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

BADIRU, Adedeji Bodunde. Handbook of industrial and systems engineering. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2014, 1452 s. Industrial innovation series. ISBN 978-1-4665-1504-8.
DENNIS, Pascal. Lean Production Simplified: A Plain-language Guide to the World's Most Powerful Production System. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, Taylor and Francis Group, 2016, 223 s. ISBN 978-1-4987-0887-6.
CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA. Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra. Žilina: GEORG, 2011, 138 s. ISBN 978-80-89401-26-0.
KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. Moderní přístupy k řízení výroby. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2012, 153 s. ISBN 978-80-7179-319-9.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Denisa Hrušecká, Ph.D.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: **14. prosince 2018**
Termín odevzdání diplomové práce: **16. dubna 2019**

Ve Zlíně dne 14. prosince 2018

L.S.

doc. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan

prof. Ing. Felicita Chromjaková, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

1. že jsem na diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
2. že odevzdaná verze diplomové/bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

Jméno a příjmení:
Ondřej Adamec

.....

podpis diplomanta

ABSTRAKT

Cílem této diplomové práce bylo snížení doby přetypování u CNC frézek ve společnosti MESgroup Czech s.r.o. Nejprve byla provedena analýza současného stavu, následně byla provedena aplikace metody SMED a vypracovány doplňující návrhy zlepšení. V rámci analytické části byly použity metody pozorování, dotazníkové šetření, video monitoring, Špagety diagram. Podstatou řešení byla aplikace metody SMED na proces přetypování u CNC frézek. V rámci řešení byly zpracovány návrhy pro nové jízdní řády i aplikace metod štíhlé výroby na pracoviště seřizovačů. Díky těmto metodám byly zkráceny časy přetypování v průměru o 67 %. Zkrácením časů přetypování vznikl větší časový prostor pro samotnou výrobu, a tím zvýšení výrobní kapacity.

Klíčová slova: SMED, štíhlá výroba, přetypování, 5S, plýtvání

ABSTRACT

The aim of this diploma thesis was a reduction in the changeover time of the CNC milling machines in the company MESgroup Czech s.r.o. At first, I did an analysis of the current state, then I applied the SMED method and drew up proposals for improvement. In the analytical part, I used methods of observation, questionnaire survey, video monitoring, and spaghetti diagram. The basic principle of solving the problem was the application of the SMED method to the process of the changeover time of the CNC milling machines. Within the solution, I proposed new timetables and an application of lean production methods of tool setters. Thanks to these methods, the changeover time was reduced by 67 %. By the reduction in the changeover time, there is more time for the production itself.

Keywords: SMED, lean production, changeover, 5S, waste

Na tomto místě bych rád poděkoval Ing. Denise Hruškové, Ph.D., za odborné vedení diplomové práce, cenné rady a její drahocenný čas.

Další komu bych rád poděkoval je společnost MESgroup Czech s.r.o., která mně umožnila zpracovat diplomovou práci v jejich společnosti a to zejména celému vedení společnosti a všem zaměstnancům, kteří se s ochotou podíleli na zpracování projektu.

V poslední řadě bych rád poděkoval celé rodině, která mě podporovala po celou dobu studia na vysoké škole.

OBSAH

ÚVOD	9
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	12
1.1 PRŮMYSLOVÝ INŽENÝR.....	12
1.2 KLASICKÉ PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	13
1.2.1 Studium práce.....	13
1.2.2 Operační výzkum.....	14
1.3 MODERNÍ PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	15
2 ŠTÍHLÁ VÝROBA	16
2.1 8 DRUHŮ PLÝTVÁNÍ VE VÝROBĚ.....	17
3 RYCHLÉ ZMĚNY – METODA SMED	19
3.1 PLÝTVÁNÍ PŘI ZMĚNÁCH A SEŘÍZENÍ.....	19
3.2 DESATERO PRO RYCHLÉ ZMĚNY.....	21
3.3 POSTUP PRO ZAVEDENÍ METODY SMED.....	21
3.4 APLIKACE METODY SMED.....	22
3.4.1 Oddělení operací externího a interního seřizování.....	22
3.4.2 Konverze interních operací na externí.....	23
3.4.3 Zlepšování jednotlivých činností v rámci externích i interních operací.....	23
3.5 PŘÍNOSY A RIZIKA METODY SMED.....	24
4 DALŠÍ METODOY VYUŽITÉ V DIPLOMOVÉ PRÁCI	26
4.1 STANDARDIZACE A VIZUALIZACE.....	26
4.2 METODA 5S.....	28
4.3 ŠPAGETY DIAGRAM.....	30
4.4 WORKSHOP.....	31
4.5 SWOT ANALÝZA.....	32
II PRAKTICKÁ ČÁST	33
5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI MESGROUP CZECH S.R.O.	34
5.1 HISTORIE SPOLEČNOSTI.....	34
5.2 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O SPOLEČNOSTI.....	35
5.3 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA.....	35
6 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	37
6.1 VÝBĚR ANALYZOVANÝCH PŘETYPOVÁNÍ.....	37
6.2 WORKSHOP.....	37
6.3 SWOT ANALÝZA.....	37
6.4 ANALÝZA PRACOVÍŠTĚ TRÍSKOVÉHO OBRÁBĚNÍ.....	39
6.4.1 Popis současného stavu pracoviště frézování.....	40
6.5 POPIS PŘETYPOVÁNÍ.....	44
6.5.1 Videozáznam přetypování 1.....	46
6.5.2 Videozáznam přetypování 2.....	49

6.5.3	Videozáznam přetypování 3.....	51
6.6	AUDIT PŘETYPOVÁNÍ.....	55
6.7	SHRNUTÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI.....	56
7	PROJEKTOVÁ ČÁST.....	58
7.1	DEFINOVÁNÍ PROJEKTU	58
7.2	LOGICKÝ RÁMEC	60
7.3	ČASOVÝ HARMONOGRAM.....	61
7.4	RIZIKOVÁ ANALÝZA	61
7.5	APLIKACE METODY SMED	62
7.5.1	Převedení interních činností na externí.....	63
7.5.2	Zkrácení časů u jednotlivých činností.....	64
7.6	NÁVRH NOVÝCH OPATŘENÍ	67
7.6.1	Seřizovací listy + vizualizace upnutí.....	68
7.6.2	Standardy.....	68
7.6.3	Vyjmutí a úklid nástrojů z předchozí výroby.....	68
7.6.4	Čistění stroje.....	69
7.6.5	Rozdělení práce mezi operátory a seřizovače	69
7.6.6	Úprava layoutu	70
7.6.7	Uložení přípravků.....	70
7.6.8	Evidence a uložení nástrojů	72
7.6.9	Digitalizace výroby	73
7.6.10	Pracovní stůl pro seřizovače.....	74
7.6.11	Motivace pracovníků.....	75
7.7	NÁVRH NOVÝCH STANDARDŮ	75
7.7.1	Všeobecný standard přetypování	75
7.7.2	Standard seřizovacího vozíku	77
7.8	VÝSLEDEK PO APLIKACI NÁVRHŮ OPATŘENÍ	80
7.8.1	Přetypování 1	81
7.8.2	Přetypování 2	81
7.8.3	Přetypování 3	82
7.9	KALKULACE NÁKLADŮ SPOJENÉ S PROJEKTEM.....	84
7.9.1	Seřizovací listy + vizualizace upnutí.....	84
7.9.2	Standardy.....	85
7.9.3	Uložení přípravků.....	85
7.9.4	Uložení nástrojů	86
7.9.5	Digitalizace	86
7.9.6	Stůl pro seřizovače	87
8	ZHODNOCENÍ PROJEKTU	88
	ZÁVĚR	90
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	91
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	94
	SEZNAM OBRÁZKŮ	95
	SEZNAM TABULEK.....	97
	SEZNAM PŘÍLOH.....	99

ÚVOD

Vzhledem k současnému stavu na trhu práce a neustále rostoucí výrobní poptávce, začínají i menší podniky využívat metody průmyslového inženýrství k zvyšování produktivity a udržení konkurenceschopnosti. Výjimkou není ani společnost MESgroup Czech s.r.o., která se zabývá kusovou a malosériovou výrobou v oboru strojírenství.

Nevýhodou kusové a malosériové výroby je, že firmy musí často provádět přetypování stroje z jedné výroby na druhou. Jelikož přetypování nepřidává zákazníkovi žádnou hodnotu, tak ho bereme jako plýtvání a snažíme se ho, co nejvíce zkracovat. Jedním způsobem, jak můžeme snížit čas přetypování z několika hodin na několik minut je metoda SMED. Snížením prostoje strojů se sníží i náklady na prostoj a společnost, tak může tyto ušetřené náklady investovat do modernizace a tím zvyšovat svoji konkurenceschopnost.

Projekt je prováděn na pracovišti třískového obrábění části frézování. Část frézování je vybrána z toho důvodu, že se zde vyrábí nejvíce zakázek, které společnost zprostředkovává. Pro aplikaci metody SMED jsou určeny 3 libovolná přetypování a pomocí nich je vy počítána průměrná hodnota časové úspory na jedno přetypování.

Hlavním cílem je snížení času přetypování o 20 %. K dosažení hlavního cíle provádíme nejprve analýzu současného stavu. Hlavním úkolem analýzy současného stavu je identifikace všech plýtvání při provádění přetypování CNC frézek. Na základě výsledků analýz současného stavu je aplikována metoda SMED. Při aplikaci metody SMED jsou jednotlivé činnosti rozděleny na interní a externí. V posledním kroku metody jsou sníženy časy určitých činností na základě aplikace navrhovaných opatření. Výstupem metody jsou nové jízdny řady s novými časy přetypování.

Praktická část diplomové práce je vypracována na základě podkladů z literární rešerše vypracované v teoretické části. Teoretická část je zaměřena převážně na průmyslové inženýrství, štihlou výrobu a metody štíhlé výroby, jako jsou metoda SMED, 5S, Špagety diagram atd.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem diplomové práce je zkrácení času přetypování u CNC frézek ve společnosti MESgroup Czech s.r.o., pomocí aplikace metody SMED.

Projekt probíhá od prosince 2018 do dubna 2019. V rámci projektu by mělo dojít k snížení času přetypování minimálně o 20 %.

Nejprve je provedena analýza současného stavu přetypování CNC frézek. Analýza je prováděna pomocí videozáznamů, které jsou následně rozebrány a sestaveny z nich současné jízdní řády. Mezi další využití metody patří pozorování, dotazníkové šetření, audit přetypování, Špagety diagram, rozhovory se seřizovači, operátory a vedením společnosti, workshop a metoda SWOT, která nám ukáže silné a slabé stránky procesu a jeho příležitosti a hrozby.

Projektová část je rozdělena na dvě části - představení projektu a aplikaci metody SMED. V první části je využit logický rámec pro představení celého projektu a riziková analýza. Metody RIPRAN popisuje příležitosti, které by mohly ohrozit úspěšné zvládnutí projektu, a udává opatření, jak se daným příležitostí vyhnout. Druhá část projektu se zabývá samotnou aplikací metody SMED a nápravnými opatřeními. V této části je nejvíce využívána metoda SMED a pro aplikaci nápravných opatření je využito vizualizace, standardizace a metody 5S.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Dlabač a Pavelka (2015) popisují průmyslové inženýrství, jako multidisciplinární obor, který kombinuje znalosti inženýrských oborů s poznatky řízení podniků. Hlavním cílem průmyslového inženýrství je zvyšování produktivity za pomoci využitím podnikových zdrojů (finanční zdroje, lidská práce, znalosti a dovednosti samotných lidí, apod.). (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 81)

Termín průmyslové inženýrství je překladem anglického termínu industrial engineering. Zrod průmyslového inženýrství je datován na začátek 20. stolní ve Spojených státech amerických. Za hlavního průkopníka je považován Henry Ford, který průmyslové inženýrství poprvé aplikoval u výroby Fordu T. Následně se stalo, výchozím bodem růstu automobilového průmyslu. Dodnes se jedná o průmysl, kde je průmyslové inženýrství nejvíce využíváno a dochází zde k jeho největšímu rozvoji. Postupem času se dostalo do všech vyspělých zemí po celém světě. (Poláková a Bobák, 2013, s. 15)

I když se uplatnění průmyslového inženýrství v jednotlivých zemích od sebe neliší, lze najít podle Mašína s Vytlačilem (2000, s. 80) určité odlišnosti a definovat tři základní školy průmyslového inženýrství:

- americkou,
- německou,
- japonskou.

1.1 Průmyslový inženýr

Průmyslového inženýra můžeme nazvat, taky jako spojku mezi manažery a liniovými pracovníky, který předává informace shora - dolů. Jeho hlavním úkolem je hledat způsoby, jak provádět dané činnosti rychleji, levněji a bezpečněji. Dále upozorňuje další inženýrské profese, že k dosažení větší produktivity není pokaždé zapotřebí vlastnit to nejlepší a nejnovější zařízení, které se nachází na trhu, ale můžeme k tomu využít i jiné metody. Průmysloví inženýři taky tvoří standardy, normy, hodnotí práci a spoluúčastní se při tvorbě motivačních programů pro liniové pracovníky. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 84)

Hlavní náplní průmyslového inženýra je dle Tučka s Bobákem (2006, s. 107):

- identifikace a modelování,
- analýza a hodnocení,

- plánování a realizace,
- organizace a řízení.

Znalosti průmyslového inženýra můžeme rozdělit do tří oblastí:

- znalost metod průmyslového inženýrství (25 %),
- znalost technicko – technologické a ekonomických základů podnikových procesů (25 %),
- sociálně – pracovní a komunikační dovednosti (50 %).

Znalosti průmyslového inženýra v dnešní době můžeme využít ve všech oblastech podnikání, od automobilového průmyslu po nemocnice, armádu a výzkumné projekty. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 85; Tuček a Bobák, 2006, s. 108)

1.2 Klasické průmyslové inženýrství

Vývoj klasického průmyslového inženýrství může rozdělit na dvě základní fáze:

1.2.1 Studium práce

Hlavní činností studia práce je nashromáždit všechny dostupné informace a potom tyto informace využít ke zvyšování produktivity. Studium práce využívá ke své činnosti následující dvě techniky:

- studium metod,
- měření práce. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 89)

Studiem metod lze rozložit jakoukoliv lidskou činnost na jednotlivé elementy a tyto elementy následně analyzovat. Jestliže některý z elementů neobstojí při kritické prověrce, jsou eliminovány nebo zlepšeny. Postup při provádění studia metod je následující:

- 1) Výběr práce, která má být studována.
- 2) Zaznamenat všechna fakta o současné metodě.
- 3) Prověřit kriticky tato fakta.
- 4) Navrhnout praktičtější, ekonomičtější a efektivnější metodu s ohledem na všechny související okolnosti.
- 5) Standardizovat nově zvolenou metodu.
- 6) Pravidelně kontrolovat nově zvolenou metodu. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 90 - 91)

Pro studium metod využíváme především následující záznamové prostředky:

- pohybové studie,
- procesní analýzy,
- dotazníky, kontrolní listy,
- videozáznamy, fotografie. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 90 - 91)

Měření práce využíváme k určení času potřebného na vykonání určité činnosti kvalifikovaným dělníkem. Výstupem měření práce jsou normy spotřeby času, do kterých se promítá čas, který pracovník vynaložil na splnění pracovního úkolu na racionálně uspořádaných pracovištích, bez jakýchkoliv zbytečných úkonů. K měření práce využíváme tyto postupy:

- hrubé odhady,
- kvalifikované odhady,
- využití historických odhadů,
- přímé náměry,
- systémy předem určených časů. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 92)

V dnešní době se především využívají a dále rozvíjejí systémy předem určených časů. Tyto systémy fungují stanovením optimálního pohybového vzorce pro vykonání úkolu a na přiřazení příslušných časů jednotlivým základním pohybům. Základní časovou jednotkou systému předem určených časů je TMU (Time Measurement Unit), která udává, že 1 TMU = 0,036 sekundy. Výhodou systémů předem určených časů je, že může s velkou přesností určit i časy budoucích projektů. Mezi nejvíce využívané systémy patří MTM, UMS, USD, UAS a MOST. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 92 - 93)

1.2.2 Operační výzkum

Operační výzkum je založen na modelování úloh a technikách jejich řešení. Jedním s problémů operačního výzkumu, může být fakt, že vyžaduje kvalifikované odborníky. Mezi nejvíce využívané metody operačního výzkumu v průmyslovém inženýrství patří:

- síťové grafy (metody CPM, PERT),
- metody hromadné obsluhy,
- metody teorie zásob.
- metody teorie obnovy a údržby. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 94)

1.3 Moderní průmyslové inženýrství

Moderní průmyslové inženýrství reaguje na neustále se rozvíjející konkurenční prostředí, novými moderními přístupy, pomocí kterých se snaží dosáhnout co nejvyšší produktivity. Moderní PI se na rozdíl od klasického spíše zabývá nefyzickými investicemi (tzn. rozvoj pracovníků i organizační struktury), oproti investicím fyzickým (tzn. do nových strojů a technologií). (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 95)

Největší podíl na rozvoji moderního průmyslového inženýrství má japonská škola, především průmyslový inženýr Shigeo Shinga. Jeho programy jsou založeny na principu socio-technického přístupu k utváření práce a podpoře trvalého růstu produktivity v interní a externí oblasti. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 96)

Interní oblasti se převážně zaměřují na zvýšení kvalifikace zaměstnanců, účast zaměstnanců podílet se na řízení, zlepšení organizačních systémů, odstraňování plýtvání, skutečné zjišťování jakosti, měření a hodnocení produktivity. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 97)

Mezi programy pro interní podnikovou oblast se řadí:

- týmová práce,
- odměňování na základě výsledků,
- metoda SMED,
- totálně produktivní údržba - TPM,
- simulace výrobních systémů,
- poka-yoke,
- tahové systémy,
- ergonomie.

V externí oblasti podniku se programy zaměřují převážně na zvyšování produktivity v oblasti dodavatelských procesů, pomocí týmů složených z pracovníků, jak dodavatele, tak i zákazníka. Pomocí těchto týmů lze zásadně snížit náklady na nejakost, dopravu a skladování u obou zúčastněných stran. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 98)

2 ŠTÍHLÁ VÝROBA

Koncept Lean Production česky štíhlá výroba, vznikl v 50. letech 20. století v Japonské společnosti Toyota. Spolu se štíhlým vývojem, logistikou a administrativou tvoří základní pilíře štíhlého podniku. Štíhlou výrobu můžeme chápat jako soubor metod a nástrojů, kterými se soustředíme na zlepšení výrobní části podniku. Cílem štíhle výroby je vytvářet výrobky v co nejkratším čase, v co nejlepší kvalitě a za co nejmenší náklady, podle požadavků zákazníka. (Chromjaková, Rajnoha, 2011, s. 44; Dennis, 2016, s. 19)

Poláková a Bobák (2013, s. 28) popisují štíhlou výrobu jako projekt změny, pomocí kterého se mění stereotypy, ruší bariéry a vytváří nové prostředí pro zlepšování. Díky tomu, že se jedná o revoluční změnu v podniku a jeho okolí, tak pro ni neexistuje žádné standardní řešení, pomocí kterého by všichni postupovali.

Tuček a Bobák (2006, s. 226) doplňují výše uvedená tvrzení o to, že základním konceptem štíhlé výroby je využívání decentralizovaného řízení výroby. Tedy každý pracovník má právo přerušit výrobu, jakmile objeví chybu ve výrobním procesu. Tato koncepce, ale vyžaduje od všech zaměstnanců vysokou odpovědnost za kvalitu a průběh výroby.

Na níže uvedeném obrázku (Obr. 1) můžeme vidět základní prvky štíhlé výroby, pomocí kterých dochází k eliminaci plýtvání, která vznikají při výrobě.



Obr. 1. Štíhlá výroba (Štíhlá výroba - lean, ©2012)

2.1 8 druhů plýtvání ve výrobě

Nadvýroba – Je považována za jeden z nejhorších druhů plýtvání, protože umocňuje další druhy plýtvání. Nadvýroba je spojena s rostoucími náklady na skladování a nadbytečnou práci a energie. Dalším rizikem může být, že pro přebytečný objem produkce nebude existovat poptávka. Eliminaci tohoto plýtvání, můžeme docílit, správným a dostatečným plánováním výrobních dávek. (Mašín, 2003, s. 19; Dennis, 2016, s. 33)

Nadbytečná práce – Jedná se o takové činnosti, které se provádí při výrobě, ale nejsou přáním zákazníka. V očích zákazníka se tedy nejedná o přidanou hodnotu a zákazník za ni není ochotný zaplatit. Standardizací procesů, bychom mohli odstranit toto plýtvání. (Mašín, 2003, s. 19; Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 48 - 49)

Zbytečný pohyb – Zbytečné pohyby při práci mohou vykonávat lidi i stroje. Jedná se převážně o pohyby, které nám nepřinášejí žádnou přidanou hodnotu. O zbytečné pohyby u lidí jde převážně o chůzi a manipulaci v rámci daného pracoviště, uchopení dílu jednou rukou a předělání do druhé, dále jde o otáčení, ohýbání a natahování při pracovní činnosti. U strojů se jedná převážně o zbytečné pohyby kolaborativních robotů, způsobeny chybným naprogramováním, nebo nevhodnému umístění výrobků. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 48; Mašín, 2003, s. 18)

Zásoby – V nadbytečných zásobách je vázáno velké množství finančních prostředků, které by mohly být využity k činnostem, které nám přinášejí hodnotu. U některých druhů zásob může docházet ke ztrátě jejich vlastností, a to až do takové míry, že daný materiál již nelze ve výrobě využít. (Mašín, 2003, s. 19)

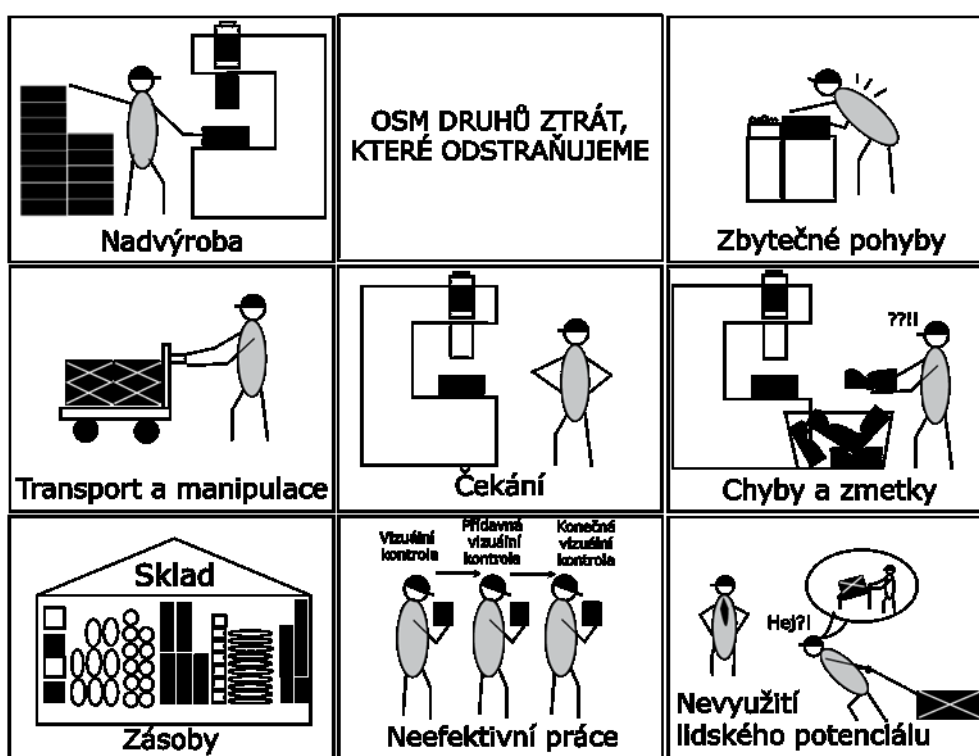
Čekání – Jedná se o plýtvání, kdy musí pracovník čekat na dodání materiálu nebo na pracovníka údržby při poruše stroje. Dále jde o sledování stroje při opracování výrobku, hledání potřebných informací, pomůcek a manuálů. Tato plýtvání můžeme eliminovat zjednodušením a standardizací materiálových toků a zavedení více strojové obsluhy. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 48; Mašín, 2003, s. 18)

Opravování – Tento druh plýtvání je spojen s opravou neshodných polotovarů, dílců či sestav. Toto plýtvání zahrnuje, také dodatečné náklady na materiál, čas i energie. K eliminaci tohoto plýtvání je nutné zavést nástroje ke kontrole jakosti a nástroj předcházení lidským chybám poka-yoke. (Mašín, 2003, s. 19, Dennis, 2016, s. 32)

Doprava – Jde převážně o zbytečnou manipulaci způsobenou špatně sestaveným layout podniku nebo výrobní haly, dále jde o převážení materiálu po dávkách, překládání výrobků na palety a z palet, přebalování výrobků a vícenásobný transport. Tato plýtvání můžeme eliminovat zavedením toku jednoho kusu materiálu, zrušením meziskladů nebo novým uspořádáním pracovišť. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 49; Mašín, 2003, s. 18)

Nevyužití schopnosti pracovníků – Jedná se o nevyužití schopnosti, znalosti, dovednosti a zkušenosti pracovníka, které mohou přinést velký růst produktivity. (Dennis, 2016, s. 33)

Těchto 8 druhů plýtvání je zobrazeno na níže uvedeném obrázku (Obr. 2).



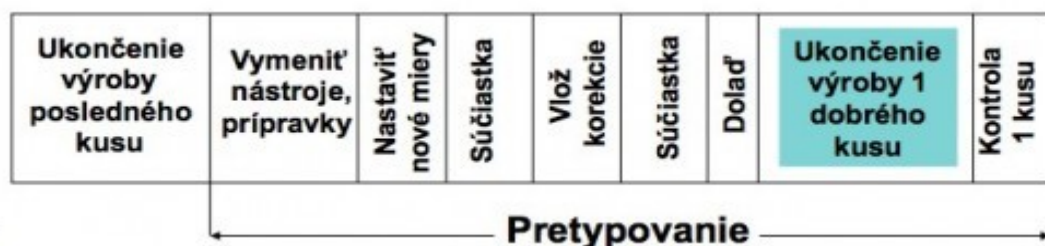
Obr. 2. 8 druhů plýtvání (Plýtvání, ©2012)

3 RYCHLÉ ZMĚNY – METODA SMED

Metoda SMED patří do oblasti štíhlé výroby, která eliminuje plýtvání ve výrobním procesu. Jejím autorem je průmyslový inženýr z Japonska Shingeo Shingo. SMED (Single Minute Exchange of Die) ve volném překladu se to dá přeložit, jako výměna nástrojů do deseti minut. Metoda SMED se využívá k minimalizaci časů prostojů, např. časů přípravy pracoviště mezi opracováním dvou po sobě jdoucích výrobních dávek. Pomocí metody zkracujeme časy přetypování výrobních zařízení. Jde např. o zkracování časů na výměnu formy na lisu, přetypování výrobní linky nebo přetypování obráběcího stroje. (Badiru, 2014, s. 40; Mašín a Vytlačil, 2000, s. 212)

Metodu nejčastěji používáme na pracovištích, které jsou úzkými místy, kde se přetypování provádí často a časy na přetypování představují významné ztráty z kapacity stroje nebo linky. Metoda SMED je často součástí programu TPM. (Badiru, 2014, s. 40; Mašín a Vytlačil, 2000, s. 212)

Na níže uvedeném obrázku (Obr. 3) je zobrazen průběh seřízení.



Obr. 3. Průběh seřízení (SMED (Single Minute Exchange of Dies), ©2012)

3.1 Plýtvání při změnách a seřízení

Dle Mašina s Vytlačilem (2000, s. 210) plýtvání při změnách a seřízení je především plýtvání časem, který pak navyšuje prostoje stroje nebo zařízení.

To potvrzují i následující příklady z praxe:

- transport nástrojů, materiálu a pracovních pomůcek po zastavení stroje,
- hledání dílů a náradí,
- zbytečná chůze pro něco,
- příprava prostoru po zastavení stroje,
- čas na cigaretu při výměně, atd.

Vedle zmíněného plýtvání časem, existuje mnoho skrytého plýtvání. Jedná se např. o utahování šroubů a nastavování pracovních výšek pomocí oka.

Tuček a Bobák (2006, s. 119) rozdělují skrytá plýtvání do 4 kategorií:

- **Plýtvání při přípravě na změnu** - jde především o hledání nástrojů, pracovních pomůcek a měřidel, které využíváme při změně. Dále jde o manipulaci s nástroji, dokončenými výrobky a potřebným materiálem k další výrobě. Plýtvání se taky vyskytuje, při přípravě prostorů potřebných ke změně. Mašín a Vytlačil (2000, s. 211) to ještě doplňují o kontrolu specifikací a pracovních postupů v průběhu výměny.
- **Plýtvání při montáži a demontáži** - plýtvání při montáži a demontáži se vyskytuje zejména při povolování a utahování šroubů, odstraňováním a vkládáním podložek, demontáží a montáží skluzů a dopravníků, časté chůzi pro nástroje nebo pomůcky. Dle Mašína s Vytlačilem (2000, s. 211) jde ještě o pozorování a čekání pracovníků jeden na druhého.
- **Plýtvání při seřizování a zkouškách** – jedná se o všechny pohyby, které jsou vykonány při seřízení. Jedná se o nastavování pracovních výšek, umíst'ování nástrojů podle oka. Tento druh plýtvání je často doprovázen nadměrným plýtváním materiálem na zkušební pokusy. Podle zkušeností Mašína s Vytlačilem (2000, s. 211) seřizování probíhá často tak trochu na náhodu, kterému je někdy potřeba pomoci kladivem, nebo „pajzrem“.
- **Plýtvání při čekání na zahájení výroby** - Jde o dobu čekání od ukončení seřízení stroje k zahájení výrobní dávky. Jde především o dobu čekání na obsluhu stroje nebo kontrolora kvality, který má na starost uvolnění výroby.

