

Projekt aplikace metody SMED ve společnosti ZPS - FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s.

Bc. Ondřej Krybus

Diplomová práce
2013



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: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ondřej Krybus**
Osobní číslo: **M11787**
Studijní program: **N6208 Ekonomika a management**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Projekt aplikace metody SMED ve společnosti ZPS –
FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s.**

Zásady pro vypracování:

Úvod

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši zabývající se danou problematikou a formulujte teoretická východiska pro zpracování praktické části.

II. Praktická část

- Proveďte analýzu současného stavu procesu seřizování na vybraném stroji.
- Na základě analýzy navrhněte řešení pro využití metody SMED, která by vedla ke zlepšení současného stavu.
- Vypracujte projekt pro zkrácení stávajícího času seřizování stroje na základě uplatnění metody SMED.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. Moderní přístupy k řízení výroby. 3., dopl. vyd. Praha: C.H. Beck, 2012, 153 s. ISBN 978-80-7179-319-9.

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

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.

VYTLAČIL, Milan a Ivan MAŠÍN. Dynamické zlepšování procesů: programy a metody pro eliminaci plýtvání. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1999, 193 s. ISBN 80-902235-3-2.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Veronika Šišková**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: **22. února 2013**
Termín odevzdání diplomové práce: **2. května 2013**

Ve Zlíně dne 22. února 2013


prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka




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

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- odevzdáním diplomové 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 obhajoby¹;
- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému,
- na mou diplomovou 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. 3²;
- podle § 60³ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;

¹ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlázení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

² 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, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

³ 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, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

- podle § 60⁴ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Prohlašuji, že:

- jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a použité informační zdroje jsem citoval;
- odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 25.4.2013

Andrij Kyglas

⁴ 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, § 60 Školní dílo:

- (2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.
- (3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídí k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá problematikou průmyslové metody SMED. Úvodem popisuje moderní průmyslové inženýrství, štíhlou výrobu, a dále metody a principy, které jsou uvedeny jako východiska pro zpracování praktické části.

V další části je uvedena analýza současného stavu při seřizování frézky čepových fréz ve společnosti ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s., a dále projekt, který předkládá jednotlivé kroky aplikace metody SMED a návrhy na zkrácení doby činností při změně výroby. Výstupem praktické části je nově sestavený jízdní řád a modelový příklad možných úspor při zavedení metody SMED.

Klíčová slova: průmyslové inženýrství, SMED, plýtvání, interní a externí činnosti, jízdní řád, redukce a eliminace činností, 5S.

ABSTRACT

This thesis concerns with industrial method of SMED. Introduction describes the modern industrial engineering, lean manufacturing, and the methods and principles, which are listed as a basis for the practical part.

The next section is an analysis of the current state of the adjusting milling machine of pin milling cutter at ZPS – MILLING TOOLS, joint-stock company as well as a project by the steps of SMED application method and proposals to reduce the time to change production activities. The output of the practical part of the newly established schedule and a example of possible savings in the implementation of SMED method.

Keywords: Industrial Engineering, SMED, waste, internal and external activities, schedule, reduction and elimination of activities, 5S.

Tímto bych rád poděkoval Ing. Veronice Šiškové za její vedení, náměty a konzultace při psaní této diplomové práce.

Děkuji také Bc. Martinu Měřičkovi za užitečné informace a konzultace k analytické a projektové části a dále JUDr. Václavu Čmolíkovi za umožnění realizace mé diplomové práce ve společnosti ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s.

„Kdysi velcí vyhrávali nad malými, dnes rychlí vyhrávají nad pomalými.“

Michael Hammer

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| ÚVOD | 10 |
| I TEORETICKÁ ČÁST | 11 |
| 1 MODERNÍ PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ | 12 |
| 1.1 ROLE PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRA | 12 |
| 1.1.1 Klíčové faktory úspěchu | 12 |
| 1.2 METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ | 13 |
| 1.2.1 Základní metody..... | 13 |
| 1.2.2 Komplexní metody..... | 13 |
| 2 ŠTÍHLÁ VÝROBA | 14 |
| 2.1 ŠTÍHLÝ PODNIK | 14 |
| 2.2 CHARAKTERISTIKA ŠTÍHLÉ VÝROBY | 15 |
| 2.3 PLÝTVÁNÍ VE VÝROBĚ..... | 15 |
| 2.4 STUDIA PRÁCE..... | 17 |
| 2.4.1 Snímek..... | 18 |
| 2.4.2 Videozáznam..... | 18 |
| 2.5 OSTATNÍ KONCEPTY | 19 |
| 2.5.1 Standardizace | 19 |
| 2.5.2 Paretova analýza..... | 20 |
| 2.5.3 Layout | 21 |
| 3 SMED | 22 |
| 3.1 CHARAKTERISTIKA METODY SMED | 22 |
| 3.2 PLÝTVÁNÍ PŘI SEŘIZOVÁNÍ | 23 |
| 3.3 METODIKA SMED | 24 |
| 3.3.1 Oddělení interních a externích činností..... | 24 |
| 3.3.2 Převedení interních činností na externí | 24 |
| 3.3.3 Redukce interních a externích činností | 25 |
| 3.4 JÍZDNÍ ŘÁD ZMĚNY | 25 |
| 3.5 PŘÍNOSY ZAVEDENÍ METODY SMED | 26 |
| 3.6 HLAVNÍ OBLASTI VYUŽITÍ METODY SMED | 26 |
| 4 5S | 27 |
| 5 ZHODNOCENÍ TEORETICKÉ ČÁSTI | 29 |
| II PRAKTICKÁ ČÁST | 30 |
| 6 CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI | 31 |
| 6.1 IDENTIFIKACE SPOLEČNOSTI..... | 31 |
| 6.2 PŘEDSTAVENÍ..... | 32 |
| 6.3 HISTORIE | 33 |
| 6.4 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA | 33 |
| 6.5 PRODUKTY A SLUŽBY | 34 |
| 6.6 KONKURENCE SPOLEČNOSTI V EVROPĚ..... | 35 |
| 6.7 SWOT ANALÝZA | 36 |
| 7 PROJEKT APLIKACE METODY SMED | 38 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 7.1 | VYMEZENÍ PROJEKTU | 38 |
| 7.1.1 | Projektový tým | 38 |
| 7.1.2 | Cíle projektu | 38 |
| 7.1.3 | Logický rámec | 39 |
| 7.1.4 | Formulování problému | 40 |
| 7.1.5 | Potenciální úspory | 40 |
| 7.1.6 | Kritéria úspěchu | 40 |
| 7.1.7 | Náklady projektu | 40 |
| 7.1.8 | Riziková analýza RIPRAN | 41 |
| 7.1.9 | Časový plán projektu | 42 |
| 8 | ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU..... | 43 |
| 8.1 | SOUČASNÝ STAV PRACOVIŠTĚ | 43 |
| 8.2 | POPIS FRÉZKY ČEPOVÝCH FRÉZ FA037 | 43 |
| 8.3 | LAYOUT PRACOVIŠTĚ | 44 |
| 8.4 | JÍZDNÍ ŘÁD PŘETÝPOVÁNÍ | 45 |
| 8.4.1 | Kategorie | 49 |
| 8.4.2 | Rozdělení činností | 50 |
| 8.4.3 | Paretova analýza | 52 |
| 8.5 | PŘIPRAVENOST PRACOVIŠTĚ NA PŘETÝPOVÁNÍ | 54 |
| 9 | ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ ANALÝZY | 56 |
| 10 | APLIKACE METODY SMED | 57 |
| 10.1 | ODDĚLENÍ INTERNÍCH A EXTERNÍCH ČINNOSTÍ | 57 |
| 10.2 | PŘEVEDENÍ INTERNÍCH ČINNOSTÍ NA EXTERNÍ A ELIMINACE ČINNOSTÍ | 57 |
| 10.3 | REDUKCE INTERNÍCH A EXTERNÍCH ČINNOSTÍ | 63 |
| 10.3.1 | Uložení komponentů na pracovišti | 64 |
| 10.3.2 | Pojízdný dílenský stolek s nástroji | 66 |
| 10.3.3 | Blok s koordináty pro nastavení úhlu frézování stroje | 69 |
| 10.3.4 | Standardizovaný postup seřízení | 71 |
| 10.3.5 | Zavedení 5S na pracovišti | 73 |
| 10.3.6 | Nové uspořádání pracoviště | 76 |
| 11 | NOVÝ JÍZDNÍ ŘÁD | 79 |
| 12 | NÁKLADY A ÚSPORY | 84 |
| 12.1 | NÁKLADY | 84 |
| 12.2 | ČASOVÉ A FINANČNÍ ÚSPORY | 84 |
| 12.2.1 | Časová úspora | 85 |
| 12.2.2 | Finanční úspora | 85 |
| | ZÁVĚR | 87 |
| | SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY | 88 |
| | SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK | 91 |
| | SEZNAM OBRÁZKŮ | 92 |
| | SEZNAM TABULEK | 93 |
| | SEZNAM GRAFŮ | 94 |

ÚVOD

Současná ekonomická recese nutí společnosti v různých oborech podnikání k optimalizaci nákladů a tím snižování negativních ekonomických dopadů na jejich aktivity s důrazem na nutnost tvorby kladného hospodářského výsledku. Většina společností optimalizuje své náklady s krátkou perspektivou a často v návaznosti na nesystémová rozhodnutí, která pro tyto společnosti mohou být v budoucnu likvidační. Faktory, které zapříčiňují tuto situaci, mohou mít různou podobu. Jsou to např. vysoké ceny vstupů, rostoucí nároky na dodržování přísných předpisů, konkurence mezi společnostmi ve stejném oboru apod.

Jedním z řešení pro společnosti, které chtějí uspět na trhu v konkurenčním boji a jsou otevřeny novým přístupům ke snižování nákladů, je zavedení vybraných metod průmyslového inženýrství. Základem průmyslového inženýrství je odstranění plýtvání ve všech vyskytujících se formách a nalezení způsobu optimalizace výrobních procesů. V současné době se požadavky zákazníků neustále mění a tedy i požadavky na výrobu menších dávek vyžadující změnu výroby a seřízení stroje.

Náplň této diplomové práce byla iniciována zlínskou společností ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s., která se zabývá výrobou fréz a poskytováním služeb tepelného zpracování kovů. První část obsahuje teoretická východiska pro zpracování praktické části. Je zde popsáno průmyslové inženýrství a jeho metody, dále charakteristika štíhlé výroby. Součástí štíhlé výroby je i popis druhů plýtvání ve výrobě, studium metod a měření práce a ostatní koncepty využité v praktické části.

Důraz je kladen na jednu z metod štíhlé výroby pro snižování plýtvání ve výrobním procesu. Jedná se o metodu SMED, která výrazně snižuje dobu změny a seřízení stroje a v této diplomové práci tvoří základ pro zpracování projektové části. V teoretické části je metoda SMED charakterizována, dále je uvedena metodika pro její aplikaci, přínosy a hlavní oblasti využití. Závěrem je popsána metoda 5S a její jednotlivé kroky pro uplatnění v praxi.

V praktické části této diplomové práce je uvedena charakteristika společnosti ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s. a vymezení zadaného projektu. Následující analýza popisuje současný stav na pracovišti a zobrazuje jízdní řád při přetypování. Po zhodnocení výsledků analýzy přichází na řadu aplikace metody SMED. Kroky aplikace jsou uvedeny v návaznosti na metodiku a ukazují návrhy na redukci interních a externích činností.

V závěru je uveden nový jízdní řád přetypování, vyčíslení nákladů a modelový příklad pro možné úspory.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 MODERNÍ PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Hlavní podstatou průmyslového inženýrství je racionalizace, optimalizace a zefektivnění výrobních či nevýrobních procesů využitím poznatků podnikového řízení a znalostí inženýrských oborů a to jednodušeji, kvalitněji, rychleji a levněji.

„Průmyslové inženýrství je interdisciplinární obor, který se zabývá projektováním, zaváděním a zlepšováním integrovaných systémů lidí, strojů, materiálů a energií s cílem dosáhnout co nejvyšší produktivity práce.“ (Slamková, 1997, s. 23)

Studie průmyslového inženýrství jsou základem pro hospodářský rozvoj naší společnosti. Průmyslový sektor se skládá ze čtyř základních typů technik: mechanické, elektrické, chemické a organizační. (Elsayed, 1999)

Novými moderními přístupy je možné zajistit vysokou produktivitu, jako jedinou možnou obranu proti vlivům dynamického, turbulentního, riskantního a vyzývajícího konkurenčního prostředí. Jedná se o komplexnější programy, které nemají a ani nemohou mít jasné kontury. Vedle studia práce se programy moderního průmyslového inženýrství zaměřují především na zvýšení kvalifikace a účasti zaměstnanců na řízení, zlepšení organizačních systémů, zvýšení dynamiky zlepšování procesů a odstraňování plýtvání a skutečné zajištění jakosti, měření a hodnocení produktivity. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 95 - 96)

1.1 Role průmyslového inženýra

Průmyslový inženýr zlepšuje pracovní metody a stanovuje standardy, rozvíjí motivační programy, navrhuje systém řízení zásob a velikosti dávek, plánuje procesy v každé fázi výroby, připravuje popis práce a vyhodnocuje její plnění, snižuje náklady a vytváří systém pro výpočet nákladů apod. (Khan, 2007, s. 2)

1.1.1 Klíčové faktory úspěchu

Zatímco se role průmyslových inženýrů v organizacích značně liší, některé faktory pro zajištění úspěchu jsou totožné. Klíčové faktory úspěchu pro zajištění účinnosti změn v oblasti průmyslového inženýrství tak, jak je definuje Maynard (2001, s. 29) jsou následující.

- Být flexibilní, ale zaměřený na problém.
- Využít koncepty průmyslového inženýrství na reálných problémech.
- Pochopit, jaké mají změny dopad na celkovou organizaci.

- Pochopit a přesně analyzovat stávající postupy.
- Řídit změny.
- Procházet celou implementací.
- Být kreativní.
- Jasně a srozumitelně komunikovat.

1.2 Metody průmyslového inženýrství

Metody průmyslového inženýrství můžeme rozdělit do dvou skupin, a to na základní metody, tzv. tvůrce přínosů a komplexní metody, tzv. zastřešující.

1.2.1 Základní metody

Tato skupina obsahuje metody, které jsou zaměřeny na určitou skupinu problémů produkčního systému a představují nejlepší praxi při jejich řešení. Metody jsou většinou jednoduché, lehce vyhodnotitelné a první výsledky přinášejí v krátké době. Výsledkem jejich užití je hmatatelné zlepšení procesu.

1.2.2 Komplexní metody

Nejvýznamnějším rysem komplexních metod je schopnost spojovat základní metody do celků, zaměřených na širší oblast problematiky průmyslového podniku. Pro využití v podnicích je nutná zkušenost ve zlepšování produkčního systému.

Tab. 1. Metody průmyslového inženýrství (Produktivita, ©2009)

| Základní metody | Komplexní metody |
|---------------------|-------------------|
| Jidoka | Just In Time |
| MOST | Kaizen |
| 5S | Kanban |
| Poka yoke | Nová montáž |
| Průmyslová moderace | Six sigma |
| SMED | Štíhlé pracoviště |
| Standardizace | Teorie omezení |
| Štíhlé procesy | Týmová práce |
| TPM | |
| Vizualizace | |

2 ŠTÍHLÁ VÝROBA

2.1 Štíhlý podnik

Štíhlost podniku znamená podle Košturiaka a Frolíka (2006, s. 17) dělat jen takové činnosti, které jsou potřebné, dělat je správně hned napoprvé, dělat je rychleji než ostatní a utrácet přitom méně peněz. Znamená to, že děláme přesně to, co chce náš zákazník, a to s minimálním počtem činností, které hodnotu výrobku nebo služby nezvyšují.

Dále Košturiak a Frolík (2006, s. 17) dodávají, že klasická definice říká: „*Štíhlá výroba znamená vyrábět jednoduše v samořízené výrobě. Koncentruje se na snižování nákladů přes nekompromisní úsilí po dosažení perfekcionismu. Ke každému dni ve výrobě patří principy kaizen aktivit, analýza toků a systémy kanban Toto úsilí vtahuje do změn všechny pracovníky podniku – od vrcholového managementu až po pracovníky ve výrobě.*“

Pro vytvoření štíhlého podniku je dle Pixy (2007) nutné ve větší či menší míře do svých procesů implementovat následující štíhlé principy:

- vyvarování se chyb, tj. žádné zmetky a opravy vyrobených produktů;
- celkový proces, posouzení toku materiálu a přidané hodnoty v celém řetězci, včetně pořízení materiálu a dodání zákazníkům;
- flexibilita, schopnost reagovat na požadavky následných procesů, zákazníků;
- princip tahu, který znamená, že předchozí proces vyrobí jenom to, co následný proces odebere, neboli žádná rozpracovaná výroba i mezi dodavateli.

Debnár (2011) uvádí v přehledu prvky štíhlého podniku následně:

- **Štíhlá výroba** – soubor nástrojů a principů, kterými se soustředujeme na výrobní pracoviště, linky, strojní zařízení, výrobní pracovníci.
- **Štíhlá logistika** – soustředujeme se na pohyb materiálu a na informační tok. Cílem je zabezpečit co nejkratší průběžnou dobu výroby bez zbytečných zásob.
- **Štíhlá administrativa** – v tomto pilíři se soustředujeme na zkracování času nábory zaměstnanců, zjednodušení odpisování práce apod.
- **Štíhlý vývoj** – věnujeme se hlavně vývoji nových výrobků. Cílem je uspořádat vývoj tak, abychom byli schopni vyvíjet za co nejkratší čas a do výroby předávali výrobky, které jsou na to připravené.

2.2 Charakteristika štlhlé výroby

Koncept štlhlé výroby (Lean Manufacturing) spočívá ve výrobě pružně reagující na požadavky zákazníka a poptávku, která je řízena decentralizovaně, prostřednictvím flexibilních pracovních týmů, při nízkém počtu na sebe navazujících výrobních stupňů. (Keřkovský, 2009, s. 80)

Řízení „štlhlé výroby“ (Lean Management) je silně orientováno na maximální uspokojení potřeb jednotlivého zákazníka. (Keřkovský, 2009, s. 75)

Charakteristické rysy štlhlé výroby:

- zaměření na zákazníka a procesní řízení,
- eliminace plýtvání,
- plynulý tok výrobků, materiálu a informací,
- uplatnění principu tahu ve výrobě,
- neustálý proces zdokonalování (Kaizen).

Štlhlá výroba vznikla a dosáhla velkých úspěchů v automobilovém průmyslu, postupně se však uchytila celkově ve strojírenském průmyslu. „Štlhlá horečka“ se dokonce rozšířila i do maloobchodních řetězců a také do takových oblastí, jako je bankovníctví či zdravotnictví. Neomezuje se proto jen na výrobní sféru, je to filosofie, která je aplikovatelná v jakémkoliv odvětví a téměř v jakémkoliv procesu. Vžil se proto název Lean Management. (Trilogiq)

Přechod na štlhlý systém je jedna z nejvíce náročných změn, kterými výrobní podniky v současné době procházejí. Implementace štlhlého výrobního systému představuje zásadní přechod podniku v rámci principů, metod a nástrojů. Tato změna působí na každého zaměstnance na každé úrovni organizační struktury. (Bozdogan, 2000)

2.3 Plýtvání ve výrobě

CPI (©2010) charakterizuje plýtvání jako všechno to, co se v podniku vykonává, stojí peníze a nepřidává výrobku nebo službě hodnotu, za kterou je zákazník ochoten zaplatit. Tím se plýtvání stává trvalým zdrojem ztrát, které vedou k neefektivitě podniku a snižování jeho zisku.

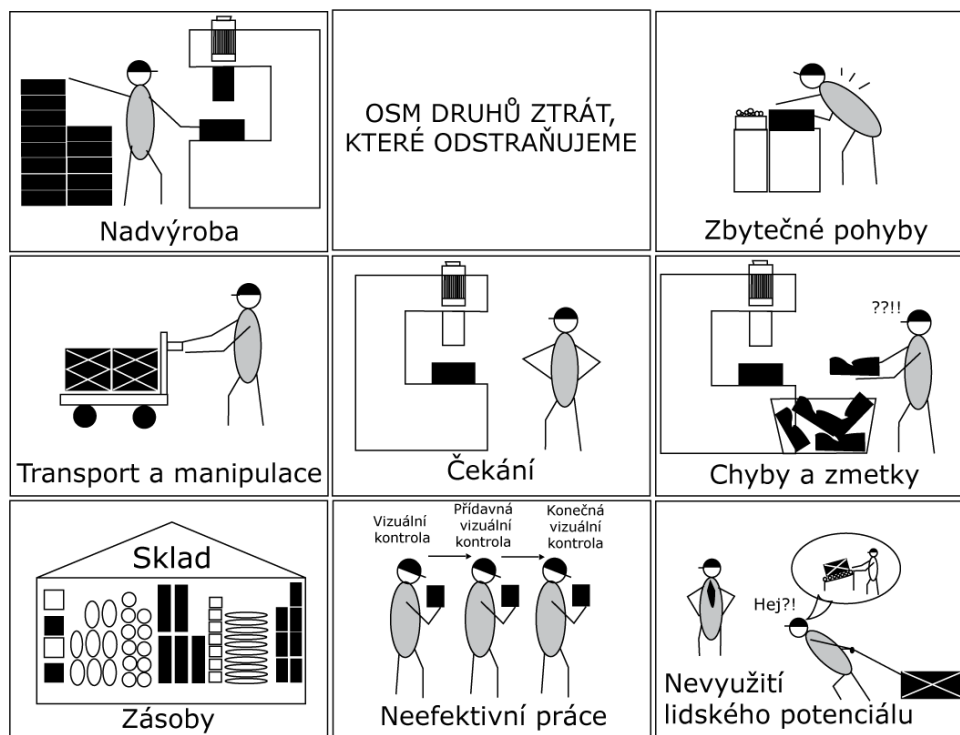
ManagementMania (©2011 – 2013) uvádí, že v konceptech Lean a Kaizen pojem plýtvání pochází z japonského konceptu 3Mu pod označením MUDA a označuje všechny druhy

plýtvání a ztrát, které způsobují snižování efektivity či hospodárnosti organizace. Jsou to:

- **Over-production (Nadvýroba)** – výroba nad rámec požadavků zákazníků.
- **Motion (Zbytečné pohyby)** – zbytečný pohyb pracovníků.
- **Transport (Přemíst'ování)** – zbytečné přemíst'ování materiálu a výrobků.
- **Waiting (Čekání)** – zbytečné prostoje a čekání.
- **Defects (Vady)** – výroba defektních výrobků.
- **Inventory (Zásoby)** – zbytečné skladování.
- **Over-processing (Nadbytečné zpracování)** – zbytečná kvalita nebo zpracování, které již nepožaduje zákazník.

Někdy se ještě uvádí další, osmý druh plýtvání, pak se celý koncept označuje jako 7+1 druhů plýtvání.

- **People, Creativity and Motivation, Skills (Lidé)** – nevyužitý potenciál pracovníků a jejich tvořivosti.



