

Aplikace metody SMED na vybraném zařízení

Dominik Kašpar

Bakalářská práce
2019



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav výrobního inženýrství
akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Dominik Kašpar**
Osobní číslo: **T16661**
Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Technologická zařízení**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Aplikace metody SMED na vybraném zařízení**

Zásady pro vypracování:

- 1. Vypracování literární rešerše na dané téma.**
- 2. Popis a funkce zařízení.**
- 3. Aplikace metody SMED.**
- 4. Zhodnocení navržených řešení.**

Rozsah bakalářské práce: **cca 60 stran**
Rozsah příloh:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. **GREENE, Jack. Industrial engineering: theory, practice & application : business and production management, productivity and capacity. [North Charleston: CreateSpace], c2013, 411 s. ISBN 978-1-4823-0179-3.**
2. **BADIRU, Adedeji Bodunde. Handbook of industrial and systems engineering. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, c2014, xxvi, 1452 s. Industrial innovation series. ISBN 978-1-4665-1504-8.**
3. **JIRÁSEK, Jaroslav. Štíhlá výroba. Praha: Grada, 1998, 199 s. ISBN 8071693944.**

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Martin Bednařík, Ph.D.**
Ústav výrobního inženýrství
Datum zadání bakalářské práce: **2. ledna 2019**
Termín odevzdání bakalářské práce: **24. května 2019**

Ve Zlíně dne 14. února 2019

L.S.

doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou 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);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 24.5.2019

.....

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, § 47 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 nahlížení 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 vzdělávacímu 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.

(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 přihlídně k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá aplikací metody SMED na vybrané zařízení ve firmě TES Vsetín s.r.o. Je rozdělena do dvou částí. Teoretická část se zabývá průmyslovým inženýrstvím, produktivitou a štíhlým podnikem, kde je podrobně rozebírána metoda SMED. Praktická část se skládá z představení společnosti, dále představení stroje, obrobku a pracoviště. Poté následuje popis stavu seřízení před aplikací SMED a následná aplikace metody SMED. V posledním bodě je výpočet návratnosti investic a roční úspory.

Klíčová slova: SMED, Průmyslové inženýrství, Produktivita, Štíhlá výroba

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with the application of the SMED method to selected equipment in the company TES Vsetín s.r.o. It is divided into two parts. The theoretical part deals with industrial engineering, productivity and a lean enterprise, where the SMED method is discussed in detail. The practical part consists of the presentation of the company, as well as the introduction of the machine, workpiece and workplace. This is followed by a description of the state of alignment before SMED and subsequent application of the SMED method. The last point is calculating return on investment and annual savings.

Keywords: SMED, Industrial engineering, Productivity, Lean production

Tímto bych chtěl poděkovat mému vedoucímu panu Ing. Martinovi Bednařkovi, Ph.D. za jeho přístup, ochotu a cenné rady k mé bakalářské práci. Dále bych chtěl poděkovat své rodině, která mi je vždy velkou oporou a v neposlední řadě panu Ing. Jiřímu Surovcovi.

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

OBSAH

ÚVOD.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST.....	11
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	12
1.1 PRŮMYSLOVÝ INŽENÝR	12
1.2 KLASICKÉ PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	13
1.2.1 Studium práce.....	13
1.2.2 Operační výzkum	14
1.3 MODERNÍ PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	15
1.3.1 Programy moderního průmyslového inženýrství	15
2 PRODUKTIVITA	17
2.1 ROZDĚLENÍ PRODUKTIVITY	18
2.1.1 Parciální (částečná) produktivita.....	18
2.1.2 Multifaktorová produktivita	18
2.1.3 Totální produktivita.....	18
2.2 JAK ZVÝŠIT PRODUKTIVITU	19
3 ŠTÍHLÝ PODNIK.....	22
3.1 PLÝTVÁNÍ.....	22
3.2 ŠTÍHLÁ VÝROBA	23
3.2.1 Základní vývojové koncepce štíhlé výroby.....	24
3.3 RYCHLÉ ZMĚNY VE VÝROBĚ.....	26
3.3.1 Plýtvání při změnách a seřizování.....	28
3.4 METODA SMED.....	29
3.4.1 Historie SMED.....	29
3.4.2 Koncepce metody SMED.....	29
3.4.3 Zavádění metody SMED v praxi.....	31
3.4.4 Přínosy a rizika metody SMED.....	33
3.5 METODA „5S“	33
4 TECHNOLOGIE.....	35
4.1 TECHNICKÁ PŘÍPRAVA VÝROBY	35
4.1.1 Technologická příprava výroby	36
4.1.2 Projektová příprava výroby.....	36
4.1.3 Spolupráce mezi technologickou a projektovou přípravou výroby	36
II PRAKTICKÁ ČÁST	37
5 ÚVOD DO PRAKTICKÉ ČÁSTI.....	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.
6 SPOLEČNOST TES VSETÍN S.R.O.	39
6.1 STRUKTURA	40
6.2 VÝROBA A PRODUKTY	40
7 SOUČASNÝ STAV (CHARAKTERISTIKA STROJE, VÝROBKU A	

PRACOVÍŠTĚ)	42
7.1 CHARAKTERISTIKA VÝROBKU	43
7.2 CHARAKTERISTIKA PRACOVÍŠTĚ	44
8 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU (SEŘIZOVÁNÍ STROJE A UPÍNÁNÍ OBROBKU)	46
8.1 SOUČASNÝ STAV SEŘÍZENÍ STROJE A UPÍNÁNÍ OBROBKU	46
8.1.1 Operace č. 1 – Obrábění patek statoru	47
8.1.2 Operace č. 2 – obrábění rámu statoru.....	50
9 NAVRŽENÁ OPTIMALIZACE (APLIKACE METODY SMED)	54
9.1.1 Aplikace metody SMED na operaci č.1 – obrábění patek statoru	54
9.1.2 Aplikace metody SMED na operaci č. 2 – obrábění rámu statoru.....	63
9.1.3 Celková úspora času.....	73
10 ZHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH INVESTIC A ROČNÍ ÚSPORA.....	75
10.1 NÁVRATNOST INVESTIC.....	75
10.2 ROČNÍ ÚSPORA	77
ZÁVĚR	78
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	79
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	81
SEZNAM OBRÁZKŮ	82
SEZNAM TABULEK	83

ÚVOD

V dnešní uspěchané době to mají mnohé společnosti těžké. Je na ně vyvíjen velký tlak, ať už kvůli rychlosti a kvalitě výroby, tak kvůli flexibilitě a nabízeným službám. Zákazníci požadují co nejlepší kvalitu, za co nejmenší cenu a samozřejmě aby byly jejich přání splněny v co nejkratší době. Společnostem a firmám proto nezbyvá nic jiného, než se snažit posunout co nejbližší k požadavkům zákazníka a zároveň zůstat flexibilními pro požadavky zákazníků jiných. Je to nezbytný krok k tomu, aby uspěly na trhu práce. Je zde spousta možností na zlepšení a inovaci nejen podnikových procesů, ale procesů napříč celou společností.

V každém procesu může docházet k neproduktivní činnosti, nebo činnosti která nemá žádnou hodnotu. Tyto činnosti samozřejmě stojí společnosti a firmy zbytečné peníze, proto se snaží je co nejefektivněji odstranit. K odstranění, nebo naprostému minimalizování těchto zbytečných činností lze použít různých metod, např. metod průmyslového inženýrství.

Jednou z firem, které se snaží vyrábět co nejkvalitněji a zároveň si udržet i široký sortiment nabízených služeb svého zaměření je i firma TES Vsetín s.r.o. Tato firma přijímá i zakázky, které se vyrábí pouze v malých dávkách, to znamená neustálé přenastavení strojů, což má za následek rostoucí náklady na výrobu, ale zároveň žádnou přidanou hodnotu výrobku.

Hlavním úkolem je aplikovat metodu SMED na vybrané zařízení. Cílem této aplikace je snížení času přetypování alespoň o 15 %. Tohoto snížení času dosáhneme tak, že půjdeme přímo do provozu, kde budeme sledovat, nahrávat a následně vyhodnocovat získané informace se snahou eliminovat veškeré zbytečné činnosti, tedy plýtvání.

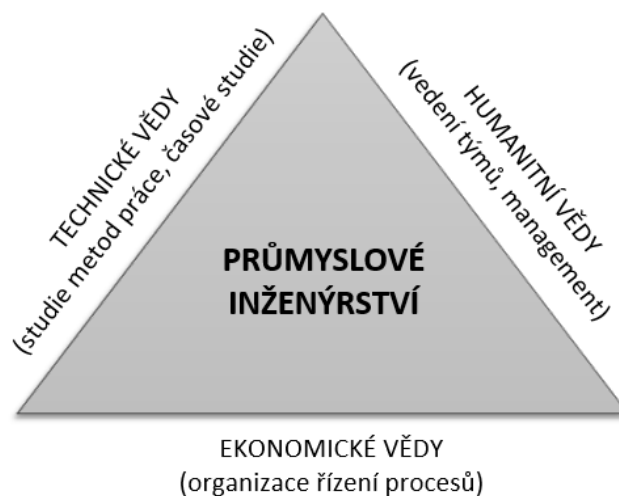
I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Pod tímto pojmem se skrývá multidisciplinární vědní obor, který hledá cesty, jak co nejlépe odstranit ztráty ve výrobních a administrativních procesech. Klíčovou oblastí průmyslového inženýrství je co největší a nejefektivnější eliminace plýtvání ve výrobních procesech a nalezení cesty, jak co nejlépe nastavit důležité vazby mezi výrobními a administrativními procesy. Tyto procesy se navzájem neustále ovlivňují a doplňují. [1]

Jinými slovy je to obor, který se zabývá tím, jak co nejdůmyslněji provést danou práci a odstranit z ní plýtvání, nepravidelnost, iracionalitu a přetěžování pracovišť. Výsledkem těchto činností by mělo být to, že jsou výrobky a služby vysoké kvality poskytovány rychleji, snadněji a levněji. [2]

Průmyslové inženýrství je nejmladší inženýrský obor a v posledních desítkách let dochází v tomto oboru k výrazným změnám, a to hlavně díky nástupu počítačem podporovaných technologií. Naštěstí má oproti ostatním tradičním oborům tu výhodu, že pružněji reaguje na přicházející změny, které se dějí v jeho okolí a neustále se vyvíjí. [1,2]



Obr. 1. Trojdimenzionální rozměr průmyslového inženýrství. [1]

1.1 Průmyslový inženýr

Každý průmyslový inženýr by měl ovládat znalosti fyziky, chemie, fyziologie, výrobních technologií a elektroniky. Tyto znalosti by měl ovládat jak teoreticky, tak v prakticky. Pro průmyslového inženýra je dobré, když se v praktických podmínkách obklopuje specialisty různorodých oborů, od kterých získává nové znalosti, které ho posouvají kupředu. Dalšími

velmi důležitými vlastnostmi a dovednosti průmyslového inženýra je motivace lidí, komunikace a diplomacie. Jeho práce nejčastěji spočívá v týmu, kde má vedoucí roli, ale musí umět ukázat, že dokáže být týmový hráč, a ne jenom vůdce. [1,2]

Klíčové znalosti průmyslového inženýra

Za klíčové znalosti průmyslového inženýra lze označit:

- plánování a řízení projektů – tvorba plánů a aktivit, jejich integrace, časové a zdrojové rozvrhování,
- plánování a organizace výroby – řízení výroby, řízení optimalizace výrobního plánu,
- technická a technologická příprava výroby,
- organizace materiálových a informačních toků – řízení vztahů se zákazníky, koordinace dodacích lhůt a nákladů,
- řízení produktivity procesů – plánování a řízení výrobních toků, kapacitních požadavků, řízení procesní a produktové kvality,
- analýza a měření práce,
- vývoj a implementace nových výrobních konceptů,
- strategické plánování,
- flexibilní řízení změn,
- finanční management. [1]

Velmi důležité je, aby se průmyslový inženýr řídil cílovými metrikami, jako jsou ukazatele efektivnosti, výkonosti a produktivity. [1]

1.2 Klasické průmyslové inženýrství

Klasické průmyslové inženýrství je zaměřeno hlavně na exaktní metody a prošlo od svých počátků až do dnešní doby jistou evolucí, ve které se vyskytují dvě hlavní disciplíny:

- studium práce,
- operační výzkum. [3]

1.2.1 Studium práce

Rozvinulo se z vědeckého řízení a jeho cílem je dosáhnout optimálního využití lidských a materiálových zdrojů, které má firma k dispozici. S jeho pomocí se získávají informace,

kteřé lze použít pro zvyšování produktivity. Je to prostředek, kterým lze najít aktivity lidí a strojů. Je založeno na dvou technikách:

- studium metod,
- měření práce. [3]

Tyto metody se nepoužívají samostatně, nýbrž dohromady. Jejich oddělování by mohlo znamenat snížení přínosů ze studia práce. Po použití těchto metod lze objevit plýtvání všemožného druhu a také je možno provést příslušná opatření, která by tyto nedokonalosti eliminovala. [3]



Obr. 2. Studium práce. [2]

Studium metod

Je definováno jako technika, díky které můžeme rozložit lidskou činnost na části a tyto části postupně analyzovat. Pokud tyto části neobstojí při kritické prověrce, tak jsou z procesu buď odstraněny, nebo jsou vylepšeny. Jednoduše je to velmi významná technika procesního inženýrství, která se zabývá nalezením co nejlepší cesty, jak dělat věci. [3]

Měření práce

Tato metoda je velmi účinný nástroj pro zvyšování produktivity a snižování nákladů. Výstupem této metody jsou normy spotřeby času, ve kterých lze vidět čas, za který byl schopen průměrný pracovník splnit svůj úkol na racionálně uspořádaných pracovištích, ze kterých se odstranily všechny nedostatky a zbytečné úkony. [3]

1.2.2 Operační výzkum

Při rozvoji kvantitativních přístupů v průmyslovém inženýrství, byl kladen velký důraz na matematické a technické řešení modelových úloh. Při velké exaktnosti na matematický pohled ovšem trpěl i přístup k řešení úloh průmyslovým inženýrstvím. Jenomže problémy

v současné turbulentní době nelze vyřešit typovými modely. Není pravda že tyto metody nejsou účinné při zvyšování produktivity, ale je při nich zapotřebí vysoce kvalifikovaných odborníků. Právě tímto je nedostupný pro management i praktický život, protože většinou řešení problémů preferujeme jednodušší řešení. [3]

Mezi nejvýznamnější metody a techniky operační analýzy patří:

- síťové grafy,
- metody řešení sekvenčních úloh,
- matematické statistiky,
- metody hromadné obsluhy,
- metody teorie zásob,
- metody teorie obnovy a údržby. [3]

1.3 Moderní průmyslové inženýrství

V dnešní době, kdy roste tlak konkurence se snaží firmy držet krok s globálními inovacemi. Firmy si neustále prochází vývojem, a udržet se na trhu je čím dál větší problém. To znamená neustálé zkoumání světových praktik a produktů a snahy se adaptovat. Tyto praktiky dopomáhají k tomu, aby rostla produktivita a zároveň nebyl žádný problém s tím vnášet do svého podniku inovace. [3]

1.3.1 Programy moderního průmyslového inženýrství

Vedle studia práce se moderní průmyslové inženýrství zaměřuje hlavně na:

- zvýšení kvalifikace a účasti zaměstnanců na řízení,
- lepší organizační systémy,
- rychlejší odstraňování plýtvání a zlepšování procesů,
- skutečné zajišťování jakosti (bráno od vývoje až po výrobu),
- měření a hodnocení produktivity. [3]

Metody průmyslového inženýrství

Patří mezi ně metody jako např.:

- zvyšování produktivity pomocí metody SMED,
- programy nulových vad, které jsou založeny na programu „poka-yoke“,
- TPM – program totálně produktivní údržby,

- odměňování pracovníků dle dosažených výsledků,
- systémy pro měření produktivity,
- simulace výrobních procesů. [3]

Pomocí těchto programů na nižší úrovni se zaměřují především na možnost zvyšování produktivity dodavatelských procesů, což je velmi důležitá a nedílná složka produktivity zákazníka. [3]

Naopak programy vyšší úrovně se zaměřují na integraci dodavatelů a zákazníků přímo do systémů podniku, což výrazně snižuje nejakost, dopravu, přepravu a skladování apod. [3]

2 PRODUKTIVITA

Produktivita je míra, kterou můžeme vyjádřit, jak jsou využity zdroje při výrobě produktu. Je to více než věda a technologie, je to způsob jednání, který je založen na motivaci lidí. Díky této motivaci nám roste kvalita i konkurenceschopnost. Růst produktivity jde ruku v ruce s ekonomickým růstem úplně každé země. [3,4]

Produktivita znamená:

- dělat věci napoprvé správně,
- dělat věci správně,
- dělat věci správně napoprvé a vždy. [4]

Je to poměr mezi určitými vstupy a výstupy. Vyšší produktivita znamená to, že se stejnými zdroji, které máme k dispozici, dosáhnout mnohem vyššího nebo lepšího výsledku. Je také možné ji definovat jako vztah mezi dosaženými výsledky a časem, který byl pro jejich dosažení potřeba. Čím méně potřebujeme času, tím produktivnější máme systém. Zvyšování produktivity neznamená pracovat více, ale lépe využívat rozum a logiku při řešení různých problémů. Může se vyjádřit následujícím vztahem [4]:

$$\text{Produktivita} = \frac{\text{Výstup}}{\text{Vstup}} \quad (1)$$

Výstup může být vyjádřen jednotkách nebo objemech, např. kila, litry, kusy, metry apod. Pokud nemůže být přesně definován, může se uvádět v jiných jednotkách jako jsou třeba jednotky peněžní. [3]

Vstup jsou rozděleny do různých kategorií. Do těchto kategorií může spadat např. kapitál, materiály či výrobní síly. [3]

2.1 Rozdělení produktivity

Průmyslový inženýr, nebo manažer který se zabývá produktivitou musí brát zřetel na úplně každý faktor, které ovlivňují danou, zkoumanou produktivitu. Obecné vyjádření produktivity se dle potřeby dále rozděluje. V praxi se nejčastěji využívá:

- parciální produktivita,
- multifaktorová produktivita,
- totální produktivita. [3,4]

2.1.1 Parciální (částečná) produktivita

Je to míra, díky které určíme produktivitu individuálních zdrojů, dá se vyjádřit jako [4]:

$$\text{Parciální produktivita} = \frac{\text{Celkový měřitelný výstup}}{\text{Jedna třída měřeného výstupu}} \quad (2)$$

Při detailní analýze můžeme jednotlivé zdroje rozkládat ještě detailněji, což může být velice výhodné při hledání zvýšení produktivity v určité oblasti. Produktivita parciálních faktorů může sloužit pro přehled míst, kde by bylo nejlepší začít s určitými zlepšeními. Nejznámější formou parciální produktivity je produktivita práce, což je poměr výstupu a odpracovaných hodin, nebo poměr výstupu s počtem pracovníků. [4]

2.1.2 Multifaktorová produktivita

Tato produktivita je poměr celkového výstupu a práce ke které jsou přičteny další vstupní faktory jako jsou kapitál, energie apod. Tato produktivita se dá získat z následujícího vztahu [4]:

$$\text{Multifaktorová produktivita} = \frac{\text{Celkový měřitelný výstup}}{\text{Pracovní síla} + \text{kapitál}} \quad (3)$$

Odráží se zde kombinace všech, nebo pouze některých zdrojů, které byly použity pro získání určitého výstupu. [4]

2.1.3 Totální produktivita

Tuto produktivitu je nejvíce vhodné počítat na podnikové úrovni. Je to nejefektivnější produktivita, protože jsou tam zakomponované finanční výpočty a hodnoty parciální produktivity. Její výpočet je spojen s celou řadou komplikací, jako je například vývojová změna

v oblasti cen a následná změna základny pro zjištění množství spotřebovaných zdrojů a nákladů. Vypočítá se takto [3]:

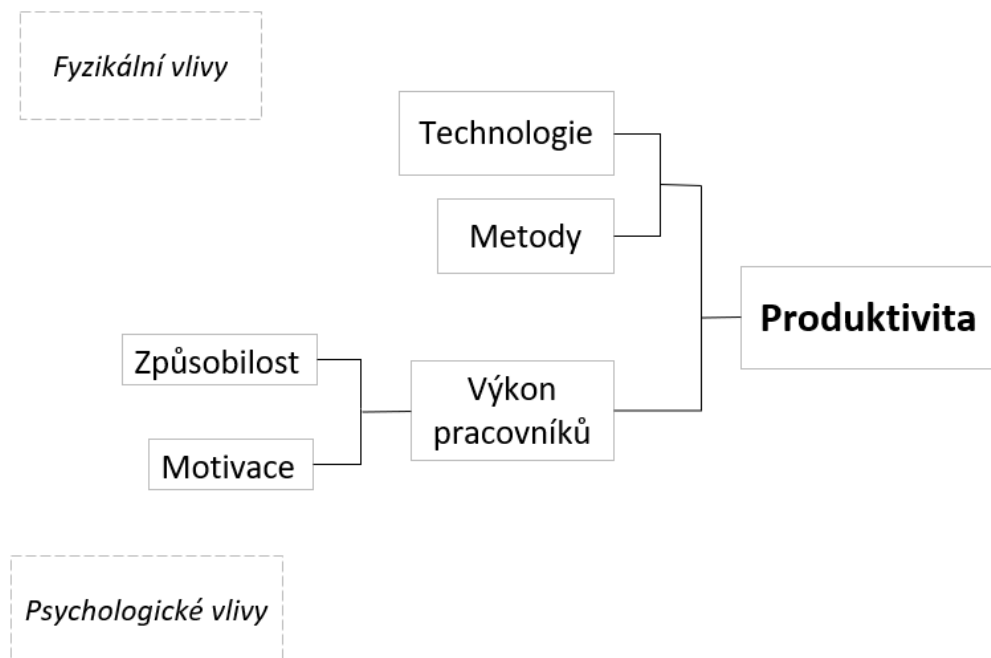
$$\text{Parciální produktivita} = \frac{\text{Celkový měřitelný výstup}}{\text{Celkový měřitelný vstup}} \quad (4)$$