Dle Mašína s Vytlačilem (2000, s. 212) má zkracování časů přetypování, nejen vliv na časovou úsporu, ale taky velký vliv na ekonomiku podniku. Tyto důvody popisuje níže uvedený obrázek (Obr. 4).



Obr. 4. Důvody pro rychlé přetypování (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 212)

3.2 Desatero pro rychlé změny

Tuček a Bobák (2006, s. 120) uvádějí, že pro odstranění plýtvání při rychlém přetypování, bychom se měli řídit desaterem rychlého přetypování.

- 1) Výměna a seřizování je plýtvání.
- 2) Nikdy neříkej „je to nemožné“.
- 3) Zkrácení času seřízení je práce týmu.
- 4) Analýza přímo na pracovišti a videozáznam jsou nejlepší argumenty.
- 5) Standardizuj proces seřízení.
- 6) Připrav pomůcky a nástroje předem.
- 7) Při výměně se pohybují ruce a ne nohy.
- 8) Šrouby jsou nepřátelé - otočení každého závitu stojí čas - využij přítlačné pružinové spoje, páky a jiné rychle upínací pomůcky.
- 9) Nastavování polohy „podle oka“ je třeba nahradit značkami, stupnicemi, dorazy.
- 10) Bez měřeného tréninku se závod nevyhrává.

3.3 Postup pro zavedení metody SMED

Dle Kormance (2008, s. 37) bychom měli postupovat pomocí následujících 11-ti bodů při provádění rychlého přetypování:

- 1) Určení problémových míst v oblasti seřízení – úzkým místem volíme nejpracnější a časově nejnáročnější proces.
- 2) Vyhotovení obrazového záznamu – pomocí kamery zaznamenáme celou přestavbu stroje.
- 3) Analýza záznamu – rozfázování jednotlivých činností.
- 4) Použití metody SMED – na základě předchozí analýzy aplikujeme metodu SMED.
- 5) Návrh nápravných opatření – za účelem zrychlení původního procesu je nutné některé činnosti upravit, nebo je nahradit jinými.
- 6) Realizace nápravných opatření – ověření nového postupu v praxi.
- 7) Sledování zavedených nápravných opatření.
- 8) Vyhodnocení nápravných opatření.
- 9) Workshop se seřizovači – zhodnocení nového postupu se seřizovači, případné odstranění nalezených chyb.

- 10) Vytvoření standardů - po úspěšném ověření, zda může nový pracovní postup reálně fungovat, tento postup můžeme standardizovat. To znamená, že proces bude prováděn vždy podle nového pracovního postupu.
- 11) Dlouhodobé sledování nápravných opatření – kontrola správného provádění seřízení.

Mašín s Vytlačilem (2000, s. 224) uvádí, že významného zkrácení nelze dosáhnout jednorázovou akcí, což potvrzují, že je nutné dodržet výše uvedený seznam 11 bodů.

Účastí na zavedení metody SMED by se měli podílet všichni pracovníci, kteří mají co dočinění s daným strojem a výrobou na něm, kteří nejlépe vědí, co u daného stroje překáží nebo chybí. Workshopu a dalších aktivit by se měli zejména účastnit operátoři stroje, vedoucí výroby, seřizovači, průmyslový inženýr, technolog a další profese, které se podílí na daném přetypování. Moderování workshopu by se měl ujmout pracovník, který má již zkušenosti s moderací workshopu a provádění metody SMED. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 224)

3.4 Aplikace metody SMED

Nejdříve musíme podrobně analyzovat provozní podmínky. Pro následující analýzy je vhodné použít metody průmyslového inženýrství, jako jsou např. studium metod a měření práce, nebo strukturovaný rozhovor s obsluhou strojů a seřizovači. (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 215)

Nejvhodnější metodou je vytvoření videozáznamu celého postupu seřizování stroje. Videozáznam je vhodné následně rozebrat s pracovníky, kteří se podílejí na seřízení stroje. Pracovníci mají možnost se vyjádřit a zároveň vytváří podstatný zdroj námětů pro zlepšení celého procesu. (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 215)

Základní koncepce systému SMED je vyjádřena následujícími kroky:

3.4.1 Oddělení operací externího a interního seřizování

Nejdříve musíme rozčlenit všechny činnosti, které jsou prováděny při seřizování na interní a externí.

Interní činnosti: jedná se o ty operace, které mohou být vykonávány pouze v době, kdy stroj není v chodu. Jedná se o výměnu, povolení, či upnutí pohyblivých částí strojů, které nelze provést za chodu stroje. (Monden, 2012, s. 188)

Externí činnosti: jde o činnosti, které lze provádět i během chodu stroje. Za externí činnosti můžeme považovat manipulaci s materiálem, vychystávání pracovních nástrojů, příprava pracovních pomůcek a měřidel. (Monden, 2012, s. 188)

Každý pracovník bude souhlasit, že veškerou přípravu lze provádět i při chodu stroje. Přesto je velmi zajímavé, že v praxi jsou všechny operace prováděny až po zastavení stroje. Provedeme-li analýzu, kolik dílčích interních operací je možné vykonávat jako externí, potřeba času pro interní seřizování může být průměrně zkrácena o 30 % až 50 %, mnohdy i více. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 216)

3.4.2 Konverze interních operací na externí

V následujícím kroku, kdy již máme činnosti rozděleny na interní a externí, hledáme možnosti, jak některé činnosti interní převést na externí. Snažíme se tedy o to, abychom co nejvíce činností mohli provádět během chodu stroje. Může se jednat o činnosti jako je příprava nástrojů a materiálu, předmontáž apod. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 216)

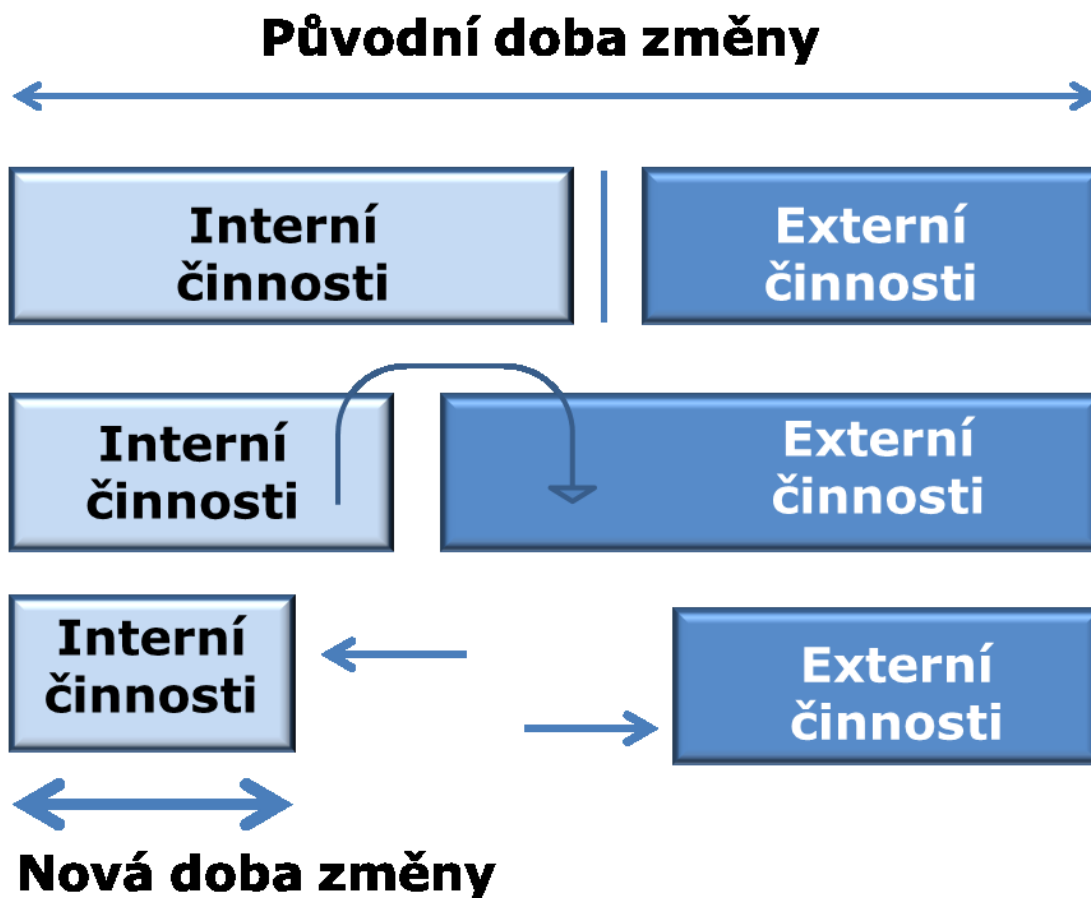
3.4.3 Zlepšování jednotlivých činností v rámci externích i interních operací

I když se nám podaří realizaci předchozích kroků dostat na úroveň „minutových výměn nástrojů“, ve většině případů je nutné vykonat ještě krok třetí, který spočívá ve snížení časů jednotlivých činností. V případě externích operací se zaměřujeme především na procesy přípravy a transportu nástrojů, v případě interních operací na rychlejší upevňování nástrojů, upínání výrobků, zkracování zkušební doby, standardizaci dílů i eliminaci činností. (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 217)

Metody, které se využívají k různému zkracování časů:

- Standardizace činností přetypování – pracovníci by měli být trénováni pro zvládnutí svých úkolů, které by měli být vykonávány rutinně.
- Standardizace částí zařízení.
- Používání rychloupínacích prostředků, vozíků či opasků s náradím,
- Používání přídavných doplňkových prostředků.
- Paralelní vykonávání činností více pracovníky.
- Používání technických systémů – onetouch systémy, které umožňují vykonávat přetypování na jeden dotyk, nebo využít elektronických systémů. (SMED, ©2012)

Níže uvedený obrázek (Obr. 5) popisuje průběh metody SMED.



Obr. 5. Průběh metody SMED (SMED, ©2012)

3.5 Přínosy a rizika metody SMED

Mezi hlavní přínosy metody SMED podle Košturiaka a Frolíka (2006, s. 114) patří:

- Radikální snížení časů na seřízení.
- Odstranění ztrát kapacity stroje.
- Snížení průběžné doby výroby.
- Zvýšení bezpečnosti práce.
- Nižší zásoby náhradních dílů a příslušenství.
- Zapojení obsluhy strojů do seřizování.
- Nižší náklady na výrobu.
- Snížení chyb a při seřízení a zlepšení jakosti.

Při aplikaci metody SMED mohou nastat i určitá rizika a omezení, která způsobí malé nebo nulové úspory. Mezi hlavní rizika a omezení, které uvádí Košturiak a Frolík (2006, s. 114 - 115) patří:

- **Nevhodný výběr procesu** – operace a stroje, které nejsou úzkým místem. Nevhodným výběrem procesu, stroje nemusí dojít k žádné, nebo velmi malé úspoře času na přetypování.
- **Příliš nízké cíle** – management si stanoví příliš nízkou hodnotu úspory času, které chce dosáhnout. Z toho vyústí, že zkracování času na přetypování provádí několikrát, během několika let.
- **Špatné zavedení do provozu** – při provádění metody SMED dojde k podstatnému zlepšení, ale dosažené výsledky se již neprojevují při běžném provozu. Toto bývá většinou zapříčiněno špatnou, nebo nulovou standardizací postupu.
- **Finance** – příliš vysoké finance na vylepšení dosavadního vybavení a nákup nových věcí, které by sloužily k snížení času na přetypování.
- **Technické limity** – zařízení mohou mít technické limity, které nelze překonat bez provedení jejich rozsáhlé technické změny.
- **Nevhodně zvolený tým** – průběhu zkracování času na seřízení, se neúčastní přímo lidé z daného procesu.

4 DALŠÍ METDOY VYUŽITÉ V DIPLOMOVÉ PRÁCI

K vypracování této diplomové práce, byly využity následující metody průmyslového inženýrství:

4.1 Standardizace a vizualizace

Chromjaková a Rajnoha (2011, s. 65) popisují standardizaci a vizualizaci jako hlavní nástroj určený pro popis konkrétních jevů a procesů v průmyslové výrobě. Oba nástroje popisují, jak standardně vykonávat podnikové procesy stejným způsobem a se stejným požadovaným výstupem.

Cílem standardizace je snížit rozmanitosti a nahodilosti ve výrobních procesech. Výstupem standardizace je standard či norma. Standardy či normy se tak stávají závazným organizačním postupem, kterým by se měli řídit všichni zaměstnanci. (Tomek a Vávrová, 2007, s. 71)

Košťuriak a Frolík (2006, s. 87 - 88) dodávají, že pokud chceme mít štíhlý podnik, tak musíme všechny pracovní činnosti standardizovat s ohledem na kvalitu, bezpečnost a efektivního využití pracovníků a strojů.

Aby standardy nebyly pro lidi příliš složité, měly by mít následující vlastnosti:

- Maximální stručnost – jsou v něm pouze nezbytné instrukce pro operátora procesu.
- Jednoduchost a vizualizace – zajišťují, aby pracovník ihned našel a pochopil dané instrukce.
- Možnost rychlé změny – v případě změny procesu jde standard jednoduše předělat.
- Jednoznačnost – zaručuje, aby všichni pracovníci vykonávali všechny činnosti v procesu stejně.
- Schopnost sledovat – umožňuje sledovat plnění standardů a jejich vliv na procesní parametry. (Košťuriak a Frolík, 2006, s. 88)

Mezi hlavní přínosy standardizace ve výrobním podniku patří:

- jednodušší plánování a řízení,
- rychlejší zaučení nových pracovníků,
- možnost vyšší automatizace a robotizace,
- efektivnější využití výrobních zařízení,
- zrychlení procesů přípravy výroby, nákupu a vlastní výroby,

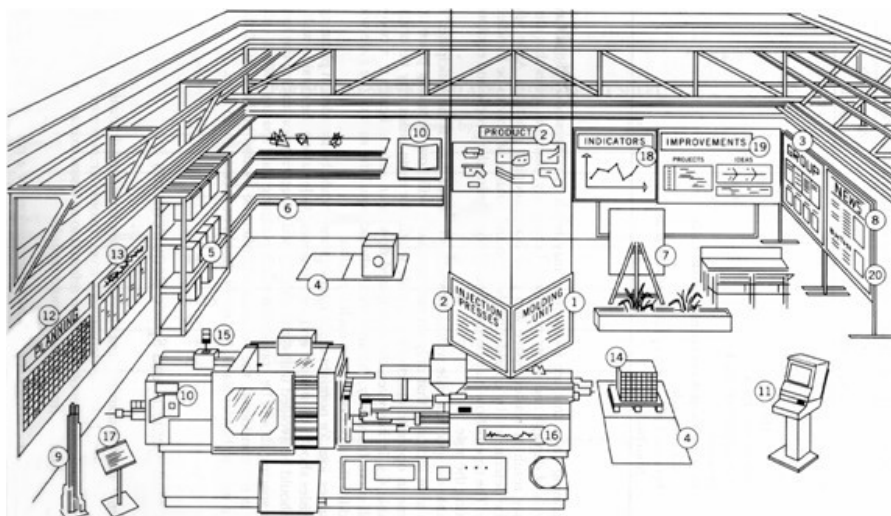
Vizualizace neboli vizuální management je nástroj průmyslového inženýrství, který zrychluje tok informací pomocí obrázků, na základě toho, že člověk vnímá minimálně 80 % informací očima. Úkolem vizualizace je zviditelnit používané metody, výrobní činnosti, podnikové procesy tak, aby byly všem co nejnadhěji pochopitelné. Cílem vizuálního managementu je informovat, řídit, motivovat a učit. (Musilová, 2007a)

Vizualizaci můžeme rozdělit na dvě kategorie. Vizualizaci budov, kam patří informační a orientační tabule, směrové šipky a bezpečnostní prvky. A druhá kategorie je vizualizace jednotlivých pracovišť, kde využíváme metodu 5S, vizuální dokumentaci a vizuální kontrolu jakosti. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 77)

Musilová (2007a) nám udává následující přínosy vizualizace:

- zvýšení bezpečnosti,
- zviditelnění problémů,
- zkrácení dob na hledání,
- ulehčení reakce na problémy,
- vyjasnění pracovních postupů,
- zlepšení kvality,
- ulehčení komunikace,
- redukce variability a oprav,
- zvýšení pracovní disciplíny,
- zlepšení podnikové kultury.

Na níže uvedeném obrázku (Obr. 6) můžeme vidět ukádku vizuálního pracoviště.



Obr. 6. Vizualizace pracoviště (Musilová, 2007b)

4.2 Metoda 5S

Košturiak a Gregor (2002) popisují metodu 5S jako jeden s hlavních nástrojů štíhlé výroby, který má na starost udržovat na pracovišti pořádek, čistotu a pouze ty věci, které jsou na daném pracovišti často využívány. Všechny pracovní pomůcky jsou na pracovišti uspořádány a uloženy na označených místech tak, aby bylo možné dané pomůcky, co nejrychleji najít.

Poláková a Bobák (2013, s. 41 - 42) dodávají, že zavedená metody 5S může vyvolat dobrý dojem u zákazníků, kteří provádí vstupní audit, nebo mohou i apelovat na to, aby byla metoda 5S zavedena ještě předtím, než bude zahájena výroba jejich výrobku.

Podle Tučka s Bobákem (2006, s. 117) je zavedení metody 5S vhodné pro podniky, u kterých se vyskytuje:

- nečistoty v provozech,
- přebytečné věci na pracovištích,
- časté hledání pracovních pomůcek,
- skryté abnormality na strojích.

Metoda 5S vychází z pěti japonských slov: Seiri (úklid), Seiton (uspořádání), Seiso (čištění a kontrola), Seiketsu (standardizace) a Shitsuke (dodržování standardů). (Badiru, 2011, s. 40)

Seiri – Separovat

V prvním kroku jsou všechny nepotřebné objekty separovány a odebrány. To se týká všech nástrojů, součástek a všech dalších předmětů, které nejsou potřebné. Musíte projít celé pracoviště a rozhodnout se o každém předmětu, jestli je k práci nutný. Pokud není nezbytný, je pouze překážkou v cestě a musí být odstraněn. Tento krok je vhodné provádět i se samotnými dělníky, kteří dané pracoviště znají nejlépe. (Roser, 2015)

Seiton – Systematicky uspořádat

V druhém kroku je důležité vytvořit systematické uspořádání pro všechny věci, které na pracovišti zůstanou. Všechny nástroje by měly mít určené své místo uložení. Často používané nástroje by měly být co nejvíce po ruce, méně využívané nástroje umístíme dál. Po vhodném uspořádání nástrojů je nutné uložení nástrojů vizualizovat. Vizualizaci je vhodné provést pomocí popisků s názvem nástroje, nebo pomocí stínů a obrysů nástrojů.

Vždy hned vidíme, kam daný nástroj patří a který nástroj chybí. Dalším krokem je vhodné označit všechno nářadí identifikačními kódy. V případě nalezení nářadí ihned víme, do kterého úseku patří. (Roser, 2015; Dennis, 2016, s. 49)

Seiso – Stále čistit

Ve třetím kroku udržujeme pracoviště čisté, bez špíny oleje, odřezků atd. Právě čištění odkrývá abnormality, předchází poruchám a udržuje hodnotu stroje. Vhodné je stanovit, co je potřeba čistit, kdo to provede, kdy to provede, jaké bude potřebovat prostředky a jaký to zabere čas. (Tuček a Bobák, 2006, s. 117; Monden, 2012, s. 199)

Seiketsu – Standardizovat

Bejčková (2016) udává, že ve čtvrtém kroku je nutné vytvořit jasný standard pracoviště, podle kterého bude všem zaměstnancům jasné, kdo, co, kdy a jak má dělat, čistit, udržovat a kontrolovat, aby se zabránilo nedbalostem.

Hřebíček (2010) ještě dodává, že kromě vydání pokynů a standardů je důležité zaměstnance řádně zaškolit.

Dle Roseho (2015) není úkolem čtvrtého kroku vytvořit standard, jak udávají české a evropské překlady. Standard jsme již vytvořili, ve třech předchozích krocích. Úkolem tohoto kroku je dané standardy kontrolovat.

Shitsuke – Sebedisciplína

Pátý krok dle Košturiak a Gregor (2002) je především úlohou managementu, který musí trénovat, ale i kontrolovat lidi v dodržování dohodnutých standardů, které by se měly postupem času stát automatismem v jejich každodenní práci. Dosažením tohoto stavu je obvykle spojeno i s následujícími jevy:

- lidé začnou pracovat jako tým,
- lidé se vzájemně více poslouchají,
- naučí se dodržovat pořádek,
- dále si vypěstují smysl pro přesnost a preciznost. (Monden, 2012, s. 199)

Tuček a Bobák (2006, s. 118) dodávají, abychom došli k úspěšné implementaci metody 5S, nesmíme provádět všechny kroky najednou, ale každý krok musíme provádět zvlášť s určitým časovým rozestupem.

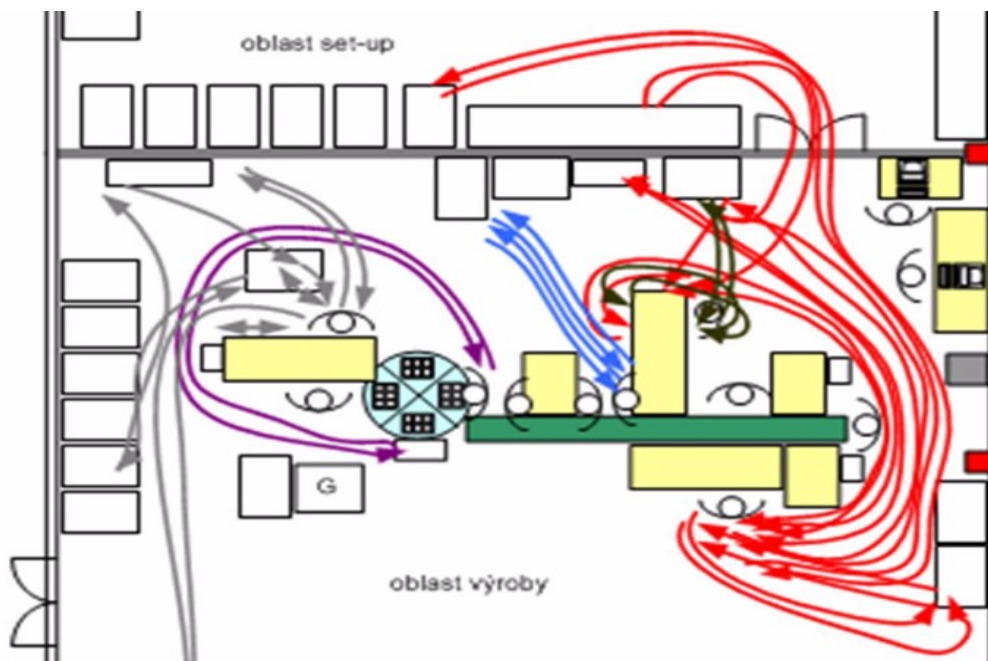
4.3 Špagety diagram

Špagety diagram představuje jeden z nástrojů štíhlé výroby, pomocí kterého můžeme identifikovat plýtvání při výrobě. Diagram zachycuje veškerý pohyb pracovníků v určitém časovém období. Podkladem je layout rozmístění strojů, nástrojů, pomůcek a materiálu na pracovišti, popřípadě ve výrobní hale. Do layoutu zaznamenáváme veškerý pohyb, který pracovník vykonal při určitém časovém úseku. Odhalí se tak velké množství chůze mimo pracoviště a může být dobrým podkladem na zpracování nového layoutu. Díky diagramu jednoduše zobrazíme prostor, ve kterém se operátor zdržuje při výkonu dané činnosti. (Pavelka, 2015; Špagetový diagram, ©2012)

Špagety diagram nejčastěji využíváme:

- k mapování toků pracovníků, výrobků a dokumentů,
- k měření ušlé vzdálenosti pracovníka,
- k identifikaci problémů, jakou jsou dlouhé trasy, špatně zvolené trasy a různé obcházky.

Ukázkový Špagety diagram je zobrazen na níže uvedeném obrázku (Obr. 7).



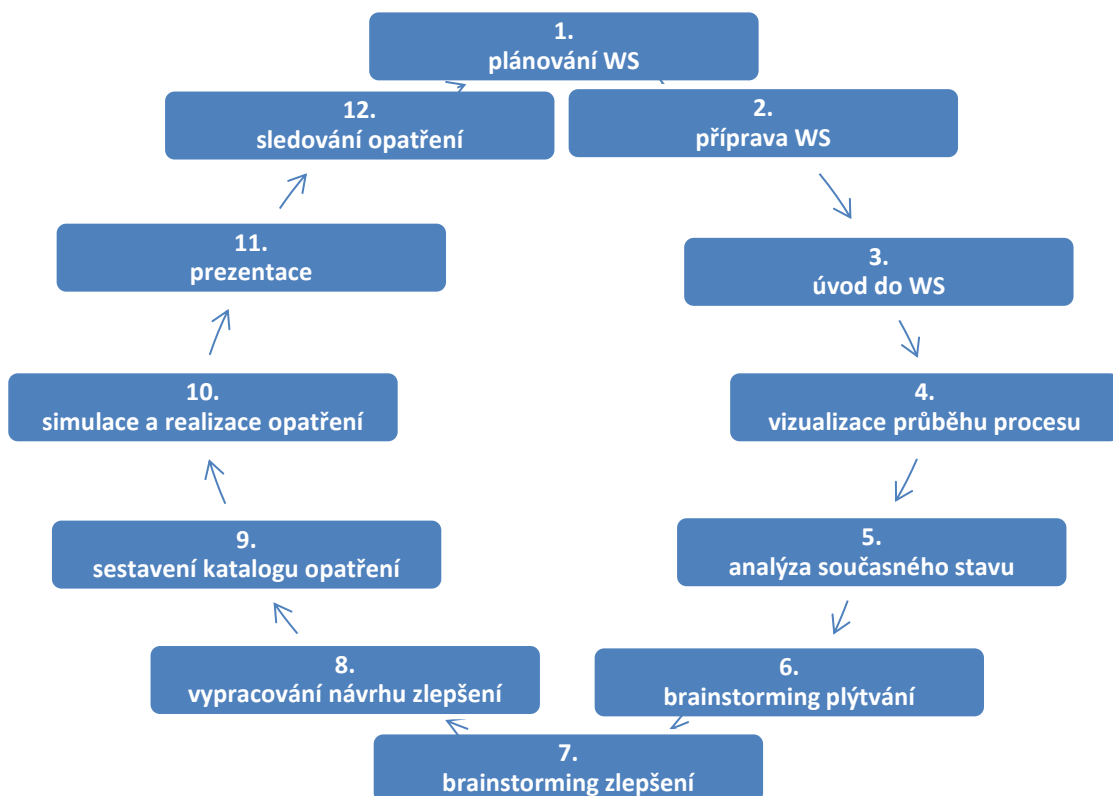
Obr. 7. Špagety diagram (Pavelka, 2015)

4.4 Workshop

Workshop je efektivní nástroj pro řešení problémů a odstranění plýtvání pomocí kvalifikovaného týmu. Cílem workshopu je zlepšení optimalizace metod a odstranění plýtvání. Spíše než komplexní záležitosti se zde řeší konkrétní problémy, který lze díky moderaci rychle vyřešit. Workshopy jsou přímo určeny na řešení a výsledek. Díky tomu se zde probírají zejména takové formy plýtvání, které lze odstranit v co nejkratším časovém intervalu, pomocí nulových či minimálních investic. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 199)

Workshopový tým z pravidla tvoří 8-10 lidí. Tým se skládá z moderátora, který má na starost řídit workshopový tým a moderování workshopu. Moderátor by měla být osoba, která náležitě rozumí probíranému tématu. Dalšími členy týmu by měly být, všichni zainteresovaní pracovníci daného problému. V provozní oblasti to může být například vedoucí provozu, operátor, průmyslový inženýr, údržbář a technolog. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 127; Mašín a Vytlačil, 2000, s. 197 - 202; Košturiak a Gregor, 2002)

Na níže uvedeném obrázku (Obr. 8) je zobrazeno, jak by měl workshop probíhat po jednotlivých krocích.



Obr. 8. Průběh workshopu (Košturiak a Frolík, 2006, s. 127)

V celém průběhu workshopu bychom se měli řídit určitými pravidly. Mašín a Vytlačil (2000, s. 197 - 198) uvádějí následující pravidla:

- tým se zabývá obsahem,
- moderátor je zodpovědný za dodržování času,
- tým je zodpovědný za řešení a návrhy opatření,
- každý člen má právo představit svůj pohled na problematiku,
- tým musí dosáhnout souhlasu,
- spolupráce je založena na ochotě poskytnout a přijmout informace,
- členové týmu jsou uvolněni ze svých pracovních povinností v průběhu workshopu.

4.5 SWOT analýza

SWOT analýza se řadí mezi jednu z nejvíce používaných analytických metod. Tuto analýzu poprvé představil Albert Humphrey v 60. letech 20. století. SWOT analýzu používáme při zhodnocení vnitřního a vnějšího okolí podniku. Vnitřní okolí podniku popisují silné a slabé stránky. Vnější okolí zase popisují příležitosti a hrozby. Cílem metody je najít a následně omezit slabé stránky, podporovat silné stránky, hledat nové příležitosti a předcházet hrozbám. SWOT je zkratka anglického originálu:

- Strengths - silné stránky,
- Weaknesses - slabé stránky,
- Opportunities – příležitosti,
- Threats – hrozby. (SWOT analýza, ©2011-2016)

Data pro SWOT analýzu můžeme shromáždit pomocí nejrůznějších technik, například z již existujících analýz, porovnáváním s konkurenty, rozhovorem se zaměstnanci a inspiraci již dříve zpracovanými SWOT analýzami. (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 62)

Keřkovský a Valsa (2012, s. 62) udávají, že je vhodné při zpracování SWOT analýzy se řídit následujícími zásadami:

- závěry SWOT by měly být relevantní,
- SWOT by měla být zaměřena na podstatné jevy a fakta,
- SWOT by měla být objektivní,
- síla jednotlivých faktorů by měla být nějakým způsobem ohodnocena. (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 62 – 64)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI MESGROUP CZECH S.R.O.