Obr. 1. Osm druhů ztrát, které odstraňujeme (Svět produktivity, ©2012)

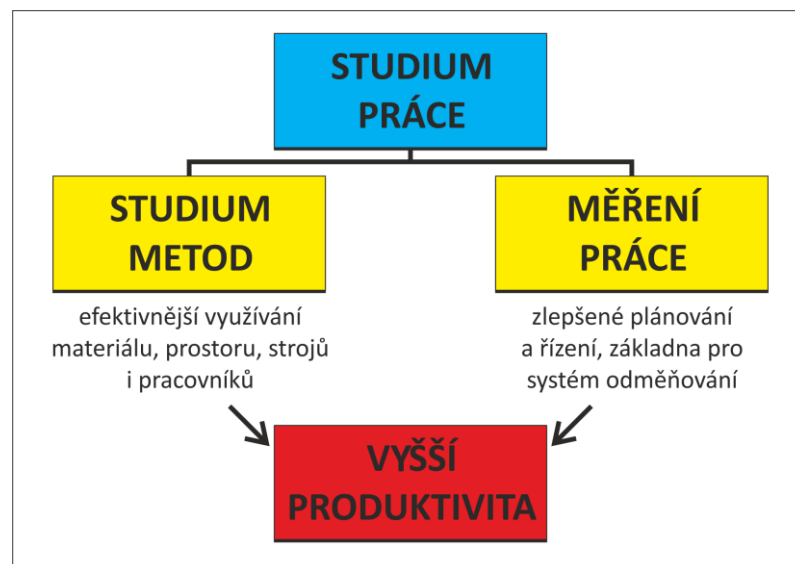
2.4 Studia práce

Studium práce se zabývá především analýzou a měřením práce, které API (©2005 – 2012) popisuje jako soubor nástrojů a metod, jejichž cílem je zanalyzovat a změřit vykonávanou práci. Při analýze práce jde především o identifikaci plýtvání v pracovních procesech. Cílem měření práce je určení spotřeby času specifikované práce. Spotřeba času může být stanovena na základě přímého či nepřímého měření.

Důvody pro použití metod analýzy a měření práce:

- zvyšují produktivitu při velmi malých investicích,
- definují časové normy,
- přispívají ke zvyšování bezpečnosti na pracovišti,
- úspory z použití metod jsou viditelné ihned,
- mohou být uplatňovány v libovolném prostředí,
- jsou relativně lehké a systematické,
- jsou výbornou zbraní na neefektivnost. (Křišťák, 2007)

Následující obrázek ukazuje rozdělení studia práce:



Obr. 2. Rozdělení studia práce (Košťuriak a Gregor, 2002)

Studium metod práce získává informace o pracovních procesech, které jsou následně analyzovány s cílem objevit plýtvání, zaměřuje se na nalezení nejlepší cesty, jak dělat věci správně a přispívá k dosažení vyšší produktivity prostřednictvím eliminace plýtvání.

Měření práce je aplikace technik vytvořených pro určení potřebného času na vykonání specifikované práce kvalifikovaným dělníkem a slouží především pro účely normování práce. Může být i podkladem pro racionalizaci pracovních procesů. (API, ©2005 – 2012)

Metody měření času lze rozdělit na metody přímého měření spotřeby času a na systémy předem určených časů. (API, ©2005 – 2012)

Techniky měření spotřeby času rozdělujeme na:

- snímek operace (snímek průběhu práce, chronometrůž, filmový snímek),
- snímek pracovního dne (jednotlivce, hromadný pracovní čety, vlastní),
- snímek dvojstranného pozorování.

Systémy předem určených časů:

- MODAPTS (Modular Arrangement of Predetermined Time Standards)
- MTM (Methods Time Measurement)
- UMS (Universal Maintenance Standards)
- USD (Unified Standard Data)
- UAS (Universelles Analysier System)
- MOST (Maynard Operation Sequence Technique)

2.4.1 Snímek

Snímky operace jsou zaměřeny na studium pracovní operace nebo pracovního cyklu a snímky pracovního dne na využití pracovní doby, organizaci pracoviště, ztráty zaviněné i nezaviněné dělníkem. V praxi se stává, že snímek operace a snímek pracovního dne splývá, když pracovní cyklus spojený s plněním pracovní úlohy odpovídá svojí délkou jedné pracovní směně. (IPA, ©2012)

2.4.2 Videozáznam

Pro získání snímků operace lze pořídit videozáznam, který zaznamená prováděné operace během celého jejich průběhu a lze jej poté opakovaně analyzovat.

Výhody časového snímání operací pomocí videotechniky a následné vyhodnocení videozáznamů oproti využití stopek lze spatřovat v tom, že:

- analyzované operace lze rozfázovat na jednotlivé dílčí činnosti,
- neproduktivní a ztrátové časy je možné přesně vyhodnotit a zaměřit se na jejich následné odstranění nebo minimalizování,
- je možné snímání více pracovníků najednou,
- je možné stanovení norem i při vícestrojové obsluze,
- kamera je pro snímání pracovníků přijatelnější než stopky,
- výsledek více odpovídá běžné skutečnosti,
- časy lze kdykoliv dokladovat. (Trexima, ©2010)

2.5 Ostatní koncepty

2.5.1 Standardizace

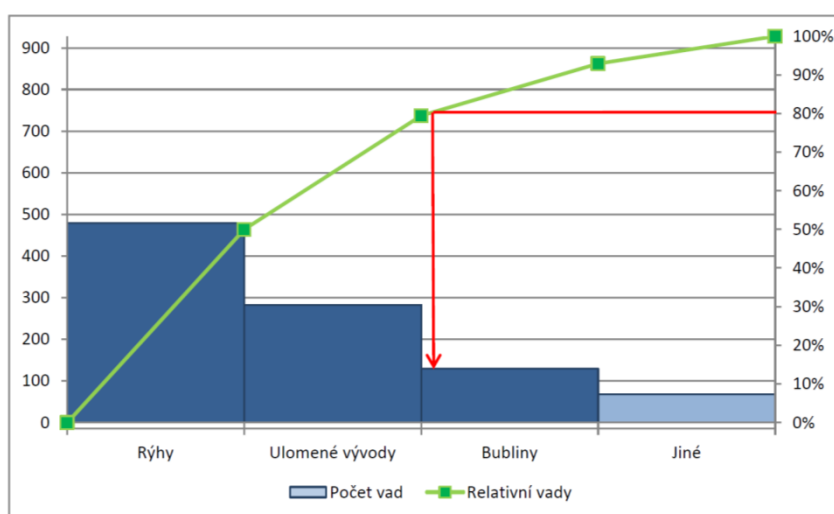
Standardizace je proces, při kterém dochází k výběru, sjednocování a ustálení jednotlivých variant postupů, procesů, vstupů a jejich kombinací, a dále výstupů, činností a informací v procesu řízení firmy nebo v jeho dílčích částech. (Tomek a Vávrová, 1999, s. 113)

Dále má dle Tomka a Vávrové (1999) standardizace řadu pozitivních přínosů pro organizaci a řízení výrobního procesu, především pokud jde o následující:

- organizování výrobní, technické, ekonomicko-obchodní, personální a jiné činnosti firmy,
- sjednocení informací a jejich jednoznačnou vypovídací schopnost,
- zhromadňování výrobního procesu a tím zjednodušení jeho organizace a řízení,
- snížení nákladů, odrážející se pozitivně v cestě ke konkurenční výhodě firmy,
- rozvoj specializace,
- zvyšování technické úrovně provedení a jakosti,
- ekonomiku využití zdrojů a všech procesů zajišťujících výrobu,
- respektování požadavků trhu, zejména při přizpůsobení variant a sortimentní skladby výrobku dle požadavků zákazníků,
- zavedení systému komplexního řízení jakosti,
- uplatňování automatizace výroby a automatizace řízení,
- transparentnost evidence výroby i z hlediska spotřeby jednotlivých činitelů výrobního procesu,
- zvyšování bezpečnosti práce a odstraňování namáhavost pracovních úkonů.

2.5.2 Paretova analýza

Paretova analýza, též označována jako Paretův diagram, je založena na tzv. Paretovu principu: *80% následků je způsobeno 20% příčin*. Analýza pomáhá určit priority, na které je třeba se zaměřit (produkty, procesy, činnost) tím, že uspořádá položky podle četností výskytu a stanoví relativní kumulované četnosti. Paretův diagram nám názorně ukazuje, na které položky se máme přednostně zaměřit, abychom přispěli ke zlepšení, např. hledat nápravná opatření k odstranění vad. (Veber, 2007, s. 146 – 148)



Obr. 3. Paretův diagram (vlastní zpracování)

Pro sestavení Paretova diagramu lze využít tabulkový editor MS Excel, ve kterém lze vytvořit sloupcové grafy i křivky.

Pro provedení analýzy potřebujeme:

- předmět vyhodnocení,
- dostatek vstupních dat,
- vyhodnotit data podle důležitosti,
- data graficky zobrazit podle Lorenzovy kumulativní křivky,
- stanovit limity rozhodnutí,
- analyzovat výsledky, rozeznat příčiny a důsledky,
- stanovit intervenci, nápravná opatření.

2.5.3 Layout

Layout je název převzatý z angličtiny, který znamená plán, rozvržení či dispozice a v průmyslovém inženýrství je nedílnou součástí při plánování výroby a rozmístění strojů po výrobní hale.

V rámci průmyslového inženýrství se využívá metoda Lean Layout, která umožní realizovat štíhlé pracoviště, tzn. pracoviště, na kterém byly omezeny prvky plýtvání.

Podle serveru Produktivita (©2006) je metoda Lean Layout založena na principech:

- Úsporné hmotné toky, buď v rámci celé firmy, nebo z jednotlivých pracovišť, vznikají na základě podrobné analýzy sadou ověřených nástrojů.
- Navrhování úsporných pracovišť se opírá o "zlaté" zásady Lean Layout.
- Detailní uspořádání pracoviště je vytvářeno týmem pracovníků, kteří na něm pracují s podporou moderních grafických nástrojů.
- Produkční systém firmy i jednotlivá pracoviště jsou navrhována a zlepšována komplexně, tj. s využitím i dalších metod průmyslového inženýrství, např. Rychlá změna (SMED), Vizualizace, Kanban, MOST, apod.

Výsledkem zavedení metody Lean Layout může být:

- nové prostorové uspořádání v rámci celé firmy, přehledná a racionálně uspořádaná pracoviště,
- plynulé hmotné toky, omezení a racionalizace zásob, úspora ploch a omezení zbytečné manipulace,
- přehledné a jednoduché dílenské řízení, které vyžaduje minimum řídicích zásahů ze strany vedoucích pracovníků,
- zvýšení pružnosti výrobního systému, zkrácení průběžné doby výroby a zvýšení produktivity. (Produktivita, ©2006)

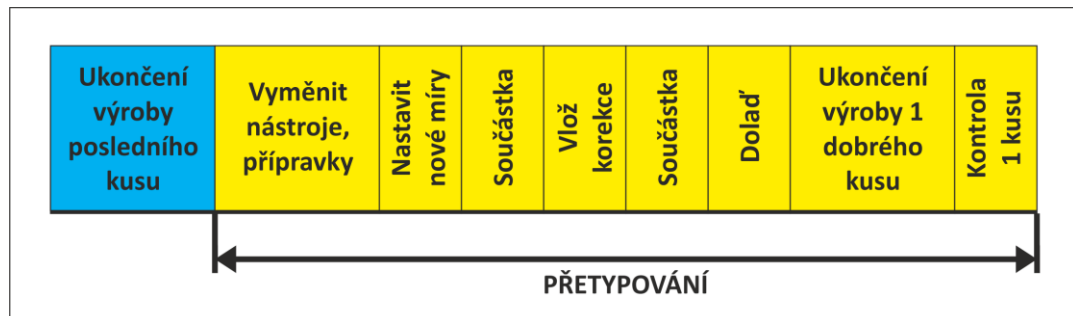
3 SMED

3.1 Charakteristika metody SMED

SMED je metodou průmyslového inženýrství, která se zabývá výrazným zkrácením času při seřizování a změně výroby, což je základem pro flexibilitu výroby a zkrácení průběžné doby procesu. SMED je zkratka pro Single Minute Exchange of Die, jehož hlavním cílem je (pokud to změna výroby dovolí) zkrátit čas přetypování pod 10 minut.

Tato metoda se obvykle používá na pracovištích, která jsou úzkými místy, kde se přetypování provádí často a časy na přetypování představují významné ztráty z kapacity stroje nebo linky. Metoda SMED je často i součástí programu TPM.

Čas přetypování se definuje jako čas potřebný od ukončení výroby posledního kusu předcházející dávky na odstranění starého nářadí a přípravků, nastavení nových parametrů a zkušební běhy strojů pro výrobu prvního shodného kusu následující dávky. (Kormanec, 2007)



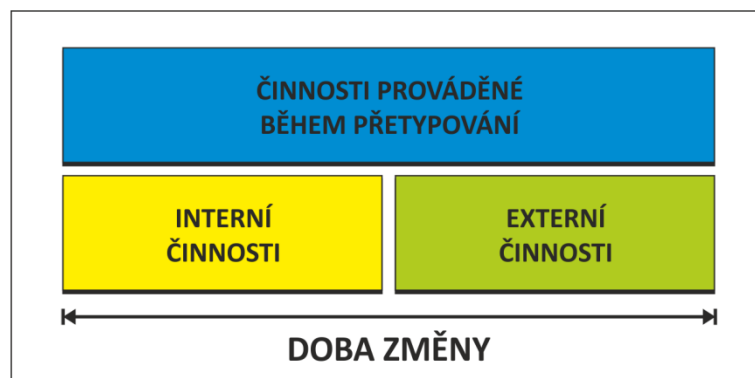
Obr. 4. Čas přetypování (Kormanec, 2007)

Čas přetypování obsahuje čas výroby a nastavení až po výrobu prvního shodného kusu. Pokud je první shodný kus vyrobený bez nutnosti nastavení, čas výroby prvního kusu se počítá jako operační čas.

Základy pro metodu SMED položil jeden z otců výrobního systému Toyota a významný průmyslový inženýr Shigeo Shingō, který konstatoval, že metodika tohoto systému umožňuje pomocí organizačních a technických opatření realizovat v praxi snížení času v průměru na 1/50 původní doby. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 213)

Jak uvádí Mašín a Vytlačil (2000, s. 214), zkušenosti vedly Shinga k formulaci základní myšlenky pozdějšího systému SMED, že je nutné operace seřizování rozdělit do dvou základních kategorií.

- **Interní operace** (např. vlastní seřizování nástroje), které mohou být prováděny pouze v případě zastavení stroje.
- **Externí operace** (např. doprava do skladu či příprava nástrojů), které mohou být provedeny i při chodu stroje).



Obr. 5. Rozdělení činností (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 214)

V souvislosti se zkracováním časů seřízení se můžeme setkat také s názvy Quick Change-over (Rychlá změna) a One-Touch Exchange of Die (Seřízení jedním dotekem).

3.2 Plýtvání při seřizování

Během prováděné analýzy změny výroby a seřizování lze odhalit činnosti, při kterých se plýtvá časem. Jedná se zejména o plýtvání časem, o který je potom prostoj stroje či zařízení delší. Mašín a Vytlačil (2000, s. 210) uvádějí ze své praxe následující příklady plýtvání:

- transport nástrojů po zastavení stroje,
- hledání dílů a náradí v brašnách a kufřících,
- drobné opravy na novém nástroji až v průběhu změny,
- zbytečná chůze pro „něco“,
- dlouhé čekání u seřizovaného stroje na „uvolnění výroby“,
- pozorování práce druhého pracovníka (druhé profese),
- příprava prostoru pro zastavení stroje apod.

Dále Mašín a Vytlačil (2000, s. 210) uvádějí plýtvání skryté, které může mít podobu např. utahování šroubů, nastavování pracovních výšek apod. Pro třídění plýtvání časem při změnách a seřizování lze využít čtyři hlavní skupiny zachycující všechny významné druhy zjevného nebo skrytého plýtvání. Jsou to skupiny:

- 1. Plýtvání při přípravě na změnu** – hledání a nalézání vlastních nástrojů a pomůcek, hledání kontrolních přípravků, kontrola specifikací a pracovních postupů v době výměny.
- 2. Plýtvání při montáži a demontáži** – povolování a utahování šroubů s mnoha závitů, odstraňování a vkládání podložek, demontáž a montáž skluzů a dopravníků, pozorování a čekání pracovník jeden na druhého.
- 3. Plýtvání při doseřizování a zkouškách** – všechny pohyby (často opakované), které jsou potřebné k doseřizení pracovních výšek, doumístění nástrojů, doseřizení manipulátorů. Doprovázeno nadměrným plýtváním materiálem pro zkoušky.
- 4. Plýtvání při čekání na zahájení výroby** – čekání seřizovaného stroje na možnost vyrábět.

3.3 Metodika SMED

Celý postup metodiky vychází z důkladné analýzy přetypování, která se vykonává většinou pozorováním přímo na pracovišti nebo z pořízeného videozáznamu. Cílem metodiky je přesunout co nejvíce interních činností do externích. Metodika SMED se skládá ze tří kroků, které rozděluje Shingō (1985, s. 34) následovně:

3.3.1 Oddělení interních a externích činností

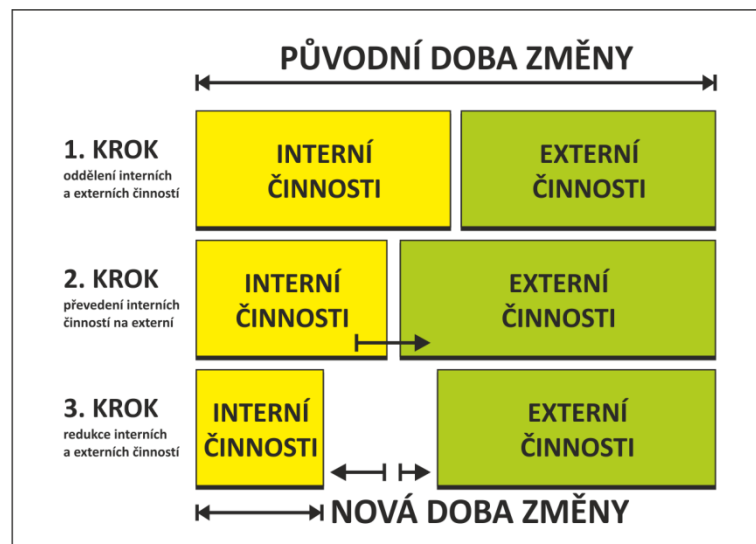
V prvním kroku se soubor veškerých činností prováděných během přetypování stroje rozliší a rozdělí na dvě kategorie. Na kategorii činností, které se provádějí za chodu stroje a kategorii činností, které se provádějí po zastavení stroje a jeho záběhu.

3.3.2 Převedení interních činností na externí

V dalším kroku se převedou činnosti, které nemusí být prováděny v klidu stroje, ale lze je provést v době, kdy je stroj stále v chodu. Převedením těchto činností dosáhneme zkrácení doby, kdy je stroj nečinný. V době chodu stroje lze provést ty činnosti, které se netýkají manipulace stroje, které by ohrozilo dokončení předešlé výroby. Patří sem doprava materiálu, nachystání nástrojů potřebných k seřizování, studování dokumentace a průběhu přetypování apod.

3.3.3 Redukce interních a externích činností

V posledním kroku se činnosti interní a externí redukuje. Po detailní analýze prováděných činností se vyberou ty, které není nutné pro správné přetypování provádět, a eliminují se. Eliminováním zbytečných činností, které jsou prováděny, dosáhneme celkového zkrácení doby přetypování stroje. Redukce činností je součástí neustálého zlepšování procesů. Externí činnosti, které mohou být během přetypování eliminovány, jsou např. příprava na přetypování, nachystání konkrétních nástrojů, transport materiálu apod. U interních činností se zaměřujeme především na zkrácení doby související se zkušebním provozem a náběhu, případně na činnosti, které jsou prováděny operátorem a přímo nesouvisí se samotným přetypováním stroje.



Obr. 6. Metodika SMED (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 215)

3.4 Jízdní řád změny

Jízdní řád změny nám dopomáhá k identifikaci činností, které se dají zredukovat či eliminovat. Je to soupis veškerých činností, které se provádějí v průběhu přetypování. Při sestavování jízdního řádu zaznamenáme veškeré činnosti a přiřadíme k nim jednotlivé kategorie (interní, externí).

V dalším kroku dle metodiky SMED vybereme interní činnosti, které mohou být převedeny na externí, dále činnosti, které mohou být eliminovány.

Po aplikaci metody SMED vytváříme nový jízdní řád změny, který popisuje, v jakém pořadí mají být prováděny činnosti související s přetypováním a jak dlouho mají tyto činnosti trvat.

Součástí metody SMED je také standard přetypování stroje, který nám slouží jako podklad pro přetypování, který určuje dobu přetypování a ukazuje kategorii jednotlivých činností.

3.5 Přínosy zavedení metody SMED

Systém SMED může přinést pro výrobní společnosti pozitivní přínosy. Typickými přínosy dle Košťuriaka a Frolíka (2006, s. 114) jsou například:

- radikální redukce časů na seřízení,
- eliminace ztrát kapacity stroje,
- snížení průběžné doby výroby,
- snížení počtu chyb při seřizování a zlepšení jakosti,
- zvýšení bezpečnosti,
- nižší zásoby náhradních dílů a příslušenství apod.

3.6 Hlavní oblasti využití metody SMED

Metoda SMED se dá využít nejen při zkracování ztrát ve výrobě spojených s přechody mezi výrobky, ale i v jiných oblastech. Může to být např. změna výroby na montážních linkách nebo sítích montážních pracovišť, zkracování rozsáhlých činností plánované údržby bez ohledu na jejich frekvenci opakování, dále zkracování montážních procesů při výrobě složitých strojů nebo zkracování přípravy zakázek. (Ježek, 2006)

4 5S

IPA (©2012) charakterizuje metodu 5S jako souhrn základních kroků pro eliminaci plýtvání na pracovišti, základní předpoklad pro zlepšování a součást některých metodik a konceptů (Kaizen, TPM, Štíhlý podnik, apod.). Metodou 5S je možné dosáhnout zlepšení a zjednodušení materiálového toku, rozmístění zařízení, umístění materiálu a zásob. Mezi další přínosy patří:

- zlepšení kvality, produktivity a bezpečnosti,
- lepší podniková kultura, postoje lidí, menší apatie,
- zlepšení pracovního prostředí.

Metoda 5S je vhodná jak pro výrobní, tak pro servisní organizace. Název symbolizuje začáteční písmena jednotlivých kroků. Číslo 5 symbolizuje pět kroků metody.

Následují jednotlivé kroky, tak, jak je popisuje IPA (©2012).

1. Seiri – Separovat

Účelem prvního kroku je oddělit položky, které na pracovišti musí být, dále položky, které mají být přemístěny a nakonec položky, které musí být odstraněny. Při tomto kroku se používají červené karty na označení položek, které mají být odstraněny. Každá položka je zapsaná do karty pracoviště, kde se určí, zda bude položka odstraněna nebo zůstane na pracovišti.

2. Seion – Systematizovat

Cílem druhého kroku je najít místo pro umístění položek z prvního kroku. Položky se musí označit do layoutu pracoviště. Důležité je uspořádat položky na pracovišti tak, aby se minimalizovali pohyby pracovníků, skladové plochy apod. Pro každou položku se určí počet, ve kterém se bude na pracovišti nacházet. Novou situaci je dobré podpořit standardem layoutu pracoviště a též čarami na podlaze.