V některých případech se používá i tzv. totální faktor produktivity. U tohoto faktoru se z hlediska spotřebovaných zdrojů berou v potaz pouze náklady na provedenou práci a kapitálové vstupy. Právě kvůli tomu že se zde neuvažují náklady na materiál, je nejvhodnější ji použít pouze pro posouzení procesů, kde se výrazně využívá hlavně pracovní síla a kapitál. [3]

2.2 Jak zvýšit produktivitu

Ovlivnění produktivity se může rozdělit do fyzikálních a psychologických vlivů:

- fyzikální vlivy – technologické a materiálové aspekty procesů, využití času a kapitálu,
- psychologické vlivy – chování zaměstnanců, způsobilost, motivace. [3]



Obr. 3. Ovlivnění produktivity. [3]

Při hledání způsobu, jak zvýšit produktivitu je dobré vědět, co všechno na ni může mít vliv. Při klasickém vzorci produktivity je možné použít tyto způsoby:

- zvýšení výstupů při zachování vstupů,

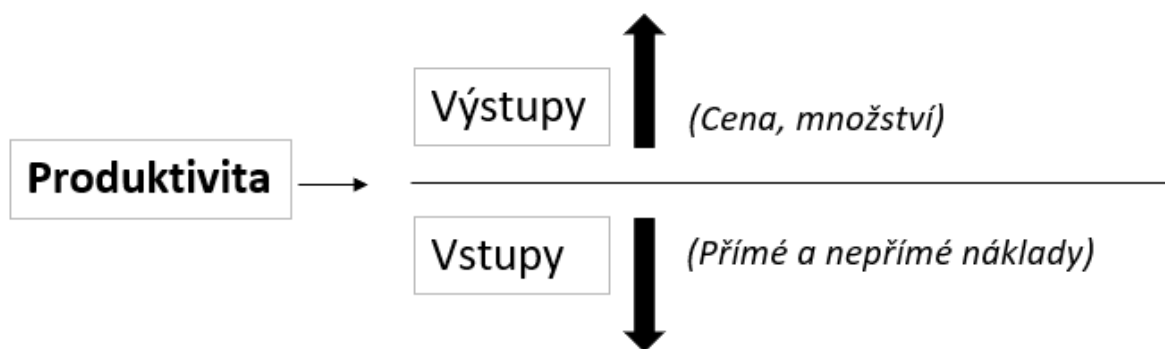
- snížení vstupů při zachování výstupů,
- zvýšení vstupů i výstupů, přičemž zvýšení výstupů bude větší,
- zvýšení výstupů a snížení vstupů. [5]

Zvýšení výstupů lze dosáhnout dvojím způsobem, buď zvýšením ceny výrobků nebo zvýšením prodeje zákazníkům. U obou těchto možností je potřeba aktivní přístup marketingu, ať už se to týká vytváření ceny, nebo získání zakázek. [5]

Snížení vstupů zahrnuje všechny, kteří se podílí na vývoji a výrobě. Úspora vstupů jde od návrhu výrobku, přes množství a druh materiálu, návrh procesu a využití jednotlivých strojů, až po odstraňování plýtvání během výroby. [5]

Při procesu ovlivňování produktivity nelze opomenout, že zvýšení výstupů může mít za následek i určité zvýšení vstupů. Tyto náklady můžeme rozdělit na přímé a nepřímé, přičemž přímé jsou úměrné vyrobenému množství a nepřímé mají mnohem nižší závislost na množství. [5]

Z výše uvedených možností můžeme dojít ke dvěma závěrům. První je, že pro dosažení so největšího zvýšení produktivity je potřeba i redukce přímých nákladů, např. změna konstrukce, použití jiného materiálu apod. Druhý obnáší organizační a procesní opatření, které zajistí, aby prudce nestoupily režijní náklady. [5]



Obr. 4. Zvýšení produktivity. [5]

Přístupy ke zvýšení produktivity

Tyto přístupy vycházejí z analýzy ukazatelů a mohou být dvojího druhu:

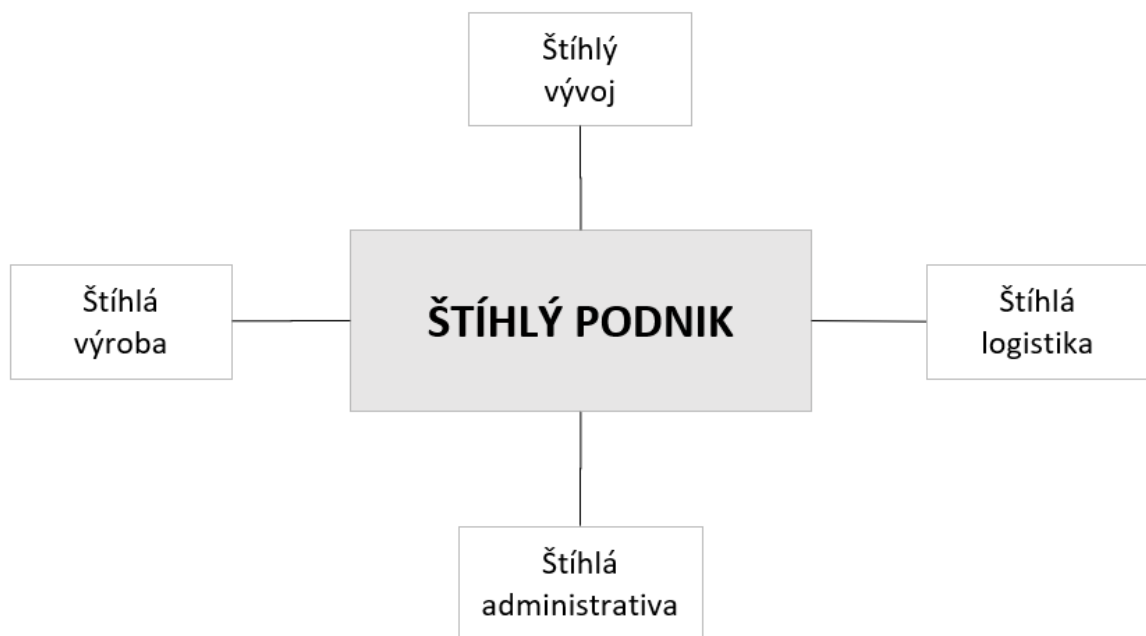
- selektivní – zaměřuje se pouze na vybrané problémové místo,
- plošné zlepšování systému – využívá se zde postupů štíhlé výroby, nebo průmyslového inženýrství. [5]

Nebezpečí při aplikování první možnosti je, že se zavede pouze lokální změna, která není podporována systémem a po určitém čase se vrací zpět do původního stavu. Při aplikování obou možností najednou je výhoda, že se lokální změna projeví v celém systému a do jisté míry může vylepšit i ostatní prvky. [5]

3 ŠTÍHLÝ PODNIK

Štíhlost podniku znamená, že děláme pouze činnosti, které jsou potřebné, děláme je správně hned napoprvé a děláme je rychleji než ostatní, přičemž utratíme méně peněz. Štíhlost podniku je o zvyšování výkonnosti firmy, a to způsobem že firma dokáže vyprodukovat více než konkurenti, že s určitým počtem lidí a strojů získá vyšší přidanou hodnotu a že v určitém čase zvládne vyřídit více objednávek, přičemž na ně spotřebuje méně času. Je potřeba dělat přesně to co chce zákazník s minimálním počtem úkonů. Ve výsledku být štíhlý podnik znamená, že firma zvládne vydělat víc peněz a to rychleji, s vynaložením menšího úsilí. [6]

Tento koncept není uplatňován pouze ve výrobě, ale v rámci celého podniku. Neméně důležitá je např. štíhlá administrativa a štíhlá logistika. Tyto procesy doprovázejí další procesy, díky kterým se zvyšuje efektivnost v podpůrných a organizačních procesech celé firmy. [1]



Obr. 5. Koncepce štíhlého podniku. [1]

3.1 Plýtvání

Je to všechno, co zvyšuje náklady, ale výrobku nepřidá přidanou hodnotu a ani výrobek neposouvá blíže k zákazníkovi. [2]

Plýtvání existuje v určité míře naprosto v každém procesu. Nejčastější typy plýtvání jsou:

- **Čekání** – je to věc, se kterou se můžeme setkat v naprosto každém výrobním procesu. Například pokud dělníci ukončí určitou operaci a musí čekat na materiál, který se k nim nedostal v čas, ať už je to vinou nebo nevinou dodavatele nebo okolí.
- **Nadvýroba** – tady si můžeme představit, že například ve firmě vyrobíme mnohem více výrobků, než je poptávka. To znamená, že výrobky jsme vyrobili zbytečně a vyplývali jsme na ně čas, energii, suroviny a samozřejmě finanční prostředky.
- **Přepřacování** – v tomto případě jde o problém, kdy se malá část celku zařadí do systému, aniž by byla pořádně otestována nebo zkontrolována. Následné obtížné prohledávání systému se dá také označit za plýtvání.
- **Pohyb** – plýtvání je způsobeno zbytečným pohybem. To znamená, že i nesprávně nebo chaoticky uspořádané pracoviště může ve výsledku znamenat výrazné ztráty.
- **Přemísťování** – má podobné důvody stejně jako průběh. Plýtvání v podobě nadbytečného přemísťování je způsobeno především nepromyšleným přemísťováním věcí nebo materiálu z místa na místo. Pokud se na produktu provede určitá ucelená operace a potom se pošle do místa druhého, náklady na operace budou rozhodně jiné, než kdyby muselo proběhnout přemístění jinam kvůli každé drobnější operaci.
- **Zpracovávání** – je to děláni operací navíc, které nepřináší vůbec žádnou další přidanou hodnotu. Příkladem z běžného života může být například stavba silnice, která se musí znovu rozkopat, protože se zapomnělo na vodovodní potrubí.
- **Skladování** – pokud nám dodavatel není schopen dodat materiál potřebný pro výrobu včas, vystavuje se tím firma jistému nepřijatelnému riziku. Proto je logické si zřídit sklady, aby se této nepříjemné situaci dalo lehce vyhnout. Ovšem pokud dodavatel dodává pravidelně, má firma zbytečně naskladněný materiál. I toto se považuje za plýtvání.
- **Intelekt** – určité procesy vyžadují určitou kvalifikaci. Pokud před sebou máme úkol, který by byl schopen splnit i méně kvalifikovaný personál, potom zadržování více kvalifikovaných specialistů je právě plýtvání intelektem. [7]

3.2 Štíhlá výroba

Je to jiný název pro řízení a organizaci výroby. Již od počátků bylo nutno řídit a organizovat získávání potravy, výrobu prvních výrobků a zlepšovat procesy, produkty i jejich výrobní

technologie. V oblasti řízení a organizace výroby došlo v posledním století naší doby k velkým změnám. V dnešní době je velké zaměření na plně automatizovanou a sofistikovanou produkci, která musí být flexibilní a komplexní dle požadavku zákazníka. [8,9]

Štíhlá výroba vznikla v Japonsku ve firmě Toyota, kdy vedení společnosti považovalo za svou prioritu vyrábět co nejkvalitněji, nejefektivněji a s co nejmenším odpadem. Spolu s se štíhlou výrobou byl zaveden pojem Kaizen, což ve volném překladu znamená vylepšení, nebo změna k lepšímu a jeho podstatou je zjednodušení procesu se zvýšením efektivity. [10]

Štíhlá výroba je dnes velmi důležitý termín. Je to nejznámější a nejpoužívanější termín ve výrobních kruzích. Je to souhrn celkového zlepšování procesů, díky kterému můžeme zefektivnit všechny činnosti, které souvisí s výrobou. Ať už je to plýtvání, snaha snížit průběžnou dobu výroby, nebo snížit zásoby a náklady a zvýšit kvalitu. Vše za pomoci dovednosti a nástrojů průmyslového inženýrství. [1,8,9]

V době, kdy se vývoj produktů a procesů posunul od konkrétního procesu k logistickému systému, a ostatní firmy a podniky se dozvěděli o této koncepci, mnozí lidé se začali zamýšlet nad otázkami:

- Co se děje mezi procesy v době produkce?
- Jak jsou procesy ve firmách uspořádány?
- Jak funguje systém řetězce procesů? [8]

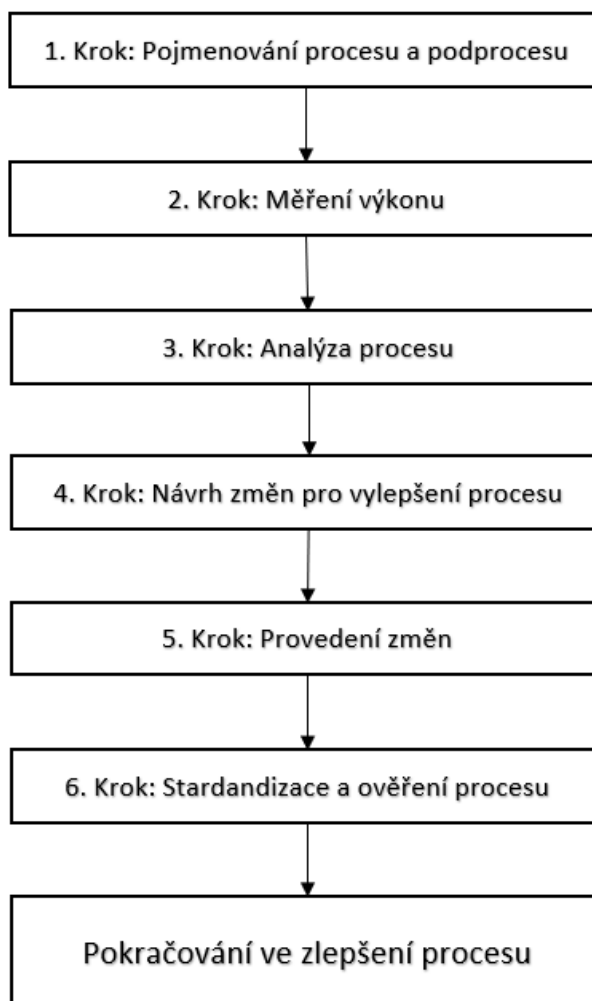
Přes všechny tyto otázky se dostali zakladatelé štíhlé výroby. Významný byl v této souvislosti i zlínský podnikatel Tomáš Baťa, který je považován za československého Forda. Podařilo se mu ne jenom vybudovat úspěšnou továrnu, ale také vytvořit systém, který byl založen na principech poctivého podnikání, dobrému přístupu k lidem, a využití potenciálu a silných stránek každého zaměstnance, který v jeho firmě pracoval. Symbióza lidí a technologií, kterou Tomáš Baťa vytvořil byla velmi unikátní, a dokonce ještě v dnešní době progresivní. [8]

3.2.1 Základní vývojové koncepce štíhlé výroby

Podstatná je oblast plánování a přípravy produktu. S tímto souvisí „5M“ organizace a řízení výroby:

- men (člověk),
- machines (stroj),
- method (metoda),

- material (materiál),
- money (peníze). [8]



Obr. 6. Kroky pro zlepšení a optimalizaci procesu [11]

Pro optimalizaci procesů a výroby musíme dokonale znát prostředí a jeho podmínky, kde se realizuje proces. Za zásadní oblasti, kterým se věnujeme jsou:

1. **Analýza a měření práce** – zde je cílem identifikovat a popsat práci, která je důležitá pro plánování, organizování a řízení činností, které dělá zaměstnanec nebo stroj.
2. **Zlepšování procesů** – v každém procesu je důležité zlepšovat současný stav. Podstatnou částí je zde motivovat pracovníky, aby se přímo účastnili na realizacích zlepšení procesů.
3. **Optimalizace layoutu (prostorového uspořádání)** – je zapotřebí aby dílny a pracoviště byly optimálně rozvrženy. Dobrý layout pracoviště umožňuje plynulý tok výroby. Součástí je i plynulý tok informací a materiálu.

4. **Optimalizace linek** – pro plynulý tok výroby musíme znát hodnotu toku, který nám na konci dá požadovaný výsledek. Je zde potřeba rozčlenění na produktivní a neproduktivní složky, což ovlivní celkovou produktivitu, výkon a efektivitu linky.
5. **Logistika** – zahrnuje činnosti, které přímo souvisí s výrobním procesem. Zkoumá důležité řetězce, které souvisí se zásobováním, výrobním cyklem a dodání výrobků zákazníkovi.
6. **Řízení projektu** – zde je popsán projekt, jeho cíle, vstupy, výstupy a postup práce.
7. **Hodnocení a motivace zaměstnanců** – motivování a odměňování pracovníků je velmi důležité pro funkční výrobní proces. Motivace přispívá k tomu, aby sami pracovníci hledali možnosti, jak proces vylepšit.
8. **Měření a zvyšování produktivity** – cílem k dosažení maximální produktivity je sledování využití strojů, zařízení a lidí, kteří se podílí na výrobním procesu.
9. **Audity, metody racionalizace** – zde patří například metody SMED nebo 5S. Společně s audity ukazují skutečnou výkonnost procesů a umožňují návrhy pro zlepšení produktivity.
10. **Ekonomika výrobních operací** – je zapotřebí velmi znát ekonomiku firmy. Ekonomika zahrnuje náklady a výnosy, které se podílí na výrobě a realizaci produktu.
11. **Kvalita** – je naprostým základem každé firmy. Díky vysoké kvalitě má firma možnost velmi dobře uspět na trhu. Dnes je velmi zaměřena na dosažení nulových chyb a eliminaci nekvality. [8]

3.3 Rychlé změny ve výrobě

Ve firmách se lidé snaží zvyšovat produktivitu snad každý den, jak z úrovně vedení, tak z úrovně provozu. Co se týče výrobních operací, více a více se zde setkáváme s využíváním metod průmyslového inženýrství. Bohužel režijní činnosti, i přes dnešní pokročilou dobu a znalost metod, bývají mnohdy opomíjeny, protože se přeci jen nezdají být tak důležité jako samotná výroba. Důležité režijní činnosti, jako je např. seřizování stroje, výměna nástrojů, nebo údržba, bývají mnohdy jedny z posledních míst, kde hledat významné zdroje pro snížení nákladů. Aby bylo dosaženo toho, že i na tyto místa bude brán zřetel, musí jak vedení, tak i obyčejní zaměstnanci přijmout nástroje a metody, které se ve světových firmách úspěšně využívají již dlouhou dobu, a tyto metody modifikovat na specifické podmínky. [12]

V roce 1913 vyšel článek, který napsal F.W.Harris. Tento článek měl název „Kolik dílů vyrábět najednou“ a věnoval se v něm problému velikosti ekonomické dávky, ve zkratce EOQ

(Economic Order Quantity). EOQ je dávka, která vychází z nákladů, které jsou způsobeny např. s prostoji, výměnou nástrojů nebo seřizováním. Dlouhou dobu byla tato metoda využívána, aniž by se snažili ji vylepšit nebo modifikovat. To je ovšem velká chyba, protože právě tato oblast je klíčem ke všem výrobním a pracovním systémům. [12]

Každé ukončení jedné činnosti a zahájení činnosti další, zpravidla jiné, vyžaduje vynaložení zvýšeného úsilí. Ve výrobě je to úsilí v podobě vynaložených nákladů a spotřebovaných zdrojů při prostoji. Pro snížení nákladů a zdrojů, máme v podstatě dvě možnosti:

- prodlužovat dobu bez změny,
- zkrátit dobu změny. [12]

Tradiční přístup ke změnám je postaven na jistých předpokladech, a to:

- seřizování je velmi podstatné,
- seřizování a výměně není věnována taková pozornost, jako je věnována hlavním operacím,
- neexistuje program, který by byl zaměřený, nebo vyhodnocoval změny a seřízení (např. trénink, cíle atd.),
- doba změn a seřizování se neměří a není důsledně vyhodnocována,
- seřizovat může pouze člověk, většinou již zkušený zaměstnanec, který má dostatečnou kvalifikaci,
- operátorům je během procesu seřizování přidělena jiná práce. [12]

Seřizování strojů a nástrojů a jejich výměna záleží na tom, jaký typ operace požadujeme a na jakém zařízení bude využíváno. Existuje obecný vzorec, který vypadá následovně:

- 30 % - čas který nám zabere příprava a kontrola jak materiálů, tak nástrojů.
- 5 % - čas potřebný pro výměnu nástrojů a montáž
- 15 % - čas využitý na seřízení polohy nástrojů a rozměrů
- 50 % - největší množství času zabere zkoušení a následné úpravy [13]

Ovšem pro mnoho podniků by dodržet tento proces znamenalo zastavit stroj, což následně zvyšuje výrobní náklady. Jelikož konkurence firem je čím dál větší, není možné používat tento tradiční systém, aniž by firma neutrpěla ztráty. Podle úvahy EOQ je dáno, že seřizování trvá dlouho. Je zde ovšem jednoduchý způsob, jak tento problém vyřešit, a to zvýšit velikost dávky. Pokud bude aplikována velká dávka, tak se čas i náklady rozloží a při výrobě velkého počtu kusů vypadají zcela nezávažně. To ale neplatí pro malé dávky, které jsou dnes ve

firmách mnohem častější. Nelze pochybovat o tom že metoda EOQ je v pořádku, co se týče teorie. Avšak tato metoda má kritické místo. Vůbec nepředpokládá, že čas při seřizování a změny může být dramaticky snížen. [12]

3.3.1 Plýtvání při změnách a seřizování

To že je možné zrychlení výměn většinou odhalí již první hrubá analýza. Pomocí technik průmyslového inženýrství se dá zjistit, že při seřizování a změnách dochází k plýtvání, a to hlavně plýtvání časem. Tento čas samozřejmě vychází z doby, kdy stroje a zařízení neppracují, to znamená že čím delší má stroj prostoje, tím více se spotřebovává času a tím více dochází k plýtvání. Z praxe by se daly uvést příklady jako:

- přesunutí nástrojů po zastavení stroje,
- hledání dílů a nářadí,
- zbytečný pohyb, či chůze pro potřebné věci,
- čekání u seřízeného stroje na uvolnění do výroby,
- příprava prostoru pro zastavení stroje. [12]

Toto byly příklady zjevného plýtvání, ovšem existují zde i plýtvání skrytá. Skryté plýtvání je často těžké odhalit a může k němu občas docházet i přes to, že bylo z procesu odstraněno, protože je často nezbytné např. utáhnout šroubu nebo nastavení pracovní výšky. Ke kategorizaci nebo popsání skrytých plýtvání při seřizování, je možné využít hlavní čtyři skupiny, které zachycují všechny významné druhy zjevného nebo skrytého plýtvání:

1. **Plýtvání při přípravě na výměnu** – jedná se například o hledání nástrojů a pomůcek na neuspořádaných místech, hledání kontrolních přípravků a kontroly specifikací a postupů během výměny.
2. **Plýtvání při montáži, demontáži** – plýtvání se projevuje např. utahováním a povolováním šroubů, vkládáním a vykládáním pracovních podložek, čekáním, kdy jeden pracovník čeká na druhého atd.
3. **Plýtvání při seřizování, doseřizování (zkušební kusy)** – zde je za plýtvání považován každý zbytečný pohyb. Tyto pohyby bývají často opakované a vyskytují se v podobě doumístění nástrojů, nastavení pracovních výšek, doseřízení manipulátorů apod. Velmi často zde bývá i plýtvání materiálem, kdy se na stroji zkouší na zkušebních kusech, které jsou posléze již nepoužitelné. Navíc tyhle zkoušky probíhají tzv. „na náhodu“.

