

Aplikace metody SMED na vybrané zařízení

Bc. Radim Babica

Diplomová práce
2021



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Radim Babica**
Osobní číslo: **M190099**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Aplikace metody SMED na vybrané zařízení**

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární řešení se zaměřením na metodu SMED a formulujte teoretická východiska pro zpracování praktické části.

II. Praktická část

- Proveďte analýzu současného stavu procesu přetypování na vybraném stroji.
- Na základě analýzy vytvořte projekt aplikace metody SMED u vybraného stroje.
- Zpracujte ekonomické zhodnocení projektového řešení.

Závěr

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

Seznam doporučené literatury:

- DENNIS, Pascal. *Lean Production Simplified: a plain-language guide to the world's Most powerful production system*. Third edition. Boca Raton: CRC Press, 2016, 223 s. ISBN 978-1-4987-0887-6.
- CHARRON, Rich. *The lean management systems handbook*. First edition. Boca Raton: CRC Press, 2015, 523 s. ISBN 987-1-4665-6435-0.
- CHROMJAKOVÁ, Felicitá. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štihlým řízením procesů*. 1. vyd. Žilina: Georg, 2013, 116 s. ISBN 978-80-8154-085-5.
- KŘENOVSKÝ, Miroslav a Ondřej VALSA. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3. dopl. vyd. Praha: C.H. Beck, 2012, 153 s. ISBN 978-80-7179-319-9.
- SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 223 s. ISBN 978-80-247-3938-0.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Pavel Ondra**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání diplomové práce: **15. ledna 2021**
Termín odevzdání diplomové práce: **20. dubna 2021**

L.S.

doc. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan

Ing. Eva Juříčková, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 15. ledna 2021

PROHLÁŠENÍ AUTORA

DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně

Jméno a příjmení: Radim Babica

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá aplikací metody SMED ve společnosti TES Vsetín, s.r.o. Hlavním cílem je právě aplikace této metody na vybrané zařízení. Projektovým cílem je zkrácení činnosti při přetypování u vybraného stroje alespoň o 10 % z původního stavu. K dosažení cíle bylo nejdříve zapotřebí z analyzovat současný stav přetypování. Poté na základě pozorování navrhnout doporučení a nápravná opatření za pomoci aplikace metody SMED. V rámci analýzy byly využity rozhovory, pohybové analýzy a snímky pracovního dne pracovníků i strojů. Doplnujícími metody obsažené v práci je Spaghetti diagram, metoda 5S a SWOT analýza. Aplikací metody SMED zkrátila společnost čas přetypování u vybraného výrobního zařízení o 21 % u první operace a u druhé operace o 23 %.

Klíčová slova: SMED, průmyslové inženýrství, plýtvání, štlíhlá výroba

ABSTRACT

Master's Thesis deals with the application of the SMED method in the company TES Vsetín, s.r.o. The main goal is to apply this method to selected devices. The project goal is to reduce the recasting activity of selected machines by at least 10% from the original state. To achieve the goal, it was first necessary to analyze the current state of retyping. Then, based on the observations, propose recommendations and corrective measures using the application of the SMED method. The analysis used interviews, motion analyzes and pictures of the working day of workers and machines. Complementary methods included in the work are Spaghetti diagram, 5S method and SWOT analysis. The SMED application methods reduced the company's casting time at the selected production facility by 21% for the first operation and by 23% for the second operation.

Keywords: SMED, Industrial Engineering, Waste, Lean Production

Touto cestou bych rád poděkoval Ing. Pavlu Ondrovi, vedoucímu mé diplomové práce, za cenné připomínky, trpělivost a odborné vedení. Rovněž bych rád poděkoval všem zaměstnancům vybrané společnosti. V poslední řadě patří díky také mé rodině a přátelům za podporu po celou dobu studia.