3. Seiso – Stále čistit

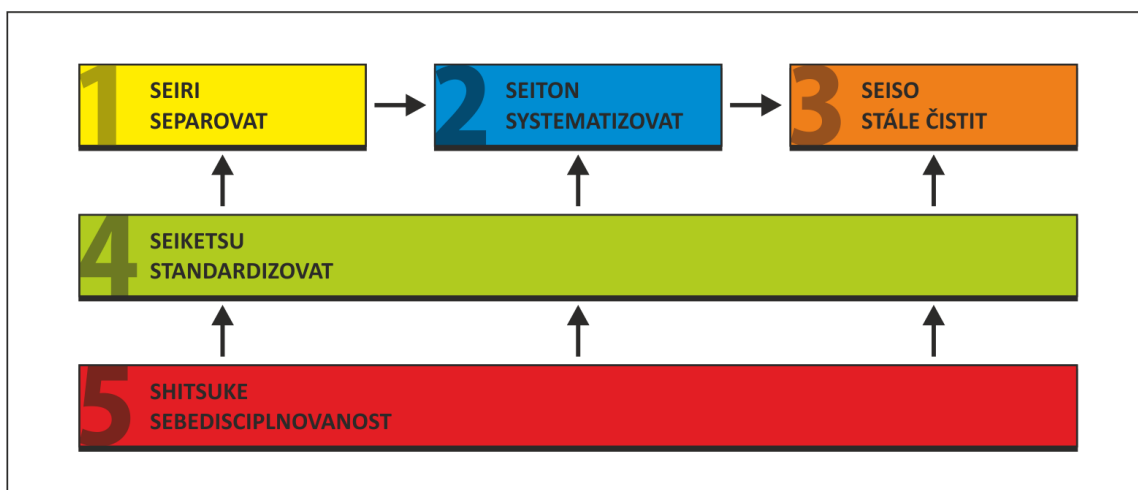
V tomto kroku se pracoviště vyčistí a definují se oblasti, které je potřeba v rámci teritoria pracoviště čistit. Teritorium pracoviště se rozdělí na jednotlivé oblasti, kterým se definuje to, kterou položku je potřeba čistit, kdy se má čistit, jak často, jaké pomůcky jsou potřebné při čištění, kdo má čištění provádět apod. V tomto kroku se využívá standard čistého pracoviště, kde se všechny informace nacházejí.

4. Seiketsu – Standardizovat

Čtvrtý krok metody 5S je o standardizaci všech uskutečněných změn v prvním, druhém a třetím kroku. Tímto krokem se standardizuje celková starostlivost o pracoviště. Zde vzniká vizuální standard pracoviště, ve kterém jsou zachyceny všechny aktivity čištění a rozmístění jednotlivých položek na pracovišti.

5. Shitsuke – Sebedisciplinovanost

Když nebudou pracovníci dodržovat standardy, projekt 5S a změny uskutečněné na pracovišti nepřispějí k eliminaci plýtvání, ale budou plýtvání podporovat. Proto je důležité, aby lidé z pracoviště byli vtáhnuti do týmu, který bude implementovat 5S. Dodržování 5S je vhodné podpořit tzv. kontrolní kartou, do které budou vykonávané činnosti pracovníci zapisovat a potvrzovat svým podpisem.



Obr. 7. Jednotlivé kroky metody 5S (CPI, ©2010)

5 ZHODNOCENÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

Teoretická část popisuje vybrané aspekty průmyslové inženýrství a jeho metody, dále charakterizuje štíhlou výrobu se zaměřením na plýtvání ve výrobě, studia práce a ostatní koncepty, které jsou dále v této diplomové práci využity.

Stěžejní metodou uvedenou v teoretické části je metoda SMED. Zde je uvedena její charakteristika a typy plýtvání vznikající při seřizování strojů. Následuje metodika pro využití metody SMED, charakteristika jízdního řádu změny, přínosy metody SMED a hlavní oblasti jejího využití.

V závěru je uveden stručný popis a jednotlivé kroky pro využití metody 5S.

Znalost teoretické části je předpokladem pro praktické uplatnění dané problematiky na konkrétním případě.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 CHARAKTERISTIKA SPOLEČNOSTI

6.1 Identifikace společnosti

Obchodní firma: ZPS - FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s.

Sídlo společnosti: Tř. T. Bati č.p. 5334

760 01 Zlín

Právní forma: Akciová společnost

Vznik společnosti: 19. srpna 1992



Obr. 8. Logo společnosti (interní materiály)

Předmět podnikání:

- a) vývoj a výroba, stejně jako odbyt náradí a nárad'ových systémů všeho druhu, zejm. pro zpracování kovu,
- b) vývoj a výroba, stejně jako odbyt přístrojů a systémů v oblasti přesné techniky;
- c) údržba a servis výrobků uvedených v bodech (a) a (b),
- d) vývoj, výroba, údržba a odbyt strojů a zařízení pro kompletaci výrobků uvedených v bodech (a) a (b),
- e) provozování obchodní a obchodně zprostředkovatelské činnosti pro výrobky uvedené v bodech (a), (b) a (d), popř. s tímto spojených výrobků,
- f) společnost je oprávněna ke všem obchodům a opatřením, která se budou jevit jako nutná a potřebná k dosažení účelu společnosti, zejm. nabývání nemovitostí a podílů všeho druhu a k zřizování poboček a dceřiných společností v tuzemsku i zahraničí,
- g) stavba strojů s mechanickým pohonem,
- h) vývoj, výroba a odbyt přístrojů a systémů v oblasti přesné techniky,
- i) výroba nástrojů,
- j) nástrojařství,

- k) velkoobchod,
- l) zprostředkování obchodu,
- m) činnost účetních poradců, vedení účetnictví, vedení daňové evidence,
- n) zámečnictví, nástrojařství,
- o) výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách 1 až 3 živnostenského zákona.
(Justice, ©2012)



Obr. 9. ZPS - FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s. (interní materiály)

6.2 Představení

Společnost ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s. je výrobcem fréz a poskytovatelem služeb tepelného zpracování kovů.

V dnešní právní formě, jako samostatná akciová společnost, existuje od roku 1992. Tradice výroby nástrojů sahá do 30. let 20. století, kdy výroba nástrojů existovala ve strojárnách koncernu Baťa. Od 50. let byla výroba nástrojů součástí společnosti ZPS Zlín. Společnost sídlí v Budově č. 71 Baťova průmyslového areálu.

V současné době společnost zaměstnává přes 120 zaměstnanců a podle výrobního produktu je členěna na Divize Frézy a Divize Tepelného zpracování. (interní materiály)

6.3 Historie

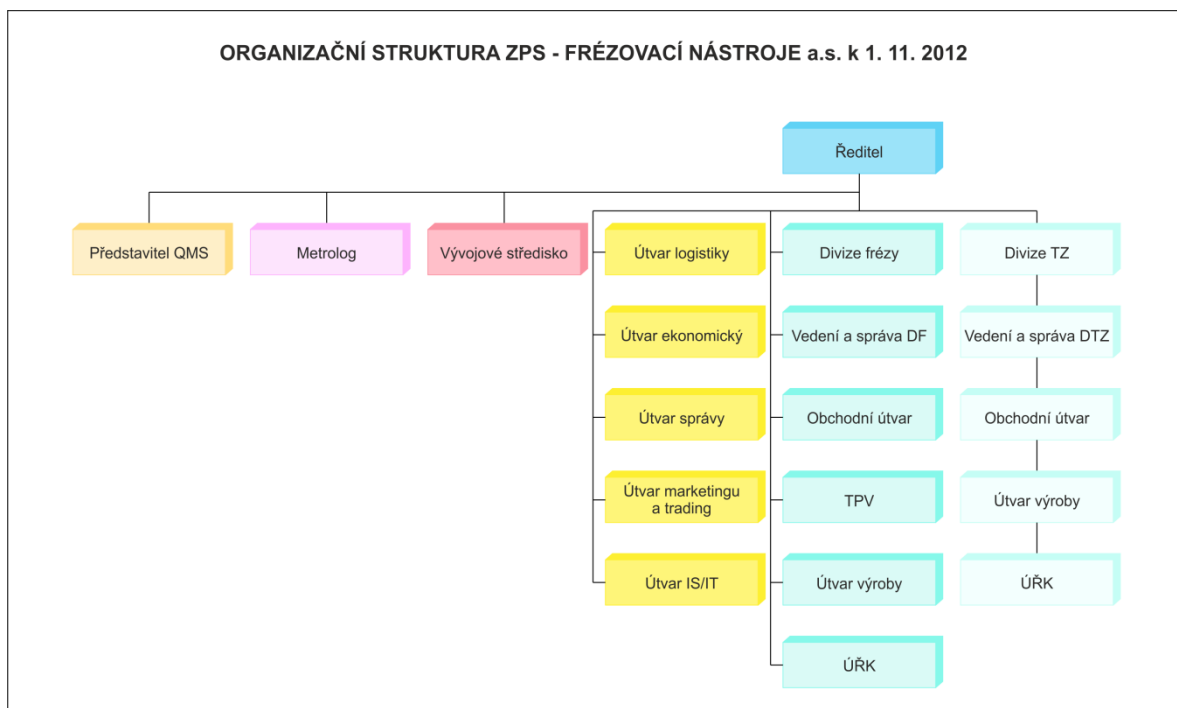
Tradice výroby fréz sahá již do 30. let 20. století, kdy byla výroba nástrojů jednou z částí strojírenské výroby koncernu Baťa.

Počátkem 50. let byla na základě předešlých zkušeností zahájena výroba nástrojů z rychlořezných ocelí. Tato produkce již spadala pod Závody přesného strojírenství, které jsou známy pod zkratkou ZPS a ve světě se proslavily především výrobou obráběcích strojů.

V roce 1992 vznikla uvnitř ZPS a.s. dceřiná společnost ZPS - FRÉZOVACÍ NÁSTROJE. Od června roku 2001 je samostatnou akciovou společností v privátním vlastnictví. (interní materiály)

6.4 Organizační struktura

Obchodní vedení společnosti je svěřeno řediteli společnosti. Odpovědnost za uspokojování požadavků zákazníků na dodávku produktů mají divize, které odpovídají za realizační procesy. Podpůrné procesy zajišťuje vrcholový útvar vedení, sestávající z útvaru ředitele, logistiky, ekonomického útvaru a útvaru správy, útvaru marketingu a útvaru IS/IT. (interní materiály)



Obr. 10. Organizační struktura ZPS - FN a.s. (vlastní zpracování)

6.5 Produkty a služby

Společnost je podle výrobního produktu členěna na Divize Frézy a Divize Tepelného zpracování. Divize Frézy vyrábí široký sortiment fréz z rychlořezných ocelí. Divize Tepelného zpracování poskytuje služby jak pro vlastní potřeby společnosti, tak pro externí zákazníky. Kromě standardního sortimentu je společnost schopna dodat i speciální řešení fréz.

System managementu jakosti firmy je certifikován dle normy ISO 9001.

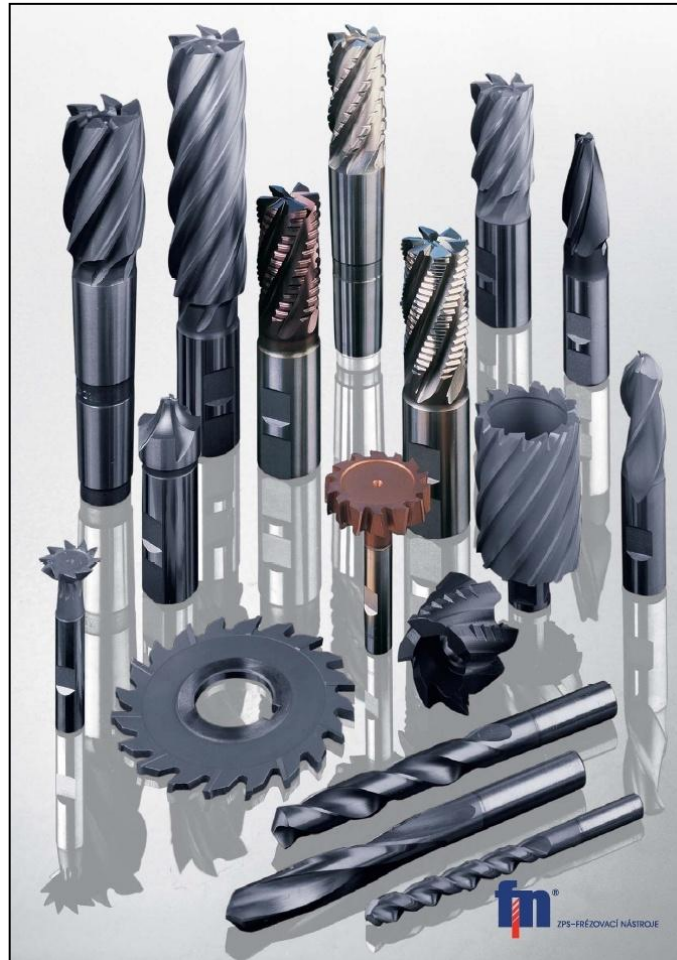
Divize Tepelného zpracování zajišťuje služby v podobě tepelného zpracování konkrétního materiálu s dosažením požadovaných vlastností od zákazníka, dále metalografické rozborů a mechanické zkoušky, včetně rozborů chemického složení materiálu.

Divize Tepelného zpracování nabízí:

- operace tepelného zpracování (kalení a popouštění, žíhání, zušlechťování Al slitin),
- kapilární pájení (natvrdo s využitím Ni, Cu, pájek),
- povrchové úpravy (tryskání),
- nitridace (plazmová nitridace).

Divize Frézy zajišťuje výrobu nepřeborného množství fréz pro různé využití. Mezi hlavní sortimentní skupiny, které divize vyrábí, patří:

- frézy válcové a válcové čelní se stopkou válcovou,
- frézy pro drážky,
- frézy tvarové se stopkou válcovou a kuželovou,
- frézy válcové a válcové čelní se stopkou kuželovou,
- frézy kopírovací,
- frézy válcové čelní s otvorem,
- frézy kotoučové,
- frézy tvarové podtáčené a úhlové,
- vrtáky s válcovou stopkou. (interní materiály)



Obr. 11. Ukázka nabízených fréz (interní materiály)

6.6 Konkurence společnosti v Evropě

Největším dovozcem do Evropy a přímým konkurentem ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s. je společnost YG-1 z Jižní Koreje, která má podobnou skladbu nabízeného sortimentu jako jsou frézy, vrtáky, závitníky apod. (YG-1, ©2012)

Dalšími významnými konkurenty v oboru jsou společnosti:

- Heinrich Hachenbach (Německo)
- Dormer (Itálie)
- Dur-Me (Itálie)
- CM Tools (Itálie)
- IZAR Cutting Tools (Španělsko)
- Dolfamex (Polsko)

6.7 SWOT analýza

Tato kapitola představí SWOT analýzu, která identifikuje silné a slabé stránky společnosti z pohledu vnitřního prostředí a příležitosti a hrozby z vnějšího prostředí. Silné stránky a příležitosti působí jako pomocné složky k dosažení cíle, naopak slabé stránky a hrozby jsou škodlivé a ohrožují cíl společnosti

Tab. 2. SWOT analýza společnosti (vlastní zpracování)

| SWOT analýza | | | | |
|-------------------|---|----------|--|----------|
| Pomocné | | Škodlivé | | |
| Vnitřní prostředí | Silné stránky (S) | % | Slabé stránky (W) | % |
| | široké portfolio výrobků | 25 | část zastaralých strojů | 40 |
| | dlouholeté zkušenosti a reference | 30 | závislost na manuální práci | 30 |
| | kvalitní produkty | 15 | různorodost výrobních dávek | 10 |
| | využití kapacity strojů nabízenými službami | 20 | práce operátorů | 20 |
| | výhodná pozice firmy na trhu | 10 | | |
| Vnější prostředí | Příležitosti (O) | % | Hrozby (T) | % |
| | výroba nových typů fréz a vrtáků | 10 | ekonomická nepříznivost | 25 |
| | rozšíření služeb vzhledem ke strojové vybavenosti | 20 | vstup výrazného konkurenta na místní trh | 30 |
| | vyšší stupeň standardizace a dodržování postupů | 30 | technologický pokrok asijských výrobců | 10 |
| | nákup moderních strojů | 10 | pokles poptávky | 15 |
| | spolupráce s VŠ a SPŠ | 5 | ekonomický neúspěch projektů | 10 |
| | postupná automatizace výroby | 25 | neefektivní výroba a chybovost operátorů | 10 |

Zaměříme-li se na silné stránky společnosti, jsou to především dlouholeté zkušenosti v oblasti frézování a tepelného zpracování. To se odráží v širokém portfoliu výrobků, které je společnost v současné době schopna nabídnout. Díky množství poskytovaných služeb dochází k optimálnímu využití kapacity strojů.

Vzhledem k povaze výroby fréz dochází u starých strojů k větší závislosti na manuální práci. To je způsobeno výměnou polotovarů ve strojích. V tomto případě může docházet

k nežádoucím prostožům ze strany operátorů. Tuto skutečnost hodnotím jako slabou stránku společnosti, která se dá částečně odstranit vyšším stupněm standardizace postupů.

Standardizace postupů je jedna z příležitostí, které má společnost možnost využít. Situace, které zapříčiňují pokles produktivity spojené s prostoži operátorů, je možno odstranit automatizací výroby. Tu lze, do určité výše, dosáhnout nákupem modernějších strojů.

Hlavní hrozbou je vstup výrazného konkurenta na místní trh, který bude schopen nabídnout levnější či kvalitnější produkty, následkem toho zapříčiní pokles poptávky po produktech nabízených společností ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s. Výraznou hrozbou, která ohrožuje většinu společností, je v současné době globální ekonomická nepříznivost.

7 PROJEKT APLIKACE METODY SMED

Projekt je iniciován společností ZPS - FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s. a vychází z potřeby zkrácení doby přetypování frézky FA037. Impulsem pro zadání tohoto projektu je nutnost řešení dlouhé časové ztráty při seřizování stroje a uvědomění si možnosti tento proces zkrátit.

Úkolem projektu je navrhnout optimální řešení zadané problematiky a možnost aplikace změn do běžného pracovního provozu.

7.1 Vymezení projektu

Název projektu: Zkrácení času přetypování aplikováním metody SMED ve společnosti ZPS - FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s.

Metody: SMED, 5S

7.1.1 Projektový tým

| | |
|-----------------------|---|
| Bc. Ondřej Krybus | diplomant, student UTB ve Zlíně |
| Ing. Veronika Šišková | vedoucí diplomové práce, kandidátka Ph.D. na UTB ve Zlíně |
| Bc. Martin Měříčka | výrobní analytik, metrolog ve společnosti ZPS – FN a.s. |
| JUDr. Václav Čmolík | vlastník projektu, předseda dozorčí rady a vedoucí úseku správa společnosti ZPS - FN a.s. |

7.1.2 Cíle projektu

| | |
|-------------|---|
| Hlavní cíl: | Zkrácení doby přetypování frézky čepových fréz FA037 |
| Dílčí cíle: | Analýza současného stavu při změně výroby na pracovišti frézování |
| | Identifikace a eliminace plýtvání |
| | Standardizace postupu přetypování stroje |
| | Vytvoření nového jízdního řádu |

7.1.3 Logický rámec

| | Strom cílů | Objektivně ověřitelné ukazatele | Zdroje informací k ověření | Předpoklady / Rizika |
|-----------------------|--|---|--|---|
| Hlavní cíl | Zvyšování konkurenceschopnosti společnosti | Zvýšení zisku a počtu zakázek za měřené období | Finanční výkazy společnosti | |
| Projektový cíl | Zkrácení doby přetypování frézky čepových fréz FA037 | Zrychlení procesu přetypování | Záznam o přetypování, časová analýza | Splnění navrhovaných bezchybných změn |
| Výstupy | 1. Časová analýza současného stavu a rozbor probíhajících činností 2. Návrhy řešení pro zkrácení doby přetypování 3. Nový jízdni řád | Porovnání času s časem normovaným a provedené činnosti Počet realizovaných zlepšovacích návrhů Zkrácení času přetypování oproti původnímu stavu | Dokument popisující stav a jízdni řád Formuláře o provedených změnách Záznam o průběhu přetypování | Výhotovený videozáznam a správně analyzované činnosti Bezchybnost navrhovaných řešení Applikace navrhovaných řešení |
| | | Prostředky | Časový rámec aktivit | |
| | 1.1 Analýza současného stavu | Videozáznam, pořízená data | I/2013 | Výhotovený videozáznam, pořízená data a informace |
| | 1.2 Sestavení jízdniho řádu | Videozáznam, PC | II/2013 | Správné určení časů operací a rozbor videozáznamu |
| | 2.1 Oddělení interních a externích činností | Videozáznam, Jízdni řád | II/2013 | Určení správné kategorie |
| | 2.2 Převedení interních činností na externí a eliminace činností | Videozáznam, Jízdni řád | II/2013 | Znalost činností a možností, kdy je realizovat |
| | 2.3 Redukce interních a externích činností | Layout pracoviště, pracovníci, finance, standardy | III/2013 | Znalost možností na pracovišti, časové náročnosti a změn |
| | 2.4 Návrh standardu přetypování a standardu 5S | Jízdni řád, fotografie pracoviště, seznam předmětů na pracovišti | III/2013 | Správná interpretace a dodržování standardů |
| | 3.1 Sestavení nového jízdniho řádu | Videozáznam, PC | III/2013 | Výhotovený videozáznam, rozbor a určení časů operací |
| Aktivita | | | | Předběžné podmínky |
| | | | | Podpora a zájem spolupracovat |
| | | | | Potřebné znalosti a nápady |

Obr. 12. Logický rámec (vlastní zpracování)

7.1.4 Formulování problému

Během přechodu na výrobu jiného typu výrobku, než na který je stroj seřízen, dochází k dlouhé časové prodlevě. Společnost vnímá určité časové rezervy a možnost zkrácení celkového procesu přetypování.

7.1.5 Potenciální úspory

V případě realizace tohoto projektu a správnosti všech navrhovaných řešení vyplývají za běžného provozu následující úspory:

- zvýšení produktivity práce uspořením času při seřizování,
- vyšší využití časového fondu operátora,
- zrychlení náběhu na zavedení nového typu výrobku.

7.1.6 Kritéria úspěchu

Mezi kritéria úspěchu projektu patří:

- správný rozbor a pochopení časové analýzy přetypování,
- pozitivní přístup projektového týmu, operátora a mistra na příslušném pracovišti,
- bezchybnost navrhovaného řešení,
- zaškolení operátorů, disciplinovanost a dodržování standardu,
- průběžná kontrola dodržování pravidel.

7.1.7 Náklady projektu

V případě realizace projektu jsou předpokládány investice do nákupu potřeb zajišťujících naplnění cíle a to ve výši do 25 tis. Kč. Dále náklady spojené s odstávkou stroje, náklady obětované příležitosti.

7.1.8 Riziková analýza RIPRAN

| ID | Hrozba | P-st hrozby | ID | Scénář | P-st scénáře | Celková p-st | Dopad | Hodnota rizika | Opatření |
|----|--|----------------|-----|--|-----------------|-----------------|---------|-------------------|--|
| 1. | Nespolupráce zaměstnanců | 20% | 1.1 | Ztúžené podmínky pro práci | 90% | 18% NP | 80% VD | SHR | Komunikace, příjemná atmosféra |
| 2. | Špatná analýza | 60% | 2.1 | Přepřacování a nestihnutí termínů | 80% | 48% SP | 70% VD | VHR | Kontroly, ověření správnosti |
| | | | 2.2 | Chyba při pořizení videozáznamů | 50% | 30% NP | 60% VD | SHR | |
| 3. | Neodevzdání projektu ve stanoveném termínu | 30% | 3.1 | Špatné rozplánování projektu | 50% | 15% NP | 90% VD | SHR | Dostatečná časová rezerva |
| 4. | Nedostatečná orientace v řešené problematice | 50% | 4.1 | Nezájem společnosti o mou spolupřáci | 60% | 30% NP | 100% VD | SHR | Rozšířit si povědomí o řešené problematice |
| | | | 4.2 | Nevyřešení problému | 70% | 35% SP | 80% VD | VHR | |
| 5. | Ztráta dat | 5% | 5.1 | Ztráta času při zajišťování nových dat | 100% | 5% NP | 25% SD | MHR | Zálohování dat |

Vysvětlivky:

Celková pravděpodobnost
 NP – nízká pravděpodobnost
 SP – střední pravděpodobnost
 VP – vysoká pravděpodobnost

Dopad

MD – malý dopad
 SD – střední dopad
 VD – vysoký dopad

Hodnota rizika

MHR – malá hodnota rizika
 SHR – střední hodnota rizika
 VHR – vysoká hodnota rizika

Obr. 13. Riziková analýza RIPRAN (vlastní zpracování)

7.1.9 Časový plán projektu

Časový plán projektu byl rozvržen do 4 měsíců. Součástí projektu je vypracování a odevzdání této diplomové práce.