4. **Plýtvání při rozběhu již seřizovaného stroje** – vyskytuje se v podobě čekání, kdy zaměstnanec čeká, u již seřizovaného stroje, na povolení začít na něm vyrábět od nadřizovaného nebo vedoucího. Toto čekání může být i několikanásobek doby seřizování a změny. [12]

3.4 Metoda SMED

Zkratka SMED - Single Minute Exchange of Dies, ve volném překladu znamená přenastavení stroje v co nejkratším čase. Je to jedna z hlavních metod průmyslového inženýrství. Jejím cílem je snížit přenastavení a přetypování strojů v co nejkratším čase. [10]

Celý postup této metody vychází z důkladné analýzy přetypování, která se provádí přímo na pracovišti, nejčastěji pozorováním a následným detailním rozbořem činností, které byly vykonávány během procesu přetypování. [14]

3.4.1 Historie SMED

Během let 1970 až 1980 byli světoví výrobci aut překvapeni kvalitou a cenou japonských aut. Chtěli porozumět tajemství, díky kterému byli Japonci tak úspěšní. Naneštěstí bylo velmi málo literatury, která by toto tajemství popisovala v angličtině, nebo nebyla vůbec žádná. S tímto problémem jim pomohl japonský konzultant Shigeo Shingo, který metodu vymyslel a následně ji aplikoval v Toyotě, kde snížil přetypování ze 4 hodin na neuvěřitelných 9 minut. Shingo se přestěhoval do Spojených států, kde začal dávat své rady ohledně štíhlé výroby. Zde zdokonalil svou metodu rychlé výměny a zároveň ji pojmenoval SMED. [15]

3.4.2 Koncepce metody SMED

Koncepce metody SMED je rozdělena do čtyř fází a to konkrétně:

- **Předběžná fáze – operace nejsou rozlišeny na interní a externí**

Při klasickém přístupu nejsou operace rozděleny na externí a interní. To má za následek že operace, které by mohly být externí se provádí jako interní. V takovém případě nám stroj či zařízení zůstává v nečinnosti po delší dobu, než je skutečně nutné. Pro určení, které operace budou externí a které interní, je zapotřebí velmi dobře znát pracoviště a

činnosti které se na něm dějí při přetypování. Nejlepší možnost, jak určit operace je pomocí videozáznamu. Pokud se záznam ukáže pracovníkům, tak i oni sami můžou podat užitečné návrhy, jak operace provádět. [13]

- **První fáze – operace jsou rozděleny na interní a externí**

Zde je důležité abychom rozdělili operace na interní a externí. Činnosti jako je příprava náradí a nástrojů, údržba apod. by měly být vykonávány v době, kdy je stroj v chodu. Bohužel se tak mnohdy neděje a operace se provádí až po zastavení stroje či zařízení. Díky použití správné analýzy se dá zjistit, že pokud převedeme určité operace z interních na externí, může se tím zkrátit čas seřízení o 30–50 %. [13]

- **Druhá fáze – převedení operací interních na externí**

Pro převedení činností se musí dodržet dvě důležité věci:

- kontrolu, aby nedošlo k nesprávnému hodnocení operací, tím pádem by byly jisté operace nesprávně hodnoceny jako interní,
- najít způsob, jak převést dané operace na externí.

Interní operace můžou být velmi často převedeny na externí. Nejčastěji se na ně přijde opětovným zkoumáním a při jejich objevení je důležité se na ně dívat novým způsobem, protože jinak zůstanou nezměněny. [13]

- **Třetí fáze – snaha zefektivnit všechny aspekty**

Převedením operací interních na externí se získá relativně velká úspora času. V této poslední fázi je potřeba se detailně zaměřit na zkoumání starých i převedených činností a hledání jejich dalšího zefektivnění. Druhá a třetí fáze můžou být prováděny i současně, nejen odděleně. [13]

S dodržáním, nebo dokonce vylepšením těchto kroků úzce souvisí obecné desatero rychlé změny:

1. seřizování a výměna jsou plýtvání,
2. nic není nemožné,
3. zkrácení času při seřízení je práce týmu,
4. je potřeba standardizovat proces seřízení,
5. nejlepšími argumenty jsou videozáznamy a analýza přímo na pracovišti,
6. nástroje a pomůcky musí být připraveny předem,
7. při výměně nikam nechodit, všechny pohyby dělají jen ruce,

8. využít rychloupínací pomůcky, každé otočení šroubem stojí čas,
9. nastavení polohy odhadem je třeba nahradit řádným označením, či dorazy,
10. je potřeba trénovat rychlou výměnu a snažit se snižovat časy. [16]

3.4.3 Zavádění metody SMED v praxi

1. Identifikace úzkého místa

Pro vykonání metody SMED se obecně vybírá proces, který je časově nejnáročnější. [14]

2. Vytvoření videosnímku při přetypování

Pomocí videokamery zaznamenáme celý proces přetypování. To znamená že na videu je možno sledovat jednotlivé úkony, které pracovníci vykonávají. V praxi se rozeznávají dva druhy přetypování:

- Jednoduché přetypování – přetypování samostatně fungujícího stroje, kde přetypování může vykonat jeden, nebo více pracovníků.
- Složitě přetypování – přetypování výrobní linky, kde přetypování provádí více pracovníků současně, nebo postupně na jednotlivých částech linky. [14]

Při jednoduchém přetypování je operátor pozorován, resp. nahráván. Všechny jeho činnosti se nahlas komentují, aby byla lehčí následná analýza videa. Kdežto u složitě přetypování je zapotřebí skvělé organizace a přípravy, aby byl zaznamenán celý proces, který může být prováděn na více místech linky současně. Při nedostatku technických prostředků může být záznam pořízen pomocí formuláře a stopek. [14]

3. Analýza videosnímku přetypování

Analýza spočívá v tom, že se přehrává video, které bylo pořízeno při pozorování pracovníka při přetypování. Přehrává se činnost po činnosti a probíhá jejich zápis do SMED formuláře. Ke každé činnosti se zapíše její trvání, počet pracovníků, kteří se na činnosti podíleli, klasifikace činností externích a interních a použité nářadí, či pomůcky. Dále se vyhotoví grafy, kde se porovnávají externí a interní činnosti. [14]

4. Realizace metodiky SMED

Po analýze snímků se postupuje k optimalizaci celého postupu. Velmi důležité v tomto bodě jsou identifikace míst, kde je příležitost ke zlepšení celého postupu:

- interní a externí činnosti přetypování,

- přidaná hodnota a plýtvání,
- druhy plýtvání při přetypování,
- normální a abnormální stavy,
- technologie stroje a potenciál úpravy. [14]

Tým prochází jednotlivé činnosti podle SMED formuláře a hledá řešení, jak danou činnost vykonávat efektivněji. Při analýze se tým zastaví u každé činnosti a snaží se odpovědět na otázky, které by mohly zefektivnit výrobu. [14]

5. Definice a realizace nápravných opatření

Pro zlepšení původního postupu je nutné pozměnit některé činnosti, nebo postupy, popř. je nahradit jinými. Všechny tyto poznatky se zaznamenávají během realizace, protože bez fyzické realizace nelze dosáhnout výsledku, který je žádaný. Většinou se zadají termíny, kdy má být fyzická změna realizována, protože u těchto změn musí být přítomni pracovníci kteří na daném pracovišti operují a zároveň nesmí být v tomto termínu porušen harmonogram výroby. [14]

6. Příprava a trénink pro ověření nového postupu

Cílem je zde prakticky ověřit nový teoretický postup. Začíná se ověřením věcí, jako je např.: použití přípravků a pomůcek, logické návaznosti v pracovním postupu, měření délky činnosti či případná korekce postupu. Zároveň začíná jakýsi trénink. Trénink je vhodný pro školení pracovníků, co se nově zavedených metod týče. Pro přípravu tréninku se musí určit jasný cíl, kterého má být dosaženo a musí se pro něj sestavit vhodný tým z pracovníků. Při tréninku, který probíhá více než jednou, se také objevují v procesu znovu a znovu drobnosti, které pracovníci podchytí a můžou je na místě zlepšit. [14]

7. Standardizace přetypování

Trénink ukázal všechny nedostatky, které by se mohly v nově navrženém systému objevovat, ale hlavně ukázal, zda je nový postup opravdu proveditelný a zároveň efektivnější než ten předešlý. Dále se musí tento nový postup standardizovat, aby byl proveditelný pro jiný tým, než původní „tréninkový“. Je to z toho důvodu že na zefektivněném místě nebudou působit pouze pracovníci, díky kterým byla metoda aplikována, ale i jiní a je potřeba aby tito noví pracovníci dokázali fungovat stejně a mít při tom stejné výsledky. [14]

3.4.4 Přínosy a rizika metody SMED

Přínosy

Díky aplikaci metody SMED je možné pozorovat na pracovišti různé změny a zlepšení jako např.:

- velké snížení času pro seřízení,
- obecné zlepšení organizace, synchronizace, komunikace a výrobního procesu celkově,
- eliminace ztrát na výrobním zařízení,
- snížení doby výroby,
- snížení chyb při seřizování,
- dosažení lepší jakosti,
- zvýšení bezpečnosti práce,
- menší zásoby dílů a příslušenství,
- seřizování strojů provádí obsluha. [6]

Obecně nám tato aplikace přinese vyšší produktivitu, což znamená lepší výrobní kapacitu a lepší prosperitu firmy.

Rizika a omezení

Avšak kromě výhod a kladných stránek má tato metoda svá omezení, na která musí být brán velký zřetel ještě před tím, než se začne SMED využívat. Jsou to věci jako:

- špatný výběr – zřídka vykonávané operace, nebo výběr stroje, který není úzkým místem,
- příliš nízké cíle – např. snížení času pouze o zlomek možného snížení,
- dosažení teoretických výsledků, které není možné aplikovat v praxi,
- snaha zlepšení efektivity stroje, který je omezen technickými limity,
- množství financí, potřebných pro provedení změny,
- návrhy změn, kdy nejsou do procesu zapojeni lidé, kterých se proces přímo týká. [6]

3.5 Metoda „5S“

Jde o pět principů pracoviště. „5S“ se metoda nazývá proto, že vychází z pěti japonských slov což jsou:

- seiri – úklid,
- seiton – pořádek,
- seiso – čištění,
- seiketsu – kontrola a standardizace,
- shitsuke – disciplína, výcvik. [17]

Praktická náplň těchto činností je:

1. **Pořádek a organizace** – říká, že na pracovišti zůstávají jen potřebné věci a pro ostatní je tu sklad.
2. **Uspořádání** – spočívá v tom mít předměty uspořádané tak, aby každý věděl, kde je nalezne a je možné je okamžitě používat.
3. **Čistota** – na pracovišti je potřeba udržovat čistotu ne jenom kvůli údržbě strojů a pracoviště, ale také kvůli bezpečnosti.
4. **Úklid** – je stav, kdy už předchozí body plně fungují, jsou udržovány a stav je kontrolován. Zároveň to znamená že informace o pracovišti jsou na dostupném místě.
5. **Disciplína** – Dodržování výše uvedených bodů. [17]

U této metody se neustále provádí kontroly. Zaměstnanci mohou být při správném plnění např. finančně odměněni, ale v opačném případě taky pokutováni. Tento program, ač se zdá být jednoduchý, je velmi důležitý, protože pracoviště pod metodou 5S působí čistě a velmi dobrým dojmem. Ne v každém provozu může být tato metoda aplikována, ale přinejmenším může být aplikována do kanceláří. [17]

4 TECHNOLOGIE

Ve výrobě je potřeba dosahovat co největší efektivity. Na výrobky jsou kladený čím dál větší požadavky a kvůli těmto požadavkům je potřeba inovovat výrobní procesy tak, aby byla efektivita zachována, nebo v lepším případě zvýšena. Pro dosažení inovace a maximální efektivity je potřebný soulad mezi jednotlivými výrobními prvky. Právě těmto problémům se věnuje obor zvaný technologie. Tento obor se ve strojírenství stal předpokladem pro úspěšnou konkurenceschopnost a pomáhá nalézt optimální směr výroby. [19]

Technologie má řadu metod, díky kterým lze dosáhnout vlastností výrobku, jaké požadujeme jako. Technolog volí takovou metodu, která je za daných podmínek nejvíce optimální. Na základě optimálně zvolené metody a zařízení, vypracuje technolog konkrétní výrobní postup. Při tomto sestavování musí brát technolog zřetel na návaznost tak, aby byl výrobní proces co nejvíce efektivní a produktivní. [19]

4.1 Technická příprava výroby

Je to souhrn opatření a činností, které se zaměřují na dokumentace technologické, konstrukční, projektové a materiálně technické vybavení výrobního procesu. Tato příprava by měla využívat takových řešení, aby s jejich pomocí bylo dosaženo maximální produktivity a maximálního využití energií a pracovních sil. [19]

K dodržení těchto řešení je potřeba respektovat vzájemné vztahy a návaznosti co se týče konstrukce, technologie a organizace výrobního procesu. Základním a nutným předpokladem k provedení změn je co nejrychlejší přizpůsobení podkladů, zdrojů a vybavení té nejvýhodnější variantě. Koordinačním prvkem je v technické přípravě výroby je technologická příprava výroby, ve které jsou vzájemně propojeny konstrukce, technologie a projekt, tj. časová struktura procesu, plánování, organizace a řízení. Technická příprava výroby se dělí na:

- technologickou přípravu výroby,
- projektovou přípravu výroby,
- konstrukční přípravu výroby. [19]

4.1.1 Technologická příprava výroby

Je to příprava, která se může popsat jako souhrn všech činností zaměřených na zpracování dokumentace a podkladů, stroje, nářadí a přípravků. Výrobní dokumentace obsahuje technické, organizační a ekonomické informace, které vedou k tomu, aby byla výroba prováděna racionálně z hlediska navrhovaných postupů technologických, manipulačních, organizačních atd. [19]

4.1.2 Projektová příprava výroby

Tato příprava řeší především otázky, které se týkají času a prostorové organizace z hlediska požadovaných cílů projektu. To znamená, že především vymezuje vztahy mezi jednotlivými prvky výroby, co se týče nároků na časové, pracovní, manipulační a jiné činnosti, které jsou nezbytné, aby výrobní proces fungoval racionálně. Kvůli různorodosti činností, proto by měla probíhat ve spolupráci s různými specialisty. [19]

4.1.3 Spolupráce mezi technologickou a projektovou přípravou výroby

Obě tyto přípravy velmi ovlivňují technickou a organizační úroveň výroby. Hlavně z hlediska úspory práce, zvyšování produktivity a logického využití všech energetických a materiálových zdrojů, výrobních prostředků, ploch atd. Spolupráce mezi těmito přípravami se zaměřuje hlavně na problémy struktur časových, profesních a prostorových, a to z důvodu rozvoje výrobně technické základny. [19]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Cílem praktické části bakalářské práce je popis pracoviště a stroje, na kterém seřízení probíhá s následným zkoumáním seřízení, které je rozděleno do dvou operací. Seřízení obou operací je zkoumáno před aplikací metody SMED (současný stav seřízení), a to pomocí videokamery přímo v provozu a následná aplikace metody SMED na toto seřízení, což obnáší redukování činností bez přidané hodnoty. Cílem je snížení času seřízení alespoň o 15 % původního času.

Zásady pro vypracování bakalářské práce jsou:

- Vypracování literární rešerše na dané téma
- Popis a funkce zařízení
- Aplikace metody SMED
- Zhodnocení navržených řešení

6 SPOLEČNOST TES VSETÍN S.R.O.

V následující kapitole je seznámení s firmou TES Vsetín s.r.o. dále jen TES či firma, ve které byla realizována praktická část bakalářské práce.

Tato firma, která má již stoletou tradici, se soustřeďuje hlavně na výrobu elektrických strojů, pohonů a ostatních komponentů. Může se chlubit svým vlastním vývojem a flexibilitou co se týče přání zákazníka, proto je výroba této firmy malosériová nebo kusová. Rozloha firmy je přibližně 100 000 m² a zaměstnává okolo 700 zaměstnanců, dle aktuálního počtu přijatých zakázek.



Obr. 7. Logo firmy [20]

Díky vlastnímu vývoji jak v konstrukci, tak v technologii je dnes TES jedním z hlavních výrobců generátorů pro vodní a větrné elektrárny na světovém trhu. Produkty odebírají firmy z celého světa, ze zemí jako např. Německo, Norsko, Švédsko nebo Kanada. [20]

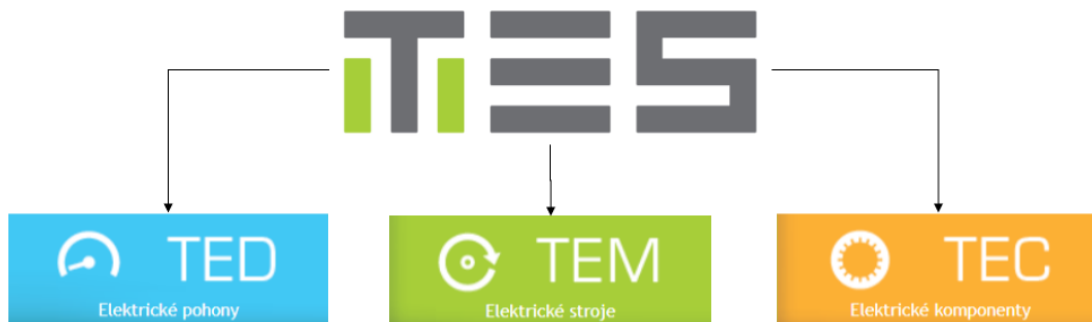


Obr. 8. Mapa působení firmy TES [20]

6.1 Struktura

Společnost TES je dělena do tří různých divizí:

- TEC – elektrické komponenty,
- TEM – elektrické stroje,
- TED – elektrické pohony [20]



Obr. 9. Struktura společnosti [20]

Rozdělení je z důvodů odlišné produkce. Každá z divizí má na své produkty rozdílné přidávané hodnoty pro zákazníka. To znamená, že z každé divize můžou putovat výrobky buď k zákazníkovi, nebo do další divize, kde jsou použity pro výrobu složitějších celků. Základem jsou elektrické komponenty, ze kterých mohou vznikat elektrické stroje a ty mohou být v návaznosti použity na elektrické pohony.