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

OBSAH

ÚVOD	9
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	12
1.1 HISTORIE PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ	12
1.2 DEFINICE PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ	13
1.3 MODERNÍ A KLASICKÉ PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	14
1.4 PRODUKTIVITA	17
1.4.1 Faktory ovlivňující produktivitu	18
2 ŠTÍHLÁ VÝROBA	20
2.1 PLÝTVÁNÍ VE VÝROBĚ	21
2.2 DRUHY PLÝTVÁNÍ	22
3 METODA SMED	24
3.1 PLÝTVÁNÍ PŘI PŘETÝPOVÁNÍ	24
3.2 HISTORIE METODY SMED.....	25
3.3 KONCEPT METODY SMED	25
3.4 POSTUP PŘI ZAVÁDĚNÍ METODY	26
3.5 VYUŽÍVANÉ TECHNIKY METODY	29
3.6 BENEFITY PO ZAVEDENÍ METODY SMED	29
4 DOPLŇJÍCÍ METODY VYUŽITÉ V DIPLOMOVÉ PRÁCI	31
4.1 SPAGHETTI DIAGRAM	31
4.2 METODA 5S.....	31
4.3 SWOT ANALÝZA	32
4.4 LAYOUT	33
4.5 STANOVENÍ CÍLE POMOCÍ SMART	34
4.6 RIPRAN	34
5 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI	35
II PRAKTICKÁ ČÁST	36
6 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI (TES VSETÍN S.R.O.)	37
6.1 HISTORIE SPOLEČNOSTI	37
6.2 STRUKTURA SPOLEČNOSTI.....	38
6.3 POLITIKA SPOLEČNOSTI.....	39
6.4 PRODUKTY A VÝROBA SPOLEČNOSTI.....	39

7	POPIS VYBRANÉHO STROJE, PRACOVISŤĚ, OBSLUHY	41
7.1	WH 10 CNC	42
7.2	ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ PARAMETRY O STROJI.....	42
7.3	CHARAKTERISTIKA VÝROBKU	43
7.4	POKYNY OBSLUHY PRO SPRÁVNÉ ZACHÁZENÍ SE STROJEM	44
7.5	LAYOUT VÝROBNÍ HALY A PRACOVISŤĚ	47
8	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	48
8.1	PRACOVNÍ POSTUP NA DANÉM ZAŘÍZENÍ	48
8.1.1	První operace – obrábění patek statoru	49
8.2	ANALÝZA PŘETYPOVÁNÍ	50
8.3	ANALÝZA POHYBŮ OPERÁTORA	51
8.4	AUDIT 5S	53
9	APLIKAČNÍ PROJEKT	56
9.1	DEFINOVÁNÍ PROJEKTU	56
9.2	LOGICKÝ RÁMEC	57
9.3	SWOT ANALÝZA	57
9.4	RIZIKOVÁ ANALÝZA PROJEKTU	58
10	APLIKACE METODY SMED	60
10.1	ODDĚLENÍ INTERNÍCH A EXTERNÍCH ČINNOSTÍ	60
10.2	PŘEVEDENÍ INTERNÍCH ČINNOSTÍ NA EXTERNÍ.....	60
10.3	REDUKCE ČASŮ INTERNÍCH ČINNOSTÍ.....	63
10.3.1	Zlepšení jednotlivých činností v rámci externího a interního seřizování.....	64
10.3.2	Shrnutí a úspory	66
10.4	NÁVRHY NOVÉHO POSTUPU PRO SEŘÍZENÍ.....	67
11.1	ČASOVÉ ÚSPORY	68
11.2	FINANČNÍ ÚSPORY	68
11.3	NÁKLADY NA PROJEKT	68
11.4	DOBA NÁVRATNOSTI	69
	ZÁVĚR	70
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	71
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	74
	SEZNAM OBRÁZKŮ	75
	SEZNAM TABULEK.....	76
	SEZNAM PŘÍLOH.....	77

ÚVOD

V současné době chce mít každá společnost dobré postavení na trhu, být co nejvíce konkurence schopná a zároveň uspokojovat přání a potřeby zákazníků. Poskytovat zákazníkům výrobky v co možná nejvyšší kvalitě a při dostupných cenách. Aby bylo možné tyto kritéria splňovat, je zapotřebí stále inovovat a zavádět prvky štíhlé výroby.

V mnoha společnostech dochází k činnostem, které nejsou produktivní, a tudíž nemají žádnou přidanou hodnotu. Jedním ze způsobů, jak těmto činnostem zabránit je využití oboru průmyslového inženýrství. Nejedná se jen o zvyšování produktivity, ale také i o eliminaci veškerých druhů plýtvání. Právě s plýtváním se můžeme často setkat u seřizování strojů. Seřízení nebo také přetypování nepřidává výrobku žádnou přidanou hodnotu, a proto je třeba tuto dobu, co nejvíce redukovat. Touto problematikou se zabývá jedna z mnoha metod průmyslového inženýrství, metoda SMED.