Společnost MESgroup Czech s.r.o. je obchodně-výrobní společnost, která pomáhá realizovat svým zákazníkům dodávky v oblasti strojírenství. Převážně se zaměřuje na frézované, soustružené, broušené, přesné obráběné díly, veškeré zpracování plechů a zámečnické práce. Společnost vyrábí na základě zpracované dokumentace, kterou dostane od zákazníka. Stěžejní pro společnost je kusová a malosériová výroba.

Posláním společnosti je zajistit kvalitní a spolehlivá řešení podle potřeb zákazníka. Svým zaměstnancům vytvářet kvalitní a příjemné pracovní prostředí. V neposlední řadě se aktivně podílet na společenském dění v jejich okolí.

Vizi společnosti je poskytovat kvalitní a spolehlivá řešení šitá na míru, která usnadňují práci našim zákazníkům. (Adamec, 2017)

5.1 Historie společnosti

Firmu MESgroup Czech s.r.o. v roce 2013 založili čtyři společníci. Provozovna firmy se nacházela v Dolním Němčí okrese Uherské Hradiště. V prvním roce podnikání se společnost zabývala pouze obchodní činností. Obchodovala převážně na zahraničních trzích v Belgii a Švýcarsku. Jen malé procento zakázek bylo pro českého zadavatele. Odvětví, ve kterém společnost působí od svého začátku, je strojírenství zejména třískové obrábění.

S rostoucími zakázkami, se majitelé rozhodli rozšířit společnost o výrobní činnost. Z tohoto důvodu bylo nutné, najít nové prostory, kde bude umožněné provádět i výrobní činnost. V roce 2014 se společnost přestěhovala do menší průmyslové budovy ve městě Uherský Brod. Zároveň koupila 2 CNC frézky a pásovou pilu. Pro obsluhu nových strojů firma nutně musela přijmout další zaměstnance. Z celkového počtu 4 zaměstnanců se firma postupně rozrostla o 4 pracovníky na obsluhu CNC frézek, 1 pracovníka na obsluhu pásové pily, programátora CNC zařízení a pomocného pracovníka na odjehlení a balení výrobků. Koncem roku 2015 společnost zaměstnávala 15 zaměstnanců. V této fázi se společnost orientovala jak na zahraniční, tak i na českou klientelu. Na českém trhu se orientovala na realizaci zakázek pro zákazníky ve svém okolí. K zahraničním klientům i nadále patřili země Belgie, Švýcarsko a rozšířili se do Itálie, Anglie.

Díky neustále rostoucím zakázkám a vykazováním rostoucích tržeb se majitelé rozhodli přestěhovat do větších výrobních prostorů a investovat do nových výrobních zařízení. Nové prostory našli v nově postavené hale v obci Slavkov okres Uherské Hradiště. Nezůstalo

to jen u rozšíření strojového parku, ale i u rozšíření obsluhy strojů a pomocných pracovníků ve výrobě. Počátkem roku 2016 se společnost rozšířila o montážní pracoviště a další CNC frézky. V průběhu roku 2017 firma koupila 2 CNC soustruhy a druhou pásovou pilu. Díky investici do strojového parku musela firma rozšířit i obsluhu strojů. Pro rok 2018 firma naplánovala projekt výstavby vlastní výrobní haly. Výstavba haly by měla být dokončena v průběhu druhé poloviny roku 2019. V tu dobu firma zaměstnávala na HPP 24 zaměstnanců ve výrobě a 11 zaměstnanců v oblasti manažerské a administrativní. Nyní je celkový počet všech zaměstnanců ve společnosti 35 včetně majitelů. V následujícím období se chce firma zaměřit na stabilizaci a zvýšení efektivity vnitřních procesů. (Adamec, 2017)

5.2 Základní údaje o společnosti

Obchodní jméno: MESgroup Czech s.r.o.

IČ: 01509373

Sídlo: č.p. 308, 687 64 Slavkov

Právní forma: Společnost s ručením omezeným

Datum zápisu v OR: 20. března 2013

Předmět podnikání: Výroba, obchod, obráběčství, zámečnictví, nástrojářství

Základní kapitál: 200 000 Kč

Jednatelé: Miroslav Kadlček, David Lukaščík

Společníci: Miroslav Kadlček, David Lukaščík, Luděk Jančář, Martin Mikulec (interní materiály)

5.3 Organizační struktura

Firemní rada je hlavní rozhodovací orgán pro operativní řízení. Firemní rada se skládá z vedoucích pracovníků jednotlivých oddělení. V současné době funkce vedoucích pracovníků zaujímají majitelé firmy, kteří se aktivně podílí na řízení společnosti. Cílem firemní rady je nacházet společná řešení, týkající se rozvoje společnosti, diskutovat nad budoucí strategií, inovacemi a nacházet adekvátní řešení problémů. Nad firemní radou je pouze valná hromada, která je hlavním oficiální rozhodovacím orgánem.

Chod společnosti je rozdělen na čtyři řídicí útvary. V čele každého útvaru stojí manažer. Jednotlivými řídicími útvary jsou:

- Útvar ekonomiky a informatiky,
- útvar obchodu a provozu,
- útvar logistiky a nákupu,
- útvar výroby a technologie.

Ekonomický útvar má na starost veškerou finanční stránku firmy, kam patří tvorba účetnictví a mezd. Dále pod jeho agendu spadá celní deklarace a veškerá činnost týkající výpočetní techniky a informačního systému. Pod útvar ekonomiky a informatiky spadají pouze dva zaměstnanci a to manažer útvaru a účetní.

Útvar obchodu a provozu provádí činnosti v oblastech prodej, marketingu a personalistiky. V rámci personalistiky provádí různá školení zaměstnanců, vytváří interní předpisy a nařízení a zajišťuje dodržování bezpečnosti práce na pracovištích dle stanovených norem.

Pod útvar logistiky a nákupu spadají kooperace a všechny práce spojené s balením, značením apod., které vedou k expedici výrobku. Útvar logistiky a nákupu také zajišťuje vnitropodnikovou logistiku. Tento útvar je personálně zajištěn od samotného manažera přes pracovníky skladu, referenta logistiky a pracovníky vývozu.

Posledním a zároveň nejrozsáhlejším útvarem je výroba a technologie. Mezi hlavní činnosti útvaru výroby patří – údržba a opravy strojů a samotná výroba. Technologie se zabývá technickou přípravou výroby a tvorbou CAD a CAM programů a výstupní kontrolou vlastních výrobků i obchodovaného zboží. Po personální stránce se jedná o útvar, který má nejvíce zaměstnanců - operátoři, seřizovači, montážní dělníci, technologové, pracovník kontroly, pracovníci dokončovacích prací a v čele útvaru stojí ředitelé výroby a technologie. (Adamec, 2017)

Obrázek organizační struktury najdeme v příloze P I Organizační struktura společnosti MESgroup Czech.

6 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Analýza současného stavu se týká pracoviště třískového obrábění část frézování. Analýza je prováděna pomocí pozorování, videozáznamů a dotazníkového šetření.

6.1 Výběr analyzovaných přetypování

Firma neurčila konkrétní stroj, na kterém bude aplikovaná SMED analýza. Před zahájením analýzy bylo nutné zjistit počet přetypování na jednotlivých CNC frézkách za jeden kalendářní rok. Na základě porovnání údajů z informačního systému bylo zjištěno, že počet přetypování je přibližně stejný na všech strojích. Z tohoto důvodu bylo provedeno denní pozorování, aby byl detailně zjištěn, jak probíhá proces přetypování.

Výsledkem bylo, že přetypování probíhá na všech strojích přibližně stejně. Liší se pouze postupem u jednotlivých seřizovačů. Z tohoto důvodu nebylo nutné určit konkrétní stroj.

Po dohodě s vedením firmy jsou provedena 3 libovolná přetypování. A z těchto přetypování je vytvořena průměrná hodnota časové úspory na jedno přetypování.

6.2 Workshop

Před zahájením analýzy přetypování proběhl ve firmě workshop, kterého se zúčastnili seřizovači a operátoři CNC frézek.

Cílem workshopu bylo seznámit pracovníky s metodami průmyslového inženýrství a vysvětlit jim jejich důležitost využití ve výrobě. Dále byly představeny jednotlivé druhy plýtvání a zúčastnění se měli zamyslet a vyjmenovat jaké druhy plýtvání probíhají při jejich pracovní činnosti. Následně jim byla dopodrobna představena metoda SMED, která má za úkol snížit plýtvání při přetypování strojů.

6.3 SWOT analýza

SWOT analýza byla zaměřena na proces přetypování CNC frézek. Vypracovanou SWOT analýzu může podnik využít pro posílení silných stránek a příležitostí, zároveň k eliminaci slabých stránek a vytvořit opatření vůči hrozbám v rámci přetypování CNC frézek.

Analýza je hodnocena pomocí váhového a bodového systému. Součet vah musí být v každé skupině roven 1. Váha představuje důležitost položky v rámci dané skupiny. A každá položka je hodnocena body ve stupnici od 1 (nejnižší vliv) do 5 (nejvyšší vliv). Body

udávají jak vysoký vliv má položka na dosažení cíle. U slabých stránek a příležitostí je hodnocení v záporných hodnotách.

Níže uvedená tabulka (Tab. 1) zobrazuje silné, slabé stránky, hrozby a příležitosti podle obdrženého hodnocení.

Tab. 1. SWOT analýza (vlastní zpracování)

Silné stránky	Váha	Hodnocení	Slabé stránky	Váha	Hodnocení
Ochota vedení realizovat změny	0,25	5	Absence kontroly zaměstnanců při dodržování pracovních postupů	0,25	-3
Zavádění digitalizace výrobních procesů	0,15	3	Nedostatečná evidence nástrojů, přípravků a upínací techniky	0,3	-5
Propojení IT a OT infrastruktury	0,05	2	Chybějící standardizace pracovišť a postupů	0,2	-4
Stabilní tým zaměstnanců	0,25	3	Neexistence vizualizace	0,1	-2
Kvalifikace seřizovačů	0,3	5	Absence přesné struktury procesů a odpovědností	0,15	-4
Celkem		4,05	Celkem		-3,85
Příležitosti	Váha	Hodnocení	Hrozby	Váha	Hodnocení
Získání nových zakázek	0,3	4	Úbytek zakázek	0,3	-4
Získání nových zákazníků	0,3	5	Pokles výkonu ekonomiky	0,15	-1
Aplikace metod PI	0,1	4	Odchod klíčových zaměstnanců	0,3	-5
Zvýšení výrobních kapacit	0,05	3	Vstup nové konkurence na trh	0,2	-2
Zvýšení konkurenceschopnosti	0,25	4	Špatná situace na trhu práce	0,05	-2
Celkem		4,25	Celkem		-3,35

Mezi hlavní silné stránky patří ochota vedení realizovat změny, což se ukazuje neustálou modernizací společnosti. Mezi další silné stránky například patří kvalifikace seřizovačů, kteří si dokáží poradit s jakýmkoliv úkolem a pohotově dokáží reagovat na problémy, které vzniknou při přetypování stroje.

Největší slabou stránkou je nedostatečná evidence nástrojů, přípravků a upínací techniky, díky tomu dochází k neustálému hledání všech pomůcek a prodlužuje se tím čas přetypování. Další slabou stránkou je absence standardizace pracovních postupů, díky tomu dochází k zdlouhavým přetypováním CNC frézek.

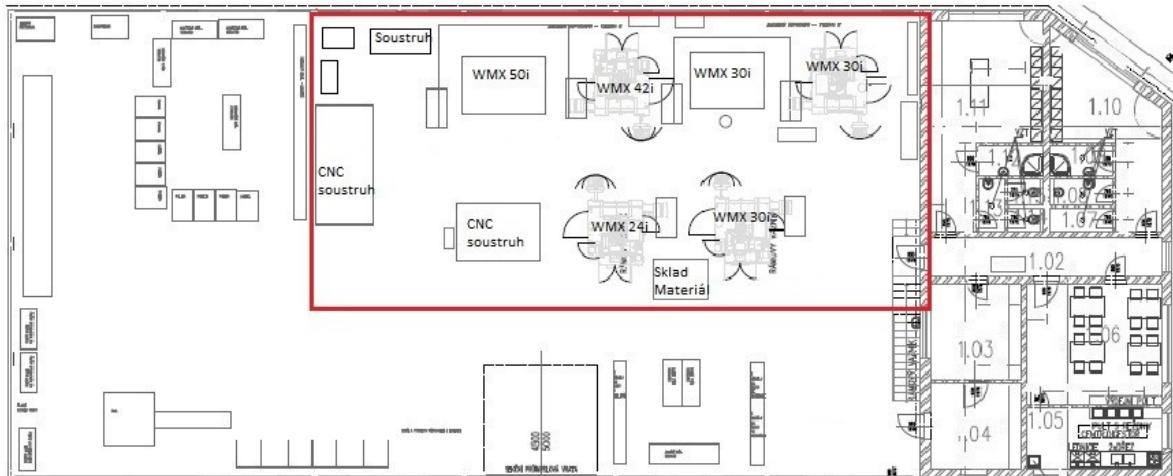
Mezi hlavní příležitosti řadíme získání nových zakázek od stávajících zákazníků a možnost získat i nové zákazníky. Další příležitostí je aplikace metod průmyslového inženýrství, která úzce souvisí se zvýšením konkurenceschopnosti. Aplikací metod PI se nám zvyšuje produktivita a ta vede ke zvýšení konkurenceschopnosti společnosti.

Mezi největší hrozby patří odchod klíčových zaměstnanců. Vzhledem situaci na trhu práce by mohla mít tato hrozba pro společnost katastrofální následky. Další hrozbou je vstup nové konkurence na trh, což by mohlo způsobit úbytek zakázek.

Na základě výsledků bodového hodnocení lze prohlásit, že u projektu je předpokládána úspěšná realizace, jelikož suma celkového hodnocení silných stránek a příležitostí je větší než suma slabých stránek a hrozeb.

6.4 Analýza pracoviště třískového obrábění

Pracoviště třískového obrábění se rozkládá na jedné třetině výrobní haly. Pracoviště třískového obrábění je rozděleno na soustružení a frézování. Pracoviště třískového obrábění je zobrazeno na obrázku (Obr. 9).



Obr. 9. Layout výrobní haly – vyznačeno pracoviště třískové obrábění (vlastní zpracování)

Na pracovišti soustružení se nachází 1 klasický soustruh, 2 CNC soustruhy a místo pro uložení a úpravu nástrojů k soustruhu. Soustruhy mají na starost 3 zaměstnanci, kteří provádějí jak přetypování stroje, tak i jeho obsluhu.

Úsek frézování se skládá z 6 CNC frézek. Jednoho místa pro seřizovače, kde probíhá úprava nástrojů. Dále ze skladů nástrojů, polotovárů a místa pro uložení přípravků a podložek. O CNC frézky se starají 3 operátoři a 1 seřizovač. Každý operátor má na starost 2 stroje. Na pracovišti se pracuje na dvě směny.

Seřizovač má na starost většinou přetypování CNC frézek, kontrolu rozměrů prvního kusu a předání stroje operátorovi, kde mu vysvětlí, jak upínat dané kusy. V některých případech má na starost i obsluhu stroje.

Operátoři vyměňují jednotlivé kusy, provádějí průběžnou kontrolu rozměrů, kterou musí dokumentovat do kontrolního listu. Dále úklid hotových výrobků, které převezou na pracoviště odjehlení a úklid přípravků. V případě lehčích druhů výroby, provádějí operátoři i přetypování stroje. Před zapnutím cyklu obrábění, to zkontroluje seřizovač, zda je vše provedeno správně.

Na níže uvedeném obrázku (Obr. 10) je zobrazeno pracoviště frézování.



Obr. 10. Pracoviště frézování (vlastní zpracování)

Diplomová práce se výhradně zaměřuje na pracoviště frézování, které je níže analyzováno.

Na pracovišti nejsou implementovány, žádná vizuální značení. Pro vizuální značení neexistuje závazná směrnice, podle které by podniky musely postupovat. Tím že společnost nemá instalovanou žádnou vizualizaci (vyjímaje bezpečnosti) neporušuje žádné zákony, ale využitím vizuálního značení může hodně zpřehlednit, urychlit a zefektivnit svůj výrobní proces.

Z pohledu pořádku na pracovišti není implementována žádná metoda štlhlé výroby, jako je například metoda 5S. Samotní zaměstnanci nemají velkou snahu a návyky udržovat své pracovní místo uklizeno a často odkládají pracovní nástroje na místa, které nejsou určeny pro tyto nástroje, což může být potenciální hrozbou pracovního úrazu. Dochází zde k neustálému hledání nástrojů, pracovních pomůcek a k jejich časté ztrátě nebo poničení.

6.4.1 Popis současného stavu pracoviště frézování

Pracoviště frézování obsahuje 6 CNC frézek. U každého stroje se nachází stůl pro odkládání měřidel a pracovních pomůcek. Dále se tam ovšem nachází velké množství věcí, které tam nepatří. Například pracovní pomůcky a měřicí nástroje, které se využívaly při

předchozí výrobě. Věci, které by se na pracovním stole neměly nacházet vůbec, jako je mobilní telefon, hrnek od kávy, láhev s pitím a oblečení. U pracovního stolu se nenachází žádné úklidové pomůcky.

Na níže uvedeném obrázku (Obr. 11) můžeme vidět pracovní stůl u CNC frézek.



Obr. 11. Pracovní stůl u CNC frézky (vlastní zpracování)

Dále se na pracovišti nachází pracovní místo vyhrazené pro seřizovače. Toto místo je relativně čisté a uklizené. Problémem na tomto pracovišti je ukládání pracovních pomůcek. Pracovní pomůcky jsou uloženy neorganizovaně a náhodně v zásuvkách pracovního stolu. V zásuvkách se nachází velké množství pracovních pomůcek a trvá dlouhou dobu, než pracovník najde pracovní pomůcku, kterou hledal, nebo se také stane, že se tam pracovní pomůcka vůbec nenachází.

Na níže uvedeném obrázku (Obr. 12) je zobrazeno místo pro seřizovače.



Obr. 12. Místo pro seřizovače (vlastní zpracování)

Vedle místa pro seřizovače sousedí sklad pracovních nástrojů, který obsahuje tři skříně pro uložení nástrojů. Nástroje jsou ve skříních uloženy v samostatně nebo v ochranných obalech a v úložných boxech. Často se stane, že nástroj umístí do jiného boxu. Z tohoto důvodu a z důvodu velkého množství nástrojů v jednotlivých úložných boxech dochází k zdlouhavému vyhledávání určitého nástroje.

Na níže uvedeném obrázku (Obr. 13) je zobrazeno ukládání nástrojů.



Obr. 13. Uložení nástrojů (vlastní zpracování)

Upínače nástrojů se nachází, buď v regálu pro jejich uložení, nebo na vozících pro seřizovače, z kterých nebyly uklizeny na své místo po přetypování.

Dalším místem na pracovišti frézování je sklad svěráků a upínacích přípravků. Svěráky a přípravky jsou uloženy v policových regálech. Oba sklady nemají žádné vizuální značení.

Přípravky jsou v regálech uloženy chaoticky a nejsou nijak označeny. Z tohoto důvodu dochází k dlouhé době jejich hledání. Uložení přípravků je zobrazeno na obrázku (Obr. 14)



Obr. 14. Regál s přípravky (vlastní zpracování)

Pro účely přetypování mají seřizovači k dispozici seřizovací vozík, který by měl obsahovat pouze pracovní pomůcky, stojan pro uložení nástrojů k seřízení, měřidla a ochranné pracovní pomůcky. Někdy seřizovač využívá vozík i k odložení osobních věcí jako je mobilní telefon, láhev s pitím a hrnek od kávy nebo čaje. Na vozíku ani uvnitř nejsou pomůcky systematicky uloženy a z toho důvodu dochází k častému hledání těchto pomůcek. Seřizovací vozík je zobrazen na obrázku (Obr. 15).



Obr. 15. Seřizovací vozík (vlastní zpracování)

6.5 Popis přetypování

Firma nedisponuje žádným standardem přetypování CNC frézek, který udává, jak by měli seřizovači postupovat. Díky tomu provádějí přetypování podle svého uvážení.

K přetypování není využita žádná dokumentace, až na výkres výrobku.

Seřizování by mělo být správně rozděleno na činnosti externí, které probíhají za provozu stroje a činnosti interní, které musí být provedeny pouze po zastavení stroje. Ve všech případech přetypování probíhají všechny činnosti až po zastavení stroje tedy jako činnosti interní.

Každé přetypování začíná po ukončení předchozí výroby. Seřizovač si nejprve přiveze polotovary ze skladu polotovarů a následně se jde přihlásit do systému k operaci přetypování poloha 1.

Po přihlášení seřizovač vyhledá příslušný program, který je uložený na firemním serveru pod číslem výrobku. Tvorbu programu mají na starost technologové, kteří k tomu využívají program Autodesk inventor HSM.

Následně v programu vyhledá, jaké potřebuje nástroje k poloze 1 a jde si je přichystat. Vyhledávání, vychystání nástroj a chůzi pro nástroje a zpět vykonává několikrát po sobě. Pokud je nástrojů více, nedokáže si je všechny zapamatovat a vzít na jednou. Pro tyto případy by měl využívat seřizovací vozík a seřizovací list. Vozík spíše využívají k odkládání nástrojů z předchozí výroby nebo k odkládání pracovních pomůcek. Seřizovací listy nejsou ve společnosti vůbec zavedeny.

Dalším krokem je očištění vnitřku stroje. Po vyčištění probíhá demontáž a montáž svěráků, které slouží k upnutí obrobku. Seřizovač buď použije svěráky z předchozí výroby, nebo si přinese svěráky nové.

Po montáži svěráků si nejprve připraví manuální odměřovač nástrojů a zkontroluje, jestli je správně vyrovnaný. Následně začne vkládat a odměřovat jednotlivé nástroje. Před vložením nástroje seřizovač změří průměr nástroje a vloží jeho velikost do programu. Pomocí odměřovače změří délku nástroje. Seřizovači nevytahují ze stroje všechny nástroje z předešlé výroby, ale pouze ty nástroje, na jejichž pozici vkládají nástroj nový. Z tohoto důvodu se často stává, že když nenajdou nástroj na svém místě uložení, musí procházet všechny stroje, jestli se v nich potřebný nástroj nenachází. Čekání na nástroj může trvat i několik minut. Nástroje lze ze stroje vyjmout pouze po ukončení obráběcího cyklu.

Po vložení všech nástrojů začíná upnutí obrobku. Seřizovač si nejprve připraví přesné podložky a přípravek pokud to výrobní operace vyžaduje. Po přípravě podložek a přípravku dochází k upnutí obrobku. K upnutí obrobku nemají seřizovači k dispozici žádný vizuální náhled a tak musí obrobek upnout podle svých zkušeností, což někdy dochází k dlouhému nacházení patřičné polohy upnutí. Někdy se stane, že výrobek špatně upnou a dochází, tak ke zvyšování zmetkovitosti.

Po upnutí obrobku provádí určení nulového bodu. Určení nulového bodu probíhá pomocí obrobkové sondy. Pro určení nulového bodu není zavedena žádná dokumentace.

Dalším krokem je kontrola programu a zpuštění obráběcího cyklu. Seřizovač nejprve zkontroluje program a po úspěšné kontrole spustí obráběcí cyklus. Rychlost prvního obráběcího cyklu je nastavena na menší rychlost, než zbytek výrobní dávky. Seřizovač kontroluje každý krok, který stroj vykoná. V případě problému stroj zastaví a zkontroluje obrobek a program. Kontrolu programu provádí buď sám, nebo v případě vážnějších problémů zajde za technologem, který program vytvořil.

Po dojetí prvního kusu dochází ke kontrole rozměrů výrobku. Seřizovač nejprve očistí stroj, následně část výrobku přeměří ve stroji. Po přeměření části výrobku je výrobek odepnut znovu očištěn a přeměřen.

Pokud je vše v pořádku, seřizovač předá stroj operátorovi, kterému předvede, jak správně upínat obrobek.

Na konec se odhlásit z operace přetypování poloha 1. Po odhlášení by měl seřizovač všechny nástroje uklidit na své místo. Často se tak neděje, nástroje i s pracovními pomůckami nechá odložené na vozíku pro seřizovače, nebo na stole u CNC frézek.

V případě výroby výrobku s více polohami obrábění, berou seřizovači každou přípravu na novou polohu jako nové přetypování, které obsahuje veškeré činnosti, jako je příprava nástrojů k dané poloze, vkládání nástrojů a jejich vyrovnání a kontrola programu.

6.5.1 Videozáznam přetypování 1

Přetypování 1 bylo specifické tím, že se jednalo o nový výrobek, který nebyl ve firmě ještě vyráběn. Toto přetypování trvalo 1 hodinu 15 minut. Čas je uveden bez cyklu obrábění prvního kusu. Při přetypování 1 prováděl seřizovač všechny činnosti jako interní.

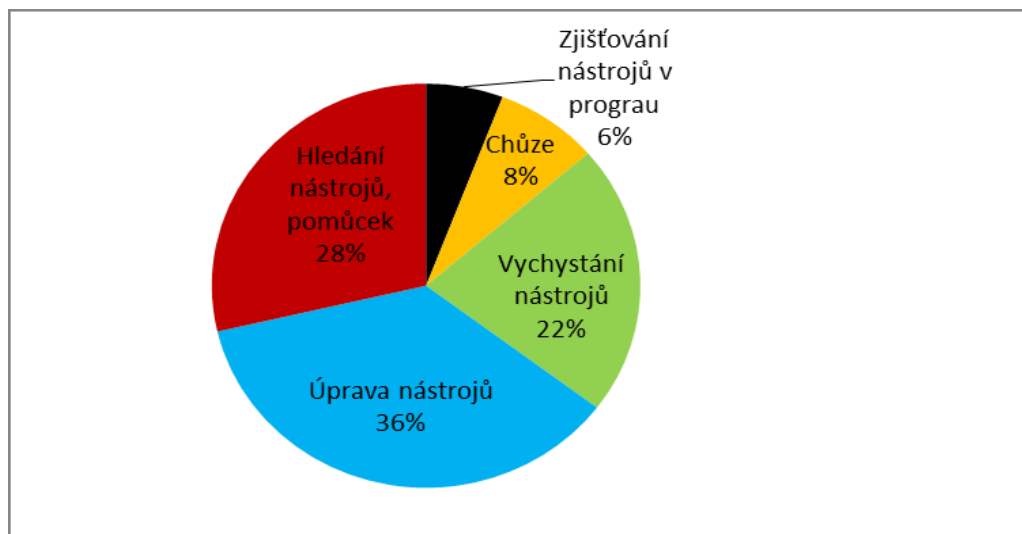
Po dokončení posledního kusu předchozí výroby operátor předal informaci seřizovači, že může začít provádět přetypování stroje.

Seřizovač si nejprve přivezl polotovary s průvodkou ze skladu polotovarů. Cesta od stroje do skladu a zpět měřila 40 metrů, která je zobrazena ve Špagety diagramu červenou barvou. Následně se šel přihlásit k terminálu k odvádění operací, který je od stroje vzdálený 12 metrů.

Po přihlášení načel program, který se nacházel na firemním serveru. Tento úkon trval 1 minutu 1 sekundu.

Po načtení programu si v něm vyhledal, jaké bude potřebovat nástroje. A následně si je šel vychystat do regálu s nástroji a upínači. Nejprve si přichystal 2 nástroje a odnesl je ke stroji. Následně se znovu podíval do programu na další potřebné nástroje a šel si je vychystat. Při úpravě nástroje nemohl najít šroubovák, hledání šroubováku mu trvalo 36 sekund. Po úpravě si odnesl 1 nástroj ke stroji a znovu se podíval, jaké nástroje mu chybí. Úpravu nástrojů provedl na místě pro seřizovače. Na potřetí si vychystal 4 nástroje, 1 z toho musel upravit, při úpravě nástroje nemohl najít správný vrták, hledání správného vrtáku mu trvalo

3 minuty 55 sekund. A to z důvodu, než přebral několik vrtáků v jednom velkém boxe. Naposledy si šel vychystat 1 nástroj.



Obr. 16. Přehled činností přípravy nástrojů přetypování 1 (vlastní zpracování)

Z výše uvedeného obrázku (Obr. 16) je patrné, že celková příprava 9 nástrojů trvala 15 minut 46 sekund. Z toho vyhledávání nástrojů z programu trvalo 55 sekund, chůze od stroje pro nástroje se opakovala 4x, celkově trvala 1 minutu 14 sekund a její vzdálenost byla 60 metrů. Hledání pomůcek a nástrojů trvalo 4 minuty 31 sekund. Vychystání nástrojů zabralo 3 minuty 25 sekund a úprava nástrojů zabrala 5 minut 41 sekund. Vychystání a úprava nástrojů patří k úkonům nezbytným k přípravě nástrojů. Chůze od stroje k regálu s upínači je zobrazena ve Špagety diagramu zelenou barvou a chůze od regálu s upínači k seřizovacímu místu a k regálu s nástroji je zakresleno oranžovou barvou.

Po přípravě všech nástrojů se seřizovač pustil do čištění stroje z předešlé výrobní dávky. Čištění trvalo 1 minutu 41 sekund.

Jakmile byl stroj čistý, začal seřizovač vkládat nástroje do stroje. Nejprve si přichystal a zkontroloval manuální odměřovač nástrojů. Poté přeměřil průměr nástroje a hodnotu zapsal do programu. Pak přeměřený nástroj vložil do stroje a provedl odměření délky, kterou také zapsal do programu. Celkové vkládání 9 nástrojů mu trvalo 7 minut 33 sekund.

Po vložení všech nástrojů si upravil svěráky. Při současné výrobě použil svěráky, které již byly ve stroji z předchozí výroby. Nastavil pouze jejich rozsah podle velikosti výrobku. Úprava svěráků trvala 3 minuty 57 sekund.