Tab. 3. Časový plán projektu (vlastní zpracování)

| | 1. měsíc | 2. měsíc | 3. měsíc | 4. měsíc |
|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Seznámení se s procesem výroby | ■ | ■ | | |
| Snímek pracovníka | | ■ | ■ | |
| Vytvoření jízdního řádu | | ■ | ■ | |
| Analýza současného stavu | | ■ | ■ | ■ |
| Redukce činností a návrh řešení | | | ■ | ■ |
| Tvorba návrhu nového jízdního řádu | | | ■ | ■ |
| Ověření navrženého řešení ve výrobě | | | | ■ |

8 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Náplní diplomové práce je návrh sestavení projektu pro aplikaci metody SMED, jejímž účelem je zkrácení času nutného k přetypování stroje určeného pro frézování.

Přetypování stroje v praxi probíhá na několika pracovištích. Objektem analýzy je frézka čepových fréz, v interním označení stroj FA037. Analýza nabídne pohled na současný stav na pracovišti, stručný popis stroje a možnosti jeho využití, stávající layout pracoviště a jízdni řád změny. Jízdní řád změny byl sestaven pomocí pořízeného videozáznamu během běžných pracovních podmínek za plného provozu.

8.1 Současný stav pracoviště

Ve společnosti ZPS Frézovací nástroje a.s. jsou pro potřeby frézování zubových mezer určena dvě pracoviště v třístrojové obsluze. Skupina strojů má označení FA017, FA027, FA037, FA047, FA057, FA067.

Operátor, obsluhující frézku čepových fréz FA037, pracuje ve třístrojové obsluze na dalších dvou frézkách FA027 a FA047. Každá frézka je určena pro frézování konkrétních typů výrobků. Po vložení obrobku a ofrézování má operátor za úkol hotový výrobek vyjmout a upnout do stroje další polotovar. V průběhu frézování operátor kontroluje stav vyfrézování na všech strojích a v případě potřeby stroj obsluhuje.

V době prováděné analýzy byla při výměně polotovarů ve strojích zjištěna časová rezerva operátora. Avšak v době, kdy je nutno přetypovat stroj po dokončení zakázky a přijmutí zakázky nové vzniká situace, kdy operátor stroj seřizuje a zároveň obsluhuje i zbývající frézky FA027 a FA047. Tak se děje i v případě seřizování jiného ze zmíněných strojů.

8.2 Popis frézky čepových fréz FA037

Frézování probíhá na frézce čepových fréz, kterou jako prototyp vyrobilo ZPS Zlín v roce 1992. Stroj má dvě osy X a Z, naměřený příkon 3,38 kWh a instalovaný příkon 11,5 kWh.

Více informací o této frézce čepových fréz není z důvodu jejího stáří dostupných.

8.4 Jízdní řád přetypování

Při praktické realizaci analýzy jsem zjistil následující skutečnosti.

Při příjmu nové zakázky operátorem bylo naplánováno přetypování stroje. Při přetypování byl mnou pořízen v reálném čase za běžného pracovního provozu videozáznam, jehož výstupem je jízdní řád změny.

Operátor začal seřizovat stroj v 9:55 hod. a v 10:30 hod. pracoviště opustil na 30 minut z důvodu polední přestávky. Tento čas není zahrnut v jízdním řádu přetypování.

Během přetypování musel operátor provést tři kontrolní frézování obrobku. Jeden najížděcí kus, je započítán v normě na spotřebu materiálu. Tímto se celkový proces prodloužil.

V následující *tabulce 4. Jízdní řád přetypování* je uvedeno číslo operace s barevným rozlišením podle rozdělení činností, začátek a konec operace, doba trvání operace, popis prováděné činnosti a kategorie, do které je činnost zařazena.

Pro potřeby byly vytvořeny tři kategorie. Do kategorie „Interní“ spadají činnosti, které se provádějí v klidu stroje. V kategorii „Externí“ by měli být činnosti prováděné v běhu stroje. V tomto případě byly všechny činnosti prováděné až po jeho zastavení. Kategorie „Jiné“ obsahuje takové činnosti, které přímo nesouvisí s přetypováním stroje.

Tab. 4. Jízdní řád přetypování (vlastní zpracování)

| ID | Od (h:m:s) | Do (h:m:s) | Čas operace (h:m:s) | Popis činností | Kategorie |
|----|---------------|---------------|------------------------|--|-----------|
| 1 | 0:00:00 | 0:00:10 | 0:00:10 | Převzetí zakázky a cesta k PC | Interní |
| 2 | 0:00:10 | 0:00:47 | 0:00:37 | Zadání zakázky do IS | Interní |
| 3 | 0:00:47 | 0:00:58 | 0:00:11 | Cesta zpět ke stroji | Interní |
| 4 | 0:00:58 | 0:01:33 | 0:00:35 | Stroj čeká - Obsluha FA027 (+ cesta ke stroji a zpět) | Jiné |
| 5 | 0:01:33 | 0:03:22 | 0:01:49 | Čištění stroje | Interní |
| 6 | 0:03:22 | 0:03:39 | 0:00:17 | Uchopení nástrojů po ruce a odmontování původní frézy | Interní |
| 7 | 0:03:39 | 0:04:35 | 0:00:56 | Čištění a odložení původní frézy | Interní |
| 8 | 0:04:35 | 0:04:57 | 0:00:22 | Stroj čeká - Obsluha FA047 (+ cesta ke stroji a zpět) | Jiné |
| 9 | 0:04:57 | 0:05:15 | 0:00:18 | Čištění vřetena a kornoutu | Interní |

| | | | | | |
|----|---------|---------|---------|--|---------|
| 10 | 0:05:15 | 0:05:39 | 0:00:24 | Cesta pro novou frézu a obrobek s odložením | Interní |
| 11 | 0:05:39 | 0:05:55 | 0:00:16 | Ofuk šroubu na původní vřeteno s našroubováním | Interní |
| 12 | 0:05:55 | 0:06:26 | 0:00:31 | Cesta pro potřebné nářadí (klíč + posuvné měřítko) | Interní |
| 13 | 0:06:26 | 0:07:05 | 0:00:39 | Odtážení šroubu držící původní vřeteno | Interní |
| 14 | 0:07:05 | 0:07:27 | 0:00:22 | Stroj čeká - Obsluha FA047 (+ cesta ke stroji a zpět) | Jiné |
| 15 | 0:07:27 | 0:07:36 | 0:00:09 | Odmontování a očištění původního vřetena | Interní |
| 16 | 0:07:36 | 0:07:45 | 0:00:09 | Odložení původního vřetena | Interní |
| 17 | 0:07:45 | 0:08:27 | 0:00:42 | Cesta ke stolku a studování instrukcí pro nastavení poloh stroje | Interní |
| 18 | 0:08:27 | 0:08:35 | 0:00:08 | Hledání nového vřetena | Interní |
| 19 | 0:08:35 | 0:09:04 | 0:00:29 | Umístění nové frézy na vřeteno a cesta ke stroji | Interní |
| 20 | 0:09:04 | 0:09:21 | 0:00:17 | Vložení vřetena s frézou do stroje | Interní |
| 21 | 0:09:21 | 0:09:50 | 0:00:29 | Ruční upínání šroubu do vřetena | Interní |
| 22 | 0:09:50 | 0:10:01 | 0:00:11 | Dotáhnutí šroubu klíčem | Interní |
| 23 | 0:10:01 | 0:10:10 | 0:00:09 | Nastavení horní páčky a odložení klíče | Interní |
| 24 | 0:10:10 | 0:10:36 | 0:00:26 | Stroj čeká - Obsluha FA047 (+ cesta ke stroji a zpět) | Jiné |
| 25 | 0:10:36 | 0:10:45 | 0:00:09 | Dotáhnutí frézy na vřetenu (klíč + kladivo) | Interní |
| 26 | 0:10:45 | 0:10:58 | 0:00:13 | Odložení klíče na původní místo | Interní |
| 27 | 0:10:58 | 0:14:17 | 0:03:19 | Stroj čeká - Obsluha FA027 (+ cesta zpět) | Jiné |
| 28 | 0:14:17 | 0:14:37 | 0:00:20 | Stroj čeká - Obsluha FA047 (+ cesta ke stroji a zpět) | Jiné |
| 29 | 0:14:37 | 0:14:50 | 0:00:13 | Kontrola obrobkem vzdálenosti kornoutu od špičky | Interní |
| 30 | 0:14:50 | 0:15:19 | 0:00:29 | Pomocí kladiva uvolnění původního kornoutu | Interní |
| 31 | 0:15:19 | 0:15:47 | 0:00:28 | Očištění původního kornoutu a umístění na úložné místo | Interní |
| 32 | 0:15:47 | 0:16:00 | 0:00:13 | Výběr nového kornoutu a cesta ke stroji | Interní |
| 33 | 0:16:00 | 0:16:05 | 0:00:05 | Vložení nového kornoutu do stroje | Interní |
| 34 | 0:16:05 | 0:16:15 | 0:00:10 | Cesta pro očkový klíč | Interní |
| 35 | 0:16:15 | 0:16:31 | 0:00:16 | Odtážení šroubů špičky | Interní |

| | | | | | |
|----|---------|---------|---------|---|---------|
| 36 | 0:16:31 | 0:16:55 | 0:00:24 | Stroj čeká - Obsluha FA047 (+ cesta ke stroji a zpět) | Jiné |
| 37 | 0:16:55 | 0:17:12 | 0:00:17 | Stroj čeká - Kontrola FA027 (+ cesta ke stroji a zpět) | Jiné |
| 38 | 0:17:12 | 0:17:39 | 0:00:27 | Kalibrace vzdálenosti mezi špičkou a kornoutem | Interní |
| 39 | 0:17:39 | 0:18:07 | 0:00:28 | Utažení šroubů špičky | Interní |
| 40 | 0:18:07 | 0:18:27 | 0:00:20 | Očištění částí a vizuální kontrola | Interní |
| 41 | 0:18:27 | 0:18:35 | 0:00:08 | Čtení dokumentace | Interní |
| 42 | 0:18:35 | 0:18:48 | 0:00:13 | Cesta ke stolku a studování instrukcí pro nastavení poloh stroje | Interní |
| 43 | 0:18:48 | 0:19:10 | 0:00:22 | Stroj čeká - Obsluha FA047 (+ cesta ke stroji a zpět) | Jiné |
| 44 | 0:19:10 | 0:20:25 | 0:01:15 | Kalibrace stroje (nastavení úhlů frézování) | Interní |
| 45 | 0:20:25 | 0:21:33 | 0:01:08 | Spuštění vřetena a vizuální kontrola | Interní |
| 46 | 0:21:33 | 0:21:48 | 0:00:15 | Čtení dokumentace s vizuální kontrolou | Interní |
| 47 | 0:21:48 | 0:22:15 | 0:00:27 | Kalibrace stroje (nastavení úhlů frézování) | Interní |
| 48 | 0:22:15 | 0:22:47 | 0:00:32 | Stroj čeká - Obsluha FA047 (+ cesta ke stroji a zpět) | Jiné |
| 49 | 0:22:47 | 0:24:40 | 0:01:53 | Kalibrace ovládacího panelu | Interní |
| 50 | 0:24:40 | 0:25:14 | 0:00:34 | Kontrola a nastavení přítoku oleje pro chlazení | Interní |
| 51 | 0:25:14 | 0:27:04 | 0:01:50 | Frézování obrobku pro kontrolu | Interní |
| 52 | 0:27:04 | 0:27:14 | 0:00:10 | Ofuk obrobku a vizuální kontrola | Interní |
| 53 | 0:27:14 | 0:27:33 | 0:00:19 | Měření vyfrézovaných bočních zubů posuvným měřidlem | Interní |
| 54 | 0:27:33 | 0:27:59 | 0:00:26 | Kalibrace stroje (nastavení úhlů frézování) | Interní |
| 55 | 0:27:59 | 0:30:16 | 0:02:17 | Frézování obrobku pro kontrolu | Interní |
| 56 | 0:30:16 | 0:30:45 | 0:00:29 | Vizuální kontrola obrobku a měření posuvným měřidlem | Interní |
| 57 | 0:30:45 | 0:31:17 | 0:00:32 | Kalibrace stroje (nastavení úhlů frézování) | Interní |
| 58 | 0:31:17 | 0:35:34 | 0:04:17 | Frézování obrobku pro kontrolu | Interní |
| 59 | 0:35:34 | 0:36:34 | 0:01:00 | Měření vyfrézovaných bočních zubů posuvným měřidlem a kontrola | Interní |
| 60 | 0:36:34 | 0:36:47 | 0:00:13 | Kalibrace ovládacího panelu | Interní |
| 61 | 0:36:47 | 0:38:24 | 0:01:37 | Frézování obrobku pro kontrolu a přichystání přípravků pro odtékání oleje | Interní |

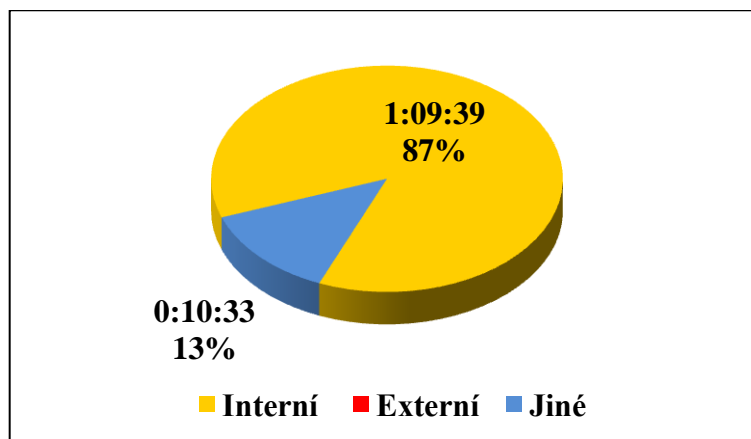
| | | | | | |
|----|---------|---------|---------|---|---------|
| 62 | 0:38:24 | 0:38:42 | 0:00:18 | Vizuální kontrola obrobku | Interní |
| 63 | 0:38:42 | 0:47:26 | 0:08:44 | Frézování obrobku pro kontrolu | Interní |
| 64 | 0:47:26 | 0:48:15 | 0:00:49 | Stroj čeká - Obsluha FA027 | Jiné |
| 65 | 0:48:15 | 0:48:39 | 0:00:24 | Stroj čeká - Obsluha FA047 (+ cesta ke stroji a zpět) | Jiné |
| 66 | 0:48:39 | 0:49:15 | 0:00:36 | Stroj čeká na operátora | Jiné |
| 67 | 0:49:15 | 0:50:01 | 0:00:46 | Vizuální kontrola obrobku, ofuk a osušení | Interní |
| 68 | 0:50:01 | 0:50:30 | 0:00:29 | Odnesení obrobku na kontrolu | Interní |
| 69 | 0:50:30 | 0:50:37 | 0:00:07 | Upnutí obrobku do kontrolního přístroje | Interní |
| 70 | 0:50:37 | 0:51:18 | 0:00:41 | Kontrola správnosti vyfrézování na přístroji | Interní |
| 71 | 0:51:18 | 0:51:50 | 0:00:32 | Odepnutí obrobku z přístroje a kontrola dle dokumentace (vadný kus) | Interní |
| 72 | 0:51:50 | 0:52:31 | 0:00:41 | Cesta zpět na pracoviště a odložení vadného kusu | Interní |
| 73 | 0:52:31 | 0:53:00 | 0:00:29 | Cesta ke stolku a studování instrukcí pro nastavení poloh stroje | Interní |
| 74 | 0:53:00 | 0:53:15 | 0:00:15 | Kontrola nastavení stroje | Interní |
| 75 | 0:53:15 | 0:53:35 | 0:00:20 | Stroj čeká - Obsluha FA047 (+ cesta ke stroji a zpět) | Jiné |
| 76 | 0:53:35 | 0:54:15 | 0:00:40 | Kalibrace stroje (nastavení úhlů frézování) | Interní |
| 77 | 0:54:15 | 0:54:31 | 0:00:16 | Cesta pro nový obrobek a ustavení mezi špičku a kornout | Interní |
| 78 | 0:54:31 | 0:56:45 | 0:02:14 | Frézování obrobku pro kontrolu | Interní |
| 79 | 0:56:45 | 0:57:17 | 0:00:32 | Cesta pro posuvné měřítko | Interní |
| 80 | 0:57:17 | 0:57:32 | 0:00:15 | Měření vyfrézovaných bočních zubů posuvným měřidlem a vizuální kontrola | Interní |
| 81 | 0:57:32 | 0:57:52 | 0:00:20 | Kalibrace stroje (nastavení úhlů frézování) | Interní |
| 82 | 0:57:52 | 0:58:59 | 0:01:07 | Frézování obrobku pro kontrolu | Interní |
| 83 | 0:58:59 | 0:59:20 | 0:00:21 | Kalibrace stroje (nastavení úhlů frézování) | Interní |
| 84 | 0:59:20 | 0:59:33 | 0:00:13 | Měření vyfrézovaných bočních zubů posuvným měřidlem a vizuální kontrola | Interní |
| 85 | 0:59:33 | 0:59:43 | 0:00:10 | Kalibrace ovládacího panelu | Interní |
| 86 | 0:59:43 | 1:10:15 | 0:10:32 | Frézování obrobku pro kontrolu po obvodu | Interní |

| | | | | | |
|----|---------|---------|---------|---|---------|
| 87 | 1:10:15 | 1:11:40 | 0:01:25 | Stroj čeká na operátora | Jiné |
| 88 | 1:11:40 | 1:12:20 | 0:00:40 | Vizuální kontrola obrobku, ofuk a osušení | Interní |
| 89 | 1:12:20 | 1:12:42 | 0:00:22 | Odnesení obrobku na kontrolu | Interní |
| 90 | 1:12:42 | 1:12:57 | 0:00:15 | Předání dokumentace a obrobku pracovníkovi kontroly kvality | Interní |
| 91 | 1:12:57 | 1:15:55 | 0:02:58 | Kontrola kvality dle dokumentace měřidly a měřicím přístrojem | Interní |
| 92 | 1:15:55 | 1:16:28 | 0:00:33 | Vyslechnutí výsledku kontroly a cesta zpět na pracoviště | Interní |
| 93 | 1:16:28 | 1:17:32 | 0:01:04 | Kalibrace stroje (donastavení úhlů frézování) | Interní |
| 94 | 1:17:32 | 1:17:48 | 0:00:16 | Cesta pro nový obrobek a ustavení mezi špičku a kornout | Interní |
| 95 | 1:17:48 | 1:19:45 | 0:01:57 | Frézování obrobku pro finální kontrolu | Interní |
| 96 | 1:19:45 | 1:20:01 | 0:00:16 | Vizuální kontrola obrobku a měření posuvným měřidlem | Interní |
| 97 | 1:20:01 | 1:20:12 | 0:00:11 | Dokalibrace úhlu frézování a start frézování výrobků | Interní |

8.4.1 Kategorie

Jak již bylo výše popsáno, v tabulce vystupují dvě kategorie. „Interní“ a „Jiné“. V kategorii „Externí“ se nenachází žádná z uvedených činností.

Veškeré interní činnosti trvají 1 hod 9 min 39 s, což je 87% z celkového času. Zbylé činnosti, které nesouvisí s přetypováním stroje, trvají 10 min 33 s.



Graf 1. Interní/externí/jiné činnosti (vlastní zpracování)

8.4.2 Rozdělení činností

Činnosti jsou rozděleny do 9 skupin. Každá skupina činností je seskupena podle určité podobnosti jednotlivých operací.

1. **Chůze operátora** – cesta k PC, pro nástroje, odložení nástrojů, cesty pro příslušenství.
2. **Čištění stroje a obrobků** – čištění stroje a příslušenství, ofukování, vysoušení.
3. **Čekání na operátora** – obsluha ostatních strojů, čekání při nepřítomnosti operátora.
4. **Čtení dokumentace a zakázky** – čtení dokumentace k přijaté zakázce s parametry.
5. **Kalibrace stroje** – nastavení správných úhlů frézování, kalibrace ovládacího panelu.
6. **Frézování obrobku** – kontrolní frézování obrobku pro zjištění správného nastavení.
7. **Kontrola a měření** – kontrola stroje, vizuální kontrola, měření.
8. **Použití nástrojů a upínání** – odtahování a upínání šroubů, využívání.
9. **Ostatní činnosti pro seřízení** – jiné činnosti, vkládání kornoutu, upnutí obrobku.

Z následující tabulky 5. *Rozdělení činností* je patrné, že nejvíce času je věnováno frézování obrobku pro kontrolu, které trvá 34 min 35 s. Toto je způsobeno opakujícím se kontrolním frézováním z důvodu chybného nastavení stroje.

Tab. 5. *Rozdělení činností (vlastní zpracování)*

| Činnost | Čas operací (h:m:s) | Podíl na celkovém čase |
|-------------------------------|------------------------|------------------------|
| Frézování obrobku | 0:34:35 | 43% |
| Čekání na operátora | 0:10:33 | 13% |
| Kontrola a měření | 0:10:20 | 13% |
| Kalibrace stroje | 0:07:59 | 10% |
| Chůze operátora | 0:07:11 | 9% |
| Čištění stroje a obrobků | 0:04:26 | 6% |
| Použití nástrojů a upínání | 0:03:07 | 4% |
| Ostatní činnosti pro seřízení | 0:01:01 | 1% |
| Čtení dokumentace a zakázky | 0:01:00 | 1% |
| Celkem | 1:20:12 | 100% |

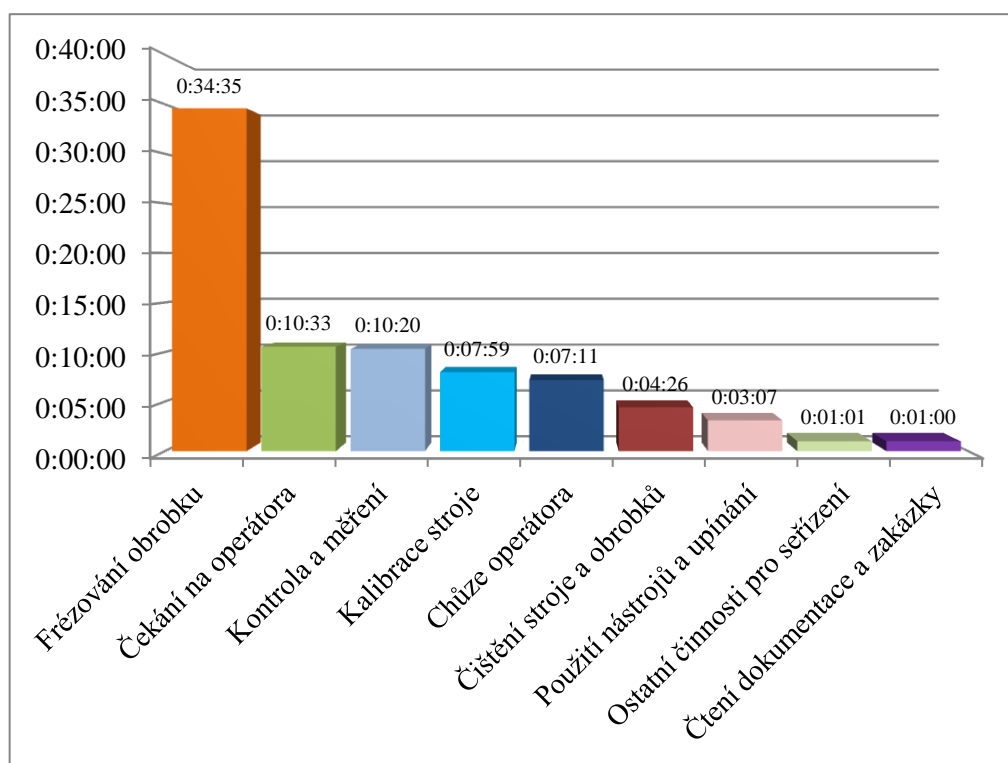
Graf 2. Porovnání jednotlivých skupin činností porovnává časy od nejdelšího po nejkratší. Jak již bylo zmíněno, nejdéle trvá frézování obrobku pro kontrolu.