Diplomová práce s hlavním cílem aplikace metody SMED je realizována ve společnosti TES Vsetín, s.r.o. Výrobní stránka společnosti je zaměřena na široký rámec výrobků, které jsou vyráběny jak sériově, tak i na zakázku. Pro aplikaci metody SMED byla vybrána vodorovná vyvrtávačka WH 10 CNC, která je pro společnost velice důležitá pro obrábění různých produktů.

Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části je popsána metoda SMED, která tvoří základní pilíř pro praktickou část diplomové práce. V praktické části je nejdříve charakterizována společnost a následně dochází k analýze současného stavu na vybraném stroji. Dále je sestaven projekt aplikace metody SMED v návaznosti na předešlé části. Po vyhotovení projektu budou navrženy kroky pro případné zlepšení stávajícího stavu a v samotném závěru dojde k vyhodnocení projektu.

Projektovým cílem diplomové práce je zkrácení času činností při přetypování u vybraného stroje, a to alespoň o 10 % z výchozího stavu. 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.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem této diplomové práce je aplikace metody SMED u vybraného stroje ve společnosti TES Vsetín, s.r.o. Diplomová práce je zpracovávána od prosince roku 2020 a jejím výstupem by měl být snížený čas procesu seřízení u daného zařízení a návrh nového seřizovacího postupu. Metoda SMED se u tohoto zařízení aplikuje z důvodu nízké provozní kapacity a efektivity. Projektovým cílem diplomové práce je zkrácení času činností při přetypování u vybraného stroje, a to alespoň o 10 % z výchozího stavu.

Cílem teoretické části práce je seznámit se s teoretickým základem potřebným pro zpracování dané problematiky. Za pomoci metody kompilace budou shromážděny relevantní zdroje k tématu průmyslového inženýrství, štihlé výroby a metody SMED. Dále jsou ve stručnosti popsány doplňující metody obsažené v práci.

V praktické části práce je zpracována analýza současného stavu zařízení a pracoviště při provozu stroje. V této části je použito více různých metod. Nejprve je provedena analýza současného stavu pomocí pozorování, rozhovoru s pracovníky a videozáznamu. Následně bude implementována metoda SMED. Před zahájením analýzy je proveden audit k metodě 5S pro kontrolu stavu pracoviště. Následně pomocí Spaghetti diagramu je zanalyzován pohyb operátora pro případnou úpravu layoutu a odhalení plýtvání. Riziková analýza RIPRAN shrne všechna možná potenciální rizika projektu, jejich dopad na celý projekt a pravděpodobnost, s jakou mohou nastat. Metoda SMART slouží jako kontrola stanoveného cíle, zda ho máme výstižně a přesně formulovaný, nebo také slouží ke kontrole výsledků. Logický rámec je vytvořen pro zpřehlednění hlavního a projektového cíle. Ze zpracované analýzy vyplynou formulována doporučení a nápravná opatření.

V další fázi jsou odděleny interní činnosti od externích a interní činnosti se převedou na externí. Závěrečná fáze posoudí navrhovaná zlepšení a celkově zhodnotí přetypování vybraného zařízení s novým jízdním řádem. Výsledky projektu budou prezentovány managementu společnosti a celému projektovému týmu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Průmyslové inženýrství se vyvinulo jako jedna z hlavních inženýrských a řídicích disciplín. Efektivní využití těchto disciplín přispělo k našemu zvýšenému standardu prostřednictvím zvýšené produktivity, kvality práce a služeb. Zároveň pomohlo ke zlepšení pracovního prostředí (Salvendy, 2001, s. 27).

Názvem průmyslové inženýrství v sobě skrývá multidisciplinární obor, který zahrnuje technické a zároveň i psychologické znalosti, management, sociologii a matematické statistiky. Hlavní náplň spočívá v tom, jak najít co nejefektivnější způsob provádění svěřené práce a to tak, aby docházelo k produkci statků a služeb vysoké kvality s minimálními náklady a zároveň s vysokou mírou efektivity. Jedním z klíčových cílů v průmyslovém inženýrství je snížení plýtvání v podnicích. Tento obor zahrnuje organizování, koordinaci výrobních systémů, plánování, koordinaci pracovníků, energií, informací, materiálů s cílem minimalizovat plýtvání a maximalizovat produktivitu (Tuček a Bobák, 2006, s. 106).