Po nastavení správného rozsahu svěráků šel seřizovač vychystat přesné podložky, které využívá při upnutí výrobku. Chůze pro podložky byla vzdálena 7 metrů, která je vyobrazena fialovou barvou ve Špagety diagramu. Při vychystání podložek nemohl najít seřizovač pružnou podložku, hledání této podložky mu zabralo 23 sekund.

Po montáži všech podložek seřizovač upnul obrobek do stroje, což mu trvalo 1 minutu 32 sekund. Činnost upnutí se skládá z odebrání polotovaru z palety, vložení do stroje a jeho upnutím.

Po správném upnutí polotovaru seřizovač vložil sondu do stroje a začal sondovat nulový bod. Mezitím vyměnil kus na druhém stroji, který měl také na starost. Obsluha druhého stroje trvala 4 minuty 13 sekund.

Následně zkontroloval program, ve kterém kontroluje hloubku děr u vrtáků a závitníků, aby nedošlo k poškození nástroje při rozdílné hloubce. Také kontroluje otáčky a posuvy na všech nástrojích, správnost všech nástrojů, správné nastavení vnitřního chlazení. Nakonec musí dopsat do programu dojezd stolu na konci programu.

Po ověření správnosti programu zapnul cyklus obrábění prvního kusu. Během obráběcího cyklu musel seřizovač 3 krát zastavit stroj a jít se poradit s programátorem a vyměnit jeden nástroj. Komunikace s programátorem a výměna nástroje celkově trvala 18 minut 2 sekundy. Chůze za programátorem byla 140 metrů, která je zobrazena ve Špagety diagramu příloha hnědou barvou. Celkový čistý čas cyklu obrábění první polohy trval 1 hodinu 36 minut 26 sekund.

Po ukončení obrábění seřizovač nejprve očistil výrobek stlačeným vzduchem, následně zkontroloval jeho rozměry a vyjmul ze stroje. Opět očistil stlačeným vzduchem a přeměřil. Tyto činnosti trvaly 4 minuty 21 sekund, z toho 12 sekund hledal posuvné měřidlo.

Po kontrole obrobku, se seřizovač dohodl s programátorem, že vymění některé nástroje. Komunikace s programátorem a výměna nástrojů trvala 4 minuty 41 sekund.

Nakonec předal stroj operátorovi, kterému ukázal a vysvětlil, jak upínat jednotlivé kusy a odhlásil se z operace přetypování.

Podrobné údaje o přetypování 1 jsou zobrazeny v současném jízdním řádu příloha P II Současný jízdni řád přetypování 1 a příloha P III Špagety diagram přetypování 1

6.5.2 Videozáznam přetypování 2

Přetypování 2 bylo rozdílné tím, že při výrobě byl využit přípravek pro upnutí. Přetypování stroje trvalo 1 hodinu 24 minut 27 sekund. Čas je uveden bez cyklu obrábění prvního kusu. Při přetypování 2 prováděl seřizovač všechny činnosti jako interní.

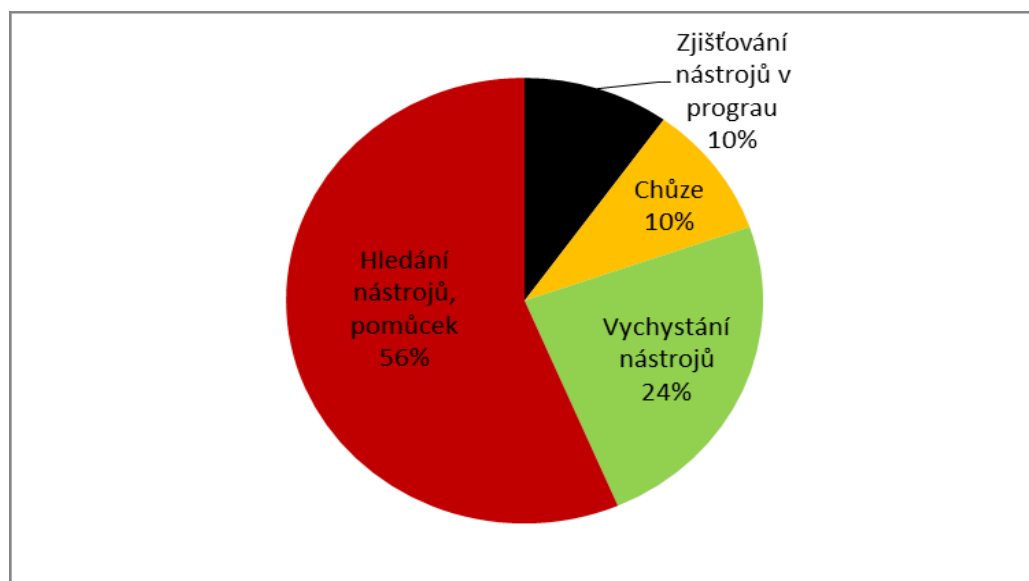
Po dokončení posledního kusu předchozí výroby operátor předal informaci seřizovači, že může začít provádět přetypování stroje.

Seřizovač si nejprve přivezl polotovary s průvodkou ze skladu polotovarů. Cesta od stroje do skladu a zpět trvala 1 minutu 58 sekund a měřila 40 metrů, která je zobrazena ve Špage-ty diagramu červenou barvou.

Následně se šel přihlásit k terminálu k odvádění operací, který je od stroje vzdálený 12 metrů.

Po přihlášení načel program, který se nacházel na firemním serveru. Tento úkon trval 1 minutu 20 sekund.

Po načtení programu si v něm vyhledal, jaké bude potřebovat nástroje. A následně si je šel vychystat do regálu s nástroji a upínači. Nejdříve si přichystal 2 nástroje a odnesl je ke stroji. Následně se znovu podíval do programu na další potřebné nástroje a šel si je vychystat. Na podruhé si vychystal a odnesl 2 nástroje. Naposledy si šel vychystat 3 nástroje, z toho 1 nástroj se nacházel v jiném stroji. Hledání nástroje, čekání na ukončení cyklu obrábění a vyjmutí nástroje ze stroje trvalo 5 minut 13 sekund.



Obr. 17. Přehled činností přípravy nástrojů přetypování 2 (vlastní zpracování)

Z obrázku (Obr. 17) je patrné, že celková příprava 7 nástrojů trvala 9 minut 15 sekund. Z toho vyhledávání nástrojů z programu trvalo 55 sekund, chůze od stroje pro nástroje se opakovala 3 krát, celkově trvala 54 sekund a její vzdálenost byla 45 metrů. Hledání pomůcek a nástrojů trvalo 5 minut 13 sekund. Vychystání nástrojů zabralo 2 minuty 13 sekund. Při přetypování 2 neprováděl žádnou úpravu nástrojů. Chůze od stroje k regálu s upínači je zobrazena ve Špagety diagramu zelenou barvou.

Po přípravě všech nástrojů se seřizovač pustil do čištění stroje z předešlé výrobní dávky. Čištění trvalo 56 sekund.

Jakmile byl stroj čistý, začal seřizovač s montáží svěráků. Seřizovač chtěl využít svěraky z předešlé výroby při nastavování rozsahu, ale zjistil, že svěraky jsou malé. Toto nastavení rozsahu a následná demontáž svěráků trvala 6 minut 33 sekund. Následně musel jít pro nové svěraky, tuto chůzi absolvoval 2 krát pro každý svěrák samostatně. Celková chůze trvala 27 sekund. Vzdálenost od stroje po regál se svěraky měřila 8 metrů. Následně provedl montáž nových svěráků a nastavil jejich rozsah. Tyto činnosti mu zabraly 4 minuty 35 sekund.

Po montáži svěráků začal seřizovač vkládat nástroje do stroje. Nejprve si přichystal a zkontroloval manuální odměřovač nástrojů. Poté změřil průměr nástroj a hodnotu zapsal do programu. Pak přeměřený nástroj vložil do stroje, následně odměřil jeho délku a zapsal do programu. Celkové vkládání 7 nástrojů mu trvalo 14 minut 15 sekund.

Po vložení všech nástrojů, šel seřizovač vychystat přesné podložky, které využívá při upnutí výrobku. Chůze pro podložky byla vzdálena 7 metrů, která je vyobrazena fialovou barvou ve Špagety diagramu.

Po vložení všech podložek šel seřizovač do regálu s přípravky pro přípravek. Díky nevhodnému uložení a absenci značení přípravků nemohl seřizovač přípravek najít. Hledání přípravku zabralo 28 minut 47 sekund. Následně provedl montáž přípravku, která mu zabrala 1 minutu 57 sekund. Cesta pro přípravek a zpět ke stroji mu zabrala 20 sekund a měřila 14 metrů. Cesta pro přípravek je zobrazena ve Špagety diagramu tmavě červenou barvou.

Po montáži přípravku seřizovač upnul obrobek do stroje, což mu trvalo 2 minuty 32 sekund. Činnost upnutí se skládá z odebrání polotovaru z palety, vložení do stroje a jeho upnutím.

Po správném upnutí polotovaru seřizovač vložil sondu do stroje a začal sondovat nulový bod.

Následně zkontroloval program, ve kterém kontroluje hloubku děr u vrtáků a závitníků, aby nedošlo k poškození nástroje při rozdílné hloubce. Také kontroluje otáčky a posuvy na všech nástrojích, správnost všech nástrojů, správné nastavení vnitřního chlazení. Nakonec musí dopsat do programu dojezd stolu na konci programu.

Po ověření správnosti programu zapnul cyklus obrábění prvního kusu. Celkový čistý čas cyklu obrábění první polohy trval 1 hodinu 36 minut 26 sekund.

Po ukončení obrábění seřizovač nejprve očistil výrobek stlačeným vzduchem, následně zkontroloval jeho rozměry a vyjmul ze stroje. Opět očistil stlačeným vzduchem a přeměřil. Tyto činnosti trvaly 4 minuty 12 sekund.

Po kontrole obrobku se seřizovač odhlásil z operace přetypování. Předal stroj operátorovi, kterému ukázal a vysvětlil, jak upínat jednotlivé kusy.

Podrobné údaje o přetypování 2 jsou zobrazeny v současném jízdním řádu příloha P IV Současný jízdní řád přetypování 2 a příloha P V Špagety diagram přetypování 2.

6.5.3 Videozáznam přetypování 3

Přetypování 3 bylo odlišné tím, že mělo více poloh obrábění. Celkové přetypování trvalo 51 minut 22 sekund. Čas je uveden bez obou cyklů obrábění u prvního kusu. Při přetypování 3 prováděl seřizovač všechny činnosti jako interní.

Po dokončení posledního kusu předchozí výroby operátor předal informaci seřizovači, že může začít provádět přetypování stroje.

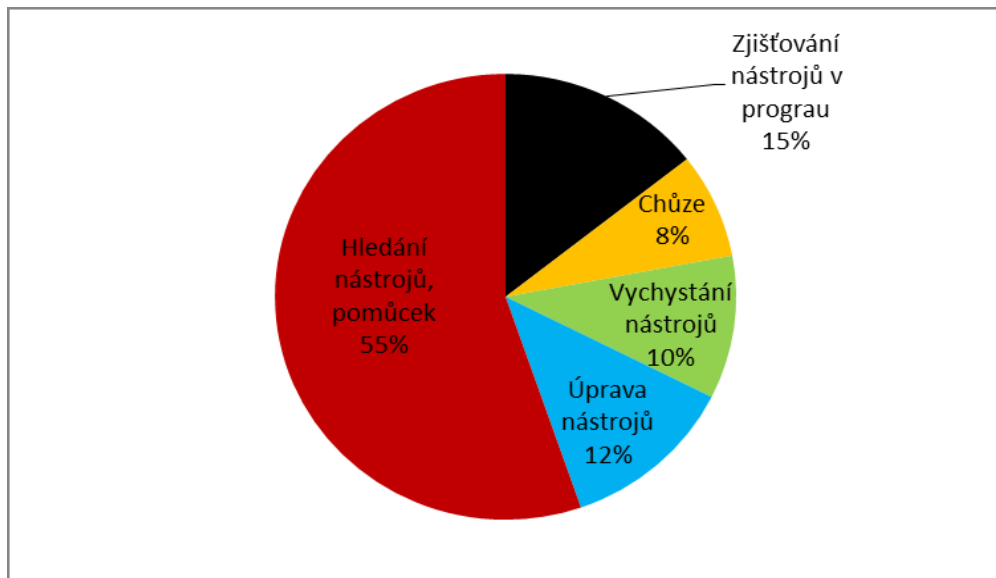
Seřizovač si nejprve přivezl polotovary s průvodkou ze skladu polotovarů. Cesta od stroje do skladu a zpět měřila 26 metrů, která je zobrazena ve Špagety diagramu červenou barvou.

Následně se šel přihlásit k terminálu k odvádění operací, který je od stroje vzdálený 20 metrů.

Po přihlášení načel program, který se nacházel na firemním serveru. Tento úkon trval 1 minutu 20 sekund.

Po načtení programu si v něm vyhledal, jaké bude potřebovat nástroje. A následně si je šel vychystat do regálu s nástroji. Nejprve si přichystal 1 nástroj a odnesl ho ke stroji.

Při vychystávání nástroj nemohl najít. Hledání nástroje mu zabralo 4 minuty 21 sekund. Následně se znovu podíval do programu na další potřebné nástroje a šel si je vychystat. Nakonec si odnesl 2 nástroje.



Obr. 18. Přehled činností přípravy nástrojů přetypování 3 poloha 1 (vlastní zpracování)

Z výše uvedeného obrázku (Obr. 18) je patrné, že celková příprava 3 nástrojů trvala 7 minut 52 sekund. Z toho vyhledávání nástrojů z programu trvalo 55 sekund, chůze od stroje pro nástroje se opakovala 2 krát, celkově trvala 36 sekund a její vzdálenost byla 20 metrů. Hledání pomůcek a nástrojů trvalo 4 minuty 21 sekund. Vychystání nástrojů zabralo 49 sekund a úprava nástrojů zabrala 58 sekund. Chůze od stroje k regálu s upínači je zobrazena ve Špagety diagramu zelenou barvou a chůze od regálu s upínači k místu pro seřizovače a k regálu s nástroji je zakresleno oranžovou barvou.

Po přípravě všech nástrojů se seřizovač pustil do čištění stroje z předešlé výrobní dávky. Čištění trvalo 20 sekund.

Jakmile byl stroj čistý, začal seřizovač vkládat nástroje do stroje. Nejprve si přichystal a zkontroloval manuální odměřovač nástrojů. Poté změřil průměr nástroj a danou hodnotu zapsal do programu. Pak přeměřený nástroj vložil do stroje, provedl odměření délky a její hodnotu zapsal do programu. Celkové vkládání 3 nástrojů mu trvalo 1 minut 50 sekund.

Po vložení všech nástrojů si upravil svěráky. Při současné výrobě použil svěráky, které již byly ve stroji z předchozí výroby. Nastavil pouze jejich rozsah podle velikosti výrobku. Úprava svěráků trvala 4 minuty 24 sekund.

Po nastavení správného rozsahu svěráků šel seřizovač vychystat přesné podložky, které využívá při upnutí výrobku. Chůze pro podložky byla vzdálena 11 metrů, která je vyobrazena fialovou barvou ve Špagety diagramu.

Po montáži všech podložek provedl seřizovač upnutí obrobku do stroje, což mu trvalo 1 minutu 32 sekund. Činnost upnutí se skládá z odebrání polotovaru z palety, vložení do stroje a jeho upnutím.

Po správném upnutí polotovaru seřizovač chtěl provést sondování nulového bodu, ale nemohl najít sondu. Hledání sondy mu zabralo 1 minutu 30 sekund. Po najetí, vložil sondu do stroje a začal sondovat nulový bod.

Jakmile měl na sondovaný nulový bod, začal hledat hloubkoměr. Hledání hloubkoměru trvalo 22 sekund.

Následně zkontroloval program, ve kterém kontroluje hloubku děr u vrtáků a závitníků, aby nedošlo k poškození nástroje při rozdílné hloubce. Také kontroluje otáčky a posuvy na všech nástrojích, správnost všech nástrojů, správné nastavení vnitřního chlazení. Nakonec musí dopsat do programu dojezd stolu na konci programu.

Po ověření správnosti programu zapnul cyklus obrábění prvního kusu. Po 15 sekundách musel stroj zastavit, protože nepracoval, jak by měl. Zjistil, že jeden s nástrojů, které tam vložil, byl špatného rozměru. Celková výměna nástroje s řešením problému, vyjmutím z jiného stroje, jeho vychystáním, úpravou a vložení do stroje trvala 8 minut 8 sekund. Celkový čistý čas cyklu obrábění prvního kusu první polohy trval 7 minut 7 sekund.

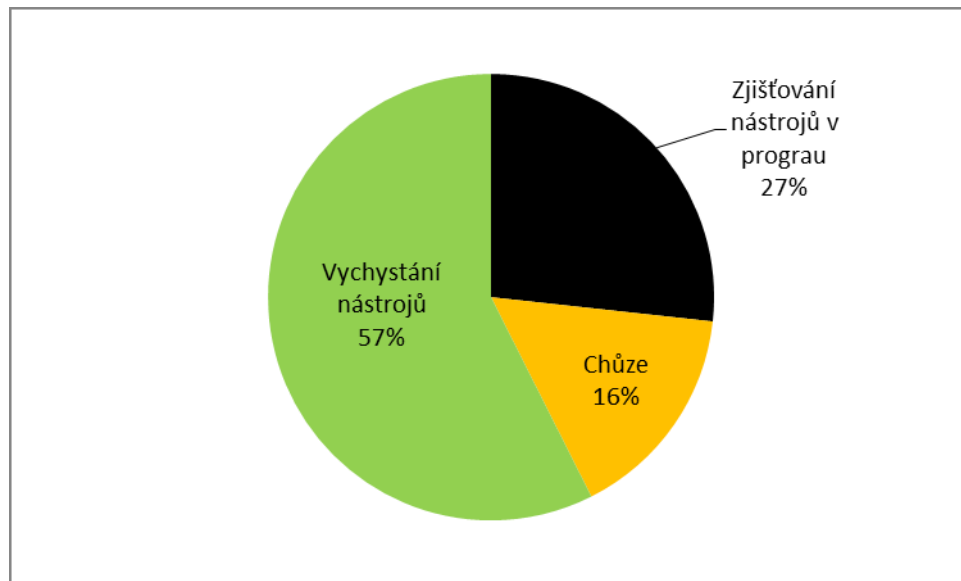
Po ukončení obrábění seřizovač nejprve očistil výrobek stlačeným vzduchem, následně zkontroloval jeho rozměry a vyjmul ze stroje. Opět očistil stlačeným vzduchem a přeměřil. Tyto činnosti trvaly 2 minuty 6 sekund.

Po kontrole obrobku, se seřizovač odhlásil z operace přetypování. Předal stroj operátorovi, kterému ukázal a vysvětlil, jak upínat jednotlivé kusy.

Po dokončení obrábění všech kusů první polohy předal operátor informaci seřizovači, že může provést přetypování polohy 2.

Nejprve se šel přihlásit k terminálu k odvádění operací, který je od stroje vzdálený 20 metrů.

Po přihlášení si v programu vyhledal, jaké bude potřebovat nástroje. A následně si je šel vychystat do regálu s nástroji a upínači.



Obr. 19. Přehled činností přípravy nástrojů přetypování 3 poloha 2
(vlastní zpracování)

Z obrázku (Obr. 19) je zřejmé, že celková příprava 1 nástroje trvala 1 minutu 41 sekund. Z toho vyhledávání nástroje z programu trvalo 27 sekund, chůze od stroje pro nástroje trvala 16 sekund a její vzdálenost byla 10 metrů. Vychystání nástroje zabralo 58 sekund.

Po vychystání, začal seřizovač vkládat nástroj do stroje. Nejprve si přichystal a zkontroloval manuální odměřovač nástrojů. Poté nástroj přeměřil a hodnotu zapsal do programu. Pak přeměřený nástroj vložil do stroje. Tyto činnosti mu trvaly celkem 1 minut 30 sekund.

Jakmile nástroj vložil do stroje, pustil se do čištění stroje z předešlé výrobní dávky. Čištění trvalo 31 sekund.

Po očištění stroje si upravil svěráky. Změnil pouze jejich rozsah. Úprava svěráků trvala 2 minuty 56 sekund.

Po nastavení správného rozsahu svěráku, provedl montáž přesných podložek, které využil z předchozí výroby.

Po montáži všech podložek provedl seřizovač upnutí obrobku do stroje, což mu trvalo 36 sekund. Činnost upnutí se skládá z odebrání polotovaru z palety, vložení do stroje a jeho upnutím.

Po správném upnutí polotovaru provedl sondování nulového bodu.

Následně zkontroloval program.

Po ověření správnosti programu zapnul cyklus obrábění prvního kusu. Celkový čistý čas cyklu obrábění prvního kusu druhé polohy trval 8 minut 3 sekundy.

Po ukončení obrábění seřizovač nejprve očistil výrobek stlačeným vzduchem, následně zkontroloval jeho rozměry a vyjmul ze stroje. Opět očistil stlačeným vzduchem a přeměřil. Tyto činnosti trvaly 1 minutu 39 sekund.

Po kontrole obrobku se seřizovač odhlásil z operace přetypování. Předal stroj operátorovi, kterému ukázal a vysvětlil, jak upínat jednotlivé kusy.

Podrobné údaje o přetypování 3 jsou zobrazeny v současném jízdním řádu příloha P VII Špagety diagram přetypování 3 a příloha P VI Současný jízdní řád přetypování 3.

6.6 Audit přetypování

Po analýze přetypování byl proveden audit přetypování. (Košturiak a Gregor, 2002) Vypracovaný audit je v příloze P VIII Audit přetypování. Dotazník auditu obsahoval 19 hodnotících bodů, které se týkaly pomůcek, nástrojů a míst přetypování stroje.

Audit byl vyplněn seřizovači z jednotlivých směn a studentem, který zpracovává tuto diplomovou práci.

Z výsledků dotazníkového šetření vyplývá, že nejzávažnějším problémem je, že chybí přesně určené místo pro uložení pracovních pomůcek a měřidel. Z toho vyplývá, že se nástroje nachází po celém pracovišti třískového obrábění a vznikají dlouhé prostoje při přetypování. Dalším kritickým bodem je uložení a označení přípravků. Pracovníci opět hledají dlouze přípravky. Mezi závažné body patří i absence standardu přetypování, kterým by se řídili pracovníci při přetypování.

Mezi pozitivní výsledky dotazníkového šetření lze zařadit dostupné čisticí prostředky a dostatek materiálu.

Dosažené hodnoty jsou uvedeny v tabulce (Tab. 2). Všechny výsledné hodnoty jsou pod 80 %, z toho vyplývá, že je nutné provést nápravná opatření.

Tab. 2. Výsledky auditu přetypování (vlastní zpracování)

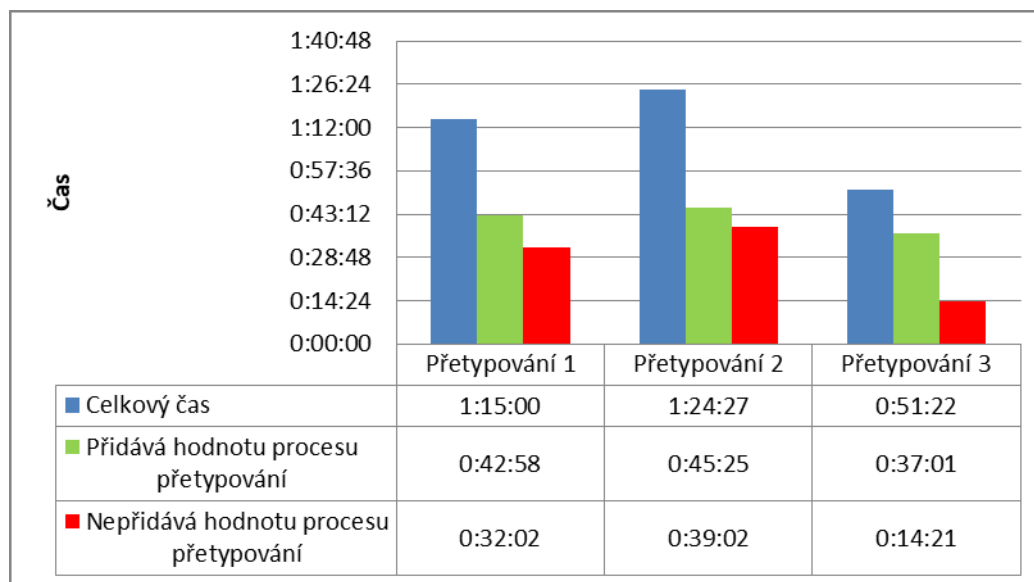
Přetypování	Student	Seřizovač směna 1	Seřizovač směna 2
Celkový počet dosažených bodů (max. 38)	17	25	18
Celkové hodnocení [%]	45	66	47

6.7 Shrnutí analytické části

V analytické části bylo nejprve provedeno denní pozorování přetypování strojů. Pomocí kterého bylo rozhodnuto, že analýza přetypování nebude prováděna na konkrétním stroji, ale na 3 libovolných výrobcích.

Před zahájením analýzy přetypování byl uskutečněn workshop se seřizovači a operátory CNC frézek. Cílem workshopu bylo vysvětlit principy štíhlé výroby a metody SMED.

Analýza přetypování byla provedena pomocí videozáznamů. Po zhodnocení videozáznamů bylo zjištěno, že všechny činnosti, které byly vykonány při všech přetypování, jsou prováděny, jako činnosti interní. Dalším zjištěním bylo, že není zaveden žádný standard přetypování strojů. Celkový čas jednotlivých přetypování a čas činností, které přinášely a nepřinášely užitek při přetypování, jsou zobrazeny na obrázku (Obr. 20).



Obr. 20. Celkové časy a časy činností přidávající a nepřidávající hodnotu procesu přetypování (vlastní zpracování)

Po přetypování byla provedena i analýza prostředí pracoviště třískového obrábění, zejména část frézování. Analýza byla zaměřena převážně na pořádek na pracovištích, kompletnost

pracovních pomůcek, nástrojů a jejich místa uložení. Při analýze byl vyplněn protokol auditu přetypování. Audit přetypování byl vyplněn seřizovači na obou směnách a studentem. Po vyhodnocení auditu a analýzy pracoviště třískového obrábění bylo zjištěno, že firma nevyužívá žádné z metod štíhlé výroby. Díky tomu byl na pracovištích nepořádek, nástroje a pracovní pomůcky nebyly uklizeny na svém místě, nebo dokonce neměly žádné definované místo pro uložení. Vyústěním toho bylo časté hledání nástrojů a pracovních pomůcek. V níže uvedené tabulce (Tab. 3) je přehled všech činností s pojených do větších celků, které byly vykonány při analyzovaných přetypování.

Tab. 3. Přehled činností u všech analyzovaných přetypování (vlastní zpracování)

Přehled činností	Přetypování 1	Přetypování 2	Přetypování 3
Manipulace s materiálem	0:02:11	0:01:58	0:00:43
Přihlášení/odhlášení operace	0:00:34	0:00:37	0:03:04
Příprava	0:11:46	0:05:30	0:06:20
Hledání	0:05:46	0:34:00	0:06:13
Vkládání, vyrovnání nástrojů	0:07:33	0:14:15	0:03:20
Kontrola rozměrů	0:02:47	0:02:42	0:02:45
Upnutí	0:09:02	0:12:57	0:10:38
Čištění, úklid	0:02:34	0:01:49	0:01:38
Obsluha jiného stroje	0:04:13	0:00:00	0:00:00
Porucha, lidský faktor	0:22:03	0:05:02	0:08:08
Sondování	0:01:41	0:02:31	0:03:26
Nastavení a program	0:04:19	0:02:37	0:02:30
Předání stroje	0:00:31	0:00:29	0:02:37

7 PROJEKTOVÁ ČÁST

Projektová část je rozdělena na 3 části. Úvodem jsou představeny základní informace týkající se projektu. Pro základní určení parametrů projektu byl vytvořen logický rámec a harmonogram projektu. V dalším bodě byla aplikovaná metoda SMED na daný projekt. Nakonec byla navržena opatření, k eliminaci zjištěných nedostatků při provádění přetypování stroje.

7.1 Definování projektu

Tab. 4. Zadání projektu (vlastní zpracování)

Název projektu:	Aplikace metody SMED ve společnosti MESgroup Czech s.r.o.
Hlavní cíl projektu:	Zkrácení času přetypování na CNC frézce.
Dílčí cíle:	Analyzovat současný stav přetypování.
	Navrhnout řešení pro zkrácení časů přetypování.
	Vytvoření nového jízdniho řádu.
Projektový tým:	Ing. Miroslav Kadlček - vedení společnosti
	Seřizovač směna č. 1
	Seřizovač směna č. 2
	Ing. Denisa Hrušecká, Ph.D. – vedoucí diplomové práce
	Ondřej Adamec – student, University Tomáše Bati ve Zlíně

Definování cíle pomocí metody SMART:	
Specifický:	Cílem projektu je zkrácení času přetypování CNC frézky o 20 %.
Měřitelný:	S uskutečněním projektu by mělo dojít ke snížení časů přetypování, které lze vyjádřit v časových jednotkách nebo v procentech.
Akceptovatelný:	Členové týmu souhlasí se stanovenými cíli, dá se říct, že projekt je akceptovatelný.
Realistický:	Po konzultaci s vedením společnosti, je cíl realistický k uskutečnění.
Termínovaný:	Projekt je časově ohraničený. Součástí projektu je časový plán.