Delší časové prodlevy způsobuje také čekání na pracovníka, který v době přetypování stroje obsluhuje frézky FA027 a FA047, nebo odbíhá od stroje z jiných důvodů.

Podobně dlouhou dobu trvá kontrola a měření nástrojů. Měření, které probíhá použitím posuvného měřidla, trvá podle toho, kolikrát operátor kontrolně frézuje polotovary.

Kalibrace stroje taktéž závisí na počtu kontrolních frézování. Vždy po chybně vyfrézovaných bočních zubech se stroj musí překalibrovat na jiný úhel, pod kterým stroj frézuje.

Délka doby chůze operátora je způsobena cestami operátora pro nástroje, které nejsou umístěny u pracoviště, popřípadě do výdejny nástrojů, dále cestami pro nové polotovary přichystané na novou zakázku a cestami do kontrolní místnosti na kontrolní přeměření vyfrézovaných bočních zubů.



Graf 2. Porovnání časů jednotlivých skupin činností (vlastní zpracování)

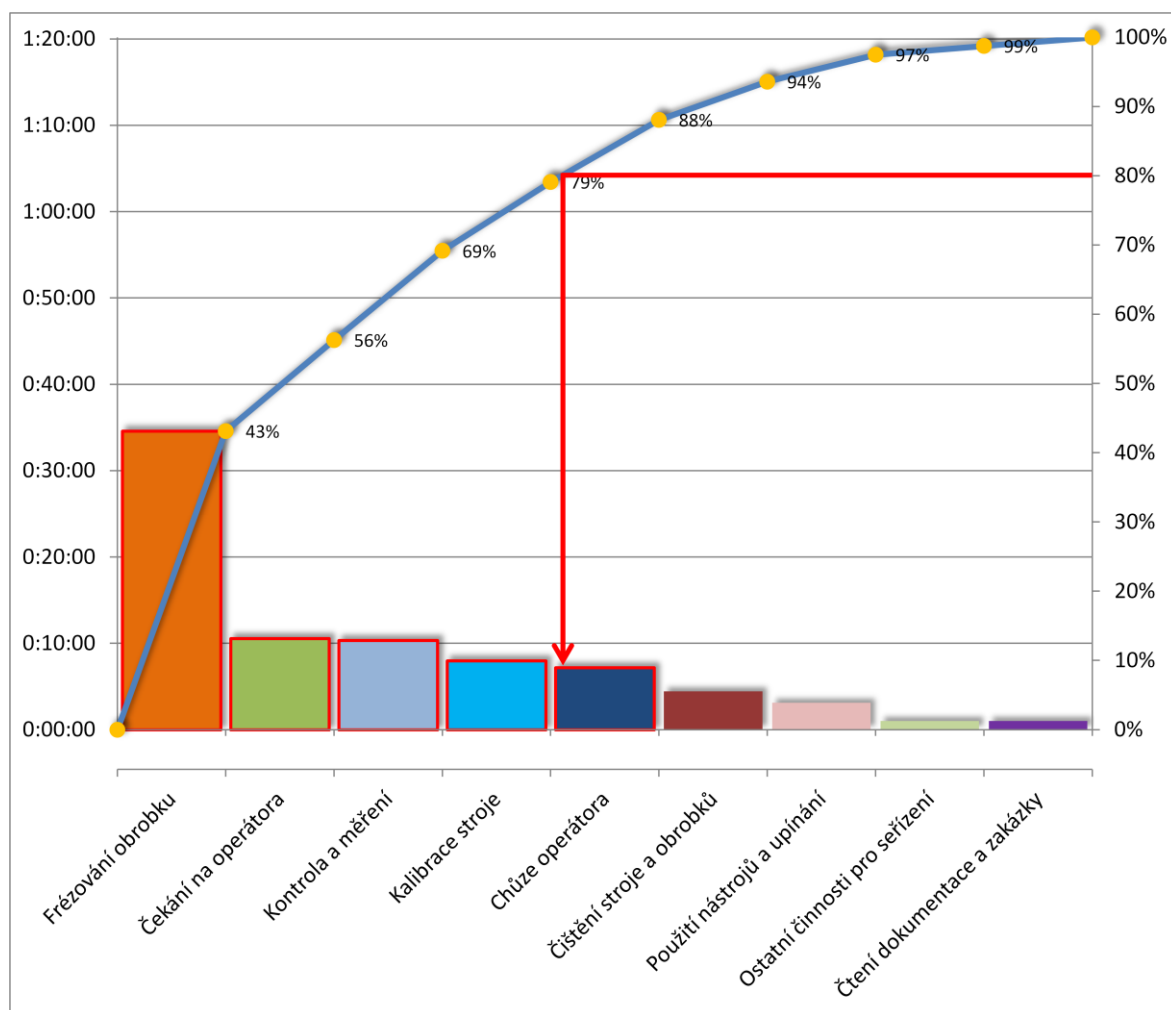
Čištění stroje a obrobků je nedílnou součástí přetypování stroje a tudíž je potřebné pro zachování čistoty na pracovišti a zachování dlouhodobé funkčnosti stroje a jeho komponent. Operátor taktéž očišťuje ofrézované polotovary.

Použití nástrojů a upínání je činnost, vykonávaná především během prvních minut přetypování stroje. Samotnou kalibrace provádí operátor pomocí pák na stroji.

Poslední dvě skupiny činností, „Ostatní činnosti pro seřízení“ a „Čtení dokumentace a zakázky“, jsou v porovnání s ostatními skupinami již rapidně kratší a v celkovém naměřeném čase hrají menší roli.

8.4.3 Paretova analýza

Uvedená data jsou analyzována pomocí Paretovy analýzy. Výsledky jsou zobrazeny v grafu 3. Paretova analýza pomocí Paretova diagramu.



Graf 3. Paretova analýza (vlastní zpracování)

Kritéria byla stanovena na 80/20, tedy že 80% důsledků pramení z 20% příčin. V našem případě 80% z celkového času změny.

Lorenzova křivka nám zobrazuje kumulaci časů jednotlivých skupin činností. Vynesená limita pro rozhodnutí z pravé části grafu na kumulativní Lorenzovu křivku, která je následně svisle spuštěna odděluje případy, kterými bychom se měli zabývat.

Jsou to ty skupiny činností, které mají největší vliv na následky, tedy na celkový čas přetypování.

Kumulativní podíly skupiny činností spadajících do 80% jsou následující:

- 43% - frézování obrobku,
- 56% - čekání operátora,
- 69% - kontrola a měření,
- 79% - kalibrace stroje,
- 88% - chůze operátora.

I přesto, že chůze operátora se na celkovém čase v kumulativním počtu podílí malou částí, zařadíme ji do uvedené skupiny činností.

Výstupem Paretovy analýzy jsou vybrané skupiny činností, na které bychom se měli zaměřit, a v rámci třetího kroku metodiky SMED bychom měli činnosti, ať už interní či externí, obsažené ve zmíněných skupinách zredukovat, popřípadě je eliminovat.

8.5 Přípravenost pracoviště na přetypování

Během samotného sledování seřizování stroje a přípravy na přechod na zavedení nové zakázky do výroby jsem vyzoroval následující situace, které by mohli být převedeny na externí činnosti, či jinak ovlivněny:

- Operátor neměl před započnutím seřizování nachystané potřebné nástroje na pracovišti. Ty byly rozmístěny u jiných strojů.



Obr. 15. Nástroje rozmístěné u jiných strojů (vlastní zpracování)

- Při výměně kornoutu, vhodného pro nový polotovár, musel pracovník již v době seřizování správný kornout najít. Výběr probíhal zkouškou s polotovarem, do kterého kornoutu sedne. Kornouty nebyly setříděny.



Obr. 16. Vyhledání vhodného kornoutu (vlastní zpracování)

- Zbytečné odbíhání k sešitu, ve kterém byly vypsány správné koordináty kalibrace ke konkrétnímu typu zakázky. Sešit je umístěn u jiného pracoviště. Cesta k němu a zpět proběhla několikrát a v jednom případě trvala 42 s.



Obr. 17. Studování dokumentace u jiného pracoviště (vlastní zpracování)

Další situace ovlivňující celkové trvání přetypování, které by měli být eliminovány:

- Několikrát manipulace se zakázkovým listem. Hledání, otevírání, studování, odkládání. Kromě studování informací obsažených v zakázkovém listu, celkově činnosti proces zdržuje.
- Dále frézováním jednoho najížděcího kusu a dvou kusů pro kontrolu z důvodu neshodnosti předešlých frézovaných polotovarů. Tím došlo ke ztrátě času a vyřazení neshodných kusů.
- Dlouhý čas seřízení byl způsoben čekáním na operátora, který průběžně kontroloval vyfrézované boční zuby na polotovaru po kontrolním frézování.
- Čas prodlužovala taktéž vizuální kontrola, čištění a ofukování výrobku.
- Také proběhla jedna kontrola v kontrolní místnosti, kterou může operátor využít v případě nejistoty správnosti nastavení frézky.

Zmíněné situace by mohli být eliminovány za předpokladu správného nastavení stroje a úhlů frézování za pomoci standardizovaného postupu přetypování stroje.

V průběhu samotného frézování probíhají průběžné kontroly po nastavení frézky dané dle sortimentu a velikosti dávky.

9 ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ ANALÝZY

Již během sledování samotného seřizování, tak i po rozboru videozáznamu a sestaveného jízdniho řádu lze usoudit, že čas potřebný pro změnu výroby může být výrazně kratší. Časová náročnost je způsobena především nepřipraveností nástrojů potřebných k seřizování, odbíhání operátora a obsluha jiných strojů a neshodnost vyfrézovaných kontrolních výrobků, které prodlužují samotné přetypování.

Pokud se zaměříme na operace zařazené v kategorii „Jiné“ v *tabulce 4. Jízdní řád přetypování* zjistíme následující časy, které celkový proces změny prodlužují a nesouvisí se samotným seřízením. Celkově tyto činnosti trvají operátorovi 10 min 33 s.

Tab. 6. Činnosti nesouvisející se seřízením stroje (vlastní zpracování)

| ID | Čas operace | Popis činností |
|---------------|----------------|--|
| 4 | 0:00:35 | Stroj čeká - Obsluha FA027 (+ cesta ke stroji a zpět) |
| 8 | 0:00:22 | Stroj čeká - Obsluha FA047 (+ cesta ke stroji a zpět) |
| 14 | 0:00:22 | Stroj čeká - Obsluha FA047 (+ cesta ke stroji a zpět) |
| 24 | 0:00:26 | Stroj čeká - Obsluha FA047 (+ cesta ke stroji a zpět) |
| 27 | 0:03:19 | Stroj čeká - Obsluha FA027 (+ cesta zpět) |
| 28 | 0:00:20 | Stroj čeká - Obsluha FA047 (+ cesta ke stroji a zpět) |
| 36 | 0:00:24 | Stroj čeká - Obsluha FA047 (+ cesta ke stroji a zpět) |
| 37 | 0:00:17 | Stroj čeká - Kontrola FA027 (+ cesta ke stroji a zpět) |
| 43 | 0:00:22 | Stroj čeká - Obsluha FA047 (+ cesta ke stroji a zpět) |
| 48 | 0:00:32 | Stroj čeká - Obsluha FA047 (+ cesta ke stroji a zpět) |
| 64 | 0:00:49 | Stroj čeká - Obsluha FA027 |
| 65 | 0:00:24 | Stroj čeká - Obsluha FA047 (+ cesta ke stroji a zpět) |
| 66 | 0:00:36 | Stroj čeká na operátora |
| 75 | 0:00:20 | Stroj čeká - Obsluha FA047 (+ cesta ke stroji a zpět) |
| 87 | 0:01:25 | Stroj čeká na operátora |
| Celkem | 0:10:33 | |

V průběhu analýzy jsem došel k závěru, že procesem probíhají nežádoucí prostoje a je zde určitá vůle ke zkrácení času. Společnost nemá pro postup přetypování stanovený standard.

10 APLIKACE METODY SMED

10.1 Oddělení interních a externích činností

Dle metodiky SMED se v prvním kroku oddělí interní a externí činnosti. Všechny činnosti potřebné k seřízení stroje FA037 operátor prováděl během samotného přetypování. V tomto případě nebyly prováděny žádné činnosti externí. Operátor prováděl pouze interní činnosti a také činnosti zařazené v kategorii „Jiné“, které nesouvisely se samotným seřizováním stroje.

10.2 Převedení interních činností na externí a eliminace činností

V tomto kroku dojde ke konverzi vybraných činností. Zohlední se možnost přeměny interních činností na externí. Vybrané činnosti se eliminují. Těmito kroky se dosáhne zkrácení celkového procesu přetypování stroje. Samotné přetypování bude trvat po dobu interních činností. Pro potřebu seřizování bude stále potřeba počítat s časem externích činností, ty se však realizují v době, kdy je stroj v provozu. Největší význam bude mít eliminace činností.

Následující *tabulka 7. Převedení interních činností na externí a eliminace* ukazuje převedení jednotlivých činností podle možností.

Tab. 7. Převedení interních činností na externí a eliminace (vlastní zpracování)

| ID | Od (h:m:s) | Do (h:m:s) | Čas operace (h:m:s) | Popis činností | Kategorie |
|----|---------------|---------------|------------------------|---|-----------|
| 1 | 0:00:00 | 0:00:10 | 0:00:10 | Převzetí zakázky a cesta k PC | Interní |
| 2 | 0:00:10 | 0:00:47 | 0:00:37 | Zadání zakázky do IS | Interní |
| 3 | 0:00:47 | 0:00:58 | 0:00:11 | Cesta zpět ke stroji | Interní |
| 4 | 0:00:58 | 0:01:33 | 0:00:35 | Stroj čeká - Obsluha FA027 (+ cesta ke stroji a zpět) | Eliminace |
| 5 | 0:01:33 | 0:03:22 | 0:01:49 | Čištění stroje | Interní |
| 6 | 0:03:22 | 0:03:39 | 0:00:17 | Uchopení nástrojů po ruce a odmontování původní frézy | Interní |
| 7 | 0:03:39 | 0:04:35 | 0:00:56 | Čištění a odložení původní frézy | Interní |
| 8 | 0:04:35 | 0:04:57 | 0:00:22 | Stroj čeká - Obsluha FA047 (+ cesta ke stroji a zpět) | Eliminace |
| 9 | 0:04:57 | 0:05:15 | 0:00:18 | Čištění vřetena a kornoutu | Interní |
| 10 | 0:05:15 | 0:05:39 | 0:00:24 | Cesta pro novou frézu a obrobek | Externí |

| | | | | | |
|----|---------|---------|---------|--|-----------|
| 11 | 0:05:39 | 0:05:55 | 0:00:16 | Ofuk šroubu na původní vřeteno s našroubováním | Interní |
| 12 | 0:05:55 | 0:06:26 | 0:00:31 | Cesta pro potřebné nářadí (klíč + posuvné měřítko) | Externí |
| 13 | 0:06:26 | 0:07:05 | 0:00:39 | Odtažení šroubu držící původní vřeteno | Interní |
| 14 | 0:07:05 | 0:07:27 | 0:00:22 | Stroj čeká - Obsluha FA047 (+ cesta ke stroji a zpět) | Eliminace |
| 15 | 0:07:27 | 0:07:36 | 0:00:09 | Odmontování a očištění původního vřetena | Interní |
| 16 | 0:07:36 | 0:07:45 | 0:00:09 | Odložení původního vřetena | Interní |
| 17 | 0:07:45 | 0:08:27 | 0:00:42 | Cesta ke stolku a studování instrukcí pro nastavení poloh stroje | Externí |
| 18 | 0:08:27 | 0:08:35 | 0:00:08 | Hledání nového vřetena | Externí |
| 19 | 0:08:35 | 0:09:04 | 0:00:29 | Umístění nové frézy na vřeteno a cesta ke stroji | Interní |
| 20 | 0:09:04 | 0:09:21 | 0:00:17 | Vložení vřetena s frézou do stroje | Interní |
| 21 | 0:09:21 | 0:09:50 | 0:00:29 | Ruční upínání šroubu do vřetena | Interní |
| 22 | 0:09:50 | 0:10:01 | 0:00:11 | Dotáhnutí šroubu klíčem | Interní |
| 23 | 0:10:01 | 0:10:10 | 0:00:09 | Nastavení horní páčky a odložení klíče | Interní |
| 24 | 0:10:10 | 0:10:36 | 0:00:26 | Stroj čeká - Obsluha FA047 (+ cesta ke stroji a zpět) | Eliminace |
| 25 | 0:10:36 | 0:10:45 | 0:00:09 | Dotáhnutí frézy na vřetenu (klíč + kladivo) | Interní |
| 26 | 0:10:45 | 0:10:58 | 0:00:13 | Odložení klíče na původní místo | Eliminace |
| 27 | 0:10:58 | 0:14:17 | 0:03:19 | Stroj čeká - Obsluha FA027 (+ cesta zpět) | Eliminace |
| 28 | 0:14:17 | 0:14:37 | 0:00:20 | Stroj čeká - Obsluha FA047 (+ cesta ke stroji a zpět) | Eliminace |
| 29 | 0:14:37 | 0:14:50 | 0:00:13 | Kontrola obrobkem vzdálenosti kornoutu od špičky | Interní |
| 30 | 0:14:50 | 0:15:19 | 0:00:29 | Pomocí kladiva uvolnění původního kornoutu | Interní |
| 31 | 0:15:19 | 0:15:47 | 0:00:28 | Očištění původního kornoutu a umístění na úložné místo | Interní |
| 32 | 0:15:47 | 0:16:00 | 0:00:13 | Výběr nového kornoutu a cesta ke stroji | Externí |
| 33 | 0:16:00 | 0:16:05 | 0:00:05 | Vložení nového kornoutu do stroje | Interní |
| 34 | 0:16:05 | 0:16:15 | 0:00:10 | Cesta pro očkový klíč | Externí |
| 35 | 0:16:15 | 0:16:31 | 0:00:16 | Odtažení šroubů špičky | Interní |
| 36 | 0:16:31 | 0:16:55 | 0:00:24 | Stroj čeká - Obsluha FA047 (+ cesta ke stroji a zpět) | Eliminace |

| | | | | | |
|----|---------|---------|---------|---|-----------|
| 37 | 0:16:55 | 0:17:12 | 0:00:17 | Stroj čeká - Kontrola FA027 (+ cesta ke stroji a zpět) | Eliminace |
| 38 | 0:17:12 | 0:17:39 | 0:00:27 | Kalibrace vzdálenosti mezi špičkou a kornoutem | Interní |
| 39 | 0:17:39 | 0:18:07 | 0:00:28 | Utažení šroubů špičky | Interní |
| 40 | 0:18:07 | 0:18:27 | 0:00:20 | Očištění částí a vizuální kontrola | Interní |
| 41 | 0:18:27 | 0:18:35 | 0:00:08 | Čtení dokumentace | Interní |
| 42 | 0:18:35 | 0:18:48 | 0:00:13 | Cesta ke stolku a studování instrukcí pro nastavení poloh stroje | Externí |
| 43 | 0:18:48 | 0:19:10 | 0:00:22 | Stroj čeká - Obsluha FA047 (+ cesta ke stroji a zpět) | Eliminace |
| 44 | 0:19:10 | 0:20:25 | 0:01:15 | Kalibrace stroje (nastavení úhlů frézování) | Interní |
| 45 | 0:20:25 | 0:21:33 | 0:01:08 | Spuštění vřetena a vizuální kontrola | Interní |
| 46 | 0:21:33 | 0:21:48 | 0:00:15 | Čtení dokumentace s vizuální kontrolou | Interní |
| 47 | 0:21:48 | 0:22:15 | 0:00:27 | Kalibrace stroje (nastavení úhlů frézování) | Interní |
| 48 | 0:22:15 | 0:22:47 | 0:00:32 | Stroj čeká - Obsluha FA047 (+ cesta ke stroji a zpět) | Eliminace |
| 49 | 0:22:47 | 0:24:40 | 0:01:53 | Kalibrace ovládacího panelu | Interní |
| 50 | 0:24:40 | 0:25:14 | 0:00:34 | Kontrola a nastavení přítoku oleje pro chlazení | Interní |
| 51 | 0:25:14 | 0:27:04 | 0:01:50 | Frézování obrobku pro kontrolu | Interní |
| 52 | 0:27:04 | 0:27:14 | 0:00:10 | Ofuk obrobku a vizuální kontrola | Interní |
| 53 | 0:27:14 | 0:27:33 | 0:00:19 | Měření vyfrézovaných bočních zubů posuvným měřidlem | Interní |
| 54 | 0:27:33 | 0:27:59 | 0:00:26 | Kalibrace stroje (nastavení úhlů frézování) | Interní |
| 55 | 0:27:59 | 0:30:16 | 0:02:17 | Frézování obrobku pro kontrolu | Eliminace |
| 56 | 0:30:16 | 0:30:45 | 0:00:29 | Vizuální kontrola obrobku a měření posuvným měřidlem | Eliminace |
| 57 | 0:30:45 | 0:31:17 | 0:00:32 | Kalibrace stroje (nastavení úhlů frézování) | Eliminace |
| 58 | 0:31:17 | 0:35:34 | 0:04:17 | Frézování obrobku pro kontrolu | Eliminace |
| 59 | 0:35:34 | 0:36:34 | 0:01:00 | Měření vyfrézovaných bočních zubů posuvným měřidlem a vizuální kontrola | Eliminace |
| 60 | 0:36:34 | 0:36:47 | 0:00:13 | Kalibrace ovládacího panelu | Eliminace |
| 61 | 0:36:47 | 0:38:24 | 0:01:37 | Frézování obrobku pro kontrolu a přichystání přípr. pro odtékání oleje | Eliminace |
| 62 | 0:38:24 | 0:38:42 | 0:00:18 | Vizuální kontrola obrobku | Eliminace |