6.2 Výroba a produkty

Mezi hlavní produkty firmy patří synchronní generátory. Jejich základní rozdělení je:

- GSH – s hladkým rotorem,
- GSV – s vyniklými póly,
- GSP – s permanentními magnety. [20]

Malé vodní elektrárny

Vyrábějí se v typech GSH, GSV i GSP. Charakteristické je pro ně robustní konstrukce s vynikajícími parametry a také vysokou účinností. Další věc, kterou se vyznačují je vysoká spolehlivost, kombinována s inovacemi, což znamená ekonomicky výhodné řešení. Díky stále rozvíjejícím se konstrukčním řešením, mohou dosahovat čím dál větších výkonů, v současnosti až 30 000 kVA. Dlouholeté zkušenosti ve výrobě generátorů zaručují výrobu ekologicky čisté energie. [20]

Vítr

Synchronní generátory pro větrné elektrárny se vyrábí v typech GSV a GSP. Tyto generátory nedávno prošly optimalizací pro výkony do 30 000 kVA. Vyznačují se vysokou účinností a dokonalou regulací otáček. Typ GSP je poměrnou novinkou, kdy díky speciálně řešené a pokročilé konstrukci je stroj až o 30 % lehčí než stroje s vinutým rotorem. Stroje jsou kompatibilní se sítí a napájení zajišťují frekvenční měniče. [20]

Lodě

Generátory pro lodní dopravu mají širokou škálu využití. Mohou se používat pro tankery, zásobovací lodě, víceúčelové nákladní lodě nebo trajekty. Vyrábějí se v typech GSH, GSV a GSP. Konkrétní využití u lodí může být pro napájení sítě, do řídicích systémů, nouzové napájení nebo pro pomocné pohony. Stroje jsou určeny pro paralelní chod nebo ostrovní provoz. [20]

Ovšem firma má širší škálu výroby než pouze výše zmíněné produkty. Kromě vodní a větrné energie a lodní dopravy vyrábí také komponenty a stroje pro jaderné elektrárny, stavební průmysl, ocelářský průmysl a pro železnice a trakce, jako např. motory a generátory pro lokomotivy. Kromě samotné výroby poskytuje firma i služby jako servis, nebo renovaci a modernizaci strojů. [20]

7 SOUČASNÝ STAV (CHARAKTERISTIKA STROJE, VÝROBKU A PRACOVNÍHO MÍSTĚ)

V této kapitole je rozebírán stroj, na kterém probíhají zkoumané operace, dále charakteristika výrobku, na který je stroj seřizován a layout pracoviště.

7.1 Charakteristika stroje

Pro analýzu byl vybrán stroj WH 10 CNC dále jen stroj, od firmy TOS VARNSDHORF a.s. Je to vodorovná stolová vyvrtávačka s výsuvným pracovním vřetenem o průměru 100 mm a nosností stolu max 3000 kg. Je plně souvisle řízen ve čtyřech osách (X, Y, Z, W). Otáčení stolu je prováděno CNC řízením polohy (B). [21]

Optimálně dimenzovaná konstrukce stroje je z šedé litiny a skládá se z pevného stojanu, dále se skládá z podélného lože, po kterém se pohybuje příčné lože, na kterém je otočně uložený stůl. [18]

Stroj je určen pro univerzální třískové obrábění a technologicky náročné operace nerotačních obrobků, spíše malých velikostí a hmotností, které mohou být např. z litiny nebo oceli. Přesné obrábění probíhá díky tuhé konstrukci výborně tlumící chvění, dostatečně dimenzovaným pohonům a přesnému vedení s vymezením vůlí. [21]

Technické parametry

Vřeteník:

- průměr pracovního vřetená: 100 mm,
- kuželová dutina pracovního vřetená: ISO 50,
- rozsah otáček pracovního vřetená: 10-2500 1/min,
- jmenovitý výkon hlavního motoru S1/S6: 20/25 kW,
- jmenovitý kroutící moment na vřetená S1/S6: 1640/2050 Nm
- výsuv pracovního vřetená: 710 mm [21]

Stojan:

- svislé přestavené vřeteníku Y: 1100 mm
- podélné přestavení stolu Z: 940 mm

Otočný stůl:

- příčné přestavení stolu X: 1250 mm

- maximální hmotnost obrobku: 3000 kg
- rozměry upínací plochy stolu: 1000 x 1120 mm [21]

Posuvy:

- rozsah posuvů (pracovní a rychloposuv) X, Y, Z, W: 4–8000 mm/min
- rozsah posuvů (pracovní a rychloposuv) B: 0,003-2 1/min [21]



Obr. 10. Vodorovná stolová vyvrtávačka WH 10 CNC

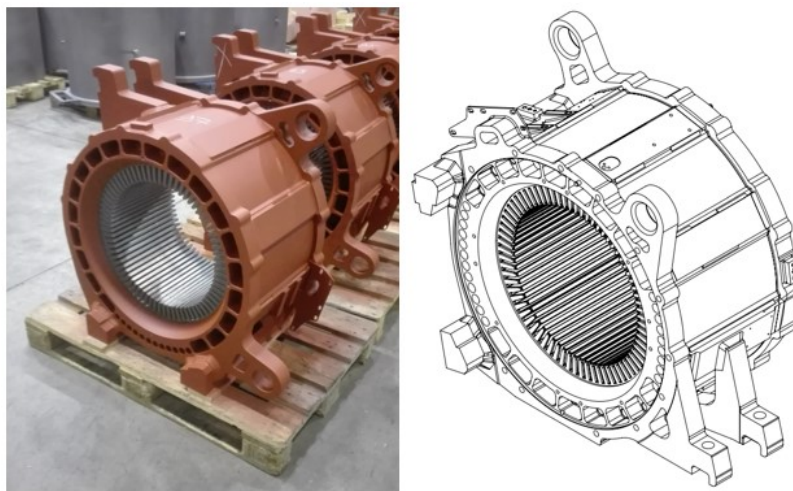
7.2 Charakteristika výrobku

Obráběná součástka nazývaná stator, je vyráběna firmou TES pro firmu ABB Traction, která sídlí ve Švédsku. Je to jeden z hlavních a klíčových odběratelů. Firma ABB se zaměřuje hlavně na výrobu trakčních pohonů pro kolejové vozidla.

Obráběný stator je tvarově složitý, členitý, svařovaný díl, který má velikost přibližně 0,8 x 0,8 metrů a váží kolem jedné tuny. Vyrábí se svařováním několika komponentů, které jsou před svařením opracovávány z důvodu vytvoření prostoru pro kvalitní svar. Tělo statoru tvoří paket, který je slisován ze 700 kusů statorových plechů o tloušťce 0,5mm. Tento paket je na obou čelech stažen pomocí stahovacích kruhů, které jsou vyrobeny z konstrukční oceli. Kruhy po obvodu zajišťují boční desky, které jsou vyrobeny taktéž z konstrukční oceli. Další součásti jsou postupně navařovány, dokud nevznikne jeden celek.

Po svaření a očištění je stator nastříkán základním nátěrem a dalším technologickým postupem je obrábění na výše zmíněném stroji, které probíhá ve dvou operacích, které budou dále rozebírány v další kapitole.

Po dokončení obráběcích operací je stator odjehlen a očištěn od třísek a kapalin. Následuje kontrolní 3D měření a pokud je kus v pořádku, tzn. splňuje požadovanou kvalitu a rozměry, je odeslán do další divize, kde je provedeno navíjení a následně je výrobek odeslán k zákazníkovi, kde probíhá samotná montáž a další operace díky kterým dosáhne stator finální podoby trakčního stroje.



Obr. 11. Obráběný výrobek (stator)

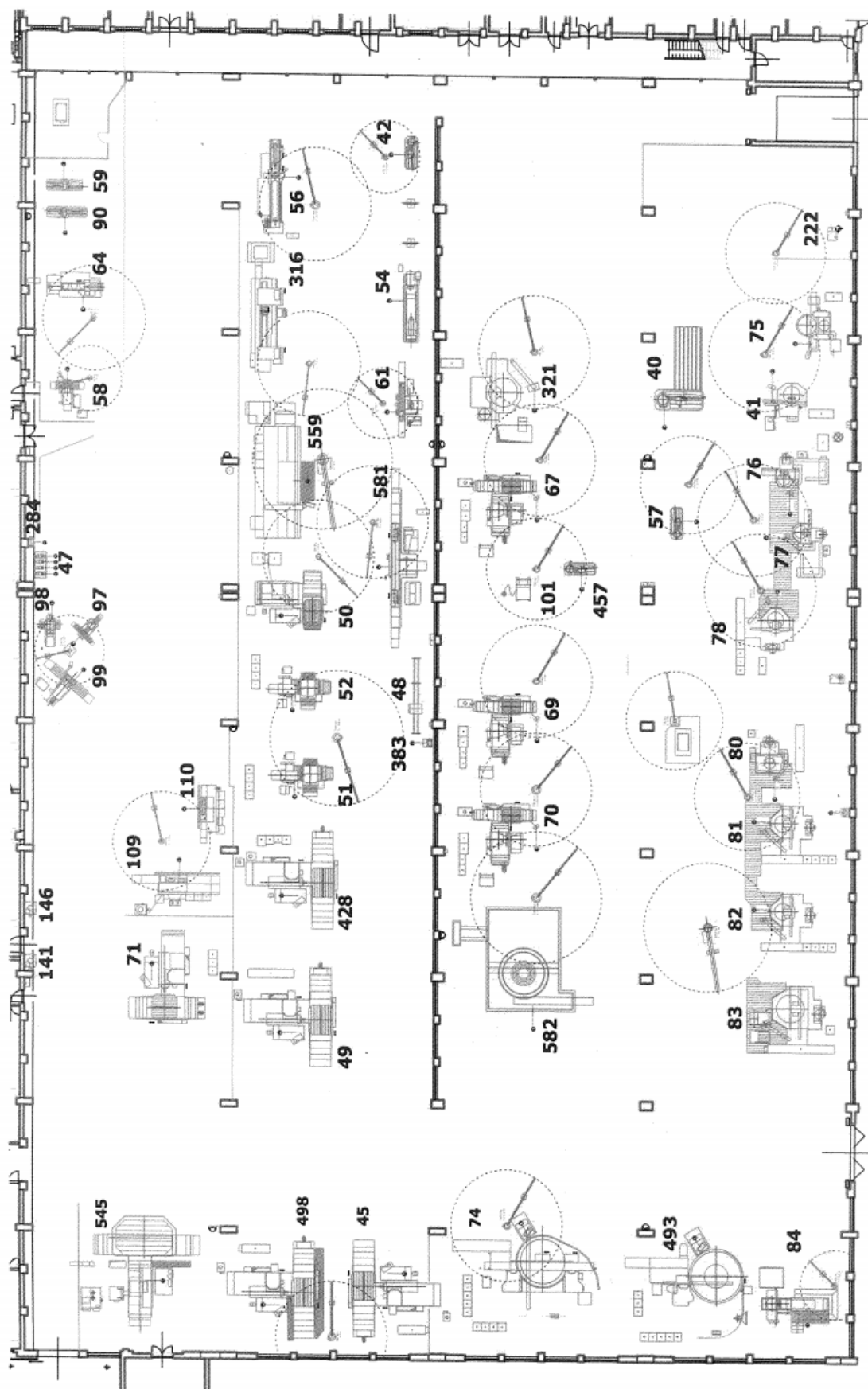
7.3 Charakteristika pracoviště

Společnost TES má několik výrobních hal. Stroj, na kterém provádím praktickou část se nachází na hale, která se nazývá obrobna. Tato hala má celkem čtyři výrobní části:

- Malá obrobna – výrobky do 5 tun,
- Velká obrobna – výrobky do 15 tun,
- Výroba hřídelí,
- Výroba drobných dílů.

Součástí haly je také sklad, výdejna a nachází se zde taky administrativní úseky (kanceláře mistrů, vedoucího výroby, konstrukce a technologie).

Stroj, na kterém provádíme práci a pozorování je v umístěn v části malá obrobna Na layoutu má označení č. 52.



Obr. 12. Layout výrobní haly [22]

8 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU (SEŘIZOVÁNÍ STROJE A UPÍNÁNÍ OBROBKU)

V této kapitole je popsán současný stav seřízení stroje a následné zefektivnění seřízení pomocí metody SMED. Dále zde bude prezentována aplikovaná úspora a jak bylo úspory dosaženo.

Využity budou především tyto metody:

- Videozáznam (SMED),
- metoda 5S,

Nejdůležitější z těchto metod je videozáznam, kdy byl postup seřízení natáčen na videokameru přímo v provozu. Pomocí tohoto videozáznamu jsem mohl později přesně určit jaké činnosti pracovník dělal, proč je dělal a získat přesné časové údaje o činnostech. Díky tomu jsem mohl provést analýzu pracovních činností a navrhnout opatření pro získání úspory.

Pro další rozdělení rozdělní operací je nutné definovat dva pojmy a to:

- Tbc čas,
- Tac čas.

Tbc čas (Time batch corrected) je normovaný dávkový čas. Je to čas přípravný, který je potřeba aby byla provedena operace (seřízení) a určuje se pro celou výrobní dávku.

Tac čas (Time amplitude corrected) je normovaný kusový čas. Určuje nám čas, který je potřebný k provedení operace na jednom kusu.

Ve výše zmíněném videozáznamu byl sledován čas Tbc a částečně čas Tac. Do času Tac patří upínání výrobku a obrábění. Proto jsem byl sledován jen částečně, protože z Tac času je řešeno pouze upínání obrobku a tím pádem je obrábění irelevantní.

8.1 Současný stav seřízení stroje a upínání obrobku

V současné době se vyrábí jedna dávka týdně, kdy v jedné dávce se vyrábí čtyři kusy. Obrábění statoru, jak už bylo zmíněno dříve probíhá ve dvou operacích:

- Operace č. 1 – Obrábění patek statoru,
- Operace č. 2 – Obrábění rámu statoru.

8.1.1 Operace č. 1 – Obrábění patek statoru

První operace začíná předáním výrobní dokumentace od mistra obsluhy stroje. Dle dokumentace jsou obsluhou obráběcího stroje vychystány potřebné nástroje a pomůcky pro obrábění daného obrobku. Jakmile má pracovník všechny potřebné nástroje a pomůcky, je zahájena samotná operace seřízení. Nejdříve je očištěn pracovní stůl stroje hadrem, aby mohl být dobře usazen první přípravek pro obrábění.

Jakmile je stůl očištěn, jsou použita nosná oka, která jsou přišroubována na první přípravek a poté následuje zabezpečení jeřábu. Po tom, co je jeřáb zabezpečen u přípravku, je přípravek zavěšen na jeřáb pomocí nosných ok. Po zvednutí přípravku je důkladně očištěn a usazen na pracovní stůl stroje. Po usazení je přípravek odepnut z jeřábu, tak je jeřáb posunut pryč z pracoviště a pomocí upínek je přípravek upnut k pracovnímu stolu stroje. Upínky jsou jen lehce dotaženy, aby bylo snadné následné dorovnání přípravku do osy s vřetenem. Po ustavení a lehkém dotažení přípravku na pracovní stůl stroje, si vezme pracovník sondu, která je upnuta do vřetene stroje a následně je vyrovnáván přípravek, aby splňoval rovinnost s vřetenem. Pro dosažení rovinnosti je na přípravek poklepáno hliníkovým kladívkem a zároveň jsou kontrolovány hodnoty, které zobrazuje sonda. Jakmile je rovinnost splněna, je provedeno dotažení upínek, vytažení sondy z vřetene stroje a upnutí obráběcího nástroje. Poté je na obrobek uvázáno nosné lano.



Obr. 13. Změna polohy obrobku pomocí nosného lana

Obrobek je nutné přetočit z horizontální polohy do vertikální, a to může být provedeno pouze pomocí nosného lana z důvodu, že na obrobku nejsou pro vertikální polohu žádné

manipulační otvory, které by byly vhodné pro změnu polohy. Po upnutí lana na obrobek je pomocí jeřábu změněna poloha satoru na požadovaný stav. Následně je lano odepnuto od jeřábu a odvázáno z obrobku. Dále je obrobek uchycen ve správné poloze na jeřáb pomocí manipulačních háčku zaháknutých do manipulačních otvorů



Obr. 14. Přemístění obrobku ve správné poloze nad přípravek

a přemístěn na přípravek upnutý na pracovním stole stroje. Do správné horizontální polohy byl obrobek předělán z důvodu upnutí na trn přípravku skrz díru ve středu obrobku. Po ustavení obrobku na přípravek, jsou odepnuty manipulační háčky a s jeřábem se odjede mimo pracoviště.



Obr. 15. Usazení obrobku na přípravku

Následně si pracovník vezme ze skříně klíč, a roztažením přípravku upne obrobek na přípravku.



Obr. 16. Utahování obrobku na přípravku

Poté je spuštěno samotné obrábění. Po obrobení celé dávky jsou uschovány do skříně pracovní nástroje a pomůcky a do výdejny je vráceno vypůjčené nářadí. V dalším kroku je povolen poslední kus a pomocí jeřábu a manipulačních háčků je přesunut z přípravku na paletu. Přípravek je očištěn na pracovním stole pomocí vzduchu, čistícího magnetu a hadru.



Obr. 17. Čištění pracovního stolu

Pomocí klíče jsou povoleny upínky, které drží přípravek připevněný k pracovnímu stolu stroje a proběhne čištění zbylých špon pomocí vzduchu jak z upínek, tak z přípravku a pracovního stolu stroje. Upínky jsou uschovány do skříně a jeřáb je přesunut první přípravek na paletu, přičemž během přesouvání je ještě očištěn vzduchem a hadrem ze spodní strany. Jakmile je první přípravek položen na paletu a odepnut z jeřábu, obsluha stroje odšroubuje z přípravku nosné oka pro další použití.

8.1.2 Operace č. 2 – obrábění rámu satoru

Operace č. 2 začíná v momentě, kdy obsluha stroje začne šroubovat nosné oka na druhý přípravek, což proběhne hned po odšroubování nosných ok z prvního přípravku. Poté je zajištěn jeřáb, kterým je přesunut nad druhý přípravek a pomocí nosných ok je zvednut. Přípravek je očištěn hlavně ze spodní dosedové strany a lehce z horní strany. Dále je ze skříně zajištěn středící usazovací přípravek, který je očištěn hadrem a poté usazen do pracovního stolu stroje. Kladívkem je doklepán, aby v pracovním stole stroje dosedl.



Obr. 18. Usazování středícího přípravku

Po usazení středícího přípravku je pečlivě dočištěn pracovní stůl stroje hadrem, aby měl čistou plochu pro přípravek. Po čištění jde pracovník k ovládání jeřábu, aby mohl být druhý přípravek přemístěn na pracovní stůl stroje, kde je usazen na usazovací středící přípravek. Poté je z jeřábu odepnut a jeřáb je přesunut mimo pracoviště.



Obr. 19. Usazení a čištění druhého přípravku

Poté jsou použity upínky, pomocí kterých je přípravek zatím jen lehce upnut pracovnímu stolu stroje. Po lehkém upnutí jsou z druhého přípravku odšroubována nosné oka, která jsou odložena na dílenský stůl. Dále je použita sonda pro kontrolu rovinnosti, která je uložena do vřetene stroje. Stejně jako v první operaci byly upínky dotaženy jen lehce, aby při vyrovnání přípravku do roviny s osou vřetene mohla být upravena poloha přípravku pomocí poklepáním kladívkem. Po vyrovnání přípravku s osou vřetene jsou dotaženy upínky a je provedena finální kontrola rovinnosti. Po této kontrole je sonda vyjmuta z vřetene stroje a odnesena do skříně, jsou posbírány pracovní pomůcky jako např. kladívko a klíč, jsou odneseny na dílenský stůl a přípravek je očištěn od špon a nečistot pomocí vzduchu a hadru. Po této činnosti je použito nosné lano, které je uvázáno na obrobek. Výrobek je v horizontální poloze z předchozí operace, takže si jej pracovník pomocí jeřábu otočí do potřebné vertikální polohy. Poté je lano odvázáno a obrobek je ve správné poloze upnut na jeřáb a zvednut. Když je obrobek zvednutý pomocí jeřábu, tak jsou pomocí pilníku odjehleny patky obrobku, aby obrobek dobře dosedl do přípravku upnutém na pracovním stole stroje.



Obr. 20. Ojehlení obrobku

Po odjehlení je obrobek usazen na přípravek a upnut pomocí bočních a spodních šroubů. Po upnutí obrobku na přípravek jsou vychystány potřebné obráběcí nástroje, kdy po vychystání je první upnut do vřetene stroje a je spuštěno obrábění. Po obrobení celé dávky je vzduchem nahrubo očištěn obrobek upnutý na přípravku, vytáhnout obráběcí nástroj z vřetene stroje a je odložen ho na dílenský stůl. Po vyjmutí obráběcího nástroje z vřetene stroje jsou povoleny spodní a boční šrouby na přípravku, které drží obrobek. Po povolení šroubů je zajištěn jeřáb. Obrobek je upnut na jeřáb a přemístěn na paletu, kdy při přemístění je očištěn vzduchem.



Obr. 21. Zvedání obrobku z přípravku

Jakmile je obrobek usazený na paletě, je odepnut ho z jeřábu. Poté jsou povoleny upínky, pomocí kterých je přípravek upnut na pracovním stole stroje a jsou do přípravku našroubovány nosné oka. Vzduchem je očištěn přípravek a upínky, které jsou odloženy na dílenský stůl a pomocí jeřábu je přípravek zvednut z pracovního stolu stroje a přemístěn na paletu, kdy během přemístění je ještě očištěn vzduchem a hadrem. Po usazení přípravku na paletu, jsou odšroubovány nosné oka, nahrubo je očištěn pracovní stůl stroje a je vyjmut usazovací středící přípravek, který je očištěn hadrem a uschován ho do skříně. Poté je očištěn pracovní stůl stroje vzduchem, čistícím magnetem a hadrem na hotovo. Po dočištění jsou uschovány všechny obráběcí nástroje z dílenského stolu do skříně.

9 NAVRŽENÁ OPTIMALIZACE (APLIKACE METODY SMED)

V následujících tabulkách je zobrazeno seřizování (činnost obsluhy stroje) činnost po činnosti s časovým vyjádřením jak pro původní čas (doba trvání), tak pro čas nově navržený (nový čas). Dále je u nově zpracovaných časů návrh, jak nového času dosáhnout (návrh řešení).

Čas je v tabulkách vyobrazen ve formátu [hh:mm:ss] a číslo činnosti je označeno jako N.