7.2 Logický rámec

Tab. 5. Logický rámec projektu (vlastní zpracování)

	Popis projektu	Objektivně ověřitelné ukazatele	Zdroje informací k ověření	Rizika a předpoklady
Hlavní cíl	Zvýšení konkurenceschopnosti firmy na trhu	Zvýšení počtu zakázek o 5 %	Výkaz zisků a ztrát	x
Projektový cíl	1. Zkrácení času přetypování na CNC frézce	Zkrácení času přetypování CNC frézky o 20 %	Záznamy z přetypování	Realizace navrhovaných změn, zaškolení pracovníků, dodržování standardů
Výstupy	1.1. Analýza současného stavu 1.2. Návrh řešení pro zkrácení časů přetypování 1.3. Navržení nového způsobu přetypování	Výchozí stav stávajícího přetypování Navržené zlepšovací návrhy Nový jízdní řád	Jízdní řád, videosnímek Soupis navržených opatření, workshop s pracovníky Záznam o přetypování, nové standardy	Vyhotovení videozáznamu Realizovatelnost navrhovaného řešení Spolupráce s týmem, aplikace navrhovaného řešení
Aktivity	1.1.1. Analýza současného stavu 1.1.2. Vytvoření jízdního řádu 1.2.1 Rozdělení činností na externí a interní 1.2.2. Převedení interních činností na externí 1.3.1. Sestavení nového jízdního řádu	 Videozáznam, interní dokumenty, PC, Helios, Excel, videokamera, současný jízdní řád, projektový tým, fotografie	Leden 2019 Únor 2019 Únor 2019 Únor 2019 Březen 2019	Pořízení videozáznamu, zpracování dat Rozbor videozáznamu, určení časů operací Určení správné skupiny činností Znalost jednotlivých činností a realizace Určení časů operací, vyhotovený časový snímek

7.3 Časový harmonogram

Projekt aplikace metody SMED ve společnosti MESgroup Czech s.r.o. bude zahájen na začátku prosince v roce 2018.

Nejprve bude sestaven projektový tým. Po sestavení projektového týmu budou vybrána přetypování, která budou analyzována. Následně proběhne workshop, kde budou zaměstnanci seznámeni s metodou SMED.

Nejdelší částí projektu bude samotná aplikace metody SMED. Nejprve proběhne video záznam přetypování, následně proběhne rozbor jednotlivých činností, jejich rozdělení na interní a externí.

Po návrhu nových opatření a jejich aplikace proběhne zkrácení některých činností a následně budou sestaveny nové jízdni řady.

Nakonec budou vybrána kritická místa, která ovlivňují časy přetypování. Těmto místům budou navržena opatření k jejich eliminaci.

Časový harmonogram projektu můžeme vidět v tabulce (Tab. 6).

Tab. 6. Časový harmonogram projektu (vlastní zpracování)

	2018/12				2019/01				2019/02				2019/03				2019/04			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Zahájení projektu		■																		
Sestavení projektového týmu			■																	
Výběr přetypování k analýze			■	■																
Workshop se zaměstnanci				■																
Pořízení videozáznamů				■	■															
Analýza videozáznamů					■	■	■													
Sestavení současného jízdniho řádu								■	■											
Oddělení interních a externích činností									■											
Přesun interních činností na externí										■										
Sestavení nového jízdniho řádu										■	■	■								
Zhodnocení navrhovaných řešení														■						
Ukončení projektu															■	■				

7.4 Riziková analýza

Riziková analýza byla sestavena pomocí metody RIPRAN. V rámci metody byla nejdříve identifikována všechna možná rizika, které by ohrozily úspěšné zvládnutí projektu.

K rizikům byly následně přiřazeny pravděpodobnostní scénáře. Poté byla přiřazena hodnota dopadu na projekt a pravděpodobnost vzniku a hodnota rizika.

Vypracovanou RIPRAN analýzu najdeme v příloze P IX Metoda RIPRAN.

Největším rizikem projektu je chybně zpracovaná analýza současného stavu. Špatně zpracovanou analýzou by hodnoty projektu nadhodnocovaly nebo podhodnocovaly skutečný stav společnosti a díky tomu by došlo k chybně vyvozeným závěrům. S tímto rizikem souvisí i riziko nedostatečné znalosti řešené problematiky. Nevhodně aplikovaná metoda SMED by mohla způsobit ztráty pro podnik. Aby nedošlo k těmto rizikům je zapotřebí si dostatečně nastudovat danou problematiku a provádět pravidelné konzultace s vedením firmy a vedoucím práce.

Dalším výrazným rizikem je nespolupráce zaměstnanců při tvorbě analýz a aplikaci samotné metody SMED. Aby nedošlo k nespolupráci zaměstnanců je vhodné před začátkem projektu udělat workshop pro zaměstnance. Workshopu by se měli zúčastnit zaměstnanci, kterých se daná problematika týká. V rámci workshopu jim bude vysvětlena, k čemu slouží metoda SMED a jaké jí přinese výhody.

Nedostatečným plánováním by se mohlo stát, že se projekt nestihne dokončit do předem sjednané doby. Toto riziko lze eliminovat průběžnými kontrolami se stanoveným plánem.

Dalším rizikem může být ztráta dat. Ztrátou dat by mohlo nastat zpoždění projektu. Vhodné by bylo si ukládat data na více úložných míst, například jako je USB flash disk, nebo cloudové úložiště.

Posledním rizikem je nevyužívání nového standardu přetypování v provozu. Nevyužíváním nového standardu by se nezkrátily současné časy přetypování. K eliminaci tohoto rizika je nutné přesvědčit vedení společnosti, že aplikací metody SMED dojde jak časovým úsporám tak i finančním. Díky časovým úsporám by mohli přijímat nové zakázky.

7.5 Aplikace metody SMED

Aplikace metody SMED se dělí na tři části. První část je rozbor jednotlivých činností. Tato část byla provedena v analytické části. Druhým krokem je převedení interních činností na externí a posledním krokem je zkrácení časů jednotlivých činností. Po vyhotovení těchto úkolů budou zpracovány nové jízdní řády.

Vypracované nové jízdní řády najdeme v přílohách P X Nový jízdní řád přetypování 1, P XI Nový jízdní řád přetypování 2, P XII Nový jízdní řád přetypování 3.

7.5.1 Převedení interních činností na externí

Při analýze všech přetypování, bylo zjištěno, že veškeré činnosti se provádějí až po ukončení předešlé výroby, tedy jako činnosti interní, když stroj stojí.

První činnost, kterou můžeme převést na externí je přihlášení operace přetypování. To samé můžeme provést i u odhlášení operace přetypování, jakmile předáme stroj operátorovi, tak se seřizovač půjde odhlásit.

Veškerou přípravu můžeme provést, ještě před zastavením stroje. Jedná se o přípravu polotovarů, nástrojů, pracovních pomůcek, svěráků, přípravků a podložek. Při přípravě by měl seřizovač využít seřizovací list a vozík, aby nemusel chodit ke stroji neustále kontrolovat, který nástroj bude ještě potřebovat k dané výrobě.

Další věc, kterou můžeme provést ještě před zastavením stroje je načtení programu do stroje z firemního serveru a jeho kontrolu.

Převedené interní činnosti na externí u analyzovaných přetypování a pomocí nich vypočítaná průměrná hodnota na 1 přetypování, najdeme v níže uvedené tabulce (Tab. 7).

Tab. 7. Převedené činnosti z interních na externí u přetypování 1, 2, 3 (vlastní zpracování)

Činnost	Původní stav	Ø časy činností	Nový stav
Příprava polotovarů	Interní	0:01:37	Externí
Přihlášení/odhlášení operace	Interní	0:01:25	Externí
Načtení programu	Interní	0:01:14	Externí
Příprava nástrojů	Interní	0:04:41	Externí
Příprava podložek	Interní	0:00:56	Externí
Kontrola programu	Interní	0:01:55	Externí

Na základě výsledků z výše uvedené tabulky (Tab. 6) vyplývá, že bylo díky převedení činností z interních na externí u všech analyzovaných přetypování v průměru ušetřeno 11 minut 48 sekund.

Při přetypování se často objevovaly činnosti, které by se neměly vyskytovat vůbec, jako například:

- nadbytečná chůze,
- hledání pracovních pomůcek a nástrojů,
- poruchy,
- dodatečné úpravy a výměny nástrojů.

Na výše uvedené činnosti budou zavedena nápravná opatření k jejich eliminaci.

7.5.2 Zkrácení časů u jednotlivých činností

Z důvodu, že výrobky při analyzovaných přetypování nebudou v nejbližší době vyráběny, byly pro analýzu vybrány jiné výrobky. Z těchto náměrů byla následně vypočítána průměrná hodnota, která byla odečtena s časů analyzovaných přetypování.

Upnutí výrobku, montáž podložek

Využíváním vizualizace upnutí výrobku by se průměrně snížil čas upnutí výrobku o 30 % a montáže podložek o 29 %. Úspora času se především projeví v upnutích u dalších poloh obrábění, kde bývá upnutí většinou složitější, než upnutí u první polohy obrábění.

V níže uvedené tabulce (Tab. 8) jsou porovnány časy pro 5 pozorovaných upnutí a montáže podložek bez využití vizualizace a s vizualizací, pomocí kterých je vypočítána průměrná hodnota ušetřeného času.

Tab. 8. Časy pozorovaných upnutí před a po vizualizaci (vlastní zpracování)

Pozorování	Čas před vizualizací		Čas po vizualizaci		Ušetřený čas	
	Montáž podložek	Upnutí výrobku	Montáž podložek	Upnutí výrobku	Montáž podložek	Upnutí výrobku
Výrobek 1 – poloha 1	0:01:12	0:01:20	0:01:00	0:01:10	0:00:12	0:00:10
Výrobek 1 – poloha 2	0:00:25	0:00:54	0:00:17	0:00:33	0:00:08	0:00:21
Výrobek 1 – poloha 3	0:01:05	0:01:04	0:00:41	0:00:39	0:00:24	0:00:25
Výrobek 2 – poloha 1	0:01:36	0:02:27	0:01:08	0:02:06	0:00:28	0:00:21
Výrobek 2 – poloha 2	0:00:23	0:02:35	0:00:21	0:01:57	0:00:02	0:00:38
Výrobek 2 – poloha 3	0:00:00	0:00:35	0:00:00	0:00:27	0:00:00	0:00:08
Výrobek 2 – poloha 4	0:00:57	0:01:13	0:00:42	0:00:45	0:00:15	0:00:28
Výrobek 3 – poloha 1	0:01:21	0:00:35	0:01:03	0:00:31	0:00:18	0:00:04

Pozorování	Čas před vizualizací		Čas po vizualizaci		Ušetřený čas	
	Montáž podložek	Upnutí výrobku	Montáž podložek	Upnutí výrobku	Montáž podložek	Upnutí výrobku
Výrobek 3 – poloha 2	0:00:00	0:00:20	0:00:00	0:00:18	0:00:00	0:00:02
Výrobek 3 – poloha 3	0:01:55	0:02:09	0:01:36	0:00:55	0:00:19	0:01:14
Výrobek 3 – poloha 4	0:00:34	0:01:40	0:00:27	0:00:59	0:00:07	0:00:41
Výrobek 3 – poloha 5	0:00:27	0:00:47	0:00:23	0:00:22	0:00:04	0:00:25
Výrobek 4 – poloha 1	0:00:35	0:00:31	0:00:18	0:00:26	0:00:17	0:00:05
Výrobek 4 – poloha 2	0:00:00	0:00:21	0:00:00	0:00:20	0:00:00	0:00:01
Výrobek 4 – poloha 3	0:00:29	0:01:32	0:00:22	0:00:49	0:00:07	0:00:43
Výrobek 5 – poloha 1	0:02:11	0:03:22	0:01:29	0:02:58	0:00:42	0:00:24
Výrobek 5 – poloha 2	0:01:33	0:02:43	0:00:45	0:01:12	0:00:48	0:01:31
Výrobek 5 – poloha 3	0:00:57	0:01:43	0:00:28	0:00:58	0:00:29	0:00:45

Na základě výsledků z tabulky (Tab. 8) jsou v níže uvedené tabulce (Tab. 9) zkráceny časy upnutí výrobku a montáže podložek u analyzovaných přetypování.

Tab. 9. Upravené časy upnutí a montáže podložek u analyzovaných přetypování (vlastní zpracování)

Přetypování	Čas před vizualizací		Čas po vizualizaci		Ušetřený čas	
	Montáž podložek	Upnutí výrobku	Montáž podložek	Upnutí výrobku	Montáž podložek	Upnutí výrobku
Přetypování 1	0:03:05	0:01:32	0:02:11	0:01:04	0:00:54	0:00:28
Přetypování 2	0:01:18	0:02:32	0:00:55	0:01:46	0:00:23	0:00:46
Přetypování 3	Poloha 1	0:00:39	0:00:43	0:00:28	0:00:30	0:00:13
	Poloha 2	0:01:07	0:00:36	0:00:48	0:00:25	0:00:11

Sondování nulového bodu

Využíváním vizualizace k sondování nulového bodu, se čas sondování v průměru sníží o 30 %.

V níže uvedené tabulce (Tab. 10) jsou porovnány časy 5-ti pozorovaných sondování nulového bodu bez využití vizualizace a s vizualizací, pomocí kterých je vypočítaná průměrná hodnota ušetřeného času.

Tab. 10. Časy pozorovaných sondování bez použití vizualizace a s použitím vizualizace (vlastní zpracování)

Pozorování	Čas před vizualizací	Čas po vizualizaci	Ušetřený čas
Výrobek 1	0:01:28	0:01:01	0:00:27
Výrobek 2	0:01:44	0:01:13	0:00:31
Výrobek 3	0:01:55	0:01:26	0:00:29
Výrobek 4	0:01:20	0:00:53	0:00:27
Výrobek 5	0:01:38	0:01:06	0:00:32

V níže uvedené tabulce (Tab. 11), na základě výsledku z (Tab. 10) jsou zkráceny časy sondování nulového bodu u analyzovaných přetypování.

Tab. 11. Upravené časy sondování nulového bodu (vlastní zpracování)

Přetypování	Čas před vizualizací	Čas po vizualizaci	Ušetřený čas
Přetypování 1	0:01:41	0:01:11	0:00:30
Přetypování 2	0:02:31	0:01:46	0:00:45
Přetypování 3	Poloha 1	0:01:13	0:00:51
	Poloha 2	0:02:13	0:01:33

Předání stroje

Využitím vizualizace upnutí, nemusí seřizovač operátorovi názorně ukazovat upnutí kusu, sdělí mu pouze nejdůležitější informace a předá stroj. Díky tomu se zkrátí čas předání stroje průměrně o 83 %.

V tabulce (Tab. 12) jsou porovnány časy 5-ti pozorovaných předání stroje s využitím a bez využití vizualizace, pomocí kterých je vypočítaná průměrná hodnota ušetřeného času.

Tab. 12. Časy pozorovaných předání stroje bez využití a s využitím vizualizace upnutí (vlastní zpracování)

Pozorování	Čas před vizualizací	Čas po vizualizaci	Ušetřený čas
Výrobek 1	0:02:11	0:00:15	0:01:56
Výrobek 2	0:01:29	0:00:13	0:01:16
Výrobek 3	0:00:56	0:00:10	0:00:46
Výrobek 4	0:01:38	0:00:15	0:01:23
Výrobek 5	0:00:39	0:00:11	0:00:28

V níže uvedené tabulce (Tab. 13), na základě výsledků z tabulky (Tab. 12) jsou zkráceny časy předání stroje u analyzovaných přetypování.

Tab. 13. Upravené časy předání stroje u analyzovaných přetypování (vlastní zpracování)

Přetypování		Čas před vizualizací	Čas po vizualizaci	Ušetřený čas
Přetypování 1		0:00:31	0:00:05	0:00:26
Přetypování 2		0:00:29	0:00:05	0:00:24
Přetypování 3	Poloha 1	0:01:25	0:00:14	0:01:11
	Poloha 2	0:01:12	0:00:12	0:01:00

Dále by bylo možné snížit časy i dalších činností, které jsou prováděny při přetypování v nových jízdnicích řádech. Tyto časy lze snížit, aplikací dalšími navrhovanými opatřeními. Jedná se především o přihlášení a odhlášení operací a přípravu nástrojů a přesných podložek.

7.6 Návrh nových opatření

Implementací níže navrhovaných opatření by se měly eliminovat činnosti, které nepatří do procesu přetypování, jako je hledání pracovních pomůcek, nástrojů nebo měřidel a nadbytečná chůze. Dále by se měly zkrátit časy některých činností, nebo by nedocházelo k nepořádku na pracovišti a k ztrátě a poničení pracovních pomůcek a nástrojů.

7.6.1 Seřizovací listy + vizualizace upnutí

Vytvořením seřizovacích listů se umožní provádět činnost jako je příprava nástrojů, jako činnost externí a zároveň se tím eliminuje několika násobná chůze od stroje k místu pro seřizovače. Seřizovací list obsahuje číslo výrobku, pomocí kterého jsou označeny i programy na serveru. Dále seznam nástrojů jejich označení a minimální délku. Listy budou generovat programátoři z CAM software Autodesk inventor HSM, který využívají k programování.

Pro zrychlení času upnutí budou sloužit vizualizace z prvního upnutí. U vizualizace bude seznam potřebných podložek, svěráku a přípravků. Díky tomu nebude docházet, k montáži svěráku špatné velikosti. Vizualizace upnutí budou provádět seřizovači.

Seřizovací listy a vizualizace budou ukládány do složek pod číslem výrobku a uloženy v šanonech. Šanony budou rozlišeny dvoustupňově. Prvním stupněm je rozlišení pomocí názvů zákazníků. Druhý stupeň označení bude pomocí registračního čísla výrobku vzeštně.

Ukázka seřizovacího listu a vizualizace upnutí je zobrazena v příloze P XIV Seřizovací list + vizualizace upnutí.

7.6.2 Standardy

Vytvořením standardů zabráníme intuitivnímu přetypování u jednotlivých seřizovačů. Dále nepořádku na pracovišti a ztrátě pracovních pomůcek. Díky tomu eliminujeme časy hledání pracovních pomůcek a měřidel.

Pro tuto práci byly vytvořeny standardy pro:

- přetypování,
- seřizovací vozík.

Jednotlivé standardy jsou podrobněji popsány v podkapitole 7.7 Návrh nových standardů.

7.6.3 Vyjmutí a úklid nástrojů z předchozí výroby

Vyjmutím a úklidem nástrojů z předchozí výroby zabráníme hledání nástrojů po strojích a seřizovacích vozících. Tím eliminujeme dlouhé čekání na nástroj, který je odběhnutý v jiném stroji. Před vkládáním nových nástrojů nejprve vyjmeme všechny nástroje, které nebudeme potřebovat při obrábění následujícího výrobku.

Nástroje si nejprve seřizovač odloží na seřizovací vozík, jakmile bude probíhat obrábění prvního kusu, nástroje uklidí na příslušné místo.

Některé nástroje se užívají velmi často a stroje mají velkou kapacitu pro uložení nástrojů. Z těchto důvodů by bylo možné nechat nejvíce využívané nástroje neustále ve stroji. Seznam nástrojů neustále uložených ve stroji by byl součástí složky seřizovacího listu a na tabuli v místě pro seřizovače.

V níže uvedené tabulce (Tab. 14) je uvede seznam nástrojů, které budou ve stroji usazeny permanentně. Výběr nástrojů byl vybrán po konzultaci se seřizovači.

Tab. 14. Seznam permanentně uložených nástrojů v CNC frézkách (vlastní zpracování)

Seznam nástrojů permanentně uložených v CNC frézkách
Čelní fréza
Srážecí fréza
Dokončovací fréza
Rychlofréza
Navrtávák
Sonda

7.6.4 Čistění stroje

Čistění stroje budou provádět operátoři stroje, kteří dokončí na stroji předchozí výrobní dávku. Vytáhnou ze stroje a řádně očistí přesné podložky a přípravky. Přípravek a podložky uklidí na své místo. Následně řádně očistí vnitřek stroje stlačeným vzduchem. Po vyčištění, stroj předají seřizovači, který začne provádět přetypování.

7.6.5 Rozdělení práce mezi operátory a seřizovače

Seřizovač by měl na starost přetypování všech strojů. V případě velkého zatížení seřizovače by lehčí přetypování, dalších poloh obrábění prováděli operátoři stroje, kteří již mají zkušenosti s přetypováním strojů. To by se netýkalo kompletního seřízení nového výrobku a všech prvních poloh seřízení.

V případě, že by měl seřizovač na starost obsluhu stroje, by ho předal operátorovi, kterému jde přetypovávat stroj.

Operátoři by se převážně starali o výměnu kusů, kontrolu rozměrů, čištění stroje po dokončení obrábění dané polohy a úklid přípravků.

7.6.6 Úprava layoutu

Z důvodu blízkého stěhování do nové haly byl upraven layout pro novou výrobní halu. V novém layoutu je upraveno pouze umístěním místa pro seřizovače.

Místo pro seřizovače je navrženo do písmene U. Toto místo bude obsahovat seřizovací stůl, sklad nástrojů, regály s přípravky a svěráky. Pro rychlé vychystání nástrojů a jejich úpravu je vhodné umístit seřizovací nástroje a upínače z obou stran seřizovacího stolu.

Místo pro seřizovače by bylo vhodné umístit do středu naproti CNC frézám. Z tohoto místa je nejkratší vzdálenost ke všem strojům. V případě rozšíření výroby v budoucnu by bylo možné další stroje umístit z obou stran seřizovacího místa.

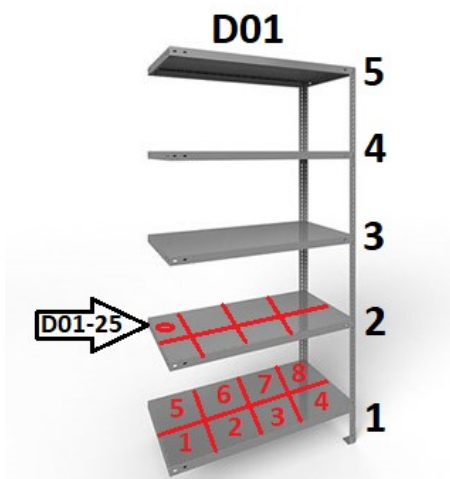
Upravený layout nové výrobní haly je zobrazen v příloze P XIII Umístění místa pro seřizovače v nové výrobní hale.

7.6.7 Uložení přípravků

Přípravky budou uloženy v policových regálech. Pro tyto regály budou platit stejná pravidla týkající se označení, jako pro ostatní typy regálů ve společnosti. Níže je vysvětleno číslování regálů.

- **Označení regálu: D01-25**

Písmeno D je vyhrazeno pro regály s přípravky a upínači. Číslo 01 je označení konkrétního regálu. V čísle za pomlčkou označuje číslice konkrétní polici a druhá číslovka označuje konkrétní místo na polici. Police jsou číslovány ze spodu na horu. Každá police je rozdělena na 8 částí. Výše uvedené číslo D01-25 udává místo s uložením v prvním regálu s přípravky, druhá police od spodu a 5 pozice na polici. Příklad uložení na D01-25 můžeme vidět na uvedeném obrázku (Obr. 21).



Obr. 21. Názorné označení regálů
(vlastní zpracování)

Samotné přípravky budou označeny kartičkou, na které bude číslo přípravku, číslo výrobku, poloha obrábění u které je přípravek využit, místo uložení v regále přípravků a čárový kód. Názornou ukázkou můžeme vidět na níže uvedeném obrázku (Obr. 22).



Obr. 22. Značení přípravků (vlastní zpracování)

Přípravky budou zaevidovány v informačním systému. Díky tomu bude všeobecný přehled pro všechny zaměstnance, kterými přípravky firma disponuje a kde se nacházejí.

Na seřizovacím listu bude uvedeno přesné uložení přípravku. Díky tomu bude přípravek rychle nalezený.

7.6.8 Evidence a uložení nástrojů

Pro uložení nástrojů jsou navrženy dvě varianty buď pomocí policového regálu, nebo pomocí toolboxu s digitální evidencí nástrojů.

Policový regál

V policovém regále by byly nástroje uloženy podle druhu, jako jsou vrtáky, závitníky, nebo například frézy. A následně podle velikosti vzestupně. K uložení nástrojů pomocí policového regálu by bylo nutné koupit dva regály a nechat vyrobit do každé police stojan na nástroje.

Nástroje by bylo vhodné zaevidovat v informačním systému a odebírat nástroje pomocí čárových kódů. Díky tomu by bylo možné ihned zjistit, kde se daný nástroj nachází, nebo kdo si ho vypůjčil.

Výhodou policového regálu jsou nižší pořizovací náklady a rychlejší vychystávání nástrojů, ale nevýhodou je možnost nesprávně uložit nástroj.

Toolbox s vlastním evidenčním systémem

Nástroje v toolboxu by byly ukládány v jednotlivých přihrádkách, které jsou zvlášť uzamykatelné. K uložení všech nástrojů by byly zapotřebí 2 úložné skříně s šuplíky. Jedna by sloužila k uložení větších nástrojů, tato skříň by byla vybavena zásuvkami o rozměru 300 x 78 milimetrů. Druhá skříň by měla zásuvky o rozměru 198 x 53 milimetrů. Navrhovaný toolbox verze PROFI na nástroje je zobrazen na obrázku (Obr. 23).



Obr. 23. Toolbox (interní materiály)

Hledání nástrojů by bylo velmi jednoduché. Nástroj by vyhledal sám program, který je součástí toolboxu. Pracovník by pouze naskenoval čárový kód nástroje.

Kód by se nacházel na seřizovacím listě u příslušného nástroje. Po naskenování čárového kódu by se otevřel daný šuplík a odemkla pouze ta přihrádka, ve které se nachází daný nástroj.

Výhodou toolboxu je, že pracovníci nemohou uložit nástroj jinam, než patří. Další výhodou toolboxu oproti policovému regálu je, že nemusí firma nijak řešit digitální výdej nástrojů, který je již součástí navrhovaného toolboxu. Mezi výhody může být i to, pokud by chtěla firma využít toolboxového systému i pro pracovní pomůcky a další věci, tak by byla cena dalších toolboxu poměrně nižší. Firma by nakoupila pouze ukládací část bez evidenčního systému. Nevýhodou toolboxu je větší pořizovací cena.

7.6.9 Digitalizace výroby

Digitalizací výroby by bylo možné digitálně zobrazovat seřizovací listy, výkresy výrobků, jednotlivé standardy a další dokumentaci potřebnou k výrobě. K digitalizaci výroby by bylo potřeba koupit průmyslový tablet (Obr. 24) a 6 All-in-One PC.

Dále by bylo možné přihlášení k jednotlivým operacím u každého stroje, což by snížilo časy na přihlášení a odhlášení jednotlivých operací.

Další výhodou digitalizace by byl přístup do firemního informačního systému, čímž by měl přístup k informacím o stavu skladu s materiálem, nástroj, nebo například o přístup do své karty zaměstnance, kde najde přehled docházky, možnosti nahlášení dovolené, obědů i přehled absolvovaných školení.

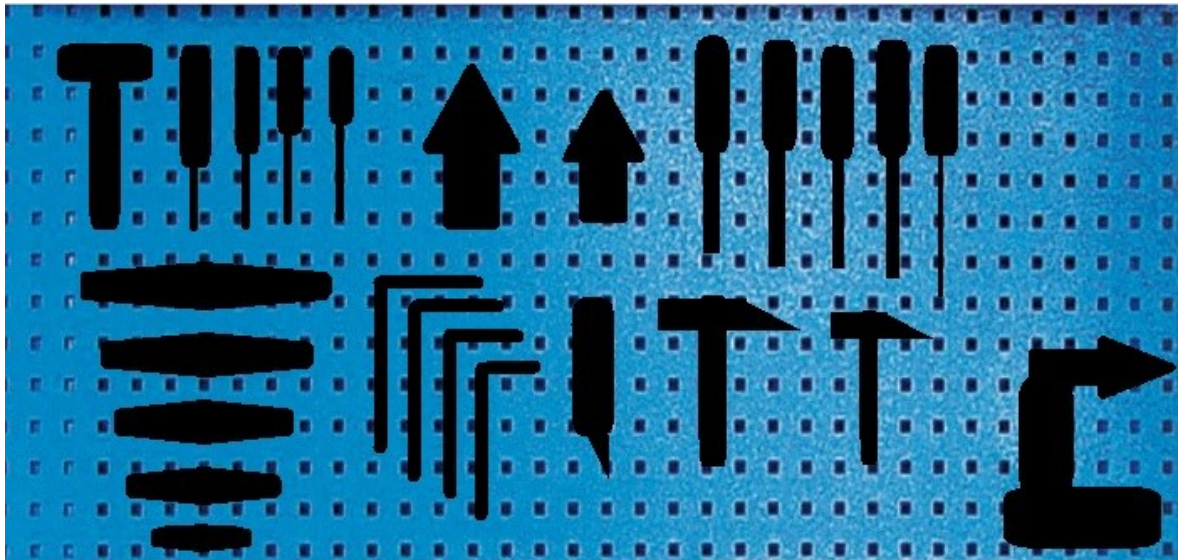
Digitalizací by bylo možné provádět evidenci nástrojů popsané v předchozím bodě evidencí a uložení nástrojů u policového regálu.



Obr. 24. Odolný průmyslový tablet (Poindus Vari-Pad W1 Odolný a variabilní tablet, ©2015-2019)

7.6.10 Pracovní stůl pro seřizovače

Ze zadní strany pracovního stolu by bylo vhodné umístit perforované panely s držáky na pracovní pomůcky, které se nachází nevhodně uložené v šuplících pracovního stolu. Na obrázku (Obr. 25) je zobrazen navrhovaný perforovaný panel a rozmístění pracovních pomůcek.



Obr. 25. Perforovaný panel s návrhem rozložení pracovních pomůcek (vlastní zpracování)

Rozdělení věcí v šuplících by mohlo vypadat následovně. První 3 šuplíky by sloužily k uložení drobných věcí, které se nyní nachází v malém regále pod stolem pro seřizovače. Tyto šuplíky by se rozdělili pomocí plastových 5S výplní do šuplíků. Čtvrtý a pátý šuplík by byl vyhrazen na uložení měřících pomůcek. Spodní dva šuplíky by sloužily k uložení mazadel a drobných náhradních dílů, jak pro stroje, taky i nástroje a pracovní pomůcky.

Na vrchní desce pracovního stolu by zůstaly pouze držák upínačů na jejich úpravu, svěrák, vrtáky, Johansonovy koncové měřky a kleštiny.