| | | | | | |
|----|---------|---------|---------|---|-----------|
| 63 | 0:38:42 | 0:47:26 | 0:08:44 | Frézování obrobku pro kontrolu | Eliminace |
| 64 | 0:47:26 | 0:48:15 | 0:00:49 | Stroj čeká - Obsluha FA027 | Eliminace |
| 65 | 0:48:15 | 0:48:39 | 0:00:24 | Stroj čeká - Obsluha FA047 (+ cesta ke stroji a zpět) | Eliminace |
| 66 | 0:48:39 | 0:49:15 | 0:00:36 | Stroj čeká na operátora | Eliminace |
| 67 | 0:49:15 | 0:50:01 | 0:00:46 | Vizuální kontrola obrobku, ofuk a osušení | Eliminace |
| 68 | 0:50:01 | 0:50:30 | 0:00:29 | Odnesení obrobku na kontrolu | Eliminace |
| 69 | 0:50:30 | 0:50:37 | 0:00:07 | Upnutí obrobku do kontrolního přístroje | Eliminace |
| 70 | 0:50:37 | 0:51:18 | 0:00:41 | Kontrola správnosti vyfrézování na přístroji | Eliminace |
| 71 | 0:51:18 | 0:51:50 | 0:00:32 | Odepnutí obrobku z přístroje a kontrola dle dokumentace (vadný kus) | Eliminace |
| 72 | 0:51:50 | 0:52:31 | 0:00:41 | Cesta zpět na pracoviště a odložení vadného kusu | Eliminace |
| 73 | 0:52:31 | 0:53:00 | 0:00:29 | Cesta ke stolku a studování instrukcí pro nastavení poloh stroje | Eliminace |
| 74 | 0:53:00 | 0:53:15 | 0:00:15 | Kontrola nastavení stroje | Eliminace |
| 75 | 0:53:15 | 0:53:35 | 0:00:20 | Stroj čeká - Obsluha FA047 (+ cesta ke stroji a zpět) | Eliminace |
| 76 | 0:53:35 | 0:54:15 | 0:00:40 | Kalibrace stroje (nastavení úhlů frézování) | Eliminace |
| 77 | 0:54:15 | 0:54:31 | 0:00:16 | Cesta pro nový obrobek a ustavení mezi špičku a kornout | Eliminace |
| 78 | 0:54:31 | 0:56:45 | 0:02:14 | Frézování obrobku pro kontrolu | Eliminace |
| 79 | 0:56:45 | 0:57:17 | 0:00:32 | Cesta pro posuvné měřítko | Eliminace |
| 80 | 0:57:17 | 0:57:32 | 0:00:15 | Měření vyfrézovaných bočních zubů posuvným měřidlem a vizuální kontrola | Eliminace |
| 81 | 0:57:32 | 0:57:52 | 0:00:20 | Kalibrace stroje (nastavení úhlů frézování) | Eliminace |
| 82 | 0:57:52 | 0:58:59 | 0:01:07 | Frézování obrobku pro kontrolu | Eliminace |
| 83 | 0:58:59 | 0:59:20 | 0:00:21 | Kalibrace stroje (nastavení úhlů frézování) | Eliminace |
| 84 | 0:59:20 | 0:59:33 | 0:00:13 | Měření vyfrézovaných bočních zubů posuvným měřidlem a vizuální kontrola | Eliminace |
| 85 | 0:59:33 | 0:59:43 | 0:00:10 | Kalibrace ovládacího panelu | Interní |
| 86 | 0:59:43 | 1:10:15 | 0:10:32 | Frézování obrobku pro kontrolu po obvodu | Interní |
| 87 | 1:10:15 | 1:11:40 | 0:01:25 | Stroj čeká na operátora | Eliminace |

| | | | | | |
|----|---------|---------|---------|---|---------|
| 88 | 1:11:40 | 1:12:20 | 0:00:40 | Vizuální kontrola obrobku, ofuk a osušení | Interní |
| 89 | 1:12:20 | 1:12:42 | 0:00:22 | Odnesení obrobku na kontrolu | Interní |
| 90 | 1:12:42 | 1:12:57 | 0:00:15 | Předání dokumentace a obrobku pracovníkovi kontroly kvality | Interní |
| 91 | 1:12:57 | 1:15:55 | 0:02:58 | Kontrola kvality dle dokumentace měřidly a měřicím přístrojem | Interní |
| 92 | 1:15:55 | 1:16:28 | 0:00:33 | Vyslechnutí výsledku kontroly a cesta zpět na pracoviště | Interní |
| 93 | 1:16:28 | 1:17:32 | 0:01:04 | Kalibrace stroje (donastavení úhlů frézování) | Interní |
| 94 | 1:17:32 | 1:17:48 | 0:00:16 | Cesta pro nový obrobek a ustavení mezi špičku a kornout | Externí |
| 95 | 1:17:48 | 1:19:45 | 0:01:57 | Frézování obrobku pro finální kontrolu | Interní |
| 96 | 1:19:45 | 1:20:01 | 0:00:16 | Vizuální kontrola obrobku a měření posuvným měřidlem | Interní |
| 97 | 1:20:01 | 1:20:12 | 0:00:11 | Dokalibrace úhlu frézování a start frézování výrobků | Interní |

Po konverzi zbylo 47 činností interních z celkového počtu 97. Interních činností převedených na externí bylo 8. Eliminováno bylo 42 činností, a to z následujících důvodů.

Důvody pro eliminaci činností:

- Činnosti č. 4, 8, 14, 24, 27, 28, 36, 37, 43, 48, 64, 65 a 57 nesouvisejí se samotným seřízením stroje a představují činnosti operátora, kdy obsluhuje stroje FA027 a FA047, pokud uvažujeme potřebný reálný čas pro změnu výroby.
- Činnosti č. 66 a 87 nastali v případě, kdy stroj čekal na operátora z důvodu jeho nepřítomnosti u stroje.
- Činnost č. 26 byla ve chvíli seřizování zbytečná. Operátor vážil cestu k jinému stroji, kde odložil již nepotřebný klíč.
- Činnosti č. 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83 a 84 mohou být eliminovány za předpokladu standardizace přetypování a jednoho frézování polotovaru určeného pro kontrolu správnosti nastavení stroje. Tyto činnosti následují bezprostředně po špatném nastavení stroje a tudíž neshodnosti výrobku.

Důvody pro převedení interních činností na externí:

- **Činnosti č. 10, 18 a 94** mohou být převedeny na externí, v případě nachystání frézy, včetně a polotovaru na pracoviště.
- **Činnosti č. 12 a 34**, cesty pro potřebné nářadí, lze převést na externí. Operátor si nářadí přichystá před započnutím přetypování.
- **Činnosti č. 17 a 42** jsou cesty ke stolku s instrukcemi pro nastavení poloh stroje. V případě přítomnosti instrukcí na pracovišti lze činnost převést na externí, kdy si opět operátor přichystá sešit na pracoviště.
- **Činnost č. 32** souvisí s výběrem nového kornoutu a cesty ke stroji. Vhodný kornout může být přichystán na pracovišti současně s ostatními nástroji.

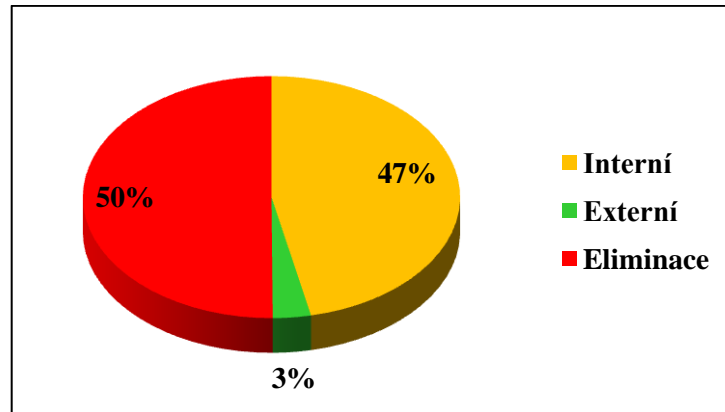
Tabulka 8. Časy činností po převedení ukazuje celkový čas interních činností, které probíhají během seřizování stroje. Celková doba těchto činností je 37 min 24 s. Externí činnosti, které může operátor provést před zahájením seřizování, trvají 2 min 37 s. Jedná se především o přípravu nástrojů potřebných při přetypování.

Eliminací nežádoucích činností dojde k úspoře 40 min 11 s v reálném čase při seřizování stroje.

*Tab. 8. Časy činností po převedení
(vlastní zpracování)*

| Kategorie | Doba trvání |
|-----------|-------------|
| Interní | 0:37:24 |
| Externí | 0:02:37 |
| Eliminace | 0:40:11 |

Následující *graf 4. Podíl převedených činností na celkovém čase* ukazuje podíl souboru činností po převedení interních činností na externí a eliminace činností.



Graf 4. Podíl převedených činností na celkovém čase (vlastní zpracování)

10.3 Redukce interních a externích činností

Tato kapitola obsahuje popis opatření, které mají za úkol redukovat interní a externí činnosti. Cílem je zkrácení činností, které nelze eliminovat a je nutné je provést během samotného procesu přetypování. Redukce externích činností, které se provádějí před samotným přetypováním stroje, jsou součástí procesu a umožní více využít operátorovi jeho daný časový fond.

Uvedené návrhy obsahují i opatření, které nesouvisí se samotným procesem přetypování, ale umožní operátorovi mít lepší přehled na pracovišti a jsou základem pro celkové zpřehlednění používaných nástrojů, komponentů strojů a dokumentů, které se na pracovišti vyskytují.

Redukce interních a externích činností obsahují návrhy v následujících kapitolách:

- 10.3.1 Uložení komponentů na pracovišti
- 10.3.2 Pojízdny dílenský stolec s nástroji
- 10.3.3 Blok s koordináty pro nastavení úhlu frézování stroje
- 10.3.4 Standardizovaný postup seřízení
- 10.3.5 Zavedení 5S na pracovišti
- 10.3.6 Nové uspořádání pracoviště

10.3.1 Uložení komponentů na pracovišti

Prvním návrhem pro redukci činností je zpřehlednění uložených komponentů určených k frézování. Jsou to především vřetena, kornouty, podpěrné špičky, frézovací trny, vložky a kroužky. Důsledkem tohoto opatření bude rychlejší výběr potřebného komponentu, který se využívá pro ukotvení obrobku do stroje. V kleci na které jsou umístěny kornouty a špičky se nacházejí vřetena a ostatní komponenty stroje. Všechny komponenty jsou v současnosti umístěny mezi pracovištěm FA037 a FA027, popřípadě ve výdejní místnosti.

Kornouty jsou nepřehledně zpřeházené mezi sebou a na sobě. Ostatní jsou postavené ve vertikální poloze vedle sebe. Špičky jsou uloženy v dřevěných boxech v nepřehledném stavu. Systém uložení kornoutů a špiček je zobrazen na *obrázku 18. Současný stav uložení kornoutů a špiček.*



Obr. 18. Současný stav uložení kornoutů a špiček (vlastní zpracování)

Uložení kornoutů a špiček je jeden z bodů, který popisují v kapitole 8.5 *Připravenost pracoviště na přetypování*. Výběr nového kornoutu a špičky, popřípadě jiného komponentu, který bude kompatibilní s frézovaným polotovarem, je převeden do externích činností. Operátor je schopen vybrat vhodný komponent před započítím přetypování.

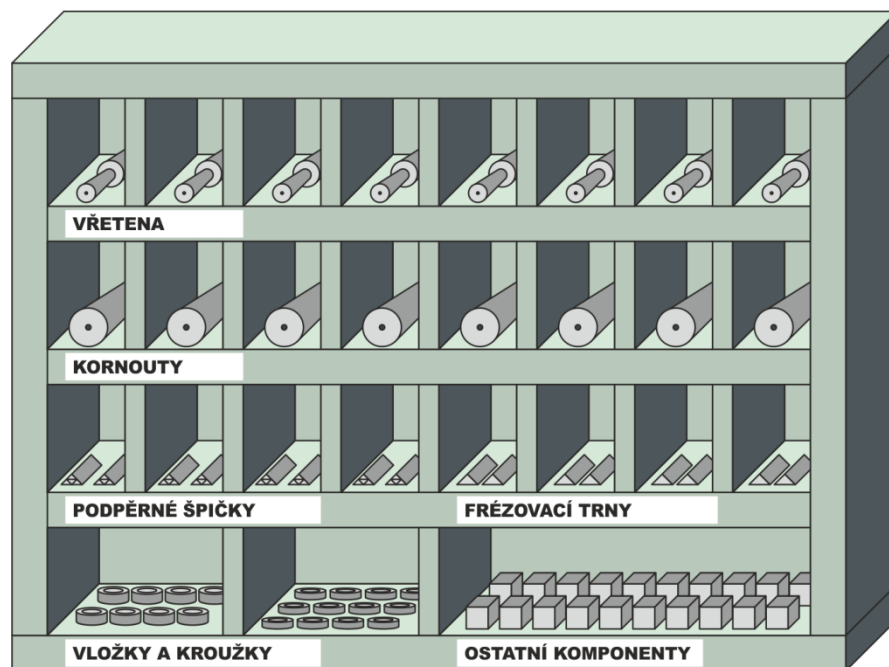
Návrhem na řešení výše popsaného nepříznivého stavu je vytvoření systému, který spočívá v uložení komponentů na konkrétním jednoznačně označeném úložném místě, nejlépe přihrádkové polici umístěné ergonomicky v potřebném prostoru.

První varianta označení spočívá v označení konkrétního místa, kde bude komponent uložen. Na štítku s označením bude informace, který výrobek z produktového katalogu je možné fyzicky těmito komponentami upnout ve stroji. Uvedenou informací bude kód výrobku v interním značení, který je uveden na nákresu samotného výrobku.

Druhou variantou je uložení komponent dle fyzických velikostí, tj. průměru frézy, která lze kornoutem upnout, seřazené od nejnižší po nejvyšší průměr. V tomto případě se operátor nemusí informovat o konkrétním výrobku určeného pro vybraný kornout, ale ze škály vybere před začátkem přetypování takový komponent, který průměrově odpovídá upínanému polotovaru. Časem by se tato činnost měla stát rutinní a v systému seřazení by měl být výběr rychlejší a jednodušší. Na pracovišti jsou umístěny trny na průměry 39,65, 31,65, 21,65 a 15,65 mm po čtyřech u každého stroje. Špičky jen na průměry 11, 7 a 5 mm.

Výše uvedené opatření umožní udržování pořádku na pracovišti. Schéma nového uložení komponentů znázorňuje následující *obrázek 19. Uložení komponentů na pracovišti.*

Návrh schématu uložení byl zpracován v grafickém editoru CorelDRAW.



Obr. 19. Uložení komponentů na pracovišti (vlastní pracování)

10.3.2 Pojízdňý dílenský stolek s nástroji

Uvedená časová analýza obsahuje činnosti, které prodlužují dobu přetypování a souvisí s použitím potřebných nástrojů k seřízení stroje. Jsou to činnosti, při kterých operátor hledá nástroje a odchází od stroje ke stroji jinému, tak jak je uvedeno kapitole 8.5 *Připravenost pracoviště na přetypování*.

Operátor v průběhu přetypování stroje využívá následující nástroje:

- klíč plochý,
- klíč očkový,
- posuvné měřidlo,
- kladivo,
- gumová palice,
- tyč na uvolnění kornoutu.

Tyto nástroje má operátor rozmístěné na pracovišti náhodně u strojů tak jak je uvedeno na obrázku 20. *Nástroje umístěné na stroji* a v případě potřeby je hledá. Během měření operátor odkládal nástroje na původní místo, ale v případě potřeby bylo nutné si opět pro nástroje dojit.



Obr. 20. *Nástroje umístěné na stroji (vlastní zpracování)*

Obsahem tohoto návrhu je pořízení dílenského pojízdného stolku. Operátor by měl na stolku umístěny všechny potřebné nástroje a odstranily by se tak časové prodlevy v podobě jejich hledání a odkládání na jiné stroje.



Obr. 21. Dílenský stolek (Vybavení autoservisů, ©2012)

Vhodný stolek pro tuto potřebu je uveden na *obrázku 21. Dílenský stolek*. Obsahuje odkládací plochu, na níž lze umístit potřebné nástroje. Dále je opatřen dvěma zásuvkami pro vložení dokumentů potřebných na pracovišti. Odkládací plocha je dostatečně velká, tudíž se dá využít i na odložení dokumentace potřebné k náběhu nové výroby. Ve spodní části je další úložní prostor.

Stolek je opatřen kolečky pro maximální flexibilitu a jeho velikost 712x440x814 mm je dostatečná pro manipulaci mezi stroji a pro umístění na místě, kde nebude operátorovi v době přetypování nijak překážet a nástroje bude mít stále po ruce.

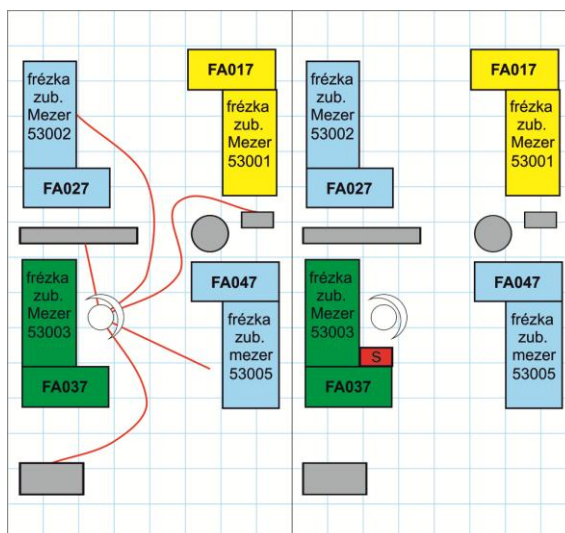
Vrchní odkládací plocha má rozměr 712x440 mm, což je dostačující pro odložení výše vyjmenovaných nástrojů. Každý nástroj bude mít své místo a na ploše bude vyznačeno, který nástroj má být na tuto plochu umístěn. Tímto opatřením se zlepší přehlednost nástrojů a v případě, že jeden z nástrojů nebude na dílenském vozíku umístěn, operátor tuto skutečnost zjistí díky prázdnému místu na vrchní odkládací ploše.

Následující schéma uvedené na *obrázku 22. Rozložení nástrojů* ilustruje rozložení nástrojů na odkládací ploše a značení nástrojů, které se využívají při přetypování.



Obr. 22. Rozložení nástrojů (vlastní zpracování)

Uvedený obrázek 23. Schéma cest v první části ukazuje pomocí červených čar cesty, které operátor musí uskutečnit k získání nástrojů potřebných k přetypování, ke stolku s koordinátou a k odběrnému místu nového polotovaru.



Obr. 23. Schéma cest (vlastní zpracování)

V případě umístění dílenského stolku ke stroji by tyto cesty odpadly. Operátor by měl možnost si veškeré potřebné nástroje a dokumenty umístit na dosah ruky ke stroji.

Druhá část obrázku ukazuje situaci, která by přinesla úsporu času, odstraněním zbytečných cest operátora a celkovou přehlednost nástrojů potřebných k přetypování.

10.3.3 Blok s koordináty pro nastavení úhlu frézování stroje

Pro nastavení příslušné frézky je potřeba znát jak parametry výrobku, který se bude na stroji frézovat, tak koordináty pro nastavení samotného stroje.

Operátor potřebuje znát:

- úhel čela na obvodě,
- rádius,
- vysazení,
- hloubku zubu,
- šířku fazetky.

Aby nedošlo k situaci, kdy operátor při náběhu nové dávky dané vybraným sortimentem, nastavil stroj podle daných parametrů chybně, využívá pracovník poznámky v bloku s koordináty.

Blok obsahuje koordináty pro nastavení stroje k jednotlivým typům fréz, které již společnost vyrábí. Operátor tak ví, jak konkrétně stroj nastavit, aby došlo k požadovanému ofrézování polotovaru. Určité výkyvy při nastavení stroje by měl operátor napravit po kontrole najížděcího kusu. Norma stanovuje využití jednoho kusu polotovaru pro zjištění správně nastaveného stroje.

Během mého pozorování operátora při přetypování docházelo k opakujícím se situacím, kdy operátor odcházel ke stolu pro nastudování informací v bloku s koordináty. Potom se vrátil opět ke stroji a blok nechal na svém místě. Tyto cesty celkový proces přetypování prodlužují.

Blok s koordináty je umístěn na stolku vzdáleném cca 10 metrů od frézky FA037.

Návrhem, jak odstranit zmíněné cesty operátora, je přesunout blok s koordináty k pracovníšti na přehledné, lehce dostupné místo.

Blok by byl čitelně sestaven, s označením typu výrobku, pro který jsou koordináty určeny a jiné potřebné informace důležité pro přetypování. Tento blok by byl volně dostupný libovolnému operátorovi.

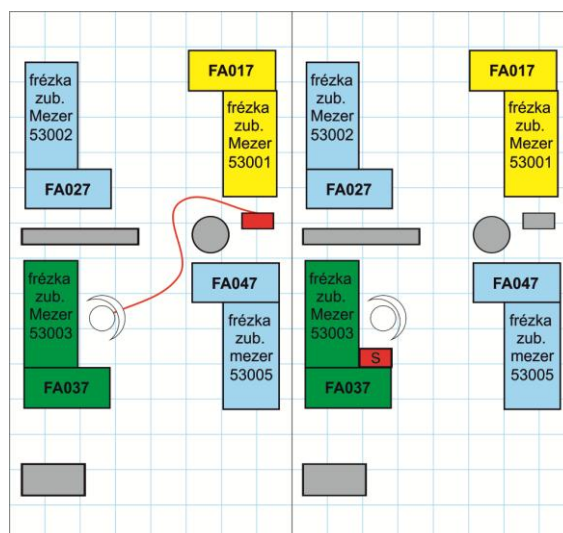
Informace obsažené v bloku navrhuji standardizovat s jednotnou formální úpravou, aby se dosáhlo jednoduché přehlednosti informací pro každého operátora, který přetypování v danou dobu provádí.

Dílenský stůl uvedený v kapitole 10.3.2 *Pojízdný dílenský stůl s nástroji*, obsahuje dvě zásuvky, kde může být blok uchováván a v případě potřeby ho bude mít operátor připravený i s potřebnými nástroji.

Blok se sestaví ve formě, kdy ho bude možno přichytit na ovládací panel. Operátor nalezne potřebnou stranu s koordinátami, blok přichytí na panel a bude mít informace vždy před sebou ve výši očí. Na ovládací panel si může přichytit i schéma frézy.

Obrázek 24. Schéma cesty ilustruje situaci před a po zavedení změny. Červený obdélník v první části označuje umístění stolu s blokem. Červená čára naznačuje operátorovu cestu ke stolu, kterou v době mého pozorování provedl třikrát.

V druhé části obrázku je patrná situace, kdy cesty odpadnou, a blok bude umístěn u pracoviště. Situace je stejná jako ve zmíněné kapitole 10.3.2 *Pojízdný dílenský stůl s nástroji*.



Obr. 24. Schéma cesty (vlastní zpracování)

V případě zavedení nového sortimentu do výroby by měl operátor připraven nový formulář na zapsání nových koordinátů pro bezchybné nastavení stroje. Tento formulář by byl standardizovaný pro konkrétní typ stroje s potřebnými údaji.

Realizováním tohoto návrhu odpadnou cesty, které operátor uskutečňuje ke stolku s blokem. Informace obsažené v bloku budou standardizovány, a tak přehlednější a dostupnější libovolnému operátorovi. Blok bude volně přenositelný.

10.3.4 Standardizovaný postup seřízení

Společnost nemá v současné době sestavený standard na činnosti, které jsou svou povahou důležité pouze pro daný proces přetypování. Operátor by měl provádět jen ty činnosti, které přímo souvisí se seřízením stroje.

V současné době dochází k situaci, kdy se operátor neřídí žádným standardem, a tudíž přetypování stroje provádí nesystematicky a dle svého uvážení, kterým v mnoha případech dochází k plýtvání pracovního času, využitelného pro jiné činnosti.

Ustanovení standardu bude mít následující výhody:

- systematickosti procesu dle zadaného postupu,
- dodržení stanoveného času na seřízení,
- zkrácení času pro zapracování nového zaměstnance,
- vytvoření podmínek pro další zlepšování a optimalizace procesu přetypování.

Operátorovi je dle časových norem přidán čas v podobě 10% z celkového času přetypování daného standardem.

Z důvodu různorodosti sortimentu, který může frézka opracovat a postupu přetypování, kdy během tohoto procesu operátor provádí kontrolní frézování pro zjištění správnosti nastavení stroje, není možné stanovit stejný čas přetypování u každého výrobku.

Opracování výrobku je dáno jeho parametry, tudíž je kontrolní frézování najížděcího kusu prováděno různě dlouhou dobu u každého typu frézy.