1.1 Historie průmyslového inženýrství

Obor průmyslového inženýrství je velmi dynamický a jeho růst byl poháněn především požadavky výroby, vlády a organizacemi v oblasti služeb v průběhu 20. století. Historie tohoto oboru je celá silně spojena s historií samotné výroby (Maynard a Zandin, 2001, s. 13).

Přesto, že v minulosti byly postaveny stavby jako např. pyramidy, římské koloseum a jiné, tak teprve v 18. století se ve Francii objevily první stavební školy. V důsledku zvyšování efektivity při vytváření návrhů mostů, silnic a budov, vzniká obor strojírenství. Tento obor, se zpočátku vyučoval jen na vojenské akademii. Potřeba zlepšení v designu, analýze materiálů a zařízení jako např. čerpadla nebo motory vedla ke vzniku strojírenství jako samostatné oblasti na počátku 19. století. Taktéž se můžeme setkat s rozvojem elektrotechniky a chemického inženýrství (Maynard a Zandin, 2001, s. 14).

Období po 1. světové válce

Do konce 1. světové války se napevno uchytil systém vědeckého řízení. Rozsáhlé, vertikálně integrované organizace využívající techniky hromadné výroby byly již naprosto běžnou věcí. Snadnějším dosažením růstu produktivity se zájem managementu více zaměřoval k zavádění standardů a motivačních plánů. Pouze malá pozornost byla věnována metodám ve výrobě. Reakce pracovníků a veřejnosti na bezohledné praktiky managementu jako např. zrychlování výroby v kombinaci s obavami o dehumanizujícími aspekty aplikace

vědeckého řízení, nakonec vedly k legislativnímu omezení používání časových norem (Maynard a Zandin, 2001, s. 18).

Období po 2. světové válce

Americký institut průmyslových inženýrů (AIIE) byl založen v roce 1948 v Ohio. Mezi roky 1980 až 2000 se role průmyslového inženýrství rozšířila z tradičního poskytování podpůrných funkcí a zahrnovala i odpovědnost za organizační vedení v oblasti integrace výroby, designu a servisních systémů (Maynard a Zandin, 2001, s. 1.13).

1.2 Definice průmyslového inženýrství

Podle Mašina a Vytlačila (2000, s. 80) lze průmyslové inženýrství definovat jako obor, který se snaží „důmyslněji provádět práci“. Pro tenhle účel se snaží především o odstranění plýtvání, nepravidelností, iracionality a přetěžování z pracovišť.

Naopak podle Chromjakové (2013, s. 6) se zaměřuje na efektivní vykonávání procesů v různých sektorech průmyslové výroby, v podnicích služeb a bankovním sektoru, ve kterém je klíčovým objektem zájmu lidská práce, směřující k dosažení konkrétního pracovního výkonu.

Průmyslové inženýrství je tak podle Bobák (2011, s. 98) ovlivněno následujícími oblastmi či dimenzemi:

- lidský faktor – zahrnuje organizační projektování podniku, organizace práce, ergonomie, služby),
- projektování, plánování a řízení provozu – projektování výrobních zařízení, zabezpečování kvality, plánování a řízení výroby, výrobně inženýrské metody,
- kvantitativní metody podpory rozhodování – jedná se o teorii pravděpodobnosti, statistiky, počítačové simulace, optimalizace,
- technická oblast – obsahuje v sobě informační techniku, počítači podporované podnikání, výrobní inženýrství, ergonomii a služby.

Všechny tyto oblasti v podniku zajišťuje osobnost, která je podle Košturiak (2007) nazývána jako Průmyslový inženýr. Je to člověk, který upozorňuje ostatní inženýrské profese, že existuje něco jako podnikatelská realita. Pomáhá překonávat vrstvy mezi managementem a liniovými pracovníky. Prohlašuje, že produktivita se dá zvyšovat i jinými způsoby než zakoupením nového, mnohdy velmi drahého stroje. Osobnost průmyslového inženýra tak

musí být schopná především nadhledu, a to ať již na stranu vedení, tak na výrobní část podniku.