9.1.1 Aplikace metody SMED na operaci č.1 – obrábění patek statoru

Tab. 1. Aplikace metody SMED na operaci č.1

N	Start op.	Konec op.	Činnost obsluhy stroje	Doba trvání	Nový čas	Návrh řešení
1	0:00:00	0:05:04	Komunikace s mistrem, převzetí výrobní dokumentace	0:05:04	0:05:04	
2	0:05:04	0:05:08	Chůze k pracovišti	0:00:04	0:00:04	
3	0:05:08	0:05:32	Přidělení výkresu na mag. tabuli	0:00:24	0:00:24	
4	0:05:32	0:06:20	Čtení výkresu	0:00:48	0:00:48	
5	0:06:20	0:06:23	Chůze ke skříni č.2	0:00:03	0:00:03	
6	0:06:23	0:06:26	Chůze k dílenskému stolu	0:00:03	0:00:03	
7	0:06:26	0:06:30	Pokládání náradí na dílenský stůl	0:00:04	0:00:04	
8	0:06:30	0:06:33	Chůze ke skříni č.2	0:00:03	0:00:03	
9	0:06:33	0:06:44	Hledání náradí ve skříni č.2	0:00:11	0:00:00	Dodržení metody 5S
10	0:06:44	0:06:47	Chůze k dílenskému stolu s náradím	0:00:03	0:00:03	
11	0:06:47	0:06:51	Chůze ke skříni č.2	0:00:04	0:00:04	
12	0:06:51	0:06:59	Hledání ve skříni	0:00:08	0:00:00	Dodržení metody 5S
13	0:06:59	0:07:01	Chůze k dílenskému stolu s náradím	0:00:02	0:00:02	
14	0:07:01	0:07:04	Chůze ke skříni č.2	0:00:03	0:00:03	
15	0:07:04	0:07:09	Chůze s náradím k dílenskému stolu	0:00:05	0:00:05	
16	0:07:09	0:07:12	Chůze ke skříni č.2	0:00:03	0:00:03	
17	0:07:12	0:07:15	Chůze s náradím k dílenskému stolu	0:00:03	0:00:03	
18	0:07:15	0:07:18	Chůze ke skříni č.2	0:00:03	0:00:03	
19	0:07:18	0:07:28	Hledání ve skříni	0:00:10	0:00:00	Dodržení metody 5S
20	0:07:28	0:07:31	Chůze s náradím k dílenskému stolu	0:00:03	0:00:03	
21	0:07:31	0:07:34	Chůze ke skříni č.2	0:00:03	0:00:03	
22	0:07:34	0:07:51	Přemýšlení, které náradí ještě vzít	0:00:17	0:00:00	Zbytečná činnost
23	0:07:51	0:07:54	Chůze s náradím k dílenskému stolu	0:00:03	0:00:03	
24	0:07:54	0:07:57	Chůze ke skříni č.2	0:00:03	0:00:03	
25	0:07:57	0:08:02	Přemýšlení, které náradí ještě vzít	0:00:05	0:00:00	Zbytečná činnost

26	0:08:02	0:08:03	Zavření skříně	0:00:01	0:00:01	
27	0:08:03	0:20:17	Chůze do výdejny pro chybějící náradí a zpět k dílenskému stolu	0:12:14	0:00:00	Zakoupení chybějícího náradí
28	0:20:17	0:20:19	Chůze k ovládacímu panelu stroje	0:00:02	0:00:02	
29	0:20:19	0:20:24	Manipulace s ovládacím panelem stroje	0:00:05	0:00:05	
30	0:20:24	0:20:28	Chůze ke stolu pro hadr	0:00:04	0:00:02	Úprava layoutu pracoviště
31	0:20:28	0:20:35	Chůze ke stroji	0:00:07	0:00:05	
32	0:20:35	0:21:23	Čištění stolu stroje hadrem	0:00:48	0:00:48	
33	0:21:23	0:21:28	Chůze kolem stroje k místu, kde nedosáhl	0:00:05	0:00:05	
34	0:21:28	0:21:52	Čištění stolu stroje hadrem	0:00:24	0:00:24	
35	0:21:52	0:21:58	Chůze ke skříně č. 1	0:00:06	0:00:00	Ponechání nosných ok na přípravku
36	0:21:58	0:22:05	Nesení nosných oček k přípravku (chůze)	0:00:07	0:00:00	
37	0:22:05	0:22:27	Šroubování nosných oček na přípravek č. 1	0:00:22	0:00:00	
38	0:22:27	0:22:35	Chůze ke skříně č. 1	0:00:08	0:00:00	
39	0:22:35	0:22:38	Urovnávání věcí a zavření skříně č. 1	0:00:03	0:00:00	
40	0:22:38	0:22:43	Chůze k dílenskému stolu	0:00:05	0:00:05	
41	0:22:43	0:22:46	Nasazení helmy	0:00:03	0:00:03	
42	0:22:46	0:24:40	Chůze pro jeřáb	0:01:54	0:01:54	
43	0:24:40	0:31:03	Čekání na jeřáb	0:06:23	0:06:23	
44	0:31:03	0:33:52	Chůze zpět s jeřábem	0:02:49	0:02:49	
45	0:33:52	0:34:25	Ladění polohy jeřábu pro upnutí přípravku	0:00:33	0:00:33	
46	0:34:25	0:34:44	Upnutí přípravku na jeřáb	0:00:19	0:00:19	
47	0:34:44	0:35:08	Zvednutí přípravku	0:00:24	0:00:24	
48	0:35:08	0:35:16	Chůze k dílenskému stolu pro hadr	0:00:08	0:00:06	Úprava layoutu pracoviště
49	0:35:16	0:35:23	Chůze s hadrem zpět k přípravku	0:00:07	0:00:05	
50	0:35:23	0:37:28	Čištění přípravku hadrem	0:02:05	0:02:05	
51	0:37:28	0:37:31	Chůze k ovládní jeřábu	0:00:03	0:00:03	
52	0:37:31	0:37:53	Přesouvání přípravku nad pracovní stůl stroje	0:00:22	0:00:22	
53	0:37:53	0:39:19	Usazování přípravku na pracovní stůl stroje	0:01:26	0:01:26	
54	0:39:19	0:39:32	Odepínání přípravku z jeřábu	0:00:13	0:00:13	
55	0:39:32	0:39:46	Odjezd s jeřábem	0:00:14	0:00:14	
56	0:39:46	0:39:53	Chůze s ke skříně č.1	0:00:07	0:00:05	Úprava layoutu pracoviště
57	0:39:53	0:39:59	Hledání upínek ve skříně a odložení helmy	0:00:06	0:00:00	Dodržení metody 5S
58	0:39:59	0:40:05	Odnesení upínek ke stroji	0:00:06	0:00:03	
59	0:40:05	0:40:19	Vyšroubování nosných ok z přípravku	0:00:14	0:00:00	Ponechání nosných ok na přípravku

60	0:40:19	0:41:01	Rozmístění upínacích prvků po pracovním stole stroje	0:00:42	0:00:42	
61	0:41:01	0:42:25	Upínání přípravku upínkami (pouze lehké dotažení ručně)	0:01:24	0:00:32	Nákup pneumatického upínáku
62	0:42:25	0:42:34	Chůze ke skříni č. 1 pro klíč a kladívko	0:00:09	0:00:07	Úprava layoutu pracoviště
63	0:42:34	0:42:41	Chůze zpět ke stroji, odložení kladívka	0:00:07	0:00:04	
64	0:42:41	0:43:16	Utahování upínacích prvků klíčem (lehké dotažení)	0:00:35	0:00:16	Nákup pneumatického upínáku
65	0:43:16	0:43:18	Odložení klíče na pracovní stůl stroje	0:00:02	0:00:02	
66	0:43:18	0:43:24	Chůze ke skříni č.1 pro měřicí sondu	0:00:06	0:00:04	Úprava layoutu pracoviště
67	0:43:24	0:43:30	Chůze se sondou ke stroji	0:00:06	0:00:03	
68	0:43:30	0:43:35	Upnutí sondy do vřetene stroje	0:00:05	0:00:05	
69	0:43:35	0:43:36	Chůze k ovládacímu panelu stroje (upnutí sondy ve vřetenu)	0:00:01	0:00:01	
70	0:43:36	0:44:00	Ruční posouvání vřetene stroje	0:00:24	0:00:24	
71	0:44:00	0:44:03	Chůze k přípravku	0:00:03	0:00:03	
72	0:44:03	0:44:39	Čištění přípravku hadrem	0:00:36	0:00:36	
73	0:44:39	0:44:42	Chůze k ovládacímu panelu stroje, vzetí ručního ovládání	0:00:03	0:00:03	
74	0:44:42	0:45:25	Rovnění přípravku k ose vřetene	0:00:43	0:00:43	
75	0:45:25	0:45:27	Chůze k přípravku	0:00:02	0:00:02	
76	0:45:27	0:45:35	vyrovnávání přípravku kladívkem	0:00:08	0:00:08	
77	0:45:35	0:45:37	Chůze k ovládacímu panelu stroje	0:00:02	0:00:02	
78	0:45:37	0:46:21	Rovnění přípravku k ose vřetene	0:00:44	0:00:44	
79	0:46:21	0:46:22	Chůze k přípravku	0:00:01	0:00:01	
80	0:46:22	0:46:33	Vyrovnávání přípravku kladívkem	0:00:11	0:00:11	
81	0:46:33	0:47:07	Konečná kontrola rovinnosti přípravku	0:00:34	0:00:34	
82	0:47:07	0:47:08	Chůze k pracovnímu stolu stroje	0:00:01	0:00:01	
83	0:47:08	0:47:46	Dotažení upínek klíčem	0:00:38	0:00:16	Nákup pneumatického upínáku
84	0:47:46	0:47:52	Chůze ke skříni č.1 s klíčem	0:00:06	0:00:04	Úprava layoutu pracoviště
85	0:47:52	0:47:58	Chůze k ovládacímu panelu stroje	0:00:06	0:00:03	
86	0:47:58	0:48:00	Manipulace s ovládacím panelem stroje (povolení sondy ve vřetenu)	0:00:02	0:00:02	
87	0:48:00	0:48:06	Chůze se sondou do skříně č. 2	0:00:06	0:00:04	Úprava layoutu pracoviště
88	0:48:06	0:48:07	Vzetí nástroje z dílenského stolu	0:00:01	0:00:01	
89	0:48:07	0:48:13	Chůze k vřetenu stroje	0:00:06	0:00:04	Úprava layoutu pracoviště
90	0:48:13	0:48:15	Vložení nástroje do vřetene stroje	0:00:02	0:00:02	
91	0:48:15	0:48:16	Chůze k ovládacímu panelu stroje	0:00:01	0:00:01	
92	0:48:16	0:48:18	manipulace s ovládacím panelem stroje (upnutí nástroje ve vřetenu)	0:00:02	0:00:02	

93	0:48:18	0:48:24	Chůze k dílenskému stolu pro helmu	0:00:06	0:00:03	Úprava layoutu pracoviště
94	0:48:24	0:48:26	Chůze ke skříni č. 2	0:00:02	0:00:02	
95	0:48:26	0:48:29	Hledání nosného lana ve skříni č.1	0:00:03	0:00:00	Výrobek dodáván ve správné poloze z předchozího pracoviště
96	0:48:29	0:48:35	Chůze s nosným lanem k obrobku	0:00:06	0:00:00	
97	0:48:35	0:48:52	Uvazování lana na obrobek	0:00:17	0:00:00	zbytečná činnost
98	0:48:52	0:48:58	Chůze pro jeřáb	0:00:06	0:00:06	
99	0:48:58	0:49:26	Manipulace s jeřábem	0:00:28	0:00:28	
100	0:49:26	0:49:52	Chůze s jeřábem k obrobku	0:00:26	0:00:26	
101	0:49:52	0:50:12	Upínání obrobku na jeřáb pomocí lana	0:00:20	0:00:00	Výrobek dodáván ve správné poloze z předchozího pracoviště zbytečná činnost
102	0:50:12	0:50:45	Upravování polohy obrobku	0:00:33	0:00:00	
103	0:50:45	0:50:47	Pokládání obrobku a povolení jeřábu	0:00:02	0:00:00	
104	0:50:47	0:51:03	Odepínání obrobku z jeřábu	0:00:16	0:00:00	
105	0:51:03	0:51:06	Odvazování lana z obrobku	0:00:03	0:00:00	
106	0:51:06	0:51:14	Chůze pro ovladač jeřábu	0:00:08	0:00:00	
107	0:51:14	0:51:30	Manipulace s jeřábem	0:00:16	0:00:00	
108	0:51:30	0:51:39	Chůze s lanem ke skříni č.1	0:00:09	0:00:00	
109	0:51:39	0:51:47	Chůze zpět k obrobku	0:00:08	0:00:00	
110	0:51:47	0:52:07	Upnutí obrobku v upravené poloze na jeřáb	0:00:20	0:00:20	
111	0:52:07	0:52:31	Manipulace s obrobkem	0:00:24	0:00:24	
112	0:52:31	0:52:37	Čištění obrobku	0:00:06	0:00:06	
113	0:52:37	0:53:00	Přesouvání obrobku nad přípravek	0:00:23	0:00:23	
114	0:53:00	0:54:21	Usazování obrobku na přípravek	0:01:21	0:01:21	
115	0:54:21	0:54:36	Kontrola usazení na přípravku	0:00:15	0:00:15	
116	0:54:36	0:54:53	Odepínání obrobku z jeřábu	0:00:17	0:00:17	
117	0:54:53	0:55:31	Chůze pryč z pracoviště s jeřábem	0:00:38	0:00:38	
118	0:55:31	0:55:37	Chůze zpět ke stroji	0:00:06	0:00:06	
119	0:55:37	0:55:44	Chůze ke skříni č.2 pro velký klíč, rukavice a odložení helmy	0:00:07	0:00:05	Úprava layoutu pracoviště
120	0:55:44	0:55:52	Chůze s klíčem zpět ke stroji	0:00:08	0:00:06	
121	0:55:52	0:55:56	Nasazování rukavic	0:00:04	0:00:04	
122	0:55:56	0:56:03	Vystoupení na pracovní stůl stroje	0:00:07	0:00:07	
123	0:56:03	0:57:57	Rozepínání přípravku klíčem	0:01:54	0:01:54	
124	0:57:57	0:58:39	Dotahování	0:00:42	0:00:42	
125	0:58:39	0:58:47	Sestoupení z pracovního stolu stroje	0:00:08	0:00:08	
126	0:58:47	0:58:48	Chůze k ovládacímu panelu	0:00:01	0:00:01	
			Začátek obrábění			Není předmětem studie
			Obrábění			
			Konec obrábění			
127	0:58:48	0:59:20	Manipulace s ovládacím panelem	0:00:32	0:00:32	
128	0:59:20	0:59:24	Chůze pro jeřáb	0:00:04	0:00:04	

129	0:59:24	0:59:49	Manipulace s jeřábem	0:00:25	0:00:25	
130	0:59:49	0:59:52	Chůze ke stroji pro vzduchovou pistol	0:00:03	0:00:03	
131	0:59:52	1:00:18	Hrubé čištění obrobku a přípravku vzduchem	0:00:26	0:00:26	
132	1:00:18	1:00:19	Vrácení vzduchové pistole na místo	0:00:01	0:00:01	
133	1:00:19	1:00:26	Chůze k dílenskému stolu pro rukavice	0:00:07	0:00:05	Úprava layoutu pracoviště
134	1:00:26	1:00:34	Chůze k ovládacímu panelu stroje (povolení obráběcího nástroje z vřetene)	0:00:08	0:00:06	
135	1:00:34	1:00:38	Vytažení obráběcího nástroje z vřetene stroje	0:00:04	0:00:04	
136	1:00:38	1:00:44	Chůze k dílenskému stolu, odložení obráběcího nástroje	0:00:06	0:00:03	Úprava layoutu pracoviště
137	1:00:44	1:00:47	Hledání velkého klíče	0:00:03	0:00:00	Dodržení metody 5S
138	1:00:47	1:00:53	Chůze ke stroji	0:00:06	0:00:03	Úprava layoutu pracoviště
139	1:00:53	1:01:02	Vystoupení na pracovní stůl stroje	0:00:09	0:00:09	
140	1:01:02	1:01:41	Povolování přípravku klíčem	0:00:39	0:00:39	
141	1:01:41	1:01:45	Klepání na matici přípravku	0:00:04	0:00:04	
142	1:01:45	1:02:09	Povolování přípravku klíčem	0:00:24	0:00:24	
143	1:02:09	1:02:38	Ruční čištění přípravku a obrobku na stole	0:00:29	0:00:29	
144	1:02:38	1:02:43	Sestoupení z pracovního stolu stroje	0:00:05	0:00:05	
145	1:02:43	1:02:54	Chůze s klíčem k dílenskému stolu	0:00:11	0:00:08	Úprava layoutu pracoviště
146	1:02:54	1:02:57	Chůze ke skříni a otevření skříně č.2	0:00:03	0:00:00	Provádět během obrábění Externí činnost
147	1:02:57	1:02:59	Chůze k dílenskému stolu, sběr nástrojů	0:00:02	0:00:00	
148	1:02:59	1:03:01	Chůze ke skříni č.2	0:00:02	0:00:00	
149	1:03:01	1:03:05	Schovávání nástrojů do skříně	0:00:04	0:00:00	
150	1:03:05	1:03:08	Chůze k dílenskému stolu pro nástroje	0:00:03	0:00:00	
151	1:03:08	1:03:11	Chůze s nástroji ke skříni č.2	0:00:03	0:00:00	
152	1:03:11	1:03:16	Ukládání nástrojů do skříně	0:00:05	0:00:00	
153	1:03:16	1:03:18	Chůze k dílenskému stolu	0:00:02	0:00:00	
154	1:03:18	1:03:20	Sbírání nástrojů z dílenského stolu	0:00:02	0:00:00	
155	1:03:20	1:03:22	Chůze ke skříni č.2	0:00:02	0:00:00	
156	1:03:22	1:03:27	Ukládání nástrojů do skříně	0:00:05	0:00:00	
157	1:03:27	1:03:29	Chůze k dílenskému stolu	0:00:02	0:00:00	
158	1:03:29	1:03:34	Sbírání pomůcek z dílenského stolu	0:00:05	0:00:00	
159	1:03:34	1:03:36	Chůze ke skříni č.1	0:00:02	0:00:00	
160	1:03:36	1:03:45	Ukládání pomůcek do skříně	0:00:09	0:00:00	
161	1:03:45	1:03:47	Chůze k dílenskému stolu	0:00:02	0:00:00	
162	1:03:47	1:03:49	Chůze ke skříni č.1	0:00:02	0:00:00	

163	1:03:49	1:04:02	Ukládání pomůcek do skříně	0:00:13	0:00:00		
164	1:04:02	1:04:04	Chůze k dílenskému stolu	0:00:02	0:00:00		
165	1:04:04	1:04:07	Sběr pomůcek z dílenského stolu	0:00:03	0:00:00		
166	1:04:07	1:04:09	Chůze ke skříně č.1	0:00:02	0:00:00		
167	1:04:09	1:04:18	Ukládání pomůcek do skříně	0:00:09	0:00:00		
168	1:04:18	1:04:20	Zavírání skříně	0:00:02	0:00:00		
169	1:04:20	1:04:22	Chůze k dílenskému stolu	0:00:02	0:00:00		
170	1:04:22	1:04:26	Hledání nástroje na stole	0:00:04	0:00:00		
171	1:04:26	1:13:12	Chůze Do výdejny s nástroji a zpět	0:08:46	0:00:00		Zakoupení chy- bějícího náradí
172	1:13:12	1:13:21	Chůze pro jeřáb	0:00:09	0:00:09		
173	1:13:21	1:14:22	Čekání na jeřáb	0:01:01	0:01:01		
174	1:14:22	1:14:35	Chůze s jeřábem k pracovišti	0:00:13	0:00:13		
175	1:14:35	1:14:59	Manipulace s jeřábem	0:00:24	0:00:24		
176	1:14:59	1:15:04	Vystoupení na pracovní stůl stroje	0:00:05	0:00:05		
177	1:15:04	1:15:20	Manipulace s jeřábem nad obrobek	0:00:16	0:00:16		
178	1:15:20	1:15:48	Upínání obrobku na jeřáb	0:00:28	0:00:28		
179	1:15:48	1:15:55	Kontrola upnutí obrobku na jeřábu	0:00:07	0:00:07		
180	1:15:55	1:16:00	Sestoupení z pracovního stolu stroje	0:00:05	0:00:05		
181	1:16:00	1:16:35	Přesun obrobku nad paletu jeřábem	0:00:35	0:00:35		
182	1:16:35	1:16:52	Pokládání obrobku na paletu	0:00:17	0:00:17		
183	1:16:52	1:17:02	Odepínání obrobku z jeřábu	0:00:10	0:00:10		
184	1:17:02	1:17:15	Chůze s jeřábem k pracovišti	0:00:13	0:00:13		
185	1:17:15	1:17:20	Chůze ke stroji pro vzduchovou pistol	0:00:05	0:00:05		
186	1:17:20	1:19:03	Čištění přípravku č.1 vzduchem	0:01:43	0:01:43		
187	1:19:03	1:19:05	Vrácení vzduchové pistole na místo	0:00:02	0:00:02		
188	1:19:05	1:19:10	Chůze k dílenskému stolu pro klíč	0:00:05	0:00:02	Úprava layoutu pracoviště	
189	1:19:10	1:19:16	Chůze s klíčem k pracovnímu stolu stroje	0:00:06	0:00:03		
190	1:19:16	1:19:48	Povolování upínek přípravku č.1	0:00:32	0:00:14	Nákup pneuma- tického upínáku	
191	1:19:48	1:20:00	Sbírání upínek	0:00:12	0:00:12		
192	1:20:00	1:20:04	Chůze pro vzduchovou pistol	0:00:04	0:00:04		
193	1:20:04	1:20:18	Dočišťování přípravku č.1 vzduchem	0:00:14	0:00:14		
194	1:20:18	1:20:21	Vrácení pistole na místo	0:00:03	0:00:03		
195	1:20:21	1:20:26	Chůze ke skříně č.1	0:00:05	0:00:02	Úprava layoutu pracoviště	
196	1:20:26	1:20:32	Hledání nosných ok ve skříně	0:00:06	0:00:00	Ponechání nos- ných ok na pří- pravku	
197	1:20:32	1:20:38	Chůze s nosnými oky ke stroji	0:00:06	0:00:00		
198	1:20:38	1:20:59	Šroubování nosných ok na přípravek č.1	0:00:21	0:00:00		
199	1:20:59	1:21:05	Chůze pro jeřáb	0:00:06	0:00:03	Úprava layoutu pracoviště	
200	1:21:05	1:21:58	Manipulace s jeřábem nad přípravek č.1	0:00:53	0:00:53		