Návrh uložení věcí na pracovní desce a rozdělení šuplíků je zobrazeno na obrázku (Obr. 26).



Obr. 26. Rozmístění věcí na pracovním stole pro seřizovače (vlastní zpracování)

7.6.11 Motivace pracovníků

Při dodržování standardů přetypování a standardů pořádku na jejich pracovišti by byly seřizovači odměňováni v rámci stávajícího osobního ohodnocení. Nebo naopak při nedodržování standardů jim bude osobní ohodnocení poníženo.

Za dlouhodobé dodržování standardů by bylo možné mimořádně ohodnotit prostřednictvím benefitů.

7.7 Návrh nových standardů

Návrhem nových standardů a jejich dodržováním by nemělo docházet k intuitivnímu přetypování CNC frézek. Dále se eliminuje hledání pracovních pomůcek nebo nástrojů a nepořádek na pracovišti.

7.7.1 Všeobecný standard přetypování

Jelikož ve firmě není zavedený žádný standard přetypování a seřizovači prováděli přetypování intuitivně, byl vypracován všeobecný standard přetypování, který můžeme vidět v příloze P XV Všeobecný standard přetypování.

Standard zobrazuje posloupnost operací, které by měl seřizovač udělat a jejich rozdělení na externí a interní. Standard bude vyvěšený na nástěnce v místě pro seřizovače.

První činnost, kterou seřizovač provede je zjištění, kterou výrobu bude provádět. Následně si přiveze polotovary s průvodkou a půjde se přihlásit k operaci přetypování poloha 1.

Po přihlášení si seřizovač vezme složku se seřizovacím listem a vizualizaci upnutí jednotlivých poloh.

Následuje fáze přípravy. Pomocí seřizovacího listu si vychystá na seřizovací vozík veškeré nástroje, které bude potřebovat pro všechny polohy obrábění.

Následně si připraví svěráky, podložky a přípravek, které jsou potřeba k upnutí výrobku. Soupis všech věcí má u vizualizace upnutí, které budou součástí složky seřizovacího listu.

Po vychystání veškerých věcí seřizovač načte do stroje příslušný program, který bude potřebovat a provede jeho kontrolu.

Po zastavení stroje provede vyjmutí veškerých nástrojů z předchozí výroby, pokud nebudou využity při současné výrobě. Nástroje si odloží na seřizovací vozík. Po vyjmutí starých nástrojů provede vložení a odměření nástrojů nových.

Po vložení nástrojů provede demontáž a montáž svěráku. Pokud využije svěráky současné, tak provede pouze nastavení jejich rozpětí. V jiném případě musí demontovat současné svěráky, odloží si je na seřizovací vozík a provede montáž svěráků nových.

Po montáži svěráků provede upnutí výrobku, které provádí pomocí vizualizace, které budou součástí složky se seřizovacím listem.

Po upnutí výrobku, zbývá nasondovat nulový bod obrobku. Místo nulového bodu je zobrazeno na obrázku, který je součástí seřizovacího listu.

Jakmile má určený nulový bod spouští obrábění prvního kusu. Při procesu obrábění prvního kusu seřizovač uklidí nástroje a svěráky z přechozí výroby. Pokud je obráběcí cyklus dlouhý, začne se připravovat na další přetypování.

Po obrobení prvního kusu vyjme výrobek a očistí jej pomocí stačeného vzduchu. Zkontroluje jeho rozměry pomocí výkresu výrobku. Pokud jsou rozměry v pořádku, předá stroj operátorovi.

Po předání stroje se seřizovač odhlásí z operace přetypování poloha 1.

Pokud výroba obsahuje více poloh, provádí následující činnosti u všech dalších poloh stejně.

Před ukončením obrábění všech kusů předchozí polohy, se seřizovač přihlásí k přetypování polohy následující.

Po přihlášení si připraví, pokud je potřeba nové svěráky, podložky a přípravek. Přípravu nástrojů, již neprovádí, protože si veškeré nástroje připravil před první polohou.

Následně provede demontáž a montáž svěráků a upnutí výrobku. Po upnutí provede pomocí sondy určení nulového bodu a spouští proces obrábění. Při obrábění zase provádí úklid nebo přípravu na nadcházející přetypování.

Jakmile je dokončeno obrábění prvního kusu, vyjme výrobek, očistí jej a provede kontrolu jeho rozměrů. Následně předá stroj a odhlásí se z operace přetypování.

7.7.2 Standard seřizovacího vozíku

Vypracovaný standard seřizovacího vozíku najdeme v příloze P XVI Standard seřizovacího vozíku.

Na seřizovací vozík byla aplikována metoda 5S. Nejprve byly rozříděny na dvě kategorie. Na věci potřebné, které zůstanou na vozíku a věci nepotřebné, které byly uloženy jinam nebo vyhozeny. Rozřídění věcí je zobrazeno na obrázku (Obr. 27). Vlevo jsou věci, které budou odstraněny s vozíku a vpravo věci, které na něm zůstanou.

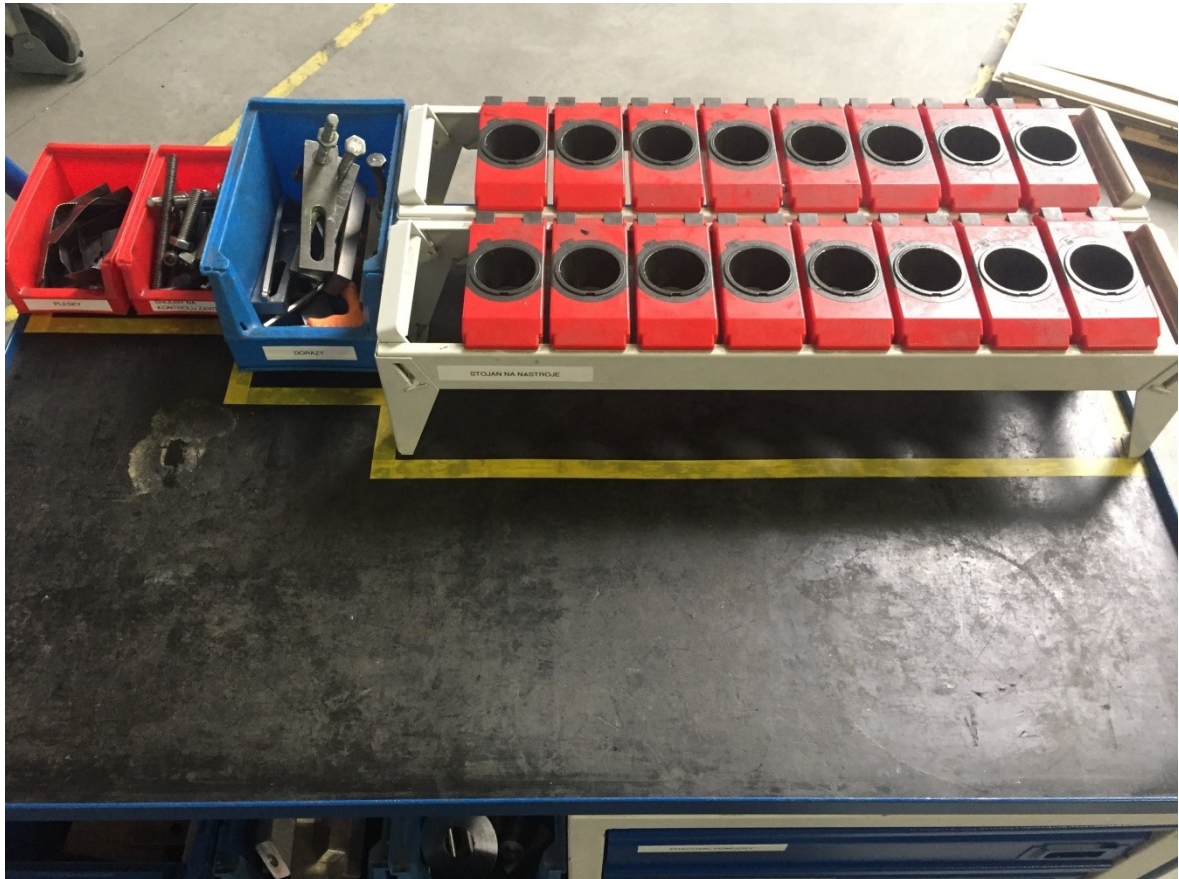


Obr. 27. Rozříděny věci ze seřizovacího vozíku (vlastní zpracování)

Následně byl sepsán seznam věcí, které bude obsahovat seřizovací vozík, pro kontrolu obsahu vozíku. Následně bylo určeno místo uložení pro každou věc, které zůstane na vozíku.

Seřizovací vozík je rozdělen na 3 části, na vrchní desku vozíku, police a šuplíky.

Na vrchní desce vozíku jsou umístěny pouze boxy s dorazy, pružnými podložkami, šrouby ke kontrole závitů a stojan na nástroje. Rozmístění věcí na vrchní desce vozíku je zobrazeno na obrázku (Obr. 28).



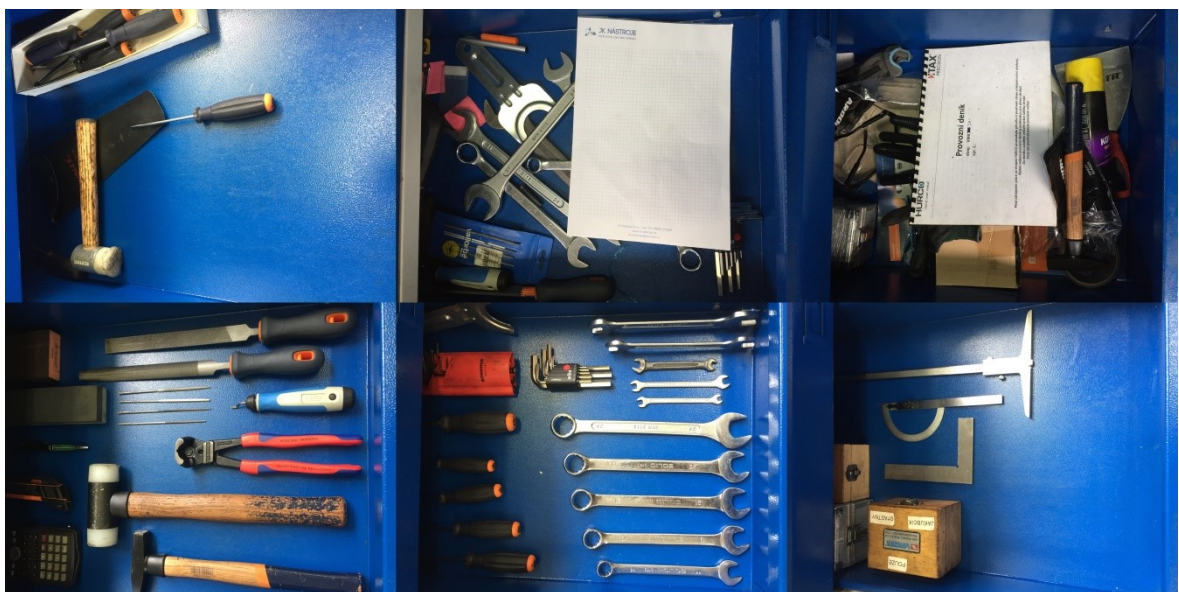
Obr. 28. Rozdělení pracovní desky seřizovacího vozíku (vlastní zpracování)

V bočních policích zůstávají podložky využívané k upnutí polotovarů nebo obrobků. Podložky jsou nově rozřizeny podle velikosti. Velké podložky jsou uloženy ve spodní polici. Malé podložky byly dále rozřizeny podle tvaru a uloženy v menších úložných boxech. Nové uložení podložek je zobrazené na obrázku (Obr. 29).



Obr. 29. Nové uložení podložek (vlastní zpracování)

Šuplíky budou rozděleny na ostatní pracovní pomůcky, utahovací/povolovací pomůcky, měřící pomůcky a osobní ochranné pracovní pomůcky. Obsah šuplíků před aplikací metody 5S a po provedení je zobrazen na obrázku (Obr. 30).



Obr. 30. Šuplíky před aplikací a po metody 5S (vlastní zpracování)

Standard a seznam s nástroji je umístěn na boku seřizovacího vozíku, pomocí kterého lze standard a obsah vozíku kontrolovat. Vedle držáku s dokumenty je umístěný i držák na nápoje.

Seřizovací vozík po aplikaci metody 5S můžeme vidět na níže uvedeném obrázku (Obr. 31).



Obr. 31. Seřizovací vozík po aplikaci metody 5S (vlastní zpracování)

7.8 Výsledek po aplikaci návrhů opatření

Po sestavení nových jízdnic řádů a aplikací některých návrhů opatření se razantně změnil čas přetypování stroje u všech analyzovaných přetypování. V případě aplikace i dalších návrhů opatření by došlo k další úspoře času při přetypování. Na závěr výsledků je celková tabulka, která zobrazuje průměrnou hodnotu úspory času na jedno přetypování, stejně tak i spočítána průměrná roční úspora na jedno přetypování.

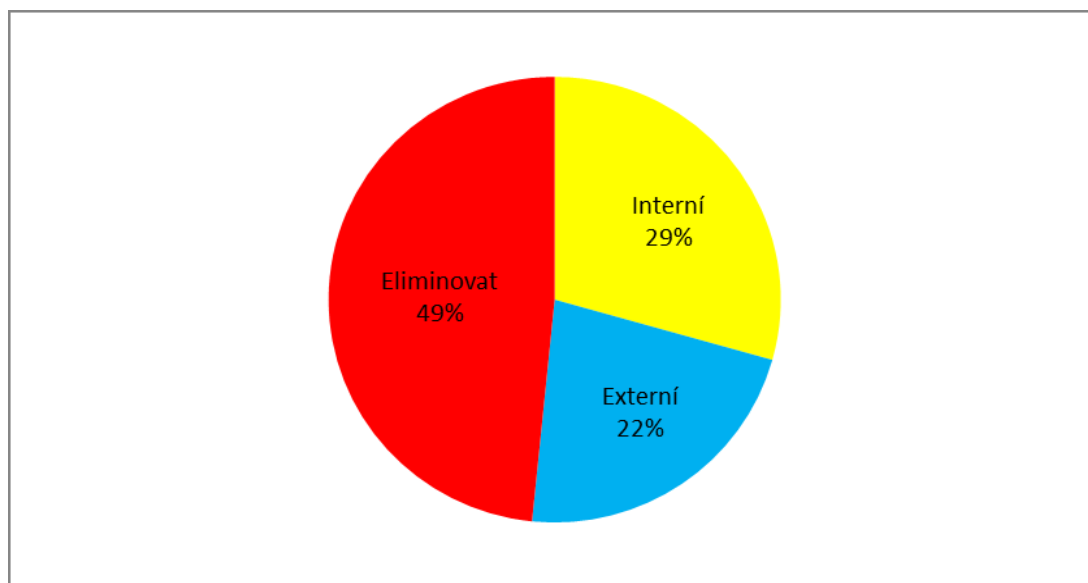
7.8.1 Přetypování 1

Využitím návrhů opatření, by bylo možné zkrátit čas přetypování 1 z 1 hodiny 15 minut na 19 minut 43 sekund. Časy jsou uvedeny bez cyklu obrábění prvního kusu.

Tab. 15. Úspora času po změně u přetypování 1 (vlastní zpracování)

	Externí operace	Interní operace
Stav před změnou	0:00:00	1:15:00
Stav po změně	0:16:41	0:19:43
Uspořený čas	0:55:17	
Úspory [%]	74	

Z níže uvedeného obrázku (Obr. 32) je patrné, že z původního času přetypování, kde byly prováděny všechny činnosti, jako interní bylo převedeno 22 % času na externí činnosti, 49 % času prováděných činností bylo eliminováno a 29 % času zůstalo jako interní činnosti.



Obr. 32. Činnosti po aplikaci metody SMED u přetypování 1 (vlastní zpracování)

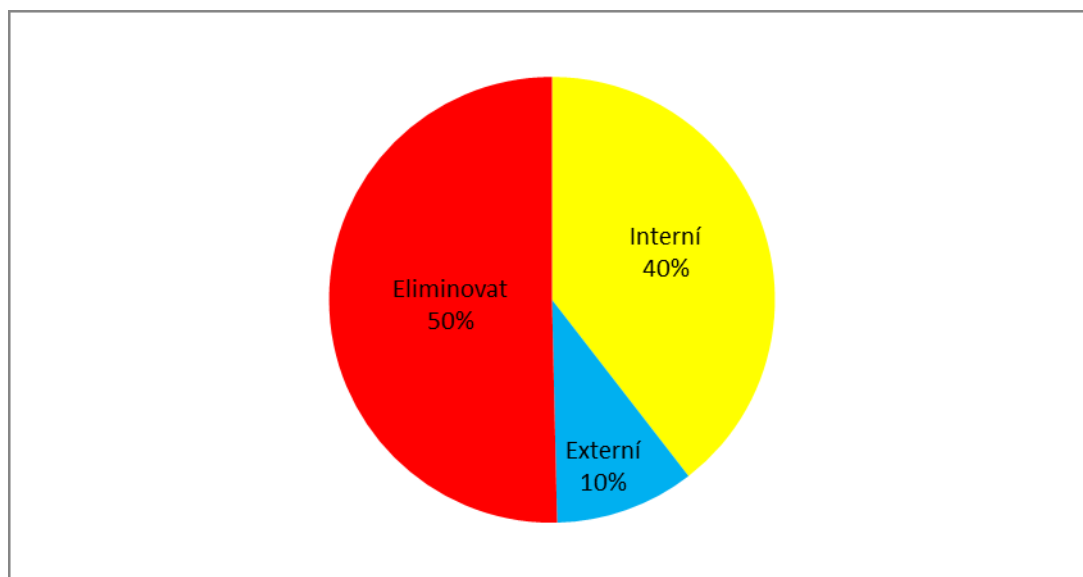
7.8.2 Přetypování 2

Využitím návrhů opatření, by bylo možné zkrátit čas přetypování 2 z 1 hodiny 24 minut 27 sekund na 31 minut 4 sekundy. Tyto časy jsou uvedeny bez cyklu obrábění prvního kusu.

Tab. 16. Úspora času po změně u přetypování 2 (vlastní zpracování)

	Externí operace	Interní operace
Stav před změnou	0:00:00	1:24:27
Stav po změně	0:08:33	0:31:04
Uspořený čas	0:53:23	
Úspory v [%]	63	

Stejně jako u prvního, tak i u druhého přetypování byly všechny činnosti prováděny, jako interní. Aplikací metody SMED bylo převedeno 10 % času na externí činnosti, 40 % času zůstalo jako interní a 50 % času prováděných činností bylo eliminováno. Podrobný přehled zobrazuje obrázek (Obr. 33).



Obr. 33. Činnosti po aplikaci metody SMED u přetypování 1 (vlastní zpracování)

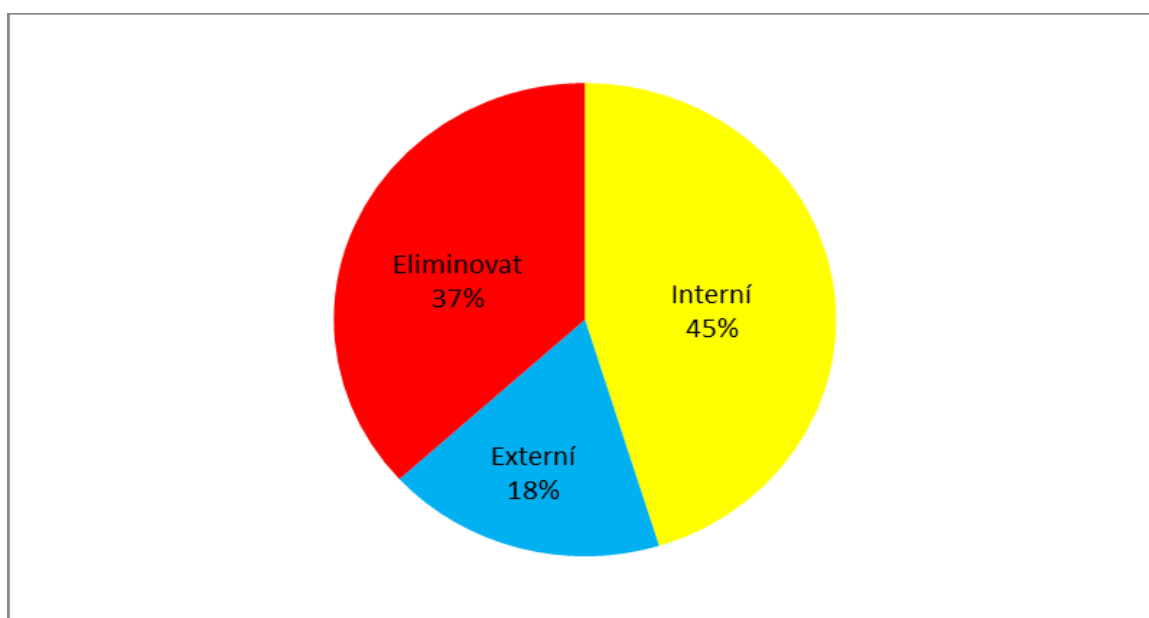
7.8.3 Přetypování 3

Využitím návrhů opatření, by bylo možné u třetího analyzovaného přetypování zkrátit čas z 51 minut 22 sekund na 18 minut 11 sekund. Časy jsou uvedeny bez cyklu obrábění prvního kusu.

Tab. 17. Úspora času po změně u přetypování 3 (vlastní zpracování)

	Externí operace	Interní operace
Stav před změnou	0:00:00	0:51:22
Stav po změně	0:10:10	0:18:11
Úspořený čas	0:33:11	
Úspory v [%]	65	

I u 3 přetypování probíhaly všechny činnosti jako interní. Aplikací metody SMED bylo převedeno 18 % času na externí činnosti, 45 % času zůstalo jako interní a 37 % času prováděných činností bylo eliminováno. Tyto činnosti jsou zobrazeny na obrázku (Obr. 34).



Obr. 34. Činnosti po aplikaci metody SMED u přetypování 3 (vlastní zpracování)

Po výpočtu úspor u jednotlivých přetypování byla vypočítána průměrná úspora na 1 přetypování, pomocí které byla vypočítána průměrná roční časová úspora. Roční úspora byla vypočítána z počtu přetypování za rok 2018. V tomto roce firma provedla 3966 přetypování. V tabulce (Tab. 18) jsou uvedeny průměrná úspora na jedno přetypování a celková průměrná roční úspora.

Tab. 18. Průměrné úspory časů přetypování (vlastní zpracování)

	Časová úspora	Úspora [%]	
Přetypování 1	0:55:17	74	
Přetypování 2	0:53:23	63	
Přetypování 3	0:33:11	65	Úspora v minutách
Průměrná úspora na 1 přetypování	0:47:17	67	47,28
Celková průměrná roční úspora	---	---	187512,48

7.9 Kalkulace nákladů spojené s projektem

Při kalkulaci nákladů bylo počítáno jak s náklady pořizovacími tak i s ročními provozními náklady. Náklady spojené s konkrétními návrhy opatření jsou popsány v jednotlivých podkapitolách níže. Veškeré vybavení mimo digitalizaci lze koupit od firmy Emporo, s.r.o. na jejich webových stránkách www.emporo.cz.

7.9.1 Seřizovací listy + vizualizace upnutí

Roční náklady počítají v prvním roce s průměrnou výrobou 4000 kusů výrobků. V dalších letech tyto náklady klesnou, protože pro již vyráběné výrobky nebude třeba vytvářet nové seřizovací listy. Při výpočtu je brána hodinová sazba technologa 300 Kč a 240 Kč pro seřizovače. V níže uvedené tabulce (Tab. 19) jsou vyčísleny náklady na jeden nový výrobek a celkové roční náklady na 4000 kusů výrobků.

Tab. 19. Tabulka nákladů na seřizovací list a vizualizace bez digitalizace (vlastní zpracování)

	Cena za 1 kus [Kč]	Roční náklady na 4000 kusů [Kč]
Náklady na tisk včetně papíru a obalu	3,75	15 000
Práce technologa (5min/výrobek)	25	100 000
Práce seřizovače (10min/výrobek)	40	160 000
Celkem	68,75	275 000

U nákladů na seřizovací listy a vizualizaci upnutí musíme počítat i s variantou, že proběhne digitalizace pracoviště frézování. Z toho důvodu se zkrátí doba výroby seřizovacích listů a vizualizace upnutí. Práce technologa by se měla zkrátit z 5 minut na 2 minuty a práce seřizovače z 10 minut na 6 minut. Dále musíme počítat, že se eliminují náklady na tisk, papír a obaly. Náklady na seřizovací listy a vizualizace upnutí s digitalizací výroby jsou vypočítány v tabulce (Tab. 20).

Tab. 20. Tabulka nákladu pro seřizovací list a vizualizace upnutí s digitalizací (vlastní zpracování)

	Cena za jeden kus [Kč]	Roční náklady na 4000 kusů [Kč]
Práce technologa (2min/výrobek)	10	40 000
Práce seřizovače (6min/výrobek)	24	96 000
Celkem	34	136 000

7.9.2 Standardy

Náklady spojené se standardy obsahují náklady spojené s prací pracovníka, který bude kontrolovat jejich dodržování. Roční náklady na kontrolu standardů byly vyčísleny na 41 750 Kč.

7.9.3 Uložení přípravků

Na uložení přípravků je potřeba koupit 2 policové regály. Pro uložení přípravků označení přípravků je zapotřebí nakoupit 225 kusů kartiček. Cena za jednu kartu obsahuje i náklady na tisk a gumičku pro připevnění. V níže uvedené tabulce (Tab. 21) jsou vypočítány celkové náklady na uložení přípravků.

Tab. 21. Tabulka nákladů na uložení přípravků (vlastní zpracování)

	Cena za 1 kus [Kč]	Celková cena [Kč]
Policový regál (2ks)	2 119	4 238
Karta na označení přípravků (225ks)	6,50	1 463
Celkové náklady	---	5 438

7.9.4 Uložení nástrojů

Policový regál

K uložení přípravků mocí policového regálu by bylo zapotřebí koupit dva policové regály a nechat vyrobit dřevěné držáky nástrojů. V níže uvedené tabulce (Tab. 22) jsou vypočítány celkové náklady na uložení nástrojů pomocí policového regálu.

Tab. 22. Náklady na uložení nástrojů pomocí policového regálu (vlastní zpracování)

	Cena za 1 kus [Kč]	Celková cena [Kč]
Policový regál (2ks)	1 850	3 700
Stojany nástrojů	---	7 500
Celkové náklady	---	11 200

Toolbox

K uložení všech nástrojů pomocí toolboxu by bylo zapotřebí koupit dvě úložné skříně. Celková kalkulace na uložení nástrojů pomocí toolboxu je vypočítána v tabulce (Tab. 23).

Tab. 23. Náklady na uložení nástrojů pomocí toolboxu (vlastní zpracování)

	Cena za 1 kus [Kč]	Celková cena [Kč]
Toolbox s evidenčním systémem	---	238 900
Celkové náklady	---	238 900

7.9.5 Digitalizace

K zavedení digitalizace na pracovišti frézování je nutné pořídit 1 odolný průmyslový tablet pro seřizovače a 6 All-in-One PC s dotykovým displejem. Dále je zapotřebí počítat s náklady na pořízení MES systému, náklady na zavedení a implementaci a náklady na zaškolení personálu. Celkové náklady na digitalizaci pracoviště frézování jsou vyčísleny v níže uvedené tabulce (Tab. 24).

Tab. 24. Náklady na digitalizaci pracoviště frézování (vlastní zpracování)

	Cena za 1 kus [Kč]	Celková cena [Kč]
Tablet	27 000	27 000
All-in-One PC (6ks)	25 000	150 000
Licence a implementace MES systému	---	105 000
Rozšíření ethernet sítě	---	20 000
Konfigurace klientských zařízení	---	8 000
Zaškolení personálu	---	6 600
Celkové náklady	---	316 600

7.9.6 Stůl pro seřizovače

K vybavení pracovního stolu pro seřizovače úložným místem pro pracovní pomůcky bude zapotřebí koupit 2 perforované panely, 4 nosné sloupky na připevnění panelů a držáky pro pracovní pomůcky. Pro vybavení šuplíků bude zapotřebí koupit 5S krabičky pro vyplnění šuplíků. V níže uvedené tabulce (Tab. 25) jsou vypočítány celkové náklady na vybavení stolu pro seřizovače.

Tab. 25. Náklady na vybavení stolu pro seřizovače (vlastní zpracování)

	Cena za 1 kus [Kč]	Celková cena [Kč]
Perforovaný panel (2ks)	574	1 148
Nosné sloupky (4ks)	308	1 232
Držáky pracovních pomůcek	---	450
5S systém do šuplíků (30ks)	---	3 000
Celkové náklady	---	5 830

8 ZHODNOCENÍ PROJEKTU

Cílem zavedením metody SMED bylo snížit čas přetypování o 20 %. Po aplikaci metody se sníží průměrný čas na jedno přetypování o 67 %.

Průměrná celková časová úspora za jeden rok je 187 512,48 minut. Hlavním cílem projektu byl zvýšit zakázky společnosti o 5 %. Díky takhle velké časové úspoře se podaří společnosti zvýšit zakázky o více, než stanovených 5 %.

Pro výpočet celkové roční úspory je počítáno s 3966 výrobními příkazy za jeden kalendářní rok. Hodinová sazba stroje byla určena firmou na 600 Kč/hodina. V níže uvedené tabulce (Tab. 26) jsou vypočítány průměrná finanční úspora na jedno přetypování a celková roční úspora na jedno přetypování.

Tab. 26. Peněžní úspory (vlastní zpracování)

	Ušetřený čas v minutách	Úspora [Kč]
Úspora za 1 přetypování	47,28	472,8
Celková roční úspora	187 512,48	1 875 124,8

Při výpočtu investic není počítáno s náklady na mzdu současných pracovníků. Celkové investice byly rozděleny do 4 kategorií. První kategorie počítá bez nákladů na digitalizaci pracoviště frézování a počítá s nákupem policového regálu na uložení přípravků. Druhá kategorie je taky bez digitalizace, ale počítá s toolboxem na uložení nástrojů. Třetí a čtvrtá kategorie počítají s digitalizací pracoviště frézování. Níže uvedená tabulka (Tab. 27) zobrazuje 4 kategorie celkových investic na projekt.