Mezi hlavní činnosti, o které se ve své podstatě snaží průmyslový inženýr, a tvoří podstatu celé této filozofie, patří podle Badiru (2014) tyto 3 činnosti:

- navrhování práce, při kterém hledáme nejvíce ekonomický způsob, jak práci provádět,
- nastavování standardů výkonu a měření kvality, množství a nákladů dané práce,
- navrhování a instalace zařízení (respektive opatření), která zlepší výkon práce.

1.3 Moderní a klasické průmyslové inženýrství

Klasické průmyslové inženýrství

Studium práce a operační výzkum, takto můžeme rozdělit klasické průmyslové inženýrství. Záměrem studia práce je ideální využití lidské práce a materiálu, které má podnik k dispozici. Předmětem je pak shromáždit informace a ty nadále využívat ke zvyšování produktivity. Studium práce je hloubkovým studiem, jak zjistit skutečné aktivity lidí a strojů v podniku, za předpokladu využití techniky studium metod a měření práce (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 89).

Studium metod se zabývá tím, jak co nejlépe využívat daný materiál, stroje, pracovníky a veškerá zařízení. Jednotlivé činnosti mohou být rozloženy na dílčí části a ty mohou být následně analyzovány se zlepšením anebo odstraněním. Měření práce nabízí zlepšení pro plánování, řízení a platformu pro systém odměňování. Měření práce definujeme jako uplatnění technik, které určují čas nutný k výkonu specifické práce kvalifikovaným pracovníkem na určené úrovni úkonu. Specifikovaný nástroj nám umožňuje zvyšování produktivity při současném snižování nákladů. Výsledkem je norma času ke splnění daného úkonu. Ve skutečnosti se tyto techniky používají současně nebo také v kombinaci. Při použití technik samostatně by mohlo dojít k tomu, že přínosy by byly ve výsledku nižší (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 90-92).

„Postup studia metod:

1. vyber práci, která má být studována,
2. zaznamenej veškerá relevantní fakta o současné metodě,
3. prověř kriticky tato fakta,

4. navrhní praktičtější, ekonomičtější a efektivnější pracovní metodu s ohledem na všechny související okolnosti,
5. zaved' tuto metodu jako standardní,
6. udržuj tento standard pravidelnou kontrolou“ (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 91).

Metody užívané k zaznamenávání studia metod jsou především pohybové studie, procesní analýzy, kontrolní listy, videozáznamy, fotografie a dotazníky.

- „Co se provádí?
- Kde se to provádí?
- Kdy se to provádí?
- Kdo to provádí?
- Jak se to provádí?“

Následně se po těchto otázkách ptáme „Proč?“ Po odpovědi může následovat diskuse a výběr možné alternativy. Jestliže není odpovězeno, je jasné, že tato metoda není vysoce produktivní. Po takovémto objektivním posouzení jsou provedeny návrhy pro zlepšení layoutu pracoviště nebo provozu, pracovních postupů, lepšího využití materiálu, lidí a strojů, pracovního prostředí apod (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 91, 92).

Pro měření práce se využívají hrubé odhady, kvalifikované odhady, časové studie, historické údaje a systémy předem určených časů. Tyto postupy využíváme dodnes, některé procházejí i nadále rozvojem. Při těchto měřeních je využívána speciální jednotka měření času – TMU (Time Measurement Unit), kde 1 sekunda = 27,8 TMU. V těchto případech se využívá metoda předem určených časů jednotlivých pohybů, které představují průměrný výkon. Je tedy možné určit i časy budoucí, teprve nadcházejících metod.

Pro měření se využívá několik systémů:

- „MTM – měření času pracovních metod, které rozkládá manuální práci do 10-ti základních pohybů“,
- UMS – univerzální normy pro údržbu,
- USD – sjednocená standardní data pro práce s delšími cykly,
- UAS – univerzální rozborový systém odvozený z MTM s vyšší rychlostí rozboru, dostatečnou přesností a malým počtem dat (vhodný pro sériovou výrobu),

- MOST – využívá skutečnost, že lidskou práci je možné popsat univerzálními sekvenčními modely aktivit, namísto popisu pomocí detailních a nezávislých základních pohybů – docilují tak nejvyšší rychlosti rozboru (dělíme na Basic, Mini, Maxi, Giga, Clerical)“ (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 92, 93).