201	1:21:58	1:22:32	Upínání přípravku č.1 na jeřáb	0:00:34	0:00:34	
202	1:22:32	1:22:44	Zvedání přípravku č.1	0:00:12	0:00:12	
203	1:22:44	1:22:49	Chůze pro vzduchovou pistol	0:00:05	0:00:05	
204	1:22:49	1:23:42	Čištění přípravku č.1 vzduchem	0:00:53	0:00:53	
205	1:23:42	1:23:44	Vrácení pistole na místo	0:00:02	0:00:02	
206	1:23:44	1:23:49	Chůze k ovládání jeřábu	0:00:05	0:00:05	
207	1:23:49	1:24:41	Přesun přípravku č.1 nad paletu	0:00:52	0:00:52	
208	1:24:41	1:24:56	Pokládání přípravku č.1 na paletu	0:00:15	0:00:15	
209	1:24:56	1:25:06	Odepínání přípravku č.1 z jeřábu	0:00:10	0:00:10	
210	1:25:06	1:25:16	Manipulace s jeřábem	0:00:10	0:00:10	
211	1:25:16	1:25:21	Chůze ke skříni č.1	0:00:05	0:00:02	Úprava layoutu pracoviště
212	1:25:21	1:25:22	Zavírání skříně	0:00:01	0:00:01	
213	1:25:22	1:25:28	Chůze k dílenskému stolu, vzetí čistícího magnetu	0:00:06	0:00:02	Úprava layoutu pracoviště
214	1:25:28	1:25:35	Chůze ke stroji s čistícím magnetem	0:00:07	0:00:03	
215	1:25:35	1:28:28	Čištění stroje magnetem	0:02:53	0:02:53	
216	1:28:28	1:28:31	Chůze pro vzduchovou pistol	0:00:03	0:00:03	
217	1:28:31	1:28:37	Čištění první upínky vzduchem	0:00:06	0:00:06	
218	1:28:37	1:28:42	Chůze s upínkou k dílenskému stolu	0:00:05	0:00:03	Úprava layoutu pracoviště
219	1:28:42	1:28:48	Chůze ke stroji	0:00:06	0:00:04	
220	1:28:48	1:28:57	Čištění druhé upínky vzduchem	0:00:09	0:00:09	
221	1:28:57	1:29:02	Chůze s upínkou k dílenskému stolu	0:00:05	0:00:02	Úprava layoutu pracoviště
222	1:29:02	1:29:07	Chůze ke stroji	0:00:05	0:00:02	
223	1:29:07	1:29:15	Čištění třetí upínky vzduchem	0:00:08	0:00:08	
224	1:29:15	1:29:20	Chůze s upínkou k dílenskému stolu	0:00:05	0:00:03	Úprava layoutu pracoviště
225	1:29:20	1:29:25	Chůze ke stroji	0:00:05	0:00:02	
226	1:29:25	1:29:35	Čištění čtvrté upínky vzduchem	0:00:10	0:00:10	
227	1:29:35	1:29:40	Chůze s upínkou k dílenskému stolu	0:00:05	0:00:02	Úprava layoutu pracoviště
228	1:29:40	1:29:45	Chůze zpět ke stroji	0:00:05	0:00:02	
229	1:29:45	1:29:57	Čištění čistícího magnetu vzduchem	0:00:12	0:00:12	
230	1:29:57	1:30:02	Chůze k dílenskému stolu	0:00:05	0:00:02	Úprava layoutu pracoviště
231	1:30:02	1:30:08	Chůze zpět ke stroji	0:00:06	0:00:03	
232	1:30:08	1:30:30	Čištění ostatních pomůcek vzduchem	0:00:22	0:00:22	
233	1:30:30	1:30:35	Chůze k dílenskému stolu	0:00:05	0:00:03	Úprava layoutu pracoviště
234	1:30:35	1:30:41	Chůze ke stroji	0:00:06	0:00:03	
235	1:30:41	1:32:15	Čištění stroje vzduchem	0:01:34	0:01:34	
236	1:32:15	1:32:17	Vrácení vzduchové pistole na místo	0:00:02	0:00:02	
237	1:32:17	1:32:23	Chůze k dílenskému stolu	0:00:06	0:00:03	Úprava layoutu pracoviště
238	1:32:23	1:32:29	Hledání hadru	0:00:06	0:00:00	Dodržení metody 5S
239	1:32:29	1:32:35	Chůze s hadrem ke stroji	0:00:06	0:00:03	Úprava layoutu pracoviště
240	1:32:35	1:36:12	Čištění pracovního stolu stroje hadrem	0:03:37	0:03:37	

241	1:36:12	1:36:17	Chůze s hadrem k dílenskému stolu	0:00:05	0:00:02	Úprava layoutu pracoviště
242	1:36:17	1:36:19	Chůze k přípravku č.1	0:00:02	0:00:02	
243	1:36:19	1:36:35	Odšroubování nosných ok z přípravku č.1	0:00:16	0:00:00	Nákup nosných ok a ponechání ok na přípravku

Čas Tbc je rozdělen do více částí, kdy první část začíná činností 1 a končí činností 88, druhá část začíná činností 146 a končí činností 171 a poslední část začíná činností 184 a končí činností 243. Původní trvání času Tbc je 1:17:58 a nově navržený čas je 0:49:08, to je snížení času seřízení o 36,98 %.

Čas Tac je rozdělen také na více částí, přičemž první začíná činností 89, končí činností 145 a druhá část začíná činností 172 a končí činností 183. Původní čas Tac trval 0:18:38 a nově navržený čas je 0:15:52 pro jeden kus, tzn. že pro celou dávku je původní doba trvání 1:14:32 a nově navržená doba trvání je 1:03:28, to je snížení času upínání obrobku o 14,85 %.

Seřízení a upínání obrobku u druhé operace pro celou dávku původně trvalo 2:32:30 a nově navržená doba je 1:52:36. To znamená celkové snížení času o 26,16 %.

Navržená opatření pro operaci č. 1

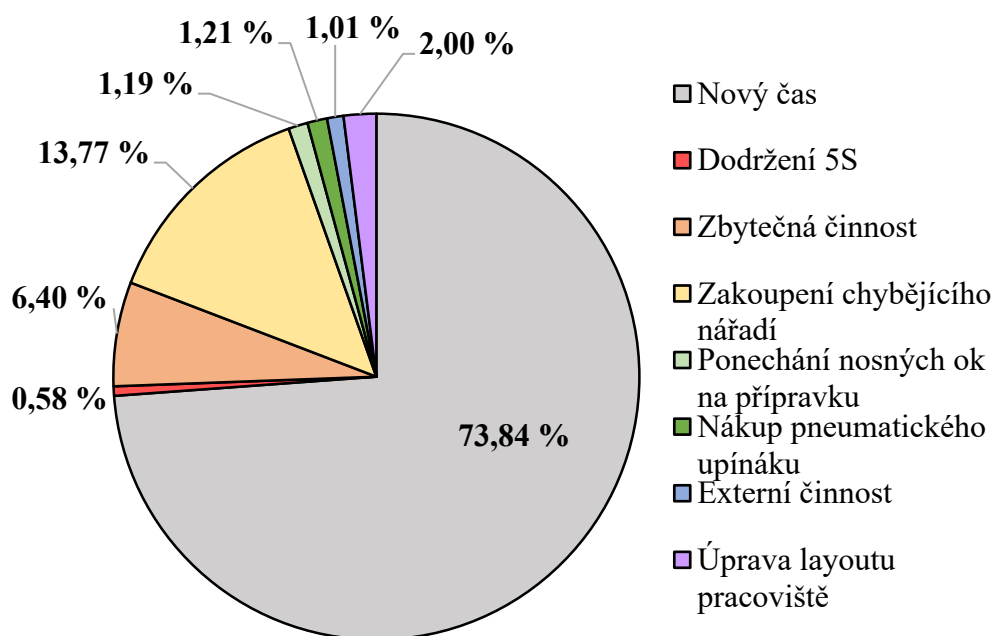
- **Dodržení metody 5S** – je to opatření, které firmu nestojí žádné finanční prostředky. Metoda 5S je ve firmě zavedená, což znamená že tato úspora spočívá pouze v dodržování metody. To znamená že na pracovišti má být pořádek, což omezí veškeré hledání náradí nebo pomůcek.
- **Zbytečná činnost** – je to všechen čas navíc, který je stráven zbytečnými úkony, kdy např. čas strávený otáčením výrobku do správné polohy může být eliminován tím, že obrobek bude dodán ve správné poloze z předchozího pracoviště, nebo přemýšlí které nástroje ještě vzít, když má přesně daný pracovní postup.
- **Zakoupení chybějícího náradí** – úspora spočívá v tom, že se koupí obráběcí nástroje, pro který musí obsluha stroje chodit do výdejny.
- **Úprava layoutu pracoviště** – Přesunutím dílenského stolu a skříní blíže ke stroji bude časová úspora v každé chůzi ke stolu, skříním a zpět ke stroji.
- **Ponechání nosných ok na přípravku** – pokaždé když probíhala manipulace s přípravkem pomocí jeřábu, tak obsluha stroje šroubovala na přípravek nosné oka, díky kterým uchytila přípravek na jeřáb a po manipulaci je zase sundala. Tento úkon je

zbytečný, protože nosné oka můžou na přípravku zůstat, tím pádem se ušetří čas jak v chůzi, tak ve šroubování.

- **Nákup pneumatického upínáku** – při seřízení docela často dochází ke dlouhému šroubování šroubů. Nákup pneumatického upínáku nám rapidně sníží dobu trvání šroubování.
- **Externí činnost** – zde došlo k převedení interní činnosti na externí, to znamená že nástroje může schovávat už v průběhu obrábění posledního kusu, a ne až po obrábění.

Tab. 2. Časová a procentuální úspora v operaci č. 1

	Čas	Procentuální vyjádření času
Nový čas	1:52:36	73,84
Dodržení 5S	0:00:53	0,58
Zbytečná činnost	0:09:46	6,40
Zakoupení chybějícího náradí	0:21:00	13,77
Ponechání nosných ok na přípravku	0:01:49	1,19
Nákup pneumatického upínáku	0:01:51	1,21
Externí činnost	0:01:32	1,01
Úprava layoutu pracoviště	0:03:03	2,00
Původní čas	2:32:30	100,00



Obr. 22. Navržené časové úspory v operaci č. 1

9.1.2 Aplikace metody SMED na operaci č. 2 – obrábění rámu statoru

Tab. 3. Aplikace metody SMED na operaci č.2

	Start op.	Konec op.	Činnost obsluhy stroje	Doba trvání	Nový čas	Návrh řešení
1	0:00:00	0:00:01	Chůze od přípravku č.1 k přípravku č. 2	0:00:01	0:00:01	
2	0:00:01	0:00:22	Šroubování nosných ok na přípravek č.2	0:00:21	0:00:00	Nákup nosných ok a ponechání ok na přípravku
3	0:00:22	0:00:28	Chůze pro jeřáb	0:00:06	0:00:06	
4	0:00:28	0:00:49	Manipulace s jeřábem nad přípravek č.2	0:00:21	0:00:21	
5	0:00:49	0:01:07	Upnutí přípravku č.2 na jeřáb	0:00:18	0:00:18	
6	0:01:07	0:01:15	Zvedání přípravku č.2	0:00:08	0:00:08	
7	0:01:15	0:01:26	Manipulace s přípravkem č.2	0:00:11	0:00:11	
8	0:01:26	0:01:33	Chůze ke stolu pro hadr	0:00:07	0:00:04	Úprava layoutu pracoviště
9	0:01:33	0:01:36	Hledání hadru	0:00:03	0:00:00	Dodržení metody 5S
10	0:01:36	0:01:42	Chůze k přípravku č.2	0:00:06	0:00:04	Úprava layoutu pracoviště
11	0:01:42	0:03:14	Čištění přípravku hadrem	0:01:32	0:01:32	
12	0:03:14	0:03:20	Chůze ke skříni č.1	0:00:06	0:00:03	Úprava layoutu pracoviště
13	0:03:20	0:03:23	Hledání středícího usazovacího přípravku ve skříni	0:00:03	0:00:00	Dodržení metody 5S
14	0:03:23	0:03:29	Chůze k pracovnímu stolu stroje	0:00:06	0:00:04	Úprava layoutu pracoviště
15	0:03:29	0:03:53	Čištění středícího usazovacího přípravku hadrem	0:00:24	0:00:24	
16	0:03:53	0:04:00	Vystoupení na pracovní stůl stroje	0:00:07	0:00:07	
17	0:04:00	0:04:09	Usazení středícího přípravku do pracovního stolu stroje	0:00:09	0:00:09	
18	0:04:09	0:04:17	Sestoupení z pracovního stolu stroje	0:00:08	0:00:08	
19	0:04:17	0:04:23	Chůze k dílenskému stolu pro kladívko	0:00:06	0:00:03	Úprava layoutu pracoviště
20	0:04:23	0:04:30	Chůze zpět ke stroji	0:00:07	0:00:05	
21	0:04:30	0:04:38	Doklepávání usazeného středícího přípravku	0:00:08	0:00:08	
22	0:04:38	0:04:49	Čištění pracovního stolu stroje kolem středícího přípravku hadrem	0:00:11	0:00:11	
23	0:04:49	0:04:55	Chůze pro přípravek č. 2 upnutý na jeřábu	0:00:06	0:00:06	

24	0:04:55	0:05:11	Přemístění přípravku č.2 nad pracovní stůl stroje	0:00:16	0:00:16	
25	0:05:11	0:06:32	Usazování přípravku č.2 na pracovní stůl stroje	0:01:21	0:01:21	
26	0:06:32	0:06:41	Kontrola usazení přípravku č.2	0:00:09	0:00:09	
27	0:06:41	0:06:46	Odepínání přípravku z jeřábu	0:00:05	0:00:05	
28	0:06:46	0:06:55	Přesunutí jeřábu mimo pracoviště	0:00:09	0:00:09	
29	0:06:55	0:07:01	Chůze k dílenskému stolu, sundání helmy	0:00:06	0:00:04	Úprava layoutu pracoviště
30	0:07:01	0:07:07	Nasazování rukavic	0:00:06	0:00:06	
31	0:07:07	0:07:11	Vzetí upínek z dílenského stolu	0:00:04	0:00:04	
32	0:07:11	0:07:16	Chůze k pracovnímu stolu stroje	0:00:05	0:00:03	Úprava layoutu pracoviště
33	0:07:16	0:07:45	Rozmístění upínek po pracovním stolu stroje	0:00:29	0:00:29	
34	0:07:45	0:09:18	Upínání přípravku upínkami (pouze lehké dotažení ručně)	0:01:33	0:00:24	Nákup pneumatického upínáku
35	0:09:18	0:09:34	Odšroubování nosných ok z přípravku č.2	0:00:16	0:00:00	Nákup nosných ok a ponechání ok na přípravku
36	0:09:34	0:09:40	Chůze k dílenskému stolu	0:00:06	0:00:03	Úprava layoutu pracoviště
37	0:09:40	0:09:53	Odložení nosných ok, rukavic a helmy	0:00:13	0:00:13	
38	0:09:53	0:09:59	Chůze k pracovnímu stolu stroje s klíčem a kladívkem	0:00:06	0:00:03	Úprava layoutu pracoviště
39	0:09:59	0:10:31	Utahování upínacích prvků ručně (lehké dotažení)	0:00:32	0:00:00	Nákup pneumatického upínáku
40	0:10:31	0:10:36	Chůze ke skříni č.1	0:00:05	0:00:02	Úprava layoutu pracoviště
41	0:10:36	0:10:40	Vzetí sondy ze skříně	0:00:04	0:00:04	
42	0:10:40	0:10:46	Chůze ke stroji, vložení sondy do vřetene stroje	0:00:06	0:00:04	Úprava layoutu pracoviště
43	0:10:46	0:10:48	Chůze k ovládacímu panelu	0:00:02	0:00:02	
44	0:10:48	0:10:50	Manipulace s ovládacím panelem (upnutí sondy ve vřetenu)	0:00:02	0:00:02	
45	0:10:50	0:10:51	Přesun k ručnímu ovládní vřetene	0:00:01	0:00:01	
46	0:10:51	0:11:33	Ruční posouvání vřetene stroje	0:00:42	0:00:42	
47	0:11:33	0:11:34	Chůze k ovládacímu panelu	0:00:01	0:00:01	
48	0:11:34	0:11:41	Manipulace s ovládacím panelem, vzetí ručního ovladače	0:00:07	0:00:07	
49	0:11:41	0:11:42	Chůze ke stroji	0:00:01	0:00:01	
50	0:11:42	0:12:20	Rovnění přípravku č.2 k ose vřetene	0:00:38	0:00:38	
51	0:12:20	0:12:27	Vyrovnávání přípravku č.2 kladívkem	0:00:07	0:00:07	

52	0:12:27	0:12:30	Chůze k dílenskému stolu pro ruka- vice	0:00:03	0:00:03	
53	0:12:30	0:12:34	Chůze zpět ke stroji	0:00:04	0:00:04	
54	0:12:34	0:12:46	Utahování upínek	0:00:12	0:00:03	Nákup pneuma- tického upínáku
55	0:12:46	0:12:58	Vyrovnávání přípravku č.2 kladív- kem	0:00:12	0:00:12	
56	0:12:58	0:13:32	Utahování upínek	0:00:34	0:00:14	Nákup pneuma- tického upínáku
57	0:13:32	0:13:44	Rovnění přípravku č.2 k ose vřetene	0:00:12	0:00:12	
58	0:13:44	0:14:18	Dotáhnutí upínek	0:00:34	0:00:12	Nákup pneuma- tického upínáku
59	0:14:18	0:14:50	Rovnění přípravku č.2 k ose vřetene	0:00:32	0:00:32	
60	0:14:50	0:15:32	Povolování upínek	0:00:42	0:00:13	Nákup pneuma- tického upínáku
61	0:15:32	0:15:39	Vyrovnávání přípravku č.2 kladív- kem	0:00:07	0:00:07	
62	0:15:39	0:16:08	Dotáhnutí upínek	0:00:29	0:00:13	Nákup pneuma- tického upínáku
63	0:16:08	0:17:04	Konečná kontrola rovinnosti pří- pravku č.2	0:00:56	0:00:56	
64	0:17:04	0:17:05	Chůze k ovládacímu panelu	0:00:01	0:00:01	
65	0:17:05	0:17:11	Manipulace s ovládacím panelem (povolení upnutí sondy)	0:00:06	0:00:06	
66	0:17:11	0:17:13	Chůze k vřetenu stroje	0:00:02	0:00:02	
67	0:17:13	0:17:19	Vyjmutí sondy z vřetene stroje	0:00:06	0:00:06	
68	0:17:19	0:17:24	Chůze ke skříni č.1, odložení sondy	0:00:05	0:00:03	Úprava layoutu pracoviště
69	0:17:24	0:17:30	Chůze ke stroji	0:00:06	0:00:04	
70	0:17:30	0:17:37	Sběr pomůcek z pracovního stolu stroje	0:00:07	0:00:07	
71	0:17:37	0:17:42	Chůze s pomůckami k dílenskému stolu	0:00:05	0:00:03	Úprava layoutu pracoviště
72	0:17:42	0:17:54	Urovnávání pomůcek na stole	0:00:12	0:00:12	
73	0:17:54	0:18:01	Chůze pro vzduchovou pistol	0:00:07	0:00:05	Úprava layoutu pracoviště
74	0:18:01	0:18:17	Čištění upnutého přípravku č.2 vzdu- chem	0:00:16	0:00:16	
75	0:18:17	0:18:20	Vrácení pistole na místo, vzetí hadru	0:00:03	0:00:03	
76	0:18:20	0:18:46	Čištění přípravku č.2 hadrem	0:00:26	0:00:26	
77	0:18:46	0:18:52	Chůze k dílenskému stolu, odložení hadru	0:00:06	0:00:04	Úprava layoutu pracoviště
78	0:18:52	0:18:54	Chůze ke skříni č.1	0:00:02	0:00:02	
79	0:18:54	0:19:01	Hledání nosného lana, vžití nosného lana	0:00:07	0:00:00	Dodržení metody 5S
80	0:19:01	0:19:15	Chůze k obrobku	0:00:14	0:00:14	
81	0:19:15	0:19:36	Uvazování nosného lana na obrobek	0:00:21	0:00:21	