Tab. 27. Celkové investice na projekt (vlastní zpracování)

Kategorie	Celkové investice [Kč]
Bez digitalizace pracoviště + regál na nástroj	37 468
Bez digitalizace pracoviště + toolbox na nástroj	265 168
S digitalizací pracoviště + regál na nástroje	339 068
S digitalizací pracoviště + toolbox na nástroje	566 768

Po vypočítání celkových investic a přínosů můžeme určit návratnost investic. Návratnost investic vypočítáme, že celkovou investicí podělíme ročními přínosy. V níže uvedené tabulce (Tab. 28) je vypočítaná návratnost jednotlivých kategorií investic projektu.

Tab. 28. Návratnost investic na projekt (vlastní zpracování)

Kategorie	Návratnost [rok]
Bez digitalizace pracoviště + regál na nástroj	0,02
Bez digitalizace pracoviště + toolbox na nástroj	0,1414
S digitalizací pracoviště + regál na nástroje	0,1808
S digitalizací pracoviště + toolbox na nástroje	0,3023

Nejlevnější varianta, která obsahuje investice bez digitalizace pracoviště frézování a počítá s policovým regálem na uložení nástrojů, by firmu vyšla na 37 468 Kč a návratnost by byla do 0,02 roku. Nejdražší varianta vychází na 566 768 Kč a návratnost investice je za 0,3023 roku. Tato varianta počítá s digitalizací výroby, která by firmě přinesla patřičné výhody nejen při procesu přetypování CNC frézek a s toolboxem na ukládání nástrojů, což by zabránilo hledání nástrojů a v případě ztráty nástroje by byl lehce vyhledán viník.

Aplikací metody SMED a návrhů opatření nezíská společnost pouze časovou a finanční úsporu, ale i pořádek na pracovištích a ustálený pracovní postup pro seřizování. Díky kterému by se urychlilo zaškolení nových seřizovačů.

Na základě těchto dosažených výsledků můžeme prohlásit, že hlavní i projektový cíl byly splněny. U hlavního cíle, díky ušetřenému času na přetypování, může dojít ke zvýšení zakázek v průměru o více než 5 %. U projektového cíle došlo k průměrnému snížení času na jedno přetypování o 67 %.

ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývala projektem aplikace metody SMED ve společnosti MESgroup Czech s.r.o. na pracovišti třískového obrábění části frézování. Cílem projektu bylo snížení času jednoho přetypování o 20 %.

Nejprve byla zpracována literární rešerše zaměřená na průmyslové inženýrství a štihlou výrobu, zejména na plýtvání při výrobě. Dále byla vypracována literární rešerše na samotnou metodu SMED. V poslední části literární rešerše byly představeny metody štihlé výroby, které byly využity při vypracování praktické části.

Praktická část byla rozdělena na dvě části a to část analytickou a část projektovou.

Na začátku analytické části je popsána společnost MESgroup Czech s.r.o. Před zahájením analýz byl proveden workshop se zaměstnanci, kde byly představeny veškeré záměry. Nejprve byla vypracována podrobná analýza pracoviště frézování, která byla zaměřena převážně na pořádek na pracovišti a jak jsou ukládány veškeré nástroje, pracovní pomůcky a měřidla. Dalším krokem bylo vypracovat analýzu 3 libovolných přetypování a provést audit přetypování.

V projektové části byl vypracován popis projektu pomocí logického rámce, následně byla zpracována analýza rizik metodou RIPRAN. Podstatná část projektu se zabývá samotnou aplikací metody SMED. Nejprve byly identifikovány a rozděleny jednotlivé činnosti na interní a externí. U všech analyzovaných přetypování probíhaly všechny činnosti jako interní, tedy až byl stroj zastaven. Na základě prvního kroku byly vytvořeny současné jízdní řády. V druhém kroku byly převedeny všechny činnosti, které to umožňovaly, na externí a některé činnosti byly úplně eliminovány. Převedení interních činností na externí v průměru na jedno přetypování ušetřilo 11 minut 48 sekund. Posledním krokem metody SMED bylo zkrácení časů prováděných činností. Na základě návrhů opatření bylo možné zkrátit časy u činností, jako je upnutí materiálu, předání stroje a sondování nulového bodu. Na základě výsledků byly vytvořeny nové jízdní řády.

V závěru projektové části byly vypočítány průměrné časové a finanční úspory, jak na jedno přetypování, tak i na celý rok. Průměrná časová úspora na jedno přetypování je 47,28 minut, což dělá ročně 187 512,48 minut a to se rovná 1 875 124 Kč. V průměru bylo ušetřeno 67 % času na jednom přetypování. Na základě toho můžeme říct, že byl projektový cíl splněn.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- ADAMEC, Ondřej, 2017. *Analýza výrobního procesu ve společnosti MESgroup Czech s.r.o.* [online]. Zlín, s. 77, [cit. 2019-03-15]. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta managementu a ekonomiky, Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů. Vedoucí práce Dobroslav Němec. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/10563/40452>
- BADIRU, Adedeji Bodunde, 2014. *Handbook of industrial and systems engineering*. Second edition. Boca Raton [Florida]: CRC Press, Taylor & Francis Group, xxvi, 1452 s. ISBN 978-1-4665-1504-8.
- BEJČKOVÁ, Jana, 2016. Začněte s námi: metoda 5S – předpoklad pro další zlepšování. In: *API - Akademie produktivity a inovací* [online]. [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25814n-zacnete-s-nami-metoda-5s-predpoklad-pro-dalsi-zlepsovani>
- DENNIS, Pascal, 2016. *Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system*. Third edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, xxvi, 223. ISBN 978-1-4987-0887-6.
- DLABAČ, Jaroslav a Marcel PAVELKA, 2015. Průmyslové inženýrství v organizační struktuře podniku. In: *API - Akademie produktivity a inovací* [online]. [cit. 2019-04-01]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25785n-prumyslove-inzenyrstvi-v-organizacni-strukture-podniku>
- HŘEBÍČEK, Vladimír, 2010. Lean management ve výrobě. In: *BusinessInfo.cz - Oficiální portál pro podnikání a export* [online]. [cit. 2019-04-04]. Dostupné z: <https://www.businessinfo.cz/cs/clanky/lean-management-ve-vyrobe-2824.html>
- CHROMJAKOVÁ, Felicity a Rastislav RAJNOHA, 2011. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: Georg, 138 s. ISBN 978-80-89401-26-0.
- KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA, 2012. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, xxi, 153 s. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-319-9.
- KORMANEC, Peter, 2008. *SMED*. Žilina: IPA Slovakia, 42 s.
- KOŠTURIÁK, Ján a Milan GREGOR, 2002. *Jak zvyšovat produktivitu firmy*. Žilina: INFORM, (různé stránkování). ISBN 8096858319.

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

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.

MAŠÍN, Ivan, 2003. *Mapování hodnotového toku ve výrobních procesech*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 80 s. ISBN 80-902235-9-1.

MESGROUP CZECH S.R.O. 2019. *Interní materiály*. MESgroup Czech s.r.o.

MESGROUP CZECH S.R.O.: *Interní materiály* [online]. 2017 [cit. 2019-03-15]. Dostupné z: <http://www.mesgroup.cz>

MONDEN, Yasuhiro, 2012. *Toyota production system: an integrated approach to just-in-time*. 4th ed. Boca Raton: CRC Press, xlvii, 520 s. ISBN 978-1-4398-2097-1.

MUSILOVÁ, Jana, 2007a. Vizuální management - štíhlé pracoviště. In: *Firemní vzdělávání, Inovace, Strategický rozvoj, Výrobní management, Optimalizace výroby, Soft skills - IPA Czech* [online]. [cit. 2019-04-04]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/vizualni-management-stihle-pracoviste>

MUSILOVÁ, Jana, 2007b. Vizuální pracoviště. In: *Firemní vzdělávání, Inovace, Strategický rozvoj, Výrobní management, Optimalizace výroby, Soft skills - IPA Czech* [online]. [cit. 2019-04-04]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/vizualni-pracoviste>

PAVELKA, Marcel, 2015. Naučte se vidět a odstraňovat plýtvání. In: *API - Akademie produktivity a inovací* [online]. [cit. 2019-04-05]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25781n-naucte-se-videt-a-odstranovat-plytvani>

Plýtvání, ©2012. In: *Svět produktivity* [online]. [cit. 2019-04-01]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/clanek/metodika-plytvani.htm>

Poindus VariPad W1 Odolný a variabilní tablet, ©2015-2019. In: *Dataflex Security, s.r.o.* [online]. [cit. 2019-04-01]. Dostupné z: <https://eshop.dataflex-security.com/cz/produkty/991-poindus-w1-odolny-a-variabilni-varipad.html>

POLÁKOVÁ, Veronika a Roman BOBÁK, 2013. *Priemyselné inžinierstvo ako faktor konkurencie schopnosti výrobných podnikov*. Žilina: Georg, 120 s. ISBN 978-80-8154-051-6.

ROSER, Christoph, 2015. How 5S Works. In: *AllAboutLean.com – Organize your Industry* [online]. [cit. 2019-04-06]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/5s-method/>

SMED (Single Minute Exchange of Dies), ©2012. In: *Firemní vzdělávání, Inovace, Strategický rozvoj, Výrobní management, Optimalizace výroby, Soft skills - IPA Czech* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/tipy-a-triky/smed-single-minute-exchange-of-dies-cz>

SMED, ©2012. In: *Svět produktivity* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/SMED.htm>

SWOT analýza, ©2011-2016. In: *Sociální síť pro business - ManagementMania.com* [online]. [cit. 2019-04-06]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/swot-analyza>

Špagetový diagram, ©2012. In: *LEAN - FABRIKA* [online]. [cit. 2019-04-07]. Dostupné z: <http://www.lean-fabrika.cz/terminologie/spagetovy-diagram#.XLCH7egzbIV>

Štíhlá výroba - lean, ©2012. In: *Firemní vzdělávání, Inovace, Strategický rozvoj, Výrobní management, Optimalizace výroby, Soft skills - IPA Czech* [online]. [cit. 2019-04-06]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/stihla-vyroba-lean>

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2007. *Řízení výroby a nákupu*. Praha: Grada, 378 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-1479-0.

TUČEK, David a Roman BOBÁK, 2006. *Výrobní systémy*. Vyd. 2., upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 298 s. ISBN 8073183811.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Kč	Česká koruna
CNC	Computer Numeric Control, číslicové řízení počítačem
SMED	Single Minute Exchange of Die, metoda rychlé přestavby
s.r.o.	Společnost s ručením omezeným
RIPRAN	Risk Project Analysis, analýza rizik
PI	Průmyslové inženýrství
TMU	Time Measurement Unit, jednotka měření času
MTM	Methods-Time Measurement, měření času pracovních metod
UMS	Universal Maintenance Standards, univerzální normy pro údržbu
USD	Unified Standard Data, sjednocená standardní data
UAS	Universelles Analysier System, univerzální rozborový systém
MOST	Maynard Operation Sequence Technique, systém předem určených časů
CPM	Critical Path Method, metoda kritické cesty
PERT	Programme Evaluation Review Technique, metoda síťové analýzy
TPM	Total Productive Maintenance, totálně produktivní údržba
CAD	Computer Aided Design, počítačem podporované navrhování
CAM	Computer Aided Manufacturing, počítačem podporovaná výroba
USB	Universal Serial Bus, univerzální sériová sběrnice
PC	Personal computer, osobní počítač
MES	Manufacturing Execution Systems, výrobní informační systém
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats, analýza prostředí
HPP	Hlavní pracovní poměr

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Štíhlá výroba (Štíhlá výroba - lean, ©2012).....	16
Obr. 2. 8 druhů plýtvání (Plýtvání, ©2012).....	18
Obr. 3. Průběh seřízení (SMED (Single Minute Exchange of Dies), ©2012).....	19
Obr. 4. Důvody pro rychlé přetypování (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 212).....	20
Obr. 5. Průběh metody SMED (SMED, ©2012).....	24
Obr. 6. Vizualizace pracoviště (Musilová, 2007b).....	27
Obr. 7. Špagety diagram (Pavelka, 2015).....	30
Obr. 8. Průběh workshopu (Košturiak a Frolík, 2006, s. 127).....	31
Obr. 9. Layout výrobní haly – vyznačeno pracoviště třískové obrábění (vlastní zpracování).....	39
Obr. 10. Pracoviště frézování (vlastní zpracování).....	40
Obr. 11. Pracovní stůl u CNC frézky (vlastní zpracování).....	41
Obr. 12. Místo pro seřizovače (vlastní zpracování).....	42
Obr. 13. Uložení nástrojů (vlastní zpracování).....	42
Obr. 14. Regál s přípravky (vlastní zpracování).....	43
Obr. 15. Seřizovací vozík (vlastní zpracování).....	44
Obr. 16. Přehled činností přípravy nástrojů přetypování 1 (vlastní zpracování).....	47
Obr. 17. Přehled činností přípravy nástrojů přetypování 2 (vlastní zpracování).....	49
Obr. 18. Přehled činností přípravy nástrojů přetypování 3 poloha 1.....	52
Obr. 19. Přehled činností přípravy nástrojů přetypování 3 poloha 2.....	54
Obr. 20. Celkové časy a časy činností přidávající a nepřidávající hodnotu procesu přetypování (vlastní zpracování).....	56
Obr. 21. Názorné označení regálů (vlastní zpracování).....	71
Obr. 22. Značení přípravků (vlastní zpracování).....	71
Obr. 23. Toolbox (interní materiály).....	72
Obr. 24. Odolný průmyslový tablet (Poindus VariPad W1 Odolný a variabilní tablet, ©2015-2019).....	73
Obr. 25. Perforovaný panel s návrhem rozložení pracovních pomůcek (vlastní zpracování).....	74
Obr. 26. Rozmístění věcí na pracovním stole pro seřizovače (vlastní zpracování).....	75
Obr. 27. Roztříděny věci ze seřizovacího vozíku (vlastní zpracování).....	77
Obr. 28. Rozdělení pracovní desky seřizovacího vozíku (vlastní zpracování).....	78

Obr. 29. Nové uložení podložek (vlastní zpracování)	79
Obr. 30. Šuplíky před aplikací a po metody 5S (vlastní zpracování)	79
Obr. 31. Seřizovací vozík po aplikaci metody 5S (vlastní zpracování).....	80
Obr. 32. Činnosti po aplikaci metody SMED u přetypování 1 (vlastní zpracování)	81
Obr. 33. Činnosti po aplikaci metody SMED u přetypování 1 (vlastní zpracování)	82
Obr. 34. Činnosti po aplikaci metody SMED u přetypování 3 (vlastní zpracování)	83

SEZNAM TABULEK

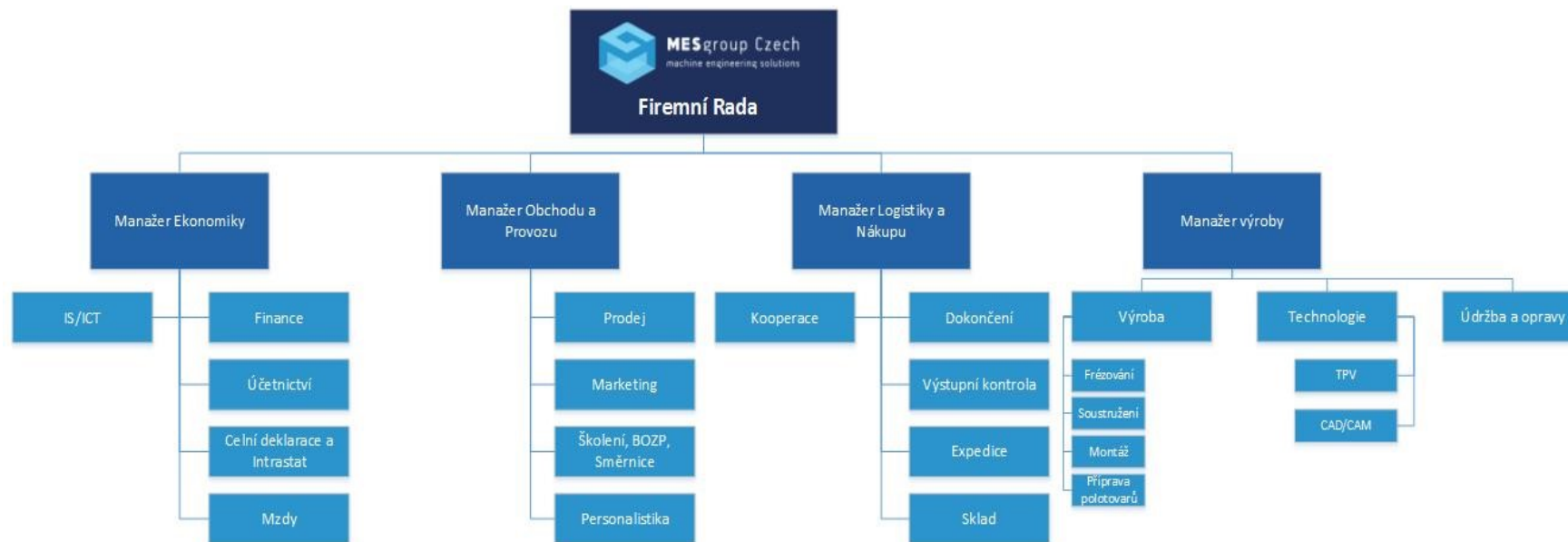
Tab. 1. SWOT analýza (vlastní zpracování).....	38
Tab. 2. Výsledky auditu přetypování (vlastní zpracování).....	56
Tab. 3. Přehled činností u všech analyzovaných přetypování (vlastní zpracování)	57
Tab. 4. Zadání projektu (vlastní zpracování).....	58
Tab. 5. Logický rámec projektu (vlastní zpracování).....	60
Tab. 6. Časový harmonogram projektu (vlastní zpracování).....	61
Tab. 7. Převedené činnosti z interních na externí u přetypování 1, 2, 3 (vlastní zpracování).....	63
Tab. 8. Časy pozorovaných upnutí před a po vizualizaci (vlastní zpracování)	64
Tab. 9. Upravené časy upnutí a montáže podložek u analyzovaných přetypování (vlastní zpracování).....	65
Tab. 10. Časy pozorovaných sondování bez použití vizualizace a s použitím vizualizace (vlastní zpracování).....	66
Tab. 11. Upravené časy sondování nulového bodu (vlastní zpracování)	66
Tab. 12. Časy pozorovaných předání stroje bez využití a s využitím vizualizace upnutí (vlastní zpracování).....	67
Tab. 13. Upravené časy předání stroje u analyzovaných přetypování (vlastní zpracování).....	67
Tab. 14. Seznam permanentně uložených nástrojů v CNC frézkách (vlastní zpracování).....	69
Tab. 15. Úspora času po změně u přetypování 1 (vlastní zpracování).....	81
Tab. 16. Úspora času po změně u přetypování 2 (vlastní zpracování).....	82
Tab. 17. Úspora času po změně u přetypování 3 (vlastní zpracování).....	83
Tab. 18. Průměrné úspory časů přetypování (vlastní zpracování).....	84
Tab. 19. Tabulka nákladů na seřizovací list a vizualizace bez digitalizace (vlastní zpracování).....	84
Tab. 20. Tabulka nákladu pro seřizovací list a vizualizace upnutí s digitalizací (vlastní zpracování).....	85
Tab. 21. Tabulka nákladů na uložení přípravků (vlastní zpracování)	85
Tab. 22. Náklady na uložení nástrojů pomocí policového regálu (vlastní zpracování).....	86
Tab. 23. Náklady na uložení nástrojů pomocí toolboxu (vlastní zpracování)	86
Tab. 24. Náklady na digitalizaci pracoviště frézování (vlastní zpracování).....	87

Tab. 25. Náklady na vybavení stolu pro seřizovače (vlastní zpracování)	87
Tab. 26. Peněžní úspory (vlastní zpracování).....	88
Tab. 27. Celkové investice na projekt (vlastní zpracování).....	88
Tab. 28. Návratnost investic na projekt (vlastní zpracování)	89

SEZNAM PŘÍLOH

- P I Organizační struktura společnosti MESgroup Czech s.r.o.
- P II Současný jízdni řád přetypování 1
- P III Špagety diagram přetypování 1
- P IV Současný jízdni řád přetypování 2
- P V Špagety diagram přetypování 2
- P VI Současný jízdni řád přetypování 3
- P VII Špagety diagram přetypování 3
- P VIII Audit přetypování
- P IX Metoda RIPRAN
- P X Nový jízdni řád přetypování 1
- P XI Nový jízdni řád přetypování 2
- P XII Nový jízdni řád přetypování 3
- P XIII Umístění místa pro seřizovače v nové výrobní hale
- P XIV Seřizovací list + vizualizace upnutí
- P XV Všeobecný standard přetypování
- P XVI Standard seřizovacího vozíku

PŘÍLOHA P I: ORGANIZAČNÍ STRUKTURA SPOLEČNOSTI MESGROUP CZECH S.R.O.

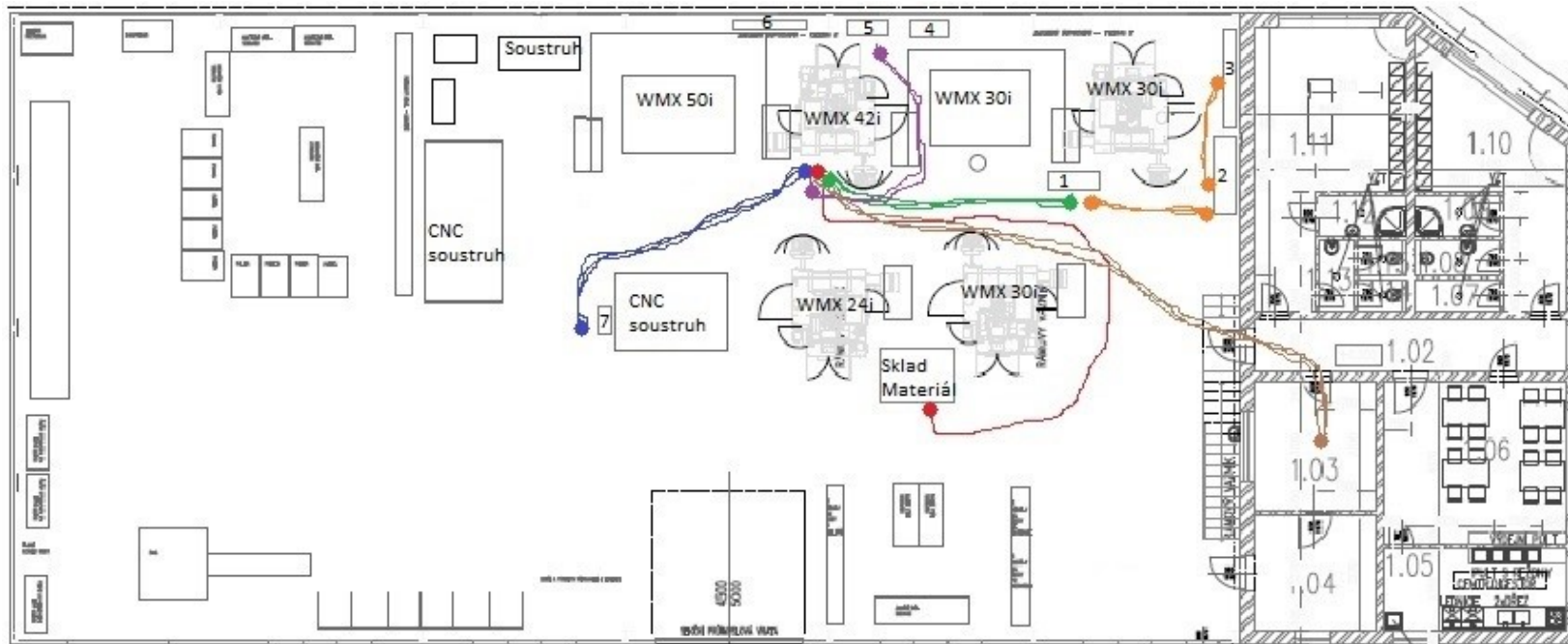


PŘÍLOHA P II: SOUČASNÝ JÍZDNÍ ŘÁD PŘETYPOVÁNÍ 1

Č.	Název operace	Čas operace	Druh operace
1	Příprava polotovarů	0:02:11	Interní
2	Přihlášení operace přetypování	0:00:18	Interní
3	Načtení programu	0:01:01	Interní
4	Zjišťování potřebných nástrojů z programu	0:00:18	Interní
5	Chůze k regálu s nástroji	0:00:09	Interní
6	Vychystání nástrojů	0:00:20	Interní
7	Chůze zpět ke stroji	0:00:09	Interní
8	Zjišťování potřebných nástrojů z programu	0:00:08	Interní
9	Chůze k regálu s nástroji	0:00:10	Interní
10	Vychystání nástrojů	0:00:12	Interní
11	Hledání pomůcky šroubovák	0:00:36	Interní
12	Úprava nástroje	0:03:21	Interní
13	Chůze zpět ke stroji	0:00:12	Interní
14	Zjišťování potřebných nástrojů z programu	0:00:21	Interní
15	Chůze k regálu s nástroji	0:00:04	Interní
16	Vychystání nástrojů	0:02:05	Interní
17	Úprava nástroje	0:01:30	Interní
18	Vychystání nástrojů	0:00:33	Interní
19	Hledání nástroje (vrták)	0:03:55	Interní
20	Úprava nástroje	0:00:50	Interní
21	Chůze zpět ke stroji	0:00:18	Interní
22	Zjišťování potřebných nástrojů z programu	0:00:08	Interní
23	Chůze k regálu s nástroji	0:00:06	Interní
24	Vychystání nástrojů	0:00:15	Interní
25	Chůze zpět ke stroji	0:00:06	Interní
26	Čištění stroje	0:01:40	Interní
27	Výměna nástrojů + vyrovnání	0:07:33	Interní
28	Demontáž/montáž svěráků	0:03:57	Interní

29	Příprava podložek	0:00:31	Interní
30	Montáž podložek do stroje	0:02:51	Interní
31	Hledání pružné podložky	0:00:23	Interní
32	Montáž pružné podložky do stroje	0:00:14	Interní
33	Upnutí kusu	0:01:32	Interní
34	Sondování nulového bodu	0:01:41	Interní
35	Obsluha jiného stroje	0:04:13	Interní
36	Kontrola programu	0:03:18	Interní
37	Obrábění (1. kus)	0:00:00	Interní
38	Řešení problému s programátorem	0:04:14	Interní
39	Výměna nástroje + vyrovnání	0:02:43	Interní
40	Obrábění (1. kus)	0:00:00	Interní
41	Řešení problému s programátorem	0:06:02	Interní
42	Obrábění (1. kus)	0:00:00	Interní
43	Řešení problému s programátorem	0:05:03	Interní
44	Obrábění (1. kus)	0:00:00	Interní
45	Čištění obrobku	0:00:27	Interní
46	Kontrola rozměrů	0:00:24	Interní
47	Vyjmutí obrobku	0:00:28	Interní
48	Čištění obrobku	0:00:27	Interní
49	Kontrola rozměrů	0:01:02	Interní
50	Hledání posuvného měřidla	0:00:12	Interní
51	Kontrola rozměrů	0:01:21	Interní
52	Řešení problému s programátorem	0:01:38	Interní
53	Výměna nástroje	0:01:27	Interní
54	Hledání hříbku pro vyrovnání nástrojů	0:00:40	Interní
55	Vyrovnání nástroje	0:00:56	Interní
56	Odhlášení operace přetypování	0:00:16	Interní
57	Předání stroje	0:00:31	Interní
	Celkový čas	1:15:00	