Vlivem exaktních věd se klasické průmyslové inženýrství, nepatrně odvrátilo od praktických potřeb podniků a začali zde výkyvy kvůli ignorování sociologické a organizační stránky. Není-li na tyto stránky brán ohled, může se stát, že se v podniku průmyslové inženýrství nerozvíjí správným směrem pro řešení současných úloh (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 94, 95).

Moderní průmyslové inženýrství

Moderní průmyslové inženýrství vychází z praxe světových firem, především pak z výrobního systému Toyoty (TPS), navzdory klasickému průmyslovému inženýrství se nejedná o předem definované metody a techniky, jedná se spíše o komplexní programy (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 95; Tuček a Bobák, 2006, s. 108).

K podpoře trvalého rozvoje patří tyto komplexní programy v interní a externí oblasti. V interní oblasti se vedle studia zaměřuje moderní průmyslové inženýrství na:

- zvýšení kvalifikace a účasti zaměstnanců na řízení,
- zlepšení organizačních systémů,
- zvýšení dynamiky, zlepšování procesů a odstraňování plýtvání,
- skutečné zjišťování jakosti.

Interní programy moderního průmyslového inženýrství řadíme na:

- projektování a realizace výrobních buněk,
- simultánní inženýrství,
- program nulových vad (Poka-yoke),
- program totálně produktivní údržby (TPM),
- odměňování na základě výsledků,
- program nulových změn (SMED),
- program dynamického zlepšování procesů,
- program podnikového vzdělávání v základech PI,

- program rozvoje zaměstnanecké participace na řízení,
- zavádění systémů měření produktivity,
- projektování optimálních modelů pracovní doby,
- simulace výrobních systémů (Tuček a Bobák, 2006, s. 108).

Programy průmyslového inženýrství se v externí oblasti zaměřují na možnost zvyšování produktivity v oblasti dodavatelských procesů. Výsledkem těchto externích programů je snížení nákladů na jakost, skladování, dopravu a tak dále (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 97–100).

1.4 Produktivita

Produktivita je míra, kterou můžeme vyjádřit, jak jsou využity zdroje při výrobě produktu. Všeobecně se uvádí, že produktivita je poměr mezi výstupem z daného procesu a vstupem určitých zdrojů do procesu.

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

Vstupy jsou obvykle rozděleny do více kategorií. Jedná se například o výrobní zařízení, pracovní sílu, materiál a kapitál.

Výstup bývá vyjádřen v peněžních jednotkách například jako ceny produkce apod. Používá se v případě, jestli daný výstup nemůže být definován individuálně. Výstup bývá vyjádřen v naturálních jednotkách jako např. kusy, litry, tuny, výrobky (Mašín, 2005, s. 64).

Obecný vzorec si můžeme dle potřeb poupravit, podle reálných podmínek, a to do následujících typů:

- **standard produktivity** – představuje úroveň produktivity, kterou si můžeme stanovit za pomoci výsledků předchozích období nebo třeba jako výsledky dosažené konkurencí apod., jedná se o standard, který používáme pro měřitelný cíl a pro zvyšování produktivity,
- **index produktivity** – tento index udává míru stanoveného optima produktivity. Takovýto údaj používáme například pro srovnání v rámci odvětví. Jedná se o poměr dosahované produktivity vůči standardu produktivity,

- parciální (dílní) produktivita – jedná se o základní míru, kterou je poměřována produktivitu každého stroje individuálně, jde tedy o celkový podíl měřitelného výstupu a jednoho měřitelného vstupu,
- totální produktivita – je celková produktivita na podnikové úrovni. Pokud se tato produktivita využívá společně s finančními výpočty a parciální produktivitami jedná se o nejefektivnější míru produktivity. Výpočet totální produktivity provedeme podílem celkového měřitelného výstupu vůči celkovému měřitelnému vstupu (Mašín a Vytlačil, 2000).

Analýza produktivity by měla být v podnicích samozřejmostí. Měla by firmě dávat odpovědi na směr, kterým se rozhodla dát, zdali je správný a pro podnik prosperující. Naopak, jestli by nemělo dojít ke změnám (Košturiak a Gregor, 2002).