82	0:19:36	0:19:46	Chůze pro paletu	0:00:10	0:00:10	
83	0:19:46	0:19:57	Chůze s paletou k obrobku, položení palety	0:00:11	0:00:11	
84	0:19:57	0:20:13	Chůze pro jeřáb	0:00:16	0:00:16	
85	0:20:13	0:20:39	Chůze s jeřábem k obrobku	0:00:26	0:00:26	
86	0:20:39	0:20:55	Snaha upnout obrobek na jeřáb	0:00:16	0:00:00	Zbytečná činnost
87	0:20:55	0:20:58	Chůze pro ovládání jeřábu	0:00:03	0:00:00	
88	0:20:58	0:21:04	Manipulace s jeřábem nad obrobkem	0:00:06	0:00:00	
89	0:21:04	0:21:13	Upínání obrobku na jeřáb	0:00:09	0:00:09	
90	0:21:13	0:21:36	Změna polohy obrobku	0:00:23	0:00:23	
91	0:21:36	0:22:06	Odepínání obrobku z jeřábu	0:00:30	0:00:30	
92	0:22:06	0:22:18	Odvazování nosného lana z obrobku	0:00:12	0:00:12	
93	0:22:18	0:22:28	Chůze s nosným lanem ke skříni č.1, úklid lana	0:00:10	0:00:08	Úprava layoutu pracoviště
94	0:22:28	0:22:39	Chůze zpět k ovládání jeřábu	0:00:11	0:00:09	
95	0:22:39	0:22:54	Manipulace s jeřábem	0:00:15	0:00:15	
96	0:22:54	0:23:09	Upínání obrobku v upravené poloze na jeřáb	0:00:15	0:00:15	
97	0:23:09	0:23:20	Kontrola upnutí obrobku na jeřáb	0:00:11	0:00:11	
98	0:23:20	0:23:35	Zvedání obrobku na jeřábu	0:00:15	0:00:15	
99	0:23:35	0:23:54	Manipulace s obrobkem upnutým na jeřábu	0:00:19	0:00:19	
100	0:23:54	0:24:00	Chůze ke stolu pro hadr a pilník	0:00:06	0:00:04	Úprava layoutu pracoviště
101	0:24:00	0:24:07	Chůze zpět k obrobku zavěšeném na jeřábu	0:00:07	0:00:05	
102	0:24:07	0:24:58	Odjehlení hran obrobku	0:00:51	0:00:51	
103	0:24:58	0:25:40	Čištění obrobku hadrem	0:00:42	0:00:42	
104	0:25:40	0:25:44	Chůze pro ovládání jeřábu	0:00:04	0:00:04	
105	0:25:44	0:26:10	Manipulace s obrobkem nad přípravek č.2	0:00:26	0:00:26	
106	0:26:10	0:26:28	Pokládání obrobku na přípravek č.2	0:00:18	0:00:18	
107	0:26:28	0:26:38	Odepínání obrobku z jeřábu	0:00:10	0:00:10	
108	0:26:38	0:26:53	Chůze s jeřábem mimo pracoviště	0:00:15	0:00:15	
109	0:26:53	0:27:07	Chůze k dílenskému stolu	0:00:14	0:00:11	Úprava layoutu pracoviště
110	0:27:07	0:27:09	odložení helmy, pilníku a hadru, vzetí rukavic	0:00:02	0:00:02	
111	0:27:09	0:27:12	Chůze ke skříni č.1, nasazení rukavic	0:00:03	0:00:03	
112	0:27:12	0:27:18	Vzetí imbusového klíče, chůze ke stroji	0:00:06	0:00:03	Úprava layoutu pracoviště
113	0:27:18	0:32:20	Upínání obrobku na přípravek č. 2 pomocí spodních šroubů (lehké ruční dotažení)	0:05:02	0:05:02	
114	0:32:20	0:33:12	Upínání obrobku na přípravek č.2 pomocí bočních šroubů (dotažení)	0:00:52	0:00:19	Nákup pneumatického upínáku

115	0:33:12	0:33:19	Chůze k dílenskému stolu, odložení imbusového klíče, vzetí matkového klíče	0:00:07	0:00:05	
116	0:33:19	0:33:25	Chůze zpět ke stroji	0:00:06	0:00:04	
117	0:33:25	0:35:37	Upínání obrobku na přípravek č. 2 pomocí spodních šroubů (dotažení)	0:02:12	0:02:12	
118	0:35:37	0:35:41	Chůze k dílenskému stolu	0:00:04	0:00:02	Úprava layoutu pracoviště
119	0:35:41	0:35:43	Odkládání matkového klíče a rukavic na dílenský stůl	0:00:02	0:00:02	
120	0:35:43	0:35:46	Chůze ke skříni č.2	0:00:03	0:00:03	
121	0:35:46	0:35:49	Chůze k dílenskému stolu s náradím	0:00:03	0:00:03	
122	0:35:49	0:35:53	Pokládání náradí na dílenský stůl	0:00:04	0:00:04	
123	0:35:53	0:35:56	Chůze ke skříni č.2	0:00:03	0:00:03	
124	0:35:56	0:35:59	Chůze k dílenskému stolu s náradím	0:00:03	0:00:03	
125	0:35:59	0:36:03	Chůze ke skříni č.2	0:00:04	0:00:04	
126	0:36:03	0:36:05	Chůze k dílenskému stolu s náradím	0:00:02	0:00:02	
127	0:36:05	0:36:08	Pokládání náradí na dílenský stůl	0:00:03	0:00:03	
128	0:36:08	0:36:11	Chůze ke skříni č.2	0:00:03	0:00:03	
129	0:36:11	0:36:16	Hledání náradí ve skříni č.2	0:00:05	0:00:00	Dodržení metody 5S
130	0:36:16	0:36:21	Chůze s náradím k dílenskému stolu	0:00:05	0:00:05	
131	0:36:21	0:36:26	Pokládání náradí na dílenský stůl	0:00:05	0:00:05	
132	0:36:26	0:36:29	Chůze ke skříni č.2	0:00:03	0:00:03	
133	0:36:29	0:36:32	Chůze s náradím k dílenskému stolu	0:00:03	0:00:03	
134	0:36:32	0:36:36	Pokládání náradí na dílenský stůl	0:00:04	0:00:04	
135	0:36:36	0:36:39	Chůze ke skříni č.2	0:00:03	0:00:03	
136	0:36:39	0:36:48	Hledání náradí ve skříni č.2	0:00:09	0:00:00	Dodržení metody 5S
137	0:36:48	0:36:51	Chůze s náradím k dílenskému stolu	0:00:03	0:00:03	
138	0:36:51	0:36:54	Pokládání náradí na dílenský stůl	0:00:03	0:00:03	
139	0:36:54	0:36:57	Chůze ke skříni č.2	0:00:03	0:00:03	
140	0:36:57	0:37:00	Chůze s náradím k dílenskému stolu	0:00:03	0:00:03	
141	0:37:00	0:37:04	Pokládání náradí na dílenský stůl	0:00:04	0:00:04	
142	0:37:04	0:37:07	Chůze ke skříni č.2	0:00:03	0:00:03	
143	0:37:07	0:37:12	Chůze s náradím k dílenskému stolu	0:00:05	0:00:05	
144	0:37:12	0:37:16	Pokládání náradí na dílenský stůl	0:00:04	0:00:04	
145	0:37:16	0:37:19	Chůze ke skříni č.2	0:00:03	0:00:03	
146	0:37:19	0:37:24	Přemýšlení, které náradí ještě vzít	0:00:05	0:00:00	Zbytečné
147	0:37:24	0:37:25	Zavření skříně	0:00:01	0:00:01	
148	0:37:25	0:37:27	Chůze k dílenskému stolu pro první obráběcí nástroj	0:00:02	0:00:02	
149	0:37:27	0:37:32	Chůze ke stroji	0:00:05	0:00:03	Úprava layoutu pracoviště
150	0:37:32	0:37:35	Upnutí nástroje do vřetena stroje	0:00:03	0:00:03	

151	0:37:35	0:37:37	Chůze k ovládacímu panelu (upnutí nástroje ve vřetenu)	0:00:02	0:00:02	
152	0:37:37	0:37:46	Manipulace s ovládacím panelem	0:00:09	0:00:09	
			Začátek obrábění			Není předmětem studie
			Obrábění			
			Konec obrábění			
153	0:37:46	0:38:10	Manipulace s ovládacím panelem	0:00:24	0:00:24	
154	0:38:10	0:38:12	Chůze ke stroji pro vzduchovou pistoli	0:00:02	0:00:02	
155	0:38:12	0:38:44	Hrubé čištění obrobku a přípravku vzduchem	0:00:32	0:00:32	
156	0:38:44	0:38:45	Vrácení pistole na místo	0:00:01	0:00:01	
157	0:38:45	0:38:46	Chůze k ovládacímu panelu	0:00:01	0:00:01	
158	0:38:46	0:38:51	Povolení obráběcího nástroje z vřetene stroje	0:00:05	0:00:05	
159	0:38:51	0:38:58	Chůze k dílenskému stolu pro rukavice	0:00:07	0:00:05	Úprava layoutu pracoviště
160	0:38:58	0:39:04	Chůze zpět ke stroji	0:00:06	0:00:04	
161	0:39:04	0:39:07	Vytažení obráběcího nástroje z vřetene stroje	0:00:03	0:00:03	
162	0:39:07	0:39:14	Chůze s nástrojem k dílenskému stolu	0:00:07	0:00:05	Úprava layoutu pracoviště
163	0:39:14	0:39:16	Odložení nástroje na dílenský stůl, vzetí matkového klíče	0:00:02	0:00:02	
164	0:39:16	0:39:22	Chůze ke stroji	0:00:06	0:00:04	Úprava layoutu pracoviště
165	0:39:22	0:44:46	Povolení spodních šroubů přípravku včetně ručního odšroubování	0:05:24	0:05:24	
166	0:44:46	0:44:52	Chůze k dílenskému stolu	0:00:06	0:00:04	Úprava layoutu pracoviště
167	0:44:52	0:44:55	Odložení maticového klíče, vzetí imbusového klíče	0:00:03	0:00:03	
168	0:44:55	0:45:01	Chůze zpět ke stroji	0:00:06	0:00:04	Úprava layoutu pracoviště
169	0:45:01	0:45:59	Povolení bočních šroubů přípravku	0:00:58	0:00:21	Nákup pneumatického upínáku
170	0:45:59	0:46:08	Chůze k dílenskému stolu, odložení imbusového klíče a rukavic, vzetí přilby	0:00:09	0:00:07	Úprava layoutu pracoviště
171	0:46:08	0:48:40	Chůze pro jeřáb	0:02:32	0:02:32	
172	0:48:40	0:54:47	čekání na jeřáb	0:06:07	0:06:07	
173	0:54:47	0:58:11	Chůze s jeřábem zpět k pracovišti	0:03:24	0:03:24	
174	0:58:11	0:58:19	Vystoupení na pracovní stůl stroje	0:00:08	0:00:08	
175	0:58:19	0:58:45	Manipulace s jeřábem nad obrobek	0:00:26	0:00:26	
176	0:58:45	0:59:06	Upnutí obrobku na jeřáb	0:00:21	0:00:21	
177	0:59:06	0:59:14	Sestoupení z pracovního stolu stroje	0:00:08	0:00:08	

178	0:59:14	0:59:21	Zvednutí obrobku na jeřábu	0:00:07	0:00:07	
179	0:59:21	0:59:53	Manipulace s obrobkem na jeřábu mimo pracovní stůl stroje	0:00:32	0:00:32	
180	0:59:53	0:59:58	Chůze pro vzduchovou pistol	0:00:05	0:00:05	
181	0:59:58	1:00:22	Čištění obrobku vzduchem	0:00:24	0:00:24	
182	1:00:22	1:00:26	Vrácení vzduchové pistole na místo	0:00:04	0:00:04	
183	1:00:26	1:00:30	Chůze k ovládání jeřábu	0:00:04	0:00:04	
184	1:00:30	1:01:04	Manipulace s obrobkem upnutým na jeřábu nad paletu	0:00:34	0:00:34	
185	1:01:04	1:01:22	Pokládání obrobku na paletu	0:00:18	0:00:18	
186	1:01:22	1:01:43	Odepnutí obrobku z jeřábu	0:00:21	0:00:21	
187	1:01:43	1:01:54	Chůze k dílenskému stolu	0:00:11	0:00:09	Úprava layoutu pracoviště
188	1:01:54	1:01:57	Vzetí klíče a nosných ok	0:00:03	0:00:03	
189	1:01:57	1:02:03	Chůze k pracovnímu stolu stroje	0:00:06	0:00:04	Úprava layoutu pracoviště
190	1:02:03	1:02:26	Našroubování nosných ok na přípravek č.2	0:00:23	0:00:00	Nákup nosných ok a ponechání oček na přípravku
191	1:02:26	1:03:42	Vzetí klíče, povolení upínek	0:01:16	0:00:24	Nákup pneumatického upínáku
192	1:03:42	1:03:43	Chůze pro vzduchovou pistol	0:00:01	0:00:01	
193	1:03:43	1:04:46	Čištění přípravku na pracovním stole stroje	0:01:03	0:01:03	
194	1:04:46	1:04:52	Čištění první upínky vzduchem	0:00:06	0:00:06	
195	1:04:52	1:04:57	Chůze s upínkou k dílenskému stolu	0:00:05	0:00:03	Úprava layoutu pracoviště
196	1:04:57	1:05:03	Chůze ke stroji	0:00:06	0:00:04	Úprava layoutu pracoviště
197	1:05:03	1:05:12	Čištění druhé upínky vzduchem	0:00:09	0:00:09	
198	1:05:12	1:05:17	Chůze s upínkou k dílenskému stolu	0:00:05	0:00:03	Úprava layoutu pracoviště
199	1:05:17	1:05:22	Chůze ke stroji	0:00:05	0:00:02	Úprava layoutu pracoviště
200	1:05:22	1:05:30	Čištění třetí upínky vzduchem	0:00:08	0:00:08	
201	1:05:30	1:05:35	Chůze s upínkou k dílenskému stolu	0:00:05	0:00:03	Úprava layoutu pracoviště
202	1:05:35	1:05:40	Chůze ke stroji	0:00:05	0:00:02	Úprava layoutu pracoviště
203	1:05:40	1:05:50	Čištění čtvrté upínky vzduchem	0:00:10	0:00:10	
204	1:05:50	1:05:55	Chůze s upínkou k dílenskému stolu	0:00:05	0:00:02	Úprava layoutu pracoviště
205	1:05:55	1:06:05	Chůze pro jeřáb	0:00:10	0:00:08	Úprava layoutu pracoviště
206	1:06:05	1:06:37	Manipulace s jeřábem nad přípravek č. 2	0:00:32	0:00:32	
207	1:06:37	1:07:06	Upnutí přípravku č.2 na jeřáb	0:00:29	0:00:29	
208	1:07:06	1:07:23	Zvednutí přípravku č.2	0:00:17	0:00:17	
209	1:07:23	1:07:38	Manipulace s přípravkem č.2 upnutým na jeřábu mimo pracovní stůl stroje	0:00:15	0:00:15	
210	1:07:38	1:07:47	Chůze k dílenskému stolu pro hadr	0:00:09	0:00:07	Úprava layoutu pracoviště
211	1:07:47	1:07:56	Chůze zpět k přípravku	0:00:09	0:00:07	Úprava layoutu pracoviště

212	1:07:56	1:09:10	Dočištění přípravku hadrem	0:01:14	0:01:14	
213	1:09:10	1:09:44	Manipulace s přípravkem č.2 nad paletu	0:00:34	0:00:34	
214	1:09:44	1:10:05	Pokládání přípravku č.2 na paletu	0:00:21	0:00:21	
215	1:10:05	1:10:20	Odepnutí přípravku z jeřábu	0:00:15	0:00:15	
216	1:10:20	1:13:34	Manipulace s jeřábem mimo pracoviště	0:03:14	0:03:14	
217	1:13:34	1:15:53	Chůze zpět k přípravku č. 2	0:02:19	0:02:19	
218	1:15:53	1:16:14	Odšroubování nosných ok z přípravku č.2	0:00:21	0:00:00	Nákup nosných ok a ponechání ok na přípravku
219	1:16:14	1:16:25	Chůze k dílenskému stolu	0:00:11	0:00:09	Úprava layoutu pracoviště
220	1:16:25	1:16:27	Odložení nosných ok a helmy	0:00:02	0:00:02	
221	1:16:27	1:16:33	Hledání čistícího magnetu	0:00:06	0:00:00	Dodržení metody 5S
222	1:16:33	1:16:34	Vzetí čistícího magnetu a rukavic	0:00:01	0:00:01	
223	1:16:34	1:16:40	Chůze pro vzduchovou pistol, odložení čistícího magnetu	0:00:06	0:00:04	Úprava layoutu pracoviště
224	1:16:40	1:17:23	Čištění pracovního stolu stroje vzduchem	0:00:43	0:00:43	
225	1:17:23	1:17:42	Ruční vyjmutí středícího usazovacího přípravku ze stolu stroje	0:00:19	0:00:19	
226	1:17:42	1:17:58	Očištění středícího usazovacího přípravku hadrem	0:00:16	0:00:16	
227	1:17:58	1:18:05	Chůze ke skříni č.1	0:00:07	0:00:05	Úprava layoutu pracoviště
228	1:18:05	1:18:07	Odložení středícího usazovacího přípravku do skříně	0:00:02	0:00:02	
229	1:18:07	1:18:14	Chůze k pracovnímu stolu stroje	0:00:07	0:00:05	Úprava layoutu pracoviště
230	1:18:14	1:20:35	Dočištění pracovního stolu stroje čistícím magnetem	0:02:21	0:02:21	
231	1:20:35	1:21:44	Dočištění pracovního stolu stroje hadrem	0:01:09	0:01:09	
232	1:21:44	1:21:51	Chůze s čistícím magnetem a hadrem k dílenskému stolu	0:00:07	0:00:05	Úprava layoutu pracoviště
233	1:21:51	1:21:53	Odložení hadru, magnetu a rukavic	0:00:02	0:00:02	
234	1:21:53	1:21:56	Chůze ke skříni a otevření skříně č.2	0:00:03	0:00:00	Provádět během obrábění Externí činnost
235	1:21:56	1:21:58	Chůze k dílenskému stolu, sběr nástrojů	0:00:02	0:00:00	
236	1:21:58	1:22:00	Chůze ke skříni č.2	0:00:02	0:00:00	
237	1:22:00	1:22:08	Schovávání nástrojů do skříně	0:00:08	0:00:00	
238	1:22:08	1:22:11	Chůze k dílenskému stolu pro nástroje	0:00:03	0:00:00	
239	1:22:11	1:22:14	Chůze s nástroji ke skříni č.2	0:00:03	0:00:00	

240	1:22:14	1:22:19	Ukládání nástrojů do skříně	0:00:05	0:00:00	Provádět během obrábění Externí činnost
241	1:22:19	1:22:21	Chůze k dílenskému stolu	0:00:02	0:00:00	
242	1:22:21	1:22:23	Sbírání nástrojů z dílenského stolu	0:00:02	0:00:00	
243	1:22:23	1:22:25	Chůze ke skříně č.2	0:00:02	0:00:00	
244	1:22:25	1:22:37	Ukládání nástrojů do skříně	0:00:12	0:00:00	
245	1:22:37	1:22:39	Chůze k dílenskému stolu	0:00:02	0:00:00	
246	1:22:39	1:22:44	Sbírání pomůcek z dílenského stolu	0:00:05	0:00:00	
247	1:22:44	1:22:46	Chůze ke skříně č.1	0:00:02	0:00:00	
248	1:22:46	1:22:55	Ukládání pomůcek do skříně	0:00:09	0:00:00	
249	1:22:55	1:22:57	Chůze k dílenskému stolu	0:00:02	0:00:00	
250	1:22:57	1:22:59	Chůze ke skříně č.1	0:00:02	0:00:00	
251	1:22:59	1:23:12	Ukládání pomůcek do skříně	0:00:13	0:00:00	
252	1:23:12	1:23:14	Chůze k dílenskému stolu	0:00:02	0:00:00	
253	1:23:14	1:23:17	Sběr pomůcek z dílenského stolu	0:00:03	0:00:00	
254	1:23:17	1:23:19	Chůze ke skříně č.1	0:00:02	0:00:00	
255	1:23:19	1:23:28	Ukládání pomůcek do skříně	0:00:09	0:00:00	
256	1:23:28	1:23:30	Zavírání skříně	0:00:02	0:00:00	

Čas Tbc je rozdělen do více částí, kdy první část začíná činností 1 a končí činností 78, druhá část začíná činností 120 a končí činností 147 a poslední část začíná činností 187 a končí činností 256. Původní trvání času Tbc je 0:42:23 a nově navržený čas je 0:33:28, to je snížení času seřízení o 21,04 %.

Čas Tac je rozdělen také na více částí, přičemž první začíná činností 79, končí činností 119 a druhá část začíná činností 148 a končí činností 186. Původní čas Tac trval 0:41:07 a nově navržený čas je 0:38:49 pro jeden kus, tzn. že pro celou dávku je původní doba trvání 2:44:28 a nově navržená doba upínání obrobku je 2:35:16, to je snížení času o 5,59 %.

Seřízení a upínání obrobku u druhé operace pro celou dávku původně trvalo 3:26:51 a nově navržená doba je 3:08:44. To znamená celkové snížení času o 8,76 %.