PŘÍLOHA P III: ŠPAGETY DIAGRAM PŘETÝPOVÁNÍ 1



1. Regál s upínači nástrojů

2. Místo pro seřizovače

3. Skříně s nástroji

4. Regál s přípravky

5. Přesné podložky

6. Regál se svěráky

7. Zařízení pro přihlášení/odhlášení operací

Červená – chůze do skladu s polotovary

Modrá – chůze k systému odhlášení/přihlášení

Fialová – chůze pro přesné podložky

Zelená – chůze k regálu s upínači

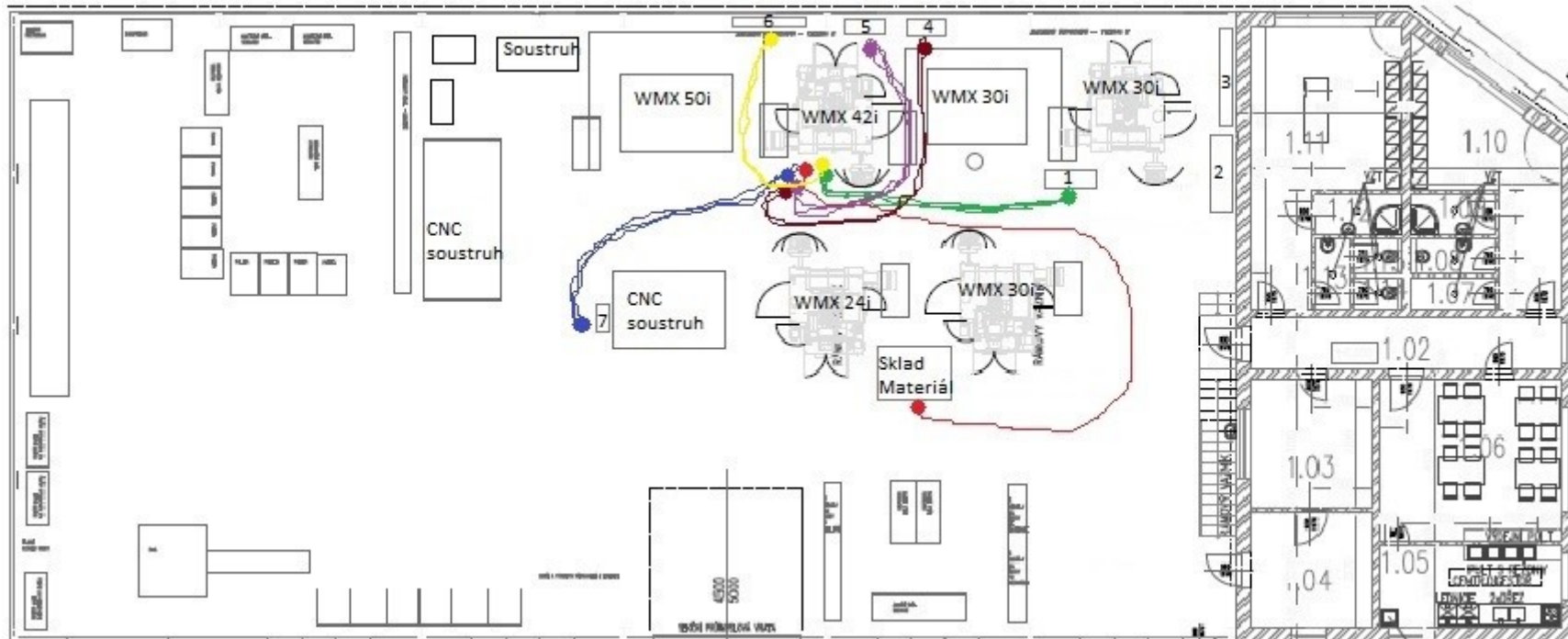
Oranžová – chůze při úpravě nástrojů

Hnědá – chůze za programátorem

PŘÍLOHA P IV: SOUČASNÝ JÍZDNÍ ŘÁD PŘETYPOVÁNÍ 2

Č.	Název operace	Čas operace	Druh operace
1	Příprava polotovarů	0:01:58	Interní
2	Přihlášení operace přetypování	0:00:20	Interní
3	Načtení programu	0:01:20	Interní
4	Zjišťování potřebných nástrojů z programu	0:00:18	Interní
5	Chůze k regálu s nástroji	0:00:09	Interní
6	Vychystání nástrojů	0:00:49	Interní
7	Chůze zpět ke stroji	0:00:09	Interní
8	Zjišťování potřebných nástrojů z programu	0:00:19	Interní
9	Chůze k regálu s nástroji	0:00:09	Interní
10	Vychystání nástrojů	0:00:58	Interní
11	Chůze zpět ke stroji	0:00:09	Interní
12	Zjišťování potřebných nástrojů z programu	0:00:18	Interní
13	Chůze k regálu s nástroji	0:00:09	Interní
14	Vychystání nástrojů	0:00:26	Interní
15	Hledání nástroje v jiném stroji + jeho vyjmutí	0:05:13	Interní
16	Chůze zpět ke stroji	0:00:09	Interní
17	Čištění stroje	0:00:56	Interní
18	Demontáž/montáž svěráků	0:06:33	Interní
19	Chůze pro svěrák - první byly malé	0:00:15	Interní
20	Chůze pro druhý svěrák	0:00:12	Interní
21	Demontáž/montáž svěráků	0:04:35	Interní
22	Výměna nástrojů + vyrovnání	0:14:15	Interní
23	Příprava podložek	0:01:08	Interní
24	Montáž podložek	0:01:18	Interní
25	Chůze pro přípravek	0:00:10	Interní
26	Hledání přípravku	0:28:47	Interní
27	Chůze zpět ke stroji	0:00:10	Interní
28	Montáž přípravku	0:01:57	Interní
29	Upnutí kusu	0:02:32	Interní
30	Sondování nulového bodu	0:02:31	Interní
31	Kontrola programu	0:01:17	Interní
32	Obrábění (1. kus)	0:00:00	Interní
33	Čištění obrobku	0:00:25	Interní
34	Kontrola rozměrů	0:01:14	Interní
35	Vyjmutí obrobku	0:00:37	Interní
36	Čištění obrobku	0:00:28	Interní
37	Kontrola rozměrů	0:01:28	Interní
38	Odhlášení operace přetypování	0:00:17	Interní
39	Předání stroje	0:00:29	Interní
	Celkový čas	1:24:27	

PŘÍLOHA P V: ŠPAGETY DIAGRAM PŘETÝPOVÁNÍ 2



1. Regál s upínači nástrojů

2. Místo pro seřizovače

3. Skříně s nástroji

4. Regál s přípravky

5. Přesné podložky

6. Regál se svěráky

7. Zařízení pro přihlášení/odhlášení operací

Červená – chůze do skladu s polotovary

Modrá – chůze k systému odhlášení/přihlášení

Fialová – chůze pro přesné podložky

Vínová – chůze pro přípravek

Zelená – chůze k regálu s upínači

Oranžová – chůze při úpravě nástrojů

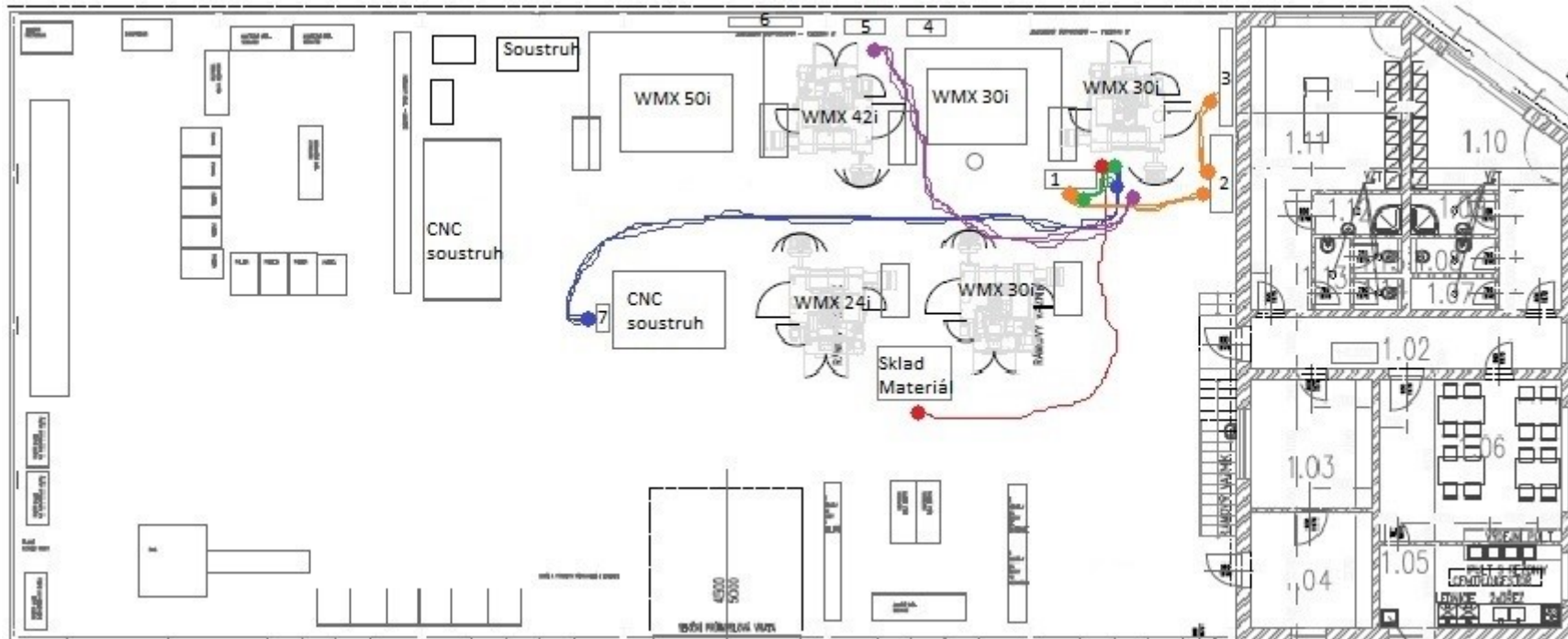
Žlutá – chůze pro svěráky

PŘÍLOHA P VI: SOUČASNÝ JÍZDNÍ ŘÁD PŘETYPOVÁNÍ 3

Č.	Název operace	Čas operace	Druh operace
1	Příprava polotovarů	0:00:43	Interní
2	Přihlášení operace přetypování - poloha 1	0:00:48	Interní
3	Načtení programu	0:01:20	Interní
4	Zjišťování potřebných nástrojů z programu	0:00:50	Interní
5	Chůze k regálu s nástroji	0:00:08	Interní
6	Hledání nástroje - vrták	0:04:21	Interní
7	Úprava nástroje	0:00:58	Interní
8	Chůze zpět ke stroji	0:00:10	Interní
9	Zjišťování potřebných nástrojů z programu	0:00:18	Interní
10	Chůze k regálu s nástroji	0:00:09	Interní
11	Vychystání nástrojů	0:00:49	Interní
12	Chůze zpět ke stroji	0:00:09	Interní
13	Čištění stroje	0:00:20	Interní
14	Výměna nástrojů + vyrovnaní	0:01:50	Interní
15	Demontáž/montáž svěráků	0:04:24	Interní
23	Příprava podložek	0:01:08	Interní
16	Montáž podložek	0:00:39	Interní
17	Upnutí kusu	0:00:43	Interní
18	Hledání pomůcky hloubkoměru	0:00:22	Interní
20	Hledání sondy	0:01:30	Interní
21	Sondování nulového bodu	0:01:13	Interní
22	Kontrola programu	0:00:15	Interní
23	Obrábění (1. kus, poloha 1)	0:00:00	Interní
24	Řešení problému - špatný nástroj	0:01:20	Interní
25	Vyjmutí nástroje z jiného stroje	0:00:25	Interní
26	Úprava nástroje	0:04:24	Interní
27	Výměna nástroje + vyrovnaní	0:01:59	Interní

28	Obrábění (1. kus, poloha 1)	0:00:00	Interní
29	Čištění obrobku	0:00:10	Interní
30	Kontrola rozměrů	0:00:28	Interní
31	Vyjmutí obrobku	0:00:05	Interní
32	Čištění obrobku	0:00:14	Interní
33	Kontrola rozměrů	0:01:09	Interní
34	Odhlášení operace přetypování - poloha 1	0:00:46	Interní
35	Předání stroje	0:01:25	Interní
36	Nahlášení operace přetypování - poloha 2	0:00:45	Interní
37	Zjišťování potřebných nástrojů z programu	0:00:27	Interní
38	Chůze k regálu s nástroji	0:00:08	Interní
39	Vychystávání nástroje	0:00:58	Interní
38	Chůze zpět ke stroji	0:00:08	Interní
40	Výměna nástroje + vyrovnaní	0:01:30	Interní
41	Čištění stroje	0:00:31	Interní
42	Montáž/demontáž svěráků	0:02:56	Interní
43	Montáž podložek	0:01:07	Interní
44	Upnutí kusu	0:00:36	Interní
45	Sondování nulového bodu	0:02:13	Interní
46	Kontrola programu	0:00:55	Interní
47	Obrábění (1. kus, poloha 2)	0:00:00	Interní
48	Čištění obrobku	0:00:09	Interní
30	Kontrola rozměrů	0:00:28	Interní
49	Vyjmutí obrobku	0:00:08	Interní
32	Čištění obrobku	0:00:14	Interní
50	Kontrola rozměrů	0:00:40	Interní
51	Odhlášení operace přetypování - poloha 2	0:00:45	Interní
52	Předání stroje	0:01:12	Interní
	Celkový čas	0:51:22	

PŘÍLOHA P VII: ŠPAGETY DIAGRAM PŘETYPOVÁNÍ 3



1. Regál s upínači nástrojů

2. Místo pro seřizovače

3. Skříně s nástroji

4. Regál s přípravky

5. Přesné podložky

6. Regál se svěráky

7. Zařízení pro přihlášení/odhlášení operací

Červená – chůze do skladu s polotovary

Modrá – chůze k systému odhlášení/přihlášení

Fialová – chůze pro přesné podložky

Zelená – chůze k regálu s upínači

Oranžová – chůze při úpravě nástrojů

PŘÍLOHA P VIII: AUDIT PŘETÝPOVÁNÍ

Audit přetypování			
	Student	S1	S2
Všechny nástroje mají přesně definované místo.	1	1	0
Všechny nástroje jsou na správném místě.	1	1	1
Žádný nástroj není poškozen.	1	1	1
Seřizovací vozík obsahuje všechny pracovní pomůcky.	1	1	1
Všechna kontrolní a měřicí zařízení jsou k dispozici.	1	1	1
Všechna kont. a měřicí zařízení mají přesně definované místo.	0	1	1
Všechna kontrolní a měřicí zařízení jsou na svém místě.	0	2	1
Všechny pracovní pomůcky k přetypování jsou k dispozici.	1	1	1
Všechny pracovní pomůcky mají přesně definované místo.	0	1	0
Všechny pracovní pomůcky jsou na správném místě.	0	1	0
K dispozici jsou čisté hadry.	2	2	2
K dispozici jsou čisticí prostředky.	2	2	2
Je k dispozici potřebný přípravek pro další položku.	1	1	1
Přípravek se nachází na správném místě.	1	1	1
Je přípravek řádně označen.	0	1	0
Všechn potřebný materiál je k dispozici.	2	2	2
Existuje standard přetypování.	0	1	0
K dispozici jsou vozíky a manipulátory.	1	2	2
Osvětlení místa přetypování je dostatečné.	2	2	1
Body z maximálního počtu 38 bodů	17	25	18
Procenta	45%	66%	47%
Poznámka:			
2 body - zcela odpovídá skutečnému stavu			
1 bod - z části odpovídá skutečnému stavu			
0 bodů - zcela neodpovídá skutečnému stavu			

PŘÍLOHA P IX: METODA RIPRAN

Popis zkratk použitých v analýze RIPRAN

Pravděpodobnost			Dopad		Hodnota rizika		Druh opatření
Vysoká	> 66 %	VP	Velmi nepříznivý	VD	Vysoká	VHR	Rizikový plán
Střední	21 % - 66 %	SP	Nepříznivý	SD	Střední	SHR	Rizikový plán
Nízká	< 21 %	NP	Mírně nepříznivý	MD	Nízká	NHR	Akceptace

Tabulka pro určení hodnoty rizika

	VP	SP	NP
VD	VHR	VHR	SHR
SD	VHR	SHR	NHR
MD	SHR	NHR	NHR

ID	Hrozba	P-st hrozby	Scénář	P-st scénáře	Výsledná p-st.		Dopad	Hodnota rizika	Opatření
1	Nespolupráce zaměstnanců	40%	Ztížené podmínky pro práci	80%	32 %	SP	SD	SHR	Průběžné workshopy, motivační program
2	Nedostatečná znalost řešené problematiky	40%	Nevyřešení problému	90%	36 %	SP	VD	VHR	Dostudování řešeného tématu, pravidelné konzultace
3	Ztráta dat	15%	Nedodržení harmonogramu	80%	12 %	NP	VD	SHR	Zálohování dat na více zařízeních
4	Chybně zpracovaná analýza současného stavu	40%	Chybně vyvozené závěry	100%	40 %	SP	VD	VHR	Pravidelné konzultace, kontroly a ověřování správnosti analýz
5	Nedostatečné plánování	20%	Zpoždění projektu	70%	14 %	NP	VD	SHR	Průběžné kontroly se stanoveným plánem
6	Nový standard přetypování nebude využíván v provozu	40%	Nedojde ke zkrácení časů přetypování a k úsporám	100%	40 %	SP	VD	VHR	Přesvědčit vedení společnosti o výhodách, které získají aplikací metody SMED

PŘÍLOHA P X: NOVÝ JÍZDNÍ ŘÁD PŘETYPOVÁNÍ 1

Číslo	Název operace	Čas operace
Externí činnosti		
1	Příprava polotovarů	0:02:11
2	Přihlášení operace přetypování	0:00:18
3	Příprava nástrojů	0:09:06
4	Příprava podložek	0:00:31
5	Načtení programu	0:01:01
6	Kontrola programu	0:03:18
Interní činnosti		
6	Výměna nástrojů + vyrovnání	0:07:33
7	Demontáž/montáž svěráků	0:03:57
8	Montáž podložek	0:02:11
10	Upnutí kusu	0:01:04
11	Sondování nulového bodu	0:01:11
13	Obrábění (1. kus, poloha 1)	0:00:00
14	Vyjmutí obrobku	0:00:28
15	Čištění obrobku	0:00:27
16	Kontrola rozměrů	0:02:47
17	Předání stroje	0:00:05
Externí činnosti		
18	Odhlášení operace přetypování	0:00:16
Externí činnosti		0:16:41
Interní činnosti		0:19:43

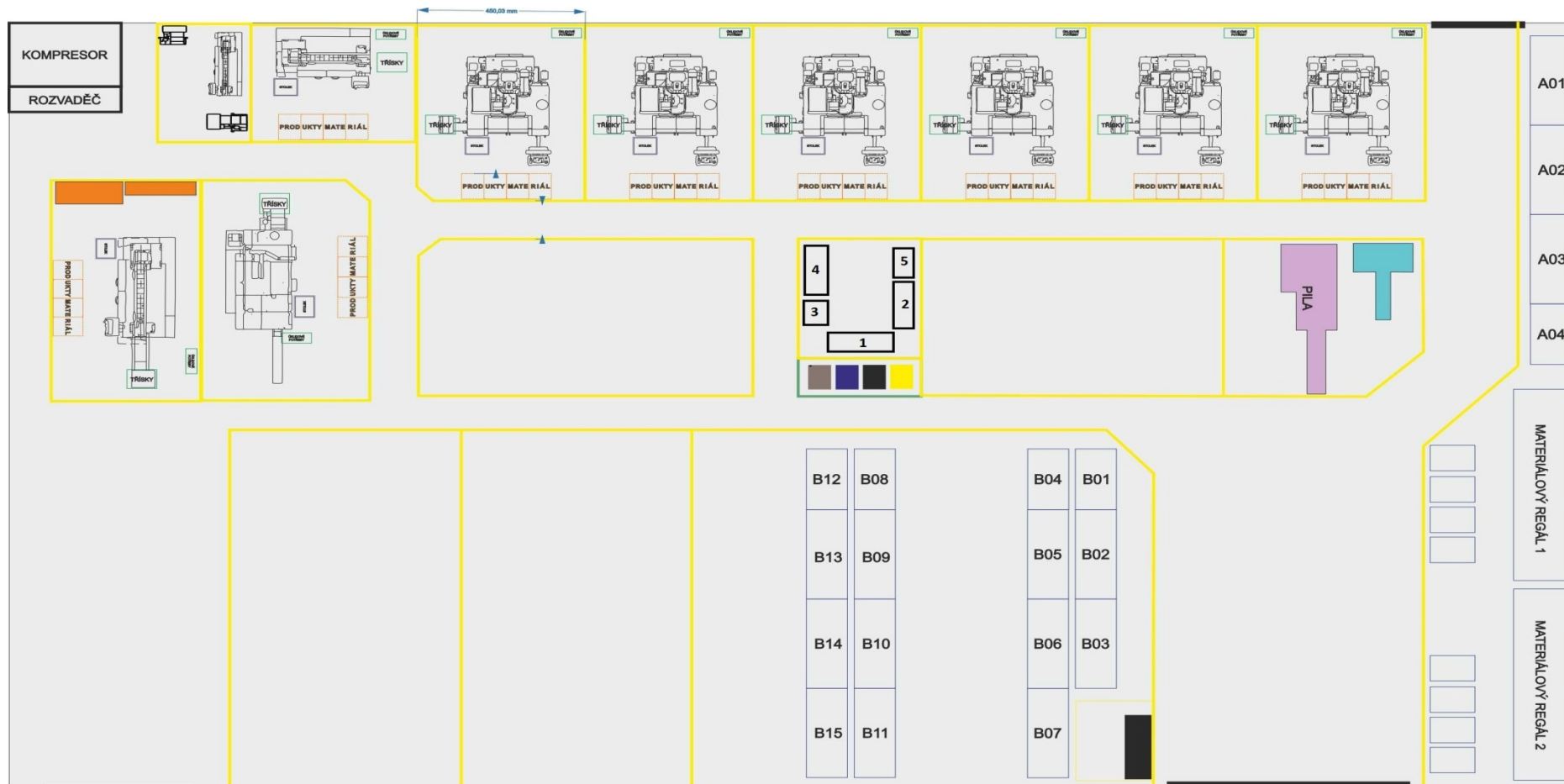
PŘÍLOHA P XI: NOVÝ JÍZDNÍ ŘÁD PŘETYPOVÁNÍ 2

Číslo	Název operace	Čas operace
Externí činnosti		
1	Příprava polotovarů	0:01:58
2	Přihlášení operace přetypování	0:00:20
3	Příprava nástrojů	0:02:13
4	Příprava podložek	0:01:08
5	Načtení programu	0:01:20
6	Kontrola programu	0:01:17
Interní činnosti		
7	Demontáž/montáž svěráků	0:06:33
8	Výměna nástrojů + vyrovnání	0:14:15
9	Montáž podložek	0:00:55
10	Montáž přípravku	0:01:57
11	Upnutí kusu	0:01:46
12	Sondování nulového bodu	0:01:46
13	Obrábění (1. kus)	0:00:00
14	Vyjmutí obrobku	0:00:37
15	Čištění obrobku	0:00:28
16	Kontrola rozměrů	0:02:42
17	Předání stroje	0:00:05
Externí činnosti		
18	Odhlášení operace přetypování	0:00:17
Externí činnosti		0:08:33
Interní činnosti		0:31:04

PŘÍLOHA P XII: NOVÝ JÍZDNÍ ŘÁD PŘETÝPOVÁNÍ 3

Číslo	Název operace	Čas operace
Externí činnosti		
1	Příprava polotovarů	0:00:43
2	Přihlášení operace přetytování - poloha 1	0:00:48
3	Příprava nástrojů	0:02:45
4	Příprava podložek	0:01:08
5	Načtení programu	0:01:20
6	Kontrola programu	0:01:10
Interní činnosti		
7	Výměna nástrojů + vyrovnání (pro všechny polohy)	0:03:20
8	Demontáž/montáž svěráků	0:04:24
9	Montáž podložek	0:00:28
10	Upnutí kusu	0:00:30
11	Sondování nulového bodu	0:00:51
12	Obrábění (1. kus, poloha 1)	0:00:00
13	Vyjmutí obrobku	0:00:05
14	Čištění obrobku	0:00:14
15	Kontrola rozměrů	0:01:09
16	Předání stroje	0:00:14
Externí činnosti		
17	Odhlášení operace přetytování - poloha 1	0:00:46
18	Nahlášení operace přetytování - poloha 2	0:00:45
Interní činnosti		
19	Montáž/demontáž svěráků	0:02:56
20	Montáž podložek	0:00:48
21	Upnutí kusu	0:00:25
22	Sondování nulového bodu	0:01:33
23	Obrábění (1. kus, poloha 2)	0:00:00
24	Vyjmutí obrobku	0:00:08
25	Čištění obrobku	0:00:14
26	Kontrola rozměrů	0:00:40
27	Předání stroje	0:00:12
Externí činnosti		
28	Odhlášení operace přetytování - poloha 2	0:00:45
Externí činnosti		0:10:10
Interní činnosti		0:18:11

PŘÍLOHA P XIII: UMÍSTĚNÍ MÍSTA PRO SEŘIZOVAČE V NOVÉ VÝROBNÍ HALE



1. Pracovní stůl pro seřizovače

2. Místo pro uložení nástrojů

3. Regál s upínači

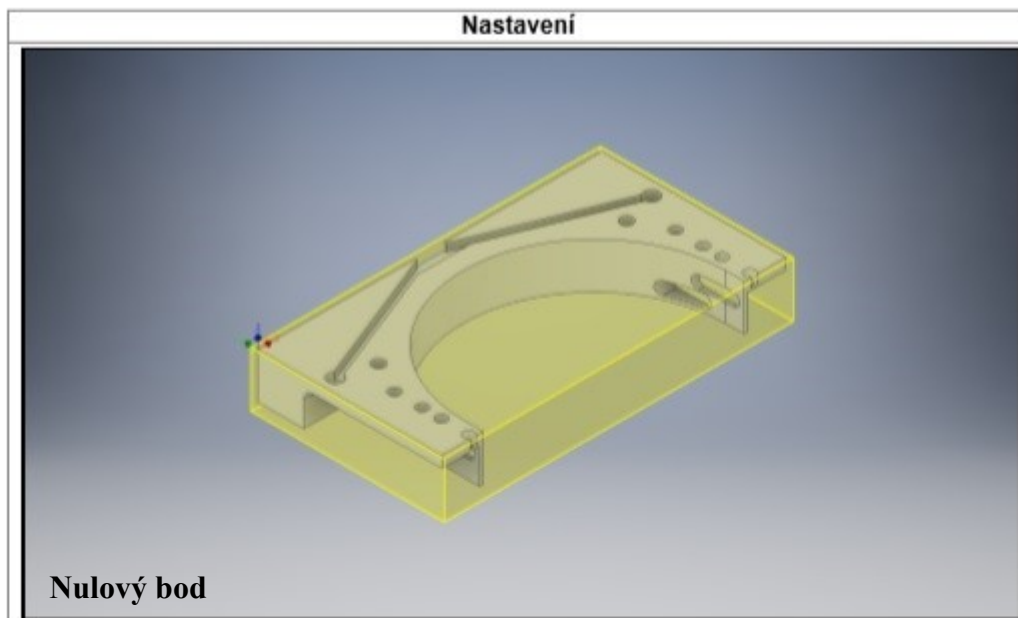
4. Regál s přípravky

5. Regál se svěráky

PŘÍLOHA P XIV: SEŘIZOVACÍ LIST + VIZUALIZACE UPNUTÍ

Setup Sheet for Program 1001

POPIS POLOHY: 1. poloha
SLOZKA: S892470000md-B



Nástroje			
Cislo nástroje	Nazev nástroje	Minimalni Z	Obsahuje stop
T4	POPIS: FREZA 40 PLATKOVA ALU	MINIMUM Z: -25.5mm	
Komentar			
T30	POPIS: OJEHLOVAK 8	MINIMUM Z: -1.2mm	
Komentar			
T77	POPIS: FREZA 20 TK ALU	MINIMUM Z: -25.5mm	
Komentar			
T84	POPIS: FREZA 4 TK ALU	MINIMUM Z: -5mm	
Komentar			
T85	POPIS: FREZA 3 TK ALU	MINIMUM Z: -4mm	
Komentar			
T100	POPIS: NAVRTAVAK 12 HSS	MINIMUM Z: -4.1mm	
Komentar			
T160	POPIS: VRTAK 8 HSS	MINIMUM Z: -10.5mm	
Komentar			
T174	POPIS: VRTAK 6,6 HSS	MINIMUM Z: -21.98mm	
Komentar			
T205	POPIS: VRTAK 3,5 HSS	MINIMUM Z: -9.15mm	
Komentar			

Upnutí výrobku - č. s892470000 - Poloha 1

Poloha 1



Poloha 1



Poloha 1



Poznámky:

Svěráky: 2x svěrák malý číslo 3

Přesné podložky: 2x číslo 47

PŘÍLOHA P XV: VŠEOBECNÝ STANDARD PŘETYPOVÁNÍ

Standard přetypování CNC frézky		
Pracoviště: WMX 24i, WMX 30i, WMX 42i WMX 50i	Datum vydání: 26.2.2019	Verze: 1
		Jméno + podpis vydavatele standardu:
		Určeno pro: seřizovač
Krok č.	Popis pracovního kroku	Poznámka
Externí operace		
1	Přihlášení operace přetypování	
2	Příprava polotovarů	
3	Příprava nástrojů (pro všechny polohy)	Seřizovací list
4	Příprava podložek, svěráků, přípravků	Fotografie upnutí
5	Načtení programu	
6	Kontrola programu (pro všechny polohy)	
Interní operace		
7	Výjmutí starých nástrojů	
8	Vložení nových nástrojů + vyrovnaní	Pro všechny polohy obrábění
9	Demontáž/montáž svěráků	
10	Upnutí kusu	Fotografie upnutí
11	Sondování nulového bodu	Seřizovací list
12	Obrábění (1. kus)	Úklid + příprava na další přetypování
13	Kontrola rozměrů	Výkres výrobku
14	Předání stroje	
Externí operace		
15	Odhlášení operace přetypování	
Další polohy		
Externí operace		
16	Nahlášení operace přetypování - poloha 2,3...	
17	Příprava svěráků, podložek, přípravků	
Interní operace		
18	Upnutí kusu	Fotografie upnutí
19	Sondování nulového bodu	Seřizovací list
20	Obrábění (1. kus, poloha 2,3...)	Úklid + příprava na další seřízení
21	Kontrola rozměrů	Výkres výrobku
22	Předání stroje	
Externí operace		
23	Odhlášení operace přetypování - poloha 2,3...	
Ochrané pomůcky: rukavice, brýle Poznámky: Pokud naměřené hodnoty 1. kusu neodpovídají, provádí seřizovač úpravu a obrábění dalších kusů, dokud nebudou rozměry správné.		

PŘÍLOHA P XVI: STANDARD SEŘIZOVACÍHO VOZÍKU

	Standard seřizovacího vozíku	S - 001
 <p data-bbox="619 607 746 651">NOK</p>	 <p data-bbox="1278 607 1358 651">OK</p>	<p>Na konci směny především vozík uklizený!</p>
 <p data-bbox="699 965 826 1010">NOK</p>	 <p data-bbox="975 1032 1054 1077">OK</p>	<p>Dodržuj systém v ukládání podložek!</p>
 <p data-bbox="304 1099 427 1144">NOK</p>	 <p data-bbox="1214 1503 1294 1547">OK</p>	<p>Nástroje a pomůcky odkládej jen na místo jim určené!</p>
 <p data-bbox="635 1816 762 1861">NOK</p>		<p>Po ukončení přetypování uklid' upínače a nástroje na místo jim určené!</p>
<p>Vypracoval: Adamec</p>	<p>Dne: 1.3.2019</p>	<p>Zodpovědný za seřizovací vozík: seřizovač</p>