Mohly bychom tedy označit produktivitu, že je více než věda, metoda nebo či postup. Je to zejména filozofie a způsob jednání založený na velké motivaci lidí s cílem neustálého zlepšování kvality. Podnik se stává produktivnější tím, že potřebuje méně času k dosažení stanovených výsledků. Jde především o to, jak přemýšlíme nad činnostmi, které vykonáváme. Při řešení problému jde zejména o použití zdravého rozumu a inteligence (Košturiak a Gregor, 2002).

1.4.1 Faktory ovlivňující produktivitu

„Podle Mašína a Vytlačila (2000, s. 34) je produktivita ovlivňována celým spektrem faktorů uvnitř i mimo podnik. Patří mezi ně například:

- *pracovní postupy a metody,*
- *kvalita strojního zařízení,*
- *využívání kapitálu,*
- *úroveň schopností pracovní síly,*
- *system hodnocení a odměňování,*
- *úroveň metod průmyslového inženýrství,*
- *stav infrastruktury (silnice, telefonní síť apod.),*
- *stav národního hospodářství a ekonomiky.“*

Avšak tohle nejsou veškeré faktory, které ovlivňují produktivitu. Můžeme se setkat s dalšími, které se dělí do dvou skupin, a to na fyzikální a psychologické.

Do fyzikálních se zahrnují například materiálové a technické aspekty procesů, využití kapitálu či času atd. Mezi psychologické faktory se řadí například modely chování pracovníků, jež mají také velký podíl na produktivitě.

Dle průmyslového inženýrství se tyto faktory dělí do 4 skupin:

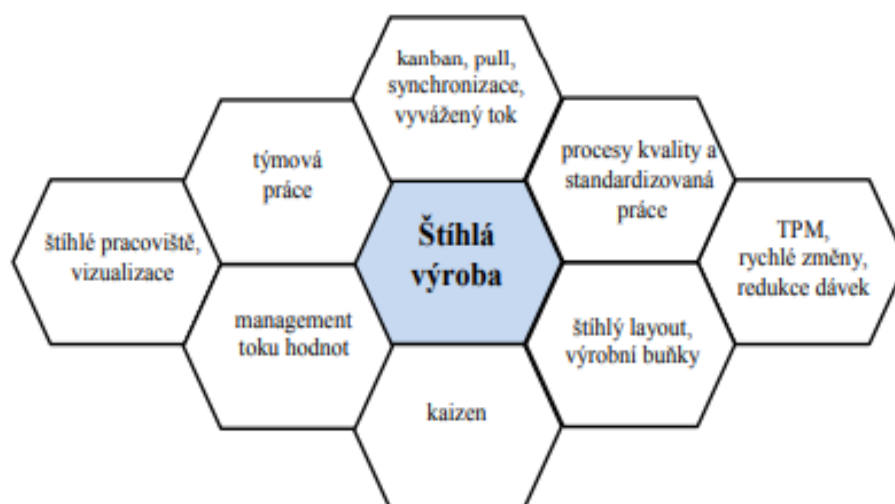
- míra výkonu (P – performance) – rychlost a tempo, kterým je přeměna plněna,
- míra využití (U – utilization) – stupeň, na jakém jsou zdroje procesů přeměněny do produktu,
- úroveň metod (M – methods) – metody, jež jsou používány,
- míra kvality (Q – quality) – přesnost a jakost, s kterou je daná aktivita dosahována (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 34-35).

2 ŠTÍHLÁ VÝROBA

Název „Lean Production – Štíhlá výroba“ byl vymyšlen roku 1988 a jeho autorem je John Krafcik. Následně byl uveden ve slavné knize *The Machine That Changed the World* (Womack) v roce 1990. Právě v této knize byly publikovány postupy japonských i jiných výrobců automobilů po celém světě. Spoustu podnikům masové výroby tyto postupy pomohly uspořit i polovinu nákladů na výrobu. Jedním z příkladů je firma Ford. (Salvendy, 2001, s. 571; Svozilová, 2011, s. 32).

Lean production se zaměřuje na to, jak co nejvíce zkrátit čas mezi zákazníkem a dodavatelem. Především za pomoci eliminace plýtvání v procesech a mezi nimi. Současně se zaměřuje na zvyšování hodnoty, která je definována požadavkem zákazníka (Kysel, 2012).