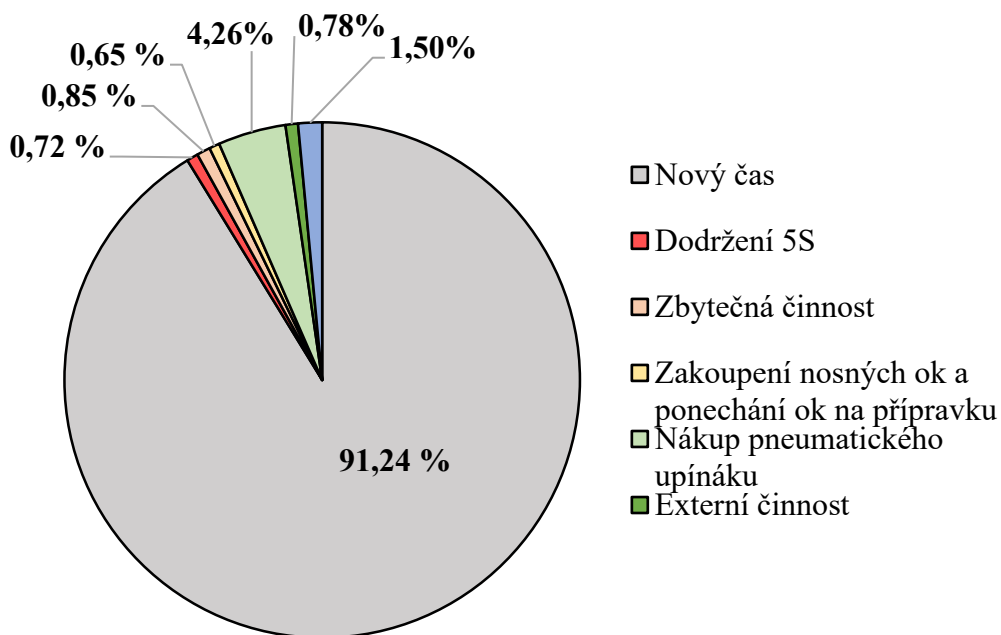
Navržená opatření pro operaci č. 2

- **Dodržení metody 5S** – je to opatření, které firmu nestojí žádné finanční prostředky. Metoda 5S je ve firmě zavedená, což znamená že tato úspora spočívá pouze v dodržování metody. To znamená že na pracovišti má být pořádek, což omezí veškeré hledání náradí nebo pomůcek.
- **Zbytečná činnost** – je to všechno čas navíc, který je stráven zbytečnými úkony, např. přemýšlení které nástroje ještě vzít, když je přesně stanoven daný pracovní postup.

- **Zakoupení nosných ok a ponechání ok na přípravku** – zde stejně jako u první operace probíhalo šroubování nosných ok na přípravek. Pokud by se na druhý přípravek nakoupila nosná oka a ponechala se našroubovaná, je možné získat další úsporu.
- **Nákup pneumatického upínáku** – stejně jako u první operace, i zde často dochází ke dlouhému šroubování šroubů. Nákup pneumatického upínáku nám rapidně sníží dobu trvání šroubování jak u přípravku, tak při upínání obrobků.
- **Externí činnost** – zde došlo k převedení interní činnosti na externí, to znamená že stejně jako u první operace může nástroje schovávat už v průběhu obrábění posledního kusu, a ne až po obrábění.
- **Úprava layoutu pracoviště** – Přesunutím dílenského stolu a skříní blíže ke stroji bude časová úspora v každé chůzi ke stolu, skříním a zpět ke stroji.

Tab. 4. Časová a procentuální úspora v operaci č. 2

	Čas	Procentuální vyjádření času
Nový čas	3:08:44	91,24
Dodržení 5S	0:01:29	0,72
Zbytečná činnost	0:01:45	0,85
Zakoupení nosných ok a ponechání ok na přípravku	0:01:21	0,65
Nákup pneumatického upínáku	0:08:49	4,26
Externí činnost	0:01:37	0,78
Úprava layoutu pracoviště	0:03:06	1,50
Původní čas	3:26:51	100,00



Obr. 23. Navržené časové úspory v operaci č. 2

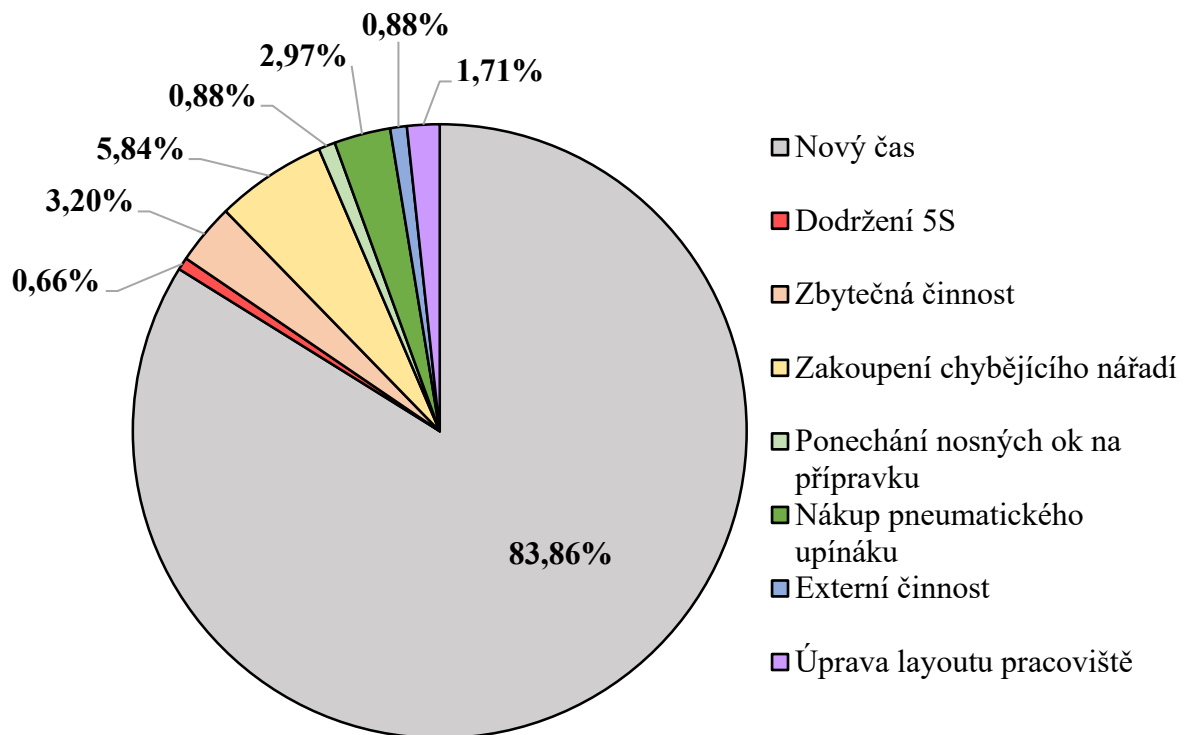
9.1.3 Celková úspora času

Původní čas pro seřízení a upínání obrobku pro obě operace dohromady byl 5:59:21. Po aplikovaných úsporách je celkový čas pro seřízení a upínání obrobku 5:01:20, což je úspora 0:58:01, v procentuálním vyjádření je úspora 16,14 %.

V následující tabulce a grafu je celková úspora, rozdělená na jednotlivé úseky podle aplikací, díky kterým bylo úspory dosaženo, vyjádřené v procentech.

Tab. 5. Celková časová a procentuální úspora

	Čas	Procentuální vyjádření času
Nový čas	5:01:20	83,86
Dodržení 5S	0:02:22	0,66
Zbytečná činnost	0:11:31	3,20
Zakoupení chybějícího nářadí	0:21:00	5,84
Zakoupení nosných ok a ponechání ok na přípravku	0:03:10	0,88
Nákup pneumatického upínáku	0:10:40	2,97
Externí činnost	0:03:09	0,88
Úprava layoutu pracoviště	0:06:09	1,71
Původní čas	5:59:21	100,00



Obr. 24. Celková časová úspora a jednotlivé vyjádření úspor pro obě operace

10 ZHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH INVESTIC A ROČNÍ ÚSPORA

Pro výpočet návratnosti investic a roční úspory musela být zjištěna hodinová sazba stroje, která činí 1200 Kč/hod a najít vhodné nářadí za příznivou cenu. Při počítání návratnosti počítám že rok má 52 týdnů. Firmou byla zadána podmínka, že návratnost investic musí být maximálně do dvou let.

10.1 Návratnost investic

Nákup chybějícího nářadí

Ke stroji se nakoupí toto nářadí:

- Těleso vrtáku DORMER H85332.0 - 8 595,60 Kč
- Vrtací korunka R95032 - 3 876,60 Kč
- Fréza PRAMET – 20 107,50 Kč

Cena všech nástrojů je 32 579,70 Kč. Celková časová úspora pro nákup chybějícího nářadí je 0:21:00, to znamená úspora 420 Kč na jednu dávku. Při výrobě jedné dávky týdně je návratnost investice následující:

$$\left(\frac{32\,579,70}{420}\right) : 52 = 1,49 \text{ roku} \quad (5)$$



Obr. 25. Chybějící nářadí

Nákup pneumatického upínáku

Ke stroji se koupí tento pneumatický upínák:

- Pneumatický upínák Tona expert E230116 – 6 574,60 Kč

Úspora času při zakoupení pneumatického upínáku činí 0:10:40, což je úspora 213,40 Kč na jednu dávku. Při výrobě jedné dávky týdně je návratnost investice následující:

$$\left(\frac{6574,60}{213,40}\right) : 52 = 0,59 \text{ roku} \quad (6)$$



Obr. 26. Pneumatický upínák

Zakoupení nosných ok

Momentálně jsou u stroje 2 přípravky a každý potřebuje čtyři nosné oka. Čtyři oka u stroje jsou, ale musí se předělávat z jednoho přípravku na druhý, proto se nakoupí další čtyři, aby mohly zůstat na přípravných trvale přišroubovány. Zakoupí se tato oka:

- Šroub s okem DIN 580 M24 – 40,50 Kč

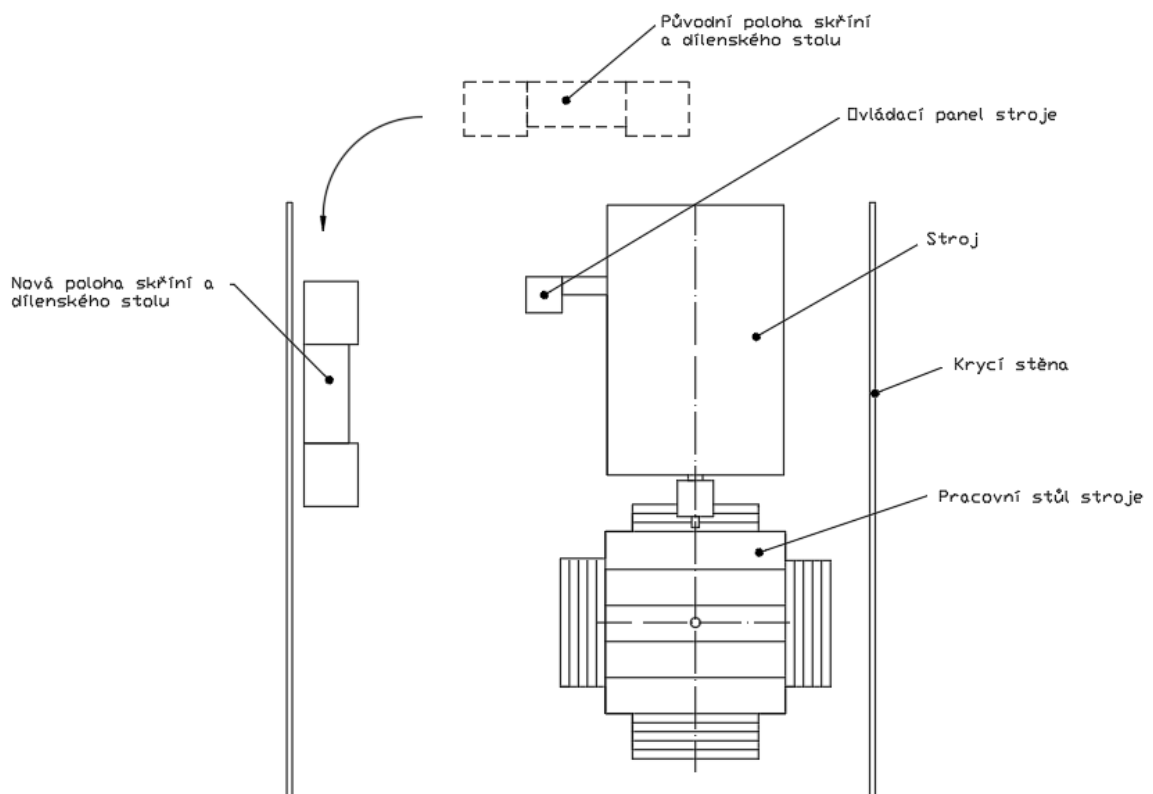
Cena čtyř nosných ok je 162 Kč. Časová úspora při nakoupení nosných ok je 0:03:10, to znamená úspora 63,40 Kč na jednu dávku. Při výrobě jedné dávky týdně je návratnost investice následující:

$$\left(\frac{162}{63,40}\right) : 52 = 0,049 \text{ roku} = 0,59 \text{ měsíce} \quad (7)$$

Úprava layoutu pracoviště

Úprava layoutu údržbou byla firmou vyčíslena na 3500 Kč. Časová úspora pro úpravu layoutu pracoviště byla 0:06:09, to je úspora 130 Kč na jednu dávku. Při výrobě jedné dávky týdně je návratnost investice následující:

$$\left(\frac{3500}{130}\right) : 52 = 0,52 \text{ roku} \quad (8)$$



Obr. 27. Schéma úpravy layoutu pracoviště

10.2 Roční úspora

Při počítání roční úspory použiju hodinovou sazbu stroje, která činí 1200 Kč/hod a času, který jsem uspořil na výrobu jedné dávky, který činí 0:58:01. To znamená že finanční úspora na jedné dávce je 1160,40 Kč. Výpočet roční úspory je následující:

$$1160,40 \cdot 52 = 60\,310,80 \text{ Kč} \quad (9)$$

To znamená, že aplikací návrhů na zlepšení seřízení a upínání obrobku u obou operací firma ušetří 60 310,80 Kč za rok.

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce byla aplikace metody SMED na vybrané zařízení za účelem snížení času přetypování alespoň o 15 %, ve firmě TES Vsetín s.r.o. Stroj, na kterém se přetypování provádělo byla vodorovná stolová vyvrtávačka WH 10 CNC a obrobek pro který byl stroj seřizován byl stator, jehož obrábění se dělilo do dvou operací, které nejsou konkrétně pojmenovány, proto byly rozděleny na operaci č.1 a operaci č.2. Obrábí se jedna dávka týdně, přičemž v jedné dávce jsou obráběny 4 kusy.

V teoretické části se bakalářská práce věnovala úvodu do průmyslového inženýrství, dále produktivitě a v nejvíce rozebírané části štíhlé výrobě, kde bylo řešeno plýtvání a popis samotné metody SMED.

V praktické části je představení firmy, ve které byla bakalářská práce vypracována, dále popis stroje, obrobku a pracoviště. Dalším bodem byl současný stav seřízení, kdy byl na videokameru přímo v provozu zaznamenáván postup seřízení. Díky videozáznamu mohla proběhnout podrobnější analýza seřizování. Hlavní částí praktické části je zhotovení SMED formuláře, kde jsou navržena opatření, která zkrátí původní čas seřízení. Posledním bodem praktické části bakalářské práce je zhodnocení návratnosti investic a roční úspora, kdy firma akceptuje investice s návratností do 2 let.

Časové úspory v první operaci činily 26,16 % původního času a v druhé operaci 8,76 % původního času, to znamená že celková časová úspora pro obě operace činí 16,14 %, tím pádem byl splněn cíl bakalářské práce. Při tomto snížení času přetypování roční úspora, kdy hodinová sazba stroje činí 1200 Kč/hod, vychází na 60 310 Kč.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] CHROMJAKOVÁ, Felicita. *Průmyslové inženýrství: Trendy zvyšování výkonnosti štihlým řízením procesů*. Žilina: Knihárstvo GEORG, 2013. ISBN 978-80-8154-058-5.
- [2] MAŠÍN, Ivan. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štihlé výroby*. Liberec: Institut technologií a managementu, 2013. ISBN 80-903533-1-2.
- [3] MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. *Cesty k vyšší produktivitě: Strategie založená na průmyslovém inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 1996. ISBN 80-902235-0-8.
- [4] KOŠTURIÁK, Ján a Milan GREGOR. *Jak zvyšovat produktivitu firmy*. Žilina: inFORM, 2002. ISBN 8096858319
- [5] ANDRÝSEK, Leoš. *Jak dál při zvyšování produktivity* [online]. 11.8.2006 [cit. 2018-10-26]. Dostupné z: <https://modernirizeni.ihned.cz/c1-19058890-jak-dal-pri-zvysovani-produktivity>
- [6] KOŠTURIÁK, Jan a Zbyněk FROLÍK. *Štihlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. ISBN 80-86851-38-9.
- [7] SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada Publishing, 2011. ISBN 978-80-247-3938-0.
- [8] CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA. *Řízení a organizace výrobních procesů: Kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: Georg, 2011. ISBN 978-80-89401-26-0.
- [9] JIRÁSEK, Jaroslav. *Štihlá výroba*. Praha: Grada, 1998, 199 s. ISBN 80-7169-394-4.
- [10] GREENE, Jack. *Industrial engineering: theory, practice & application : business and production management, productivity and capacity*. [North Charleston: CreateSpace], c2013, 411 s. ISBN 9781482301793.
- [11] BADIRU, Adedeji Bodunde a Olufemi Abayomi OMITAOMU. *Handbook of industrial engineering equations, formulas, and calculations*. Boca Raton, FL: CRC Press, c2011, 1 sv. (různé stránkování). Industrial innovation series. ISBN 978-1-4200-7627-1.
- [12] MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. *Nové cesty k vyšší produktivitě: Metody průmyslového inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. ISBN 80-902235-6-7.
- [13] SHINGO, Shigeo. *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Portland, Oregon: Productivity Press, 1985. ISBN 0-915299-03-8.

- [14] KORMANEC, P., 2008. *SMED*, Žilina: IPA Slovakia.
- [15] ROSER, Christoph. *All About Lean* [online]. March 2, 2014 [cit. 2018-11-05]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/smed-history/>
- [16] ONDRA, Pavel. *Průmyslové inženýrství: SMED* [online]. 6.9.2017 [cit. 2018-11-08]. Dostupné z: <http://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/smed-3-single-minute-exchange-of-die/>
- [17] TUČEK, David a Roman BOBÁK, 2006. *Výrobní systémy*. Vyd. 2. upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 80-7318-381-1.
- [18] Spaghetti diagram. *CIE group* [online]. [cit. 2018-11-14]. Dostupné z: <http://www.cie-group.cz/lexikon-metod-pi/metody/spaghetti-diagram/>
- [19] ZEMČÍK, Oskar. *Technologická příprava výroby*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2002. ISBN 80-214-2219-X.
- [20] *TES Vsetín s.r.o.* [Online]. Vsetín [cit. 2019-02-16]. Dostupné z: <https://www.tes.cz/cz/>
- [21] *Tos Varnsdorf* [Online]. Varnsdorf [cit. 2019-02-16]. Dostupné z: <http://www.tosvarnsdorf.cz/cz/>
- [22] Interní materiály firmy

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Atd.	A tak dále.
Např.	Například.
SMED	Single Minute Exchange of Dies.
Apod.	A podobně.
Tzv.	Tak zvaně.
Resp.	Respektive.
Popř	Popřípadě.
Tj.	To je.
S.r.o.	S ručením omezeným.
A.s.	Akciová společnost.
Kg.	Kilogram
mm	milimetry
min	minuty
Nm	Newtonmetry
Tzn.	To znamená.
Kč	Koruny české
[hh:mm:ss]	Hodiny:minuty:sekundy
CNC	Computer numerical control
Č.	číslo

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Trojdimenzionální rozměr průmyslového inženýrství. [1]</i>	12
<i>Obr. 2. Studium práce. [2]</i>	14
<i>Obr. 3. Ovlivnění produktivity. [3]</i>	19
<i>Obr. 4. Zvýšení produktivity. [5]</i>	20
<i>Obr. 5. Koncepce štíhlého podniku. [1]</i>	22
<i>Obr. 6. Kroky pro zlepšení a optimalizaci procesu [11]</i>	25
<i>Obr. 7. Logo firmy [20]</i>	39
<i>Obr. 8. Mapa působení firmy TES [20]</i>	39
<i>Obr. 9. Struktura společnosti [20]</i>	40
<i>Obr. 10. Vodorovná stolová vyvrtávačka WH 10 CNC</i>	43
<i>Obr. 11. Obráběný výrobek (stator)</i>	44
<i>Obr. 12. Layout výrobní haly [22]</i>	45
<i>Obr. 13. Změna polohy obrobku pomocí nosného lana</i>	47
<i>Obr. 14. Přemístění obrobku ve správné poloze nad přípravek</i>	48
<i>Obr. 15. Usazení obrobku na přípravku</i>	48
<i>Obr. 16. Utahování obrobku na přípravku</i>	49
<i>Obr. 17. Čištění pracovního stolu</i>	49
<i>Obr. 18. Usazování středícího přípravku</i>	50
<i>Obr. 19. Usazení a čištění druhého přípravku</i>	51
<i>Obr. 20. Ojehlení obrobku</i>	52
<i>Obr. 21. Zvedání obrobku z přípravku</i>	52
<i>Obr. 22. Navržené časové úspory v operaci č. 1</i>	62
<i>Obr. 23. Navržené časové úspory v operaci č. 2</i>	73
<i>Obr. 24. Celková časová úspora a jednotlivé vyjádření úspor pro obě operace</i>	74
<i>Obr. 25. Chybějící nářadí</i>	75
<i>Obr. 26. Pneumatický upínák</i>	76
<i>Obr. 27. Schéma úpravy layoutu pracoviště</i>	77

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Aplikace metody SMED na operaci č.1</i>	<i>54</i>
<i>Tab. 2. Časová a procentuální úspora v operaci č. 1</i>	<i>62</i>
<i>Tab. 3. Aplikace metody SMED na operaci č.2</i>	<i>63</i>
<i>Tab. 4. Časová a procentuální úspora v operaci č. 2</i>	<i>72</i>