Pro výpočet potřebného času pro přetypování jsem vytvořil následující jednoduchý matematický vzorec uvedený na *obrázku 25*. *Výpočet potřebného času pro přetypování*.

$$\begin{array}{l} \text{SOUČET ČASŮ} \\ \text{JEDNOTLIVÝCH} \\ \text{OPERACÍ PROVÁDĚNÝCH} \\ \text{BĚHEM SEŘIZOVÁNÍ} \end{array} + \left(\begin{array}{l} \text{DOBA} \\ \text{FRÉZOVÁNÍ} \\ \text{NAJÍŽDĚCÍHO} \\ \text{KUSU} \end{array} \times \begin{array}{l} \text{POČET} \\ \text{NAJÍŽDĚCÍCH} \\ \text{KUSŮ} \end{array} \right) = \begin{array}{l} \text{CELKOVÝ ČAS} \\ \text{POTŘEBNÝ} \\ \text{K PŘETYPOVÁNÍ} \\ \text{STROJE} \end{array}$$

Obr. 25. Výpočet potřebného času pro přetypování (vlastní zpracování)

Standard uvedený v tabulce 9. Návrh standardu přetypování je sestaven v návaznosti na navrhovaných opatřeních v předcházejících kapitolách.

Tab. 9. Návrh standardu přetypování (vlastní zpracování)

| ID | Činnosti operátora | Čas operace (m:s) | Kat. |
|----------|--|-------------------|----------------|
| 1 | Předpříprava | 5:00 | externí |
| 1.1 | příprava dokumentace k zakázce | 0:30 | |
| 1.2 | příprava bloku s koordináty pro konkrétní typ frézy | 1:00 | |
| 1.3 | příprava operační frézy z výdejnů a ostatních komponent | 0:30 | |
| 1.4 | umístění dílenského stolku s nástroji na pracoviště | 1:00 | |
| 1.5 | příprava vhodné frézy, vřetena, kornoutu a špičky | 2:00 | |
| 2 | Příprava | 2:00 | interní |
| 2.1 | zadání informací o přetypování do IS | 1:00 | |
| 2.2 | očištění pracoviště | 1:00 | |
| 3 | Demontáž původních nástrojů | 4:30 | interní |
| 3.1 | demontáž frézy a vřetena, očištění a uložení | 2:00 | |
| 3.2 | demontáž kornoutu a špičky, očištění a uložení | 2:00 | |
| 3.3 | očištění a ofuk fixních komponentů stroje | 0:30 | |
| 4 | Montáž nových nástrojů | 4:00 | interní |
| 4.1 | montáž vřetena a operační frézy | 2:00 | |
| 4.2 | montáž kornoutu a špičky, kalibrace vzdálenosti | 2:00 | |
| 5 | Kalibrace stroje | 6:00 | interní |
| 5.1 | kalibrace mechanických částí stroje | 3:00 | |
| 5.2 | spuštění vřetena a vizuální kontrola | 0:30 | |
| 5.3 | kalibrace ovládacího panelu | 2:00 | |
| 5.4 | nastavení přítoku oleje na chlazení | 0:30 | |
| 6 | Kontrolní frézování | X + 8:30 | interní |
| 6.1 | frézování najížděcího kusu | X=dle typu | |
| 6.2 | vizuální kontrola polotovaru | 1:00 | |
| 6.3 | měření bočních zubů posuvným měřidlem | 1:30 | |
| 6.4 | kontrola ofrézovaného polotovaru dle dokumentace | 5:00 | |
| 6.5 | dokalibrace stroje a ovládacího panelu | 0:30 | |
| 7 | Úklid | 6:30 | externí |
| 7.1 | očištění komponentů a použitých nástrojů | 2:00 | |
| 7.2 | úklid dílenského stolku s nástroji a blokem s koordináty | 2:00 | |
| 7.2 | úklid pracoviště | 2:30 | |

Časy uvedené v tabulce jsou stejné pro každý typ frézy určené ke zpracování, pro kterou platí standardní způsob přetypování. Čas frézování najížděcího kusu závisí na konkrétním typu výrobku daného požadovanou zakázkou.

10.3.5 Zavedení 5S na pracovišti

Obsahem dalšího návrhu je zavedení 5S na pracovišti. Toto se týká spíše celého pracoviště, nicméně zavedení metody 5S bude mít vliv i na samotné přetypování stroje.

Metoda 5S je jednou ze součástí štíhlého systému a podporuje pořádek na pracovišti v takovém rozsahu, že se na něm nachází pouze to, co je potřebné a na místech k tomu určených.

1. Krok - Vytřídění nepotřebných položek z pracoviště

V prvním kroku pro zavedení 5S na pracovišti je potřeba vytřídít nepotřebné položky, které se v současné době nacházejí na pracovišti a nesouvisejí s náplní prováděných prací.

Nepotřebné položky na pracovišti by měli být z pracoviště odstraněny, popřípadě přemístěny na místo k tomu určenému.

Z pracoviště mohou být odstraněny:

- zmetky,
- nepotřebné nástroje,
- nevyužívané komponenty strojů,
- jiné předměty nesouvisející s prováděnou prací.

Po vytřídění zůstanou na pracovišti pouze potřebné předměty, které operátor pravidelně využívá a cesta k jinému místu uložení než na pracovišti by znamenalo pro operátora časové zdržení.

2. Krok - Označení míst pro uložení a rozmístění věcí na pracovišti

Dalším krokem je označení míst, která jsou určena pro uložení předmětů. V případě pracoviště, na kterém se nacházejí frézky FA027, FA037 a FA047 je potřeba označit místa pro:

- kornouty, špičky, trny, vložky a kroužky,
- vřetena a frézy,
- dílenský stůl s nástroji a blokem,
- odběrný box s polotovary určenými k frézování,
- úložný box určený pro ofrézované polotovary,
- úložný box pro neshodné výrobky.

Umístěním komponentů se věnuji samostatně v kapitole *10.3.1 Uložení komponentů na pracovišti*.

3. Krok - Úklid a čištění

V rámci zavedení 5S by měl být zaveden přehled oblastí, které se mají pravidelně na pracovišti čistit a čím čištění provádět.

V případě přetypování je potřeba očišťovat demontované komponenty stroje (vřeteno, fréza, kornout a špička), pracovní plochu stroje, ekologicky zlikvidovat nádobu s olejem a odfrézovaným materiálem z polotovarů a uklidit případné znečištění kolem stroje.

4. Krok - Vytvoření standardů

Pro dodržování stanovených pravidel je nutné vytvoření standardů pro požadovaný stav pořádku na pracovišti, aby bylo možné je porovnávat se stavem sledovaným.

Standard bude obsahovat oblasti úklidu, předměty určené k očištění a způsob jakým bude čištění prováděno. Dále frekvence, ve kterých bude čištění prováděno, popřípadě po jakých činnostech je čištění nutné.

5. Krok - Pravidelné kontroly a zlepšování stavu

Posledním krokem pro správnou implementaci 5S na pracovišti je provádění pravidelných auditů na pracovišti a porovnávání stavů dle standardu. V případě rozdílnosti sledovaného stavu od stavu požadovaného je nutné sjednat neprodleně nápravu a zjistit příčinu, z jaké nebyl standard dodržen.

Výstupem pravidelných kontrol a nápravných opatření bude fungující systém pro dodržování pořádku v rámci 5S na pracovišti a podpora týmové spolupráce operátorů pracujících na daném pracovišti.

Následující *tabulka 10. Návrh standardu provádění čištění na pracovišti a stroje* obsahuje činnosti, které by měl operátor provádět v rámci zajištění dodržování standardů 5S a dobu, kdy bude činnosti provádět.

Doby provádění činnosti jsou rozděleny do pěti základních skupin, které bude operátor pravidelně dodržovat. Je to doba, kdy pracovník dokončí výrobu zakázky, dále doba která souvisí s přetypováním stroje, při kterém je prováděna demontáž původních komponentů a montáž komponentů odpovídajících nové zakázce, na konci pracovní směny každého operátora střídajícího se na daném pracovišti a velký úklid na konci týdne.

Tab. 10. Návrh standardu provádění čištění pracoviště a stroje (vlastní zpracování)

| Č. | Co očistit | Čím očistit / Kam uklidit | Kdo činnost provádí | Čas operace (m:s) | Kdy činnost provádí |
|----|-----------------------------------|------------------------------|---------------------|-------------------|-------------------------|
| 1 | Pracovní plocha stroje | hadr, vzduch | operátor | 2:00 | po dokončení zakázky |
| 2 | Vyvezení zásobníku oleje a špon | odpad | operátor | 5:00 | |
| 3 | Okolí stroje | smeták, lopata, hadr | operátor | 3:00 | |
| 4 | Očištění a vysušení vřetena | hadr, vzduch | operátor | 0:30 | po demontáži komponentů |
| 5 | Očištění a vysušení původní frézy | hadr, vzduch | operátor | 0:30 | |
| 6 | Očištění a vysušení kornoutu | hadr, vzduch | operátor | 0:30 | |
| 7 | Očištění a vysušení špičky | hadr, vzduch | operátor | 0:30 | |
| 8 | Úklid komponentů stroje | úložné místo | operátor | 1:00 | |
| 9 | Použité nástroje při přetypování | dílenský stolek | operátor | 1:00 | po montáži komponentů |
| 10 | Blok s koordináty | dílenský stolek | operátor | 1:00 | |
| 11 | Likvidace najížděcího kusu | kontrola | operátor | 1:00 | |
| 12 | Vzniklé nečistoty při přetypování | hadr, vzduch | operátor | 2:00 | |
| 13 | Pracoviště a okolí stroje | smeták, lopata, hadr | operátor | 10:00 | na konci směny |
| 14 | Velký úklid pracoviště | smeták, lopata, hadr, vzduch | operátor | 30:00 | na konci týdne |

Operátor nastupující na pracovní směnu provede kontrolu dodržení úklidu 10 minut před koncem pracovní směny předchozího operátora a v případě zjištění nedodržení pravidel upozorní na vzniklou situaci původního operátora, který vzniklou situaci napraví, případně bude o situaci informovat mistra.

10.3.6 Nové uspořádání pracoviště

Posledním návrhem v rámci redukce časů při přecházení pracovníka je nové uspořádání pracoviště. Z mého pohledu není dosavadní pracoviště optimálně uspořádáno. Operátor přechází mezi stroji, kolem odkladní plochy s kornouty a při přecházení musí projít úzkými prostory mezi objekty nacházejícími se na pracovišti a sloupy. Layout stávajícího pracoviště je zobrazen na *obrázku 14. Layout pracoviště*.

Nová podoba pracoviště vychází z buňkového uspořádání, které jsem vytvořil z pracoviště v třístrojové obsluze s jedním operátorem. Pracoviště je flexibilní, sestavené do čtverce tak, že má jeden hlavní vstup s případnými průchody mezi jednotlivými stroji.

Pracoviště v buňkovém uspořádání obsahuje následující objekty:

- frézky FA027, FA037, FA047 a jejich ovládací panely,
- zásobníky na olej a špony u frézek,
- zásobníky polotovarů ke zpracování u frézek,
- odkladní vozíky pro hotové výrobky,
- odkladní vozík pro zmetky,
- odkladní plocha pro vozík s polotovary pro nové zakázky,
- police na kornouty, špičky, vřetena, frézy a ostatní strojní komponenty,
- dílenský strojek s nástroji.

Zásobníky na olej a špony jsou disponovány u odtoku oleje použitého k chlazení výrobků při frézování. Nelze je tak umístit na jiné místo, nicméně nádoby jsou malé a zabírají minimum prostoru.

Zásobníky polotovarů určených ke zpracování jsou účelně umístěny u stroje po pravé ruce. Je to nejbližší možné místo, kde může být zásobník uložen a operátor tak bude mít polotovary vzdálené na jeden až dva kroky.

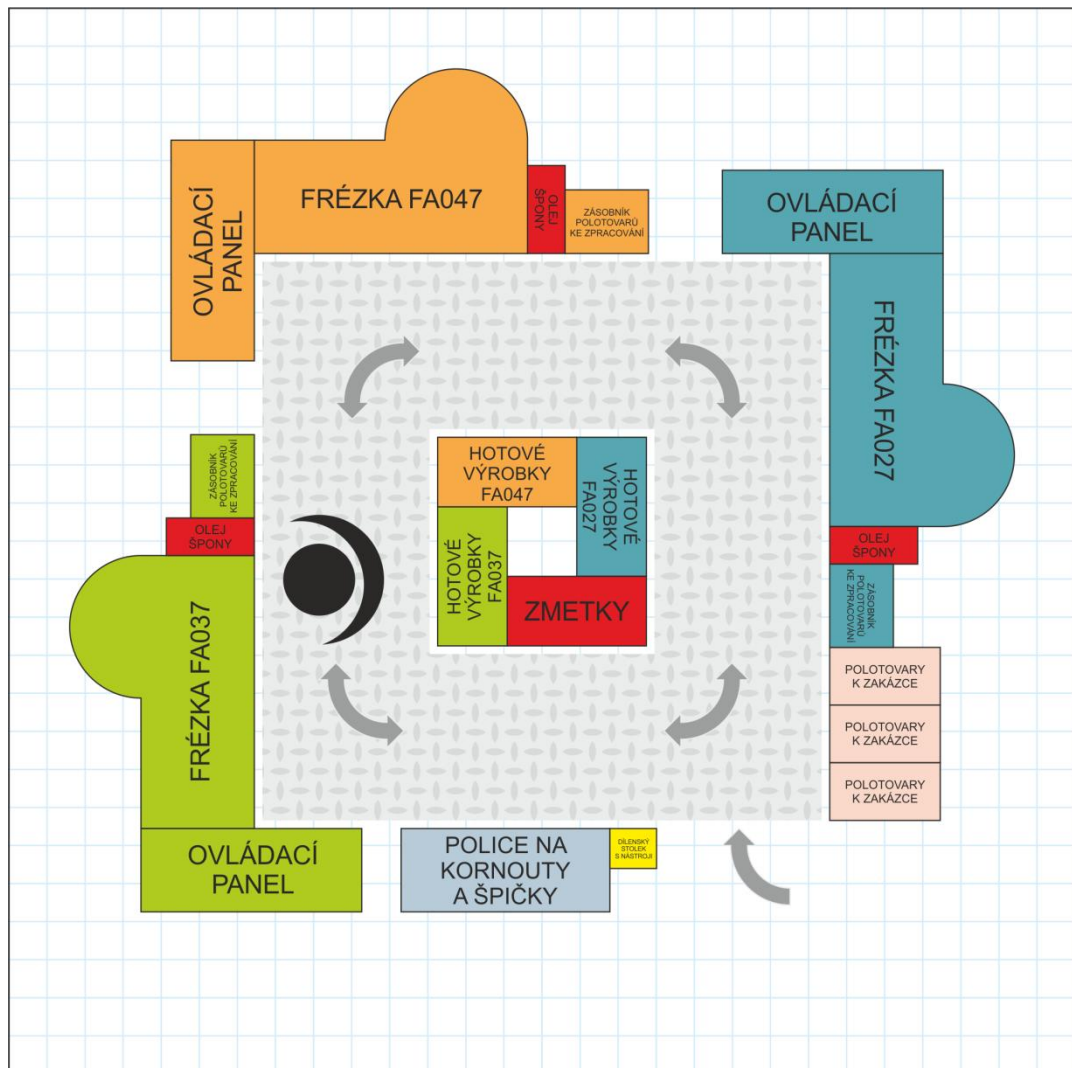
Ve chvíli dokončení frézování výrobku je odkladní vozík umístěn zády k operátorovi obsluhujícího stroj. Po vyjmutí hotové frézy ze stroje stačí, aby se operátor otočil o 180° a polotovar z konkrétní frézky může uložit přímo na odkladní vozík.

Na ploše, kde jsou umístěny hotové výrobky, je pojízdný box určený pro zmetky vzniklé při přetypování nebo při samotném frézování.

U vstupu do buňky je situována přihrádková police pro uložení strojních komponentů, která je zmíněna v návrhu v kapitole *10.3.1 Uložení komponentů na pracovišti*.

Vedle přihrádkové police je odkladní místo pro dílenský stůl s nástroji, který je volně pojízdný a jeho rozměr nenarušuje průchodnost uvnitř buňky.

Polotovary určené k zakázce umístěné v pojízdném vozíku, které si operátor odebírá k frézám, jsou umístěny na odkladní ploše u vstupu do buňky.



Obr. 26. Návrh uspořádání pracoviště (vlastní zpracování)

Návrh nového uspořádání vyžaduje bližší zkoumání z pohledu disponibilního prostoru a dostupnosti potřebných energií na místě, kde jsou stroje umístěny. Návrh ukazuje možnost, jak se dá pomocí buňkového uspořádání dosáhnout flexibility operátora při obsluze tří strojů a dosáhnout tak vyšší využití pracovního času. Současné cesty operátora mezi jednotlivými stroji jsou v určité formě plýtváním, což je pro naše potřeby nežádoucí.

Buňkové uspořádání může mít určité dopady na hygienu práce. Záleží zde na povaze stroje. V případě uspořádání tří strojů do buňky může docházet k přehřívání stroje a okolního prostoru z důvodu nedostatečného prostoru mezi stroji a taktéž hodnoty hladiny hluku mohou převýšit normu hygieny práce.

11 NOVÝ JÍZDNÍ ŘÁD

Po aplikaci metody SMED bylo provedeno zkušební přetypování stroje. V rámci testu došlo k přijmutí některých opatření v rámci redukce interních a externích činností a eliminace vybraných činností.

Určité interní činnosti byly dle návrhu přemístěny do činností externích. Tímto se dosáhlo zkrácení čistého času potřebného k přetypování v kategorii interních činností oproti původnímu stavu. Operátor si před začátkem přetypování nachystal všechny potřebné nástroje a blok s koordináty. Též se během zkušebního přetypování věnoval pouze činnostem nutných k přetypování a neobsluhoval ostatní stroje. V novém jízdním řádu nejsou tyto činnosti oproti původnímu stavu zaznamenány.

Dále došlo k eliminaci činností, které nesouviseli s obsluhou jiných strojů, jako byly prostoje operátora, hledání nástrojů, popřípadě zdlouhavé kontroly. Během přetypování došlo k frézování jednoho najížděcího kusu, tím se celkový proces oproti původnímu stavu, kdy bylo provedeno více kontrolních frézování, zkrátil.

V tabulce jsou zvýrazněny činnosti, které nelze časově redukovat. Jsou to operace, které provádí stroj a týkají se kontrolního frézování najížděcího kusu. Nejdříve se frézoval boční zub pro kontrolu měřicím přístroje, poté proběhlo frézování po celém obvodu. Vždy po frézování operátor stroj kalibroval a opět prováděl kontrolní frézování. Tato činnost je u každého druhu výrobku jinak časově náročná. Doba frézování závisí na povaze výrobku a na složitosti frézovaných bočních zubů. Z tohoto důvodu se celkový čas naměřený pro nový jízdni řád liší od navrhovaného stavu, který byl dán původními naměřenými hodnotami.

Pro zhodnocení je potřeba brát v potaz zmíněnou situaci při frézování najížděcího kusu a pro další porovnávání původního a nového stavu je nutné rozlišit činnosti, které lze dále redukovat a činnosti, které dále redukovat nelze.

Nový jízdni řád je uveden v *tabulce 11. Nový jízdni řád* a obsahuje ID prováděné činnosti, čas trvání operace, průběžný čas celého procesu přetypování a popis činnosti. Dále je zde uvedena doba, kdy jsou činnosti prováděny, tj. před započítáním přetypování, během a po skončení přetypování a příslušné kategorie. Činnosti prováděné před začátkem přetypování a po skončení spadají do kategorie činností externích. Činnosti prováděné během přetypování spadají do činností interních.

Tab. 11. Nový jízdní řád (vlastní zpracování)

| ID | Čas operace (h:m:s) | Průběžný čas (h:m:s) | Popis činností | | |
|----|---------------------|----------------------|---|-----------------------|---------------------------------|
| 1 | 0:00:15 | 0:00:15 | Převzetí zakázky a dokumentace k zakázce | P Ř E D | E X T E R N Í |
| 2 | 0:00:31 | 0:00:46 | Nachystání potřebného nářadí (klíče, posuvné měřidlo, kladivo, palice, tyč) | | |
| 3 | 0:00:42 | 0:01:28 | Nachystání bloku s koordinátou | | |
| 4 | 0:00:18 | 0:01:46 | Výběr nového kornoutu a cesta ke stroji | | |
| 5 | 0:00:10 | 0:01:56 | Nachystání nového obrobku | | |
| 6 | 0:00:14 | 0:02:10 | Nachystání nové frézy | | |
| 7 | 0:00:53 | 0:03:03 | Cesta k PC a zadání zakázky do IS | B Ě H E M | I N T E R N Í |
| 8 | 0:00:17 | 0:03:20 | Uchopení nástrojů po ruce a odmontování původní frézy | | |
| 9 | 0:00:56 | 0:04:16 | Čištění a odložení původní frézy | | |
| 10 | 0:00:18 | 0:04:34 | Čištění vřetena a kornoutu | | |
| 11 | 0:00:16 | 0:04:50 | Ofuk šroubu na původní vřeteno s našroubováním | | |
| 12 | 0:00:39 | 0:05:29 | Odtážení šroubu držící původní vřeteno | | |
| 13 | 0:00:09 | 0:05:38 | Odmontování a očištění původního vřetena | | |
| 14 | 0:00:09 | 0:05:47 | Odložení původního vřetena | | |
| 15 | 0:00:29 | 0:06:16 | Umístění nové frézy na vřeteno | | |
| 16 | 0:00:17 | 0:06:33 | Vložení vřetena s frézou do stroje | | |
| 17 | 0:00:29 | 0:07:02 | Ruční upínání šroubu do vřetena | | |
| 18 | 0:00:11 | 0:07:13 | Dotáhnutí šroubu klíčem | | |
| 19 | 0:00:09 | 0:07:22 | Nastavení horní páčky a odložení klíče | | |
| 20 | 0:00:09 | 0:07:31 | Dotáhnutí frézy na vřeteno (klíč + kladivo) | | |
| 21 | 0:00:13 | 0:07:44 | Kontrola obrobkem vzdálenosti kornoutu od špičky | | |
| 22 | 0:00:29 | 0:08:13 | Pomocí kladiva uvolnění původního kornoutu | | |
| 23 | 0:00:20 | 0:08:33 | Očištění původního kornoutu | | |
| 24 | 0:00:05 | 0:08:38 | Vložení nového kornoutu do stroje | | |
| 25 | 0:00:16 | 0:08:54 | Odtážení šroubů špičky | | |
| 26 | 0:00:27 | 0:09:21 | Kalibrace vzdálenosti mezi špičkou a kornoutem | | |
| 27 | 0:00:28 | 0:09:49 | Utažení šroubů špičky | | |
| 28 | 0:00:20 | 0:10:09 | Očištění částí a vizuální kontrola | | |
| 29 | 0:00:08 | 0:10:17 | Čtení dokumentace | | |

| | | | | | |
|-----------|----------------|----------------|---|--|--------|
| 30 | 0:01:15 | 0:11:32 | Kalibrace stroje (nastavení úhlů frézování) | B Ě H E M P Ř E T Y P O V Á N Í | |
| 31 | 0:01:08 | 0:12:40 | Spuštění vřetena a vizuální kontrola | | |
| 32 | 0:00:15 | 0:12:55 | Čtení dokumentace s vizuální kontrolou | | |
| 33 | 0:00:17 | 0:13:12 | Kalibrace stroje (nastavení úhlů frézování) | | |
| 34 | 0:01:48 | 0:15:00 | Kalibrace ovládacího panelu | | |
| 35 | 0:00:34 | 0:15:34 | Kontrola a nastavení přítoku oleje pro chlazení | | |
| 36 | 0:01:10 | 0:16:44 | Frézování obrobku pro kontrolu | | |
| 37 | 0:00:10 | 0:16:54 | Ofuk obrobku a vizuální kontrola | | |
| 38 | 0:00:10 | 0:17:04 | Měření vyfrézovaných bočních zubů posuvným měřidlem | | |
| 39 | 0:00:35 | 0:17:39 | Kalibrace stroje (nastavení úhlů frézování) | | |
| 40 | 0:00:05 | 0:17:44 | Kalibrace ovládacího panelu | | |
| 41 | 0:03:34 | 0:21:18 | Frézování obrobku pro kontrolu | | |
| 42 | 0:00:27 | 0:21:45 | Měření vyfrézovaných bočních zubů posuvným měřidlem | | |
| 43 | 0:00:42 | 0:22:27 | Kalibrace stroje (nastavení úhlů frézování) | | |
| 44 | 0:00:05 | 0:22:32 | Kalibrace ovládacího panelu | | |
| 45 | 0:02:43 | 0:25:15 | Frézování obrobku pro kontrolu | | |
| 46 | 0:00:35 | 0:25:50 | Měření vyfrézovaných bočních zubů posuvným měřidlem | | |
| 47 | 0:01:03 | 0:26:53 | Kalibrace stroje (nastavení úhlů frézování) | | |
| 48 | 0:00:05 | 0:26:58 | Kalibrace ovládacího panelu | | |
| 49 | 0:21:04 | 0:48:02 | Frézování obrobku pro kontrolu po obvodu | | |
| 50 | 0:00:42 | 0:48:44 | Vizuální kontrola obrobku, ofuk a osušení | | |
| 51 | 0:00:22 | 0:49:06 | Odnesení obrobku na kontrolu | | |
| 52 | 0:00:15 | 0:49:21 | Předání dokumentace a obrobku pracovníkovi kontroly kvality | | |
| 53 | 0:04:55 | 0:54:16 | Kontrola kvality dle dokumentace měřidly | | |
| 54 | 0:00:30 | 0:54:46 | Vyslechnutí výsledku kontroly a cesta zpět na pracoviště | | |
| 55 | 0:00:51 | 0:55:37 | Dokalibrace stroje a start frézování nového kusu | | |
| 56 | 0:01:47 | 0:57:24 | Úklid komponentů na úložné místo | | P O |
| 57 | 0:02:30 | 0:59:54 | Úklid pracoviště | | |

Z nového jízdniho řádu je patrné, že celkový proces přetypování trval 59 min 54 s. Z toho činnosti interní 53 min 27 s a externí 6 min 27 s. Celkový naměřený čas u původního stavu byl 1 hod 20 min 12 s. **Rozdíly jsou způsobeny v již zmíněné situaci, kdy frézování najížděcího kusu trvá u každého typu výrobku jinak dlouhou dobu.**

Pro bližší porovnání původního a nového stavu nám pomůže následující tabulka, která zobrazuje interní činnosti, které lze či nelze redukovat. Tím dosáhneme očištění celkového času od činností, které v běžném stavu nelze ovlivnit. Dále tabulka obsahuje časy externích činností, jiných činností nesouvisejících s přetypováním a celkový čas.