Keřkovský a Valsa (2012, s. 88) ve své knize uvádějí „*Koncept štíhlé výroby spočívá ve výrobě pružně reagující na požadavky zákazníka a poptávku, která je řízena decentralizovaně, prostřednictvím flexibilních pracovních týmů a při malé hloubce výroby (nízkém počtu na sebe navazujících výrobních stupňů). Každý zaměstnanec má přitom vysokou odpovědnost za kvalitu a průběh výroby. Rozhodovací kompetence jsou v systému „štíhlé výroby“ decentralizovány tak, že každý pracovník ve výrobě má právo při zjištění chyby výrobu přerušit.*“



Obrázek 1 Koncept štíhlé výroby (Košťuriak a Frolík, 2006, s. 23)

Tento koncept využívá následující klíčové principy:

- štíhlé pracoviště – snaží se eliminovat chůzi a tím efektivněji využít spotřebu času a vizualizace. Dotýká se jak štíhlého pracoviště, tak podnikových procesů, pomáhá nám určit, co je standardní průběh procesu a co je abnormalita. Dále určuje kvalitu, efektivnost, produktivitu, a daného procesu na pracovišti,
- management toku hodnot – cílem je analyzovat, vizualizovat a zároveň měřit plýtvání v celém hodnotovém toku v podniku. Své využití nachází také v jiných oblastech, jako je například logistika, administrativa, či vývoj,
- týmová práce – díky špatné komunikaci či spolupráci mezi kolegy může docházet k plýtvání, proto by týmová práce měla být základním kamenem ve všech firmách,
- kaizen – přístup k neustálému zlepšování procesů,
- synchronizace procesů a vyvážené toky – jsou důležité proto, aby se vyrábělo jen to, co si objednal zákazník, v určitém množství, čase především ve stanovené kvalitě,
- procesy kvality – tyto procesy jsou pilířem každého podniku. Měly by být samozřejmostí mít kvalitu zabudovanou v procesech, stejně jako reakce na zjištění abnormalit. Standardizovaná práce říká zaměstnancům, co a jak mají dělat, musí být ovšem srozumitelně a dobře analyzovaná a změřená,
- štíhlý layout – správně uspořádání nám zkracuje materiálové toky a vytváří dobré podmínky pro fungování týmové práce, pomáhá vytvářet štíhlé pracoviště, kde budou dobře umístěny a propojeny výrobní buňky,
- TPM – pomáhá zvyšovat produktivitu daného zařízení za pomoci redukování času, který ubírá stroji výrobní kapacitu. TPM neboli totálně produktivní péče o zařízení je metoda, která využívá i metodu SMED pro rychlé změny výrobního sortimentu na daných strojích,
- kanban – můžeme označit jako tahový systém řízení, který se používá v plynulém toku (Košťuriak a Frolík, 2006, s. 24-27).

2.1 Plýtvání ve výrobě

Plýtvání můžeme rozlišit na skryté a zjevné. Jestliže se na situaci díváme z hlediska produktivity je největším problémem plýtvání skryté. Skryté plýtvání jde hůře odstraňovat než plýtvání, které je zjevné. Opakem plýtvání je potom práce s nárůstem hodnoty nebo

práce přibližující produkt zákazníkovi (tedy činnost, za kterou je zákazník ochoten zaplatit). Jedná se například o takzvanou čistou práci (svařování dílů, lakování výrobků, lisování polotovarů nebo šroubování dílů na montáži) (Mašín a Vytlačil, 2000).

Japonským výrazem pro plýtvání je „muda“, který lidskou práci rozděluje na tři části. Na skutečně vykonanou práci, která přidává produktu hodnotu. Dále pomocnou práci, která podporuje skutečnou práci a obvykle se objevuje před nebo po ní a nakonec „muda“, která nevytváří vůbec žádnou přidanou hodnotu (Pascal, 2007).

2.2 Druhy plýtvání

Ve výrobních procesech rozlišujeme sedm základních druhů plýtvání, přičemž se často můžeme setkat i s osmým druhem, který označujeme jako nevyužitý potenciál pracovníků.

1. Čekání – při výrobě vzniká spousta prostojů například z důvodu čekání na materiál, informace, lidi či zařízení. Takové konání zdržuje proces dodání výrobku koncovému zákazníkovi a musí být odstraněno.
2. Nadprodukce – bývá považována za nejhorší druh plýtvání. Obvykle si můžeme být jisti tím, že pokud v podniku odhalíme tento typ