Tab. 12. Porovnání časů původního a nového stavu (vlastní zpracování)

| Činnosti při přetypování | Původní stav (h:m:s) | Nový stav (h:m:s) | Rozdíl (h:m:s) |
|--------------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------|
| Dobu LZE dále redukovat | 0:35:04 | 0:24:56 | 0:10:08 |
| Dobu NELZE redukovat | 0:34:35 | 0:28:31 | 0:06:04 |
| Celkem interní činnosti | 1:09:39 | 0:53:27 | 0:16:12 |
| Celkem externí činnosti | 0:00:00 | 0:06:27 | 0:06:27 |
| Celkem jiné činnosti | 0:10:33 | 0:00:00 | 0:10:33 |
| Celkem všechny činnosti | 1:20:12 | 0:59:54 | 0:20:18 |

Činnosti, které nelze redukovat jsou takové, které souvisí s kontrolním frézováním a jejich doba závisí na konkrétním typu výrobku. V tomto případě došlo k nesouladu při naměřeném stavu v původním stavu a při měření nového stavu. V prvním případě trvalo kontrolní frézování kratší dobu, ale bylo provedeno několikrát. Během zkušebního přetypování byl najížděcí kus frézován delší dobu, ale ne tolikrát. Porovnání časů kontrolního frézování najížděcího kusu tak nelze z důvodu různorodosti vyráběných fréz brát jako standardní případ. Časy lze redukovat pouze počtem prováděných frézování najížděcího kusu.

Po přijetí navrhovaných opatření, které se týkaly uspořádání a přípravy nástrojů potřebných během přetypování a stanovení, které činnosti se vykonají před, v průběhu a po přetypování se čas činností, které lze dále redukovat a nesouvisí s kontrolním frézováním najížděcího kusu, **snížil o 10 min 8 s.**

Celkový proces, ve kterém jsou zahrnuty interní i externí činnosti, se oproti původnímu stavu **zkrátil o 20 min 18 s, což tvoří cca 25% z původního stavu.**

V tabulce 13. Porovnání celkových času s časem normovaným je uveden čas, který má společnost stanoven normou pro změnu výroby. Z tabulky vyplývá, že normovaný čas je v délce 2 hod 5 min.

Tab. 13. Porovnání celkových časů s časem normovaným (vlastní zpracování)

| | Celkový čas operací (h:m:s) | Rozdíl oproti normova- nému času (h:m:s) |
|----------------------|---------------------------------------|---|
| Normovaný čas | 2:05:00 | - |
| Původní stav | 1:20:12 | 0:44:48 |
| Nový stav | 0:59:54 | 1:05:06 |

Oproti času v původním stavu, který jsem naměřil v rámci analýzy současného stavu je časový rozdíl v délce **44 min 48 s, což tvoří cca 36% z normovaného času**. Rozdíl mezi normovaným časem a časem nového jízdního řádu je vyšší, a to v délce **1 hod 5 min 6 s, což tvoří cca 52% z normovaného času**.

Již dle původního stavu, bez zavedení nápravných opatření lze usoudit, že společnost má nastavené „měkké“ normy pro změnu výroby a existují tak možnosti pro snížení času daného normami.

12 NÁKLADY A ÚSPORY

12.1 Náklady

Co se týče nákladů, ty nejsou v případě přijetí navrhovaných opatření pro tak velkou společnost jako ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s., výrazně vysoké. Při nákupu přihrádkové police z návrhu pro redukci interních a externích činností zmíněném v kapitole 10.3.1 *Uložení komponentů na pracovišti* a nákupu dílenského stolku zmíněného v kapitole 10.3.2 *Pojízdný dílenský stolek s nástroji* mohou být náklady řádově v částce do 25 tis. Kč. Cena přihrádkové police se pohybuje v rozmezí od 10 do 20 tis. Kč. Pojízdný stolek uvedený v návrhu lze pořídit do 4 tis. Kč.

Ostatní náklady, které vyplývají z navrhovaných řešení, jsou spojené s probíhající odstávkou strojů a náklady obětované příležitosti.

12.2 Časové a finanční úspory

Po přijetí zmíněných navrhovaných opatření pro redukci interních a externích činností a zkrácení celkového času potřebného k přetypování jsem dospěl ke dvěma typům úspor. Jsou to úspory časové a finanční. Časové úspory vyjadřují celkovou dobu, kterou jsme schopni po zkrácení doby přetypování ušetřit a využít ji tak pro jiné činnosti. Finanční úspory vyjadřují, kolik společnost ušetří po zkrácení procesu přetypování strojů. Finanční úsporu lze vyjádřit z pohledu nákladů na stroje a mzdových nákladů na operátora.

Následuje **modelový příklad** pro časovou a finanční úsporu za jeden rok. Jako podklad pro výpočet uvažuji následovně:

- na pracovišti je jeden operátor,
- práce probíhá v třístrojové obsluze (podobné výrobky),
- operátor se věnuje pouze přetypování stroje,
- operátor provádí přetypování 1krát během směny (třísměnný provoz);
- cena hodiny práce tří strojů je cca 78 Kč (jeden stroj 26 Kč),
- průměrné hodinové mzdové náklady činí 115,20 Kč (na jeden stroj 38,40 Kč),
- uspořený čas oproti původnímu stavu v délce cca 20 min.

Příklad pro stanovení časových a finančních úspor je porovnáním mezi stavem původním a stavem novým. Reálná úspora závisí na době frézování najíždějícího kusu.

12.2.1 Časová úspora

Pro časovou úsporu jsou důležité informace o uspořené době, počtu provedených přetypování za směnu a počtu pracovních dnů.

Uspořený čas = **20 min**

Počet přetypování za jeden den = **3 krát**

Počet pracovních dnů v roce = **cca 250 dní**

Celková časová úspora

$$(20 \times 3) \times 250 = 15\,000 \text{ min} = \mathbf{250 \text{ hod} / \text{rok}}$$

Dle výpočtu činí časová úspora, v porovnání původního a nového stavu, cca 250 hodin práce za rok.

12.2.2 Finanční úspora

Pro výpočet finanční úspory je potřeba znát dobu uspořené doby, cenu hodiny práce stroje, mzdové náklady na operátora, počet provedených přetypování za směnu a počet pracovních dnů.

Uspořený čas = **20 min**

Cena hodiny práce strojů = **78 Kč**

Mzdové náklady = **115, 20 Kč**

Počet přetypování za jeden den = **3 krát**

Počet pracovních dnů v roce = **cca 250 dní**

Finanční úspora na stroji

$$[(20 \div 60) \times 78] \times 3 \times 250 = \mathbf{19\,500 \text{ Kč} / \text{rok}}$$

Finanční úspora mzdových nákladů

$$[(20 \div 60) \times 115,20] \times 3 \times 250 = \mathbf{28\ 800\ Kč / rok}$$

Celková finanční úspora

$$19\ 500 + 28\ 800 = \mathbf{48\ 300\ Kč / rok}$$

Z výpočtu vyplývá, že celková úspora s porovnáním vůči původnímu stavu je 19 500 Kč za rok, které se uspoří na ceně za stroje a 28 800 Kč za rok v mzdových nákladech na operátora, který se v uspořeném čase může věnovat jiným činnostem. **Celkově finanční úspora činí 48 300 Kč za rok.**

ZÁVĚR

Teoretická část obsahuje východiska pro zpracování praktické části a hlavní důraz je kladen na metodu SMED, tvořící základ projektové části.

Úvod praktické části charakterizuje společnost ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s., ve které byla tato diplomová práce zpracovávána.

V další části je uvedeno vymezení projektu, jehož cílem je zkrácení doby přetypování frézky čepových fréz FA037 ve společnosti ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s. a formulování problému, se kterým se společnost potýká. Nezbytnou částí této kapitoly je logický rámec projektu a riziková analýza RIPRAN.

Analýza současného stavu byla prováděna přímo na pracovišti pro frézování čepových fréz. Analýzou byl zjištěn celkový čas přetypování stroje v délce trvání 1 hod 20 min 12 s. Tento stav byl vyhodnocen jako nevyhovující a ze strany společnosti byl zadán požadavek k vypracování návrhů na zkrácení času činností prováděných během přetypování stroje.

V rámci aplikace metody SMED došlo k oddělení interních a externích činností a dále převedení interních činností na externí, popřípadě jejich eliminace. Následně v rámci redukce interních a externích činností byly navrženy opatření pro dosažení cíle projektu.

Po realizaci vybraných návrhů došlo ke zkušebnímu přetypování, v jehož rámci vznikl nový jízdní řád. Z nového jízdního řádu vyplynula úspora v délce 20 min 18 s z celkového procesu přetypování, což činí snížení o cca 25% oproti původnímu stavu. Interní činnosti, rozdělené na redukovatelné a neredukovatelné, byly zkráceny o 16 min 12 s, což činí snížení o cca 24%.

Časová úspora nového stavu oproti normovanému času činí 1 hod 5 min 6 s, což představuje úsporu 52% času potřebného k přetypování.

Náklady spojené s realizací zmíněných návrhů pro redukci interních a externích činností jsou navrženy ve výši do 25 tis. Kč.

Závěrem je uveden modelový příklad při aplikaci tohoto projektu do praxe a kvantifikace časové úspory ve výši 250 hodin za rok, představující finanční úsporu ve výši 48 300 Kč za rok.

Společnost s návrhy souhlasila a podklady dále použije při zkrácení času při přetypování.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Monografické publikace

- [1] BOZDOGAN, Kirkor et al., 2000. *Transition to a Lean Enterprise: A Guide for Leaders*. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge.
- [2] ELSAYED, A. Elsayed, 1999. *Industrial Engineering Education: A Prospective*. European Journal of Engineering Education, volumen 24, N° 4. Pp. 415-421.
- [3] GREGOR, Milan a Branislav MIČIETA, 2010. *Produktivita a inovácie*. Žilina: SLCP. ISBN 978-80-89333-16-5.
- [4] KEŘKOVSKÝ, Miloslav, 2009. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2. vyd. Praha: C. H. Beck, 137 s. ISBN 978-80-7400-119-2.
- [5] KHAN, M.I., 2007. *Industrial engineering*. 2. aktualizované vydání. New Delhi: New Age International (P) Ltd., Publishers, 340 s. ISBN 978-812-2420-593.
- [6] KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha 7: Alfa Publishing s.r.o., 237 s. ISBN 80-86851-38-9.
- [7] KOŠTURIÁK, Ján a Milan GREGOR, a kol., 2002. *Jak zvyšovat produktivitu firmy*. Žilina: InForm. ISBN 80-968583-1-9.
- [8] 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.
- [9] MAYNARD, Harold Bright a Kjell B. ZANDIN, 2001. *Maynard's industrial engineering handbook*. 5th ed. New York: McGraw-Hill, 1 sv. (různé stránkování). ISBN 0-07-041102-6.
- [10] SHINGŌ, Shigeo et al., 1985. *A revolution in manufacturing: the SMED system*. Portland, Oregon: Productivity Press, xxii, 361 s. ISBN 0915299038.
- [11] SLAMKOVÁ, Eva, 1997. *Priemyslové inžinierstvo*. 1. vydání. Žilina: Žilinská univerzita, 198 s. ISBN 80-7100-373-5.
- [12] TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 1999. *Řízení výroby*. Praha: Grada, 439 s. ISBN 80-716-9578-5.

- [13] VEBER, Jaromír, 2007. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 2. aktualizované vydání. Praha: Grada, 201 s. ISBN 978-80-247-1782-1.

Internetové zdroje

- [14] API – Akademie produktivity a inovací, ©2005 – 2012. Analýza a měření práce. *E-api.cz* [online]. [cit. 2013-04-08]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/68397.analyza-a-mereni-prace/>
- [15] API – Akademie produktivity a inovací, ©2005 – 2012. Průmyslové inženýrství. *E-api.cz* [online]. [cit. 2013-04-03]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/101/>
- [16] CPI – Centrum průmyslového inženýrství, ©2010. 5S. *Centrumpi.eu* [online]. [cit. 2013-04-03]. Dostupné z: http://www.centrumpi.eu/slovník_view.aspx?id_s=4
- [17] DEBNÁR, Peter, 2011. Průmyslové inženýrství a štíhlý a inovativní podnik. *E-api.cz* [online]. [cit. 2013-04-03]. Dostupné z: <http://e-api.cz/article/70224.prumyslove-inzenyrstvi-a-stihly-a-inovativni-podnik/>
- [18] IPA Czech, ©2012. Časové studie. *Ipaslovakia.sk* [online]. [cit. 2013-04-08]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/cz/ipa-slovník/casove-studie>
- [19] JEŽEK, Otakar, 2006. Rychlá změna (SMED). *Produktivita.cz* [online]. [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: <http://produktivita.cz/cs/metody-pi/rychla-zmena-smed.html>
- [20] JUSTICE, ©2012. Obchodní rejstřík. *Or.justice.cz* [online]. [cit. 2013-03-10]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik>
- [21] KORMANEC, Peter, 2007. SMED. *Ipaslovakia.sk* [online]. [cit. 2013-04-08]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/cz/ipa-slovník/smed>
- [22] KRIŠŤAK, Jozef, 2007. Analýza a měření práce. *Ipaslovakia.sk* [online]. [cit. 2013-04-07]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/cz/ipa-slovník/analyza-a-mereni-prace>
- [23] PIXA, Václav, 2007. Co je štíhlý podnik? *E-api.cz* [online]. [cit. 2013-04-05]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/69092.co-je-stihly-podnik/>
- [24] PRODUKTIVITA, ©2009. Co je Průmyslové inženýrství a k čemu slouží. *Produktivita.cz* [online]. [cit. 2013-04-04]. Dostupné z: <http://www.produktivita.cz/cs/prumyslove-inzenyrstvi-prehledne/co-je-prumyslove-inzenyrstvi-a-k-cemu-slouzi.html>

- [25] PRODUKTIVITA, ©2009. Lean Layout. *Produktivita.cz* [online]. [cit. 2013-04-08]. Dostupné z: <http://www.produktivita.cz/cs/metody-pi/lean-layout.html>
- [26] SVĚT PRODUKTIVITY, ©2012. Plýtvání. *Svetproduktivita.cz* [online]. [cit. 2013-04-04]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivita.cz/clanek/metodika-plytvani.htm>
- [27] TREXIMA, ©2010. Optimalizace časového hospodářství. *Trexima.cz* [online]. [cit. 2013-04-08]. Dostupné z: <http://www.trexima.cz/normovani-prace/optimalizace-casoveho-hospodarstvi>
- [28] TRILOGIQ, datum neznámé. Filosofie štíhlé výroby. *Trilogiq.cz* [online]. [cit. 2013-04-03]. Dostupné z: <http://trilogiq.cz/filosofie-stihle-vyroby/>
- [29] VYBAVENÍ AUTOSERVISŮ, ©2012. Dílenský stolek. *Vybaveni-autoservisu.cz* [online]. [cit. 2013-03-15]. Dostupné z: <http://vybaveni-autoservisu.cz/montazni-voziky-prazdne/620-dilensky-stolek.html>
- [30] YG-1, ©2012. Worldwide YG-1. *Yg1tool.com* [online]. [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: <http://www.yg1tool.com/>

Ostatní zdroje

Interní materiály společnosti ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s.

- Prezentace společnosti
- Katalog výrobků

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

| | |
|-------|--------------------------------------|
| a.s. | Akciová společnost |
| apod. | A podobně |
| CA | Computer Aided (řízené počítačem) |
| cca | Circa (přibližně) |
| DFMA | Design for Manufacture and Assembly |
| h:m:s | Hodina:minuta:sekunda |
| hod | Hodina |
| Kč | Koruna česká |
| kg | Kilogram |
| kWh | Kilowatthodina |
| min | Minuta |
| mm | Milimetr |
| MOST | Maynard Operation Sequence Technique |
| Obr. | Obrázek |
| s | Sekunda |
| SMED | Single Minute Exchange of Die |
| Tab. | Tabulka |
| tis. | Tisíc |
| TPM | Total Productive Maintenance |
| tn. | To znamená |
| tzv. | Takzvaný |
| VA | Value addend (přidaná hodnota) |
| zjm. | Zejména |
| © | Copyright |

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|--|----|
| <i>Obr. 1. Osm druhů ztrát, které odstraňujeme (Svět produktivity, ©2012)</i> | 16 |
| <i>Obr. 2. Rozdělení studia práce (Košturiak a Gregor, 2002)</i> | 17 |
| <i>Obr. 3. Paretův diagram (vlastní zpracování)</i> | 20 |
| <i>Obr. 4. Čas přetypování (Kormanec, 2007)</i> | 22 |
| <i>Obr. 5. Rozdělení činností (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 214)</i> | 23 |
| <i>Obr. 6. Metodika SMED (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 215)</i> | 25 |
| <i>Obr. 7. Jednotlivé kroky metody 5S (CPI, ©2010)</i> | 28 |
| <i>Obr. 8. Logo společnosti (interní materiály)</i> | 31 |
| <i>Obr. 9. ZPS - FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s. (interní materiály)</i> | 32 |
| <i>Obr. 10. Organizační struktura ZPS - FN a.s. (vlastní zpracování)</i> | 33 |
| <i>Obr. 11. Ukázka nabízených fréz (interní materiály)</i> | 35 |
| <i>Obr. 12. Logický rámec (vlastní zpracování)</i> | 39 |
| <i>Obr. 13. Riziková analýza RIPRAN (vlastní zpracování)</i> | 41 |
| <i>Obr. 14. Layout pracoviště (interní materiály)</i> | 44 |
| <i>Obr. 15. Nástroje rozmístěné u jiných strojů (vlastní zpracování)</i> | 54 |
| <i>Obr. 16. Vyhledání vhodného kornoutu (vlastní zpracování)</i> | 54 |
| <i>Obr. 17. Studování dokumentace u jiného pracoviště (vlastní zpracování)</i> | 55 |
| <i>Obr. 18. Současný stav uložení kornoutů a špiček (vlastní zpracování)</i> | 64 |
| <i>Obr. 19. Uložení komponentů na pracovišti (vlastní zpracování)</i> | 65 |
| <i>Obr. 20. Nástroje umístěné na stroji (vlastní zpracování)</i> | 66 |
| <i>Obr. 21. Dílenský stolek (Vybavení autoservisů, ©2012)</i> | 67 |
| <i>Obr. 22. Rozložení nástrojů (vlastní zpracování)</i> | 68 |
| <i>Obr. 23. Schéma cest (vlastní zpracování)</i> | 68 |
| <i>Obr. 24. Schéma cesty (vlastní zpracování)</i> | 70 |
| <i>Obr. 25. Výpočet potřebného času pro přetypování (vlastní zpracování)</i> | 71 |
| <i>Obr. 26. Návrh uspořádání pracoviště (vlastní zpracování)</i> | 77 |

SEZNAM TABULEK

| | |
|--|----|
| <i>Tab. 1. Metody průmyslového inženýrství (Produktivita, ©2009)</i> | 13 |
| <i>Tab. 2. SWOT analýza společnosti (vlastní zpracování)</i> | 36 |
| <i>Tab. 3. Časový plán projektu (vlastní zpracování)</i> | 42 |
| <i>Tab. 4. Jízdní řád přetypování (vlastní zpracování)</i> | 45 |
| <i>Tab. 5. Rozdělení činností (vlastní zpracování)</i> | 50 |
| <i>Tab. 6. Činnosti nesouvisející se seřízením stroje (vlastní zpracování)</i> | 56 |
| <i>Tab. 7. Převedení interních činností na externí a eliminace (vlastní zpracování)</i> | 57 |
| <i>Tab. 8. Časy činností po převedení (vlastní zpracování)</i> | 62 |
| <i>Tab. 9. Návrh standardu přetypování (vlastní zpracování)</i> | 72 |
| <i>Tab. 10. Návrh standardu provádění čištění pracoviště a stroje (vlastní zpracování)</i> | 75 |
| <i>Tab. 11. Nový jízdní řád (vlastní zpracování)</i> | 80 |
| <i>Tab. 12. Porovnání časů původního a nového stavu (vlastní zpracování)</i> | 82 |
| <i>Tab. 13. Porovnání celkových časů s časem normovaným (vlastní zpracování)</i> | 83 |

SEZNAM GRAFŮ

| | |
|---|-----------|
| <i>Graf 1. Interní/externí/jiné činnosti (vlastní zpracování)</i> | <i>49</i> |
| <i>Graf 2. Porovnání časů jednotlivých skupin činností (vlastní zpracování)</i> | <i>51</i> |
| <i>Graf 3. Paretova analýza (vlastní zpracování).....</i> | <i>52</i> |
| <i>Graf 4. Podíl převedených činností na celkovém čase (vlastní zpracování)</i> | <i>63</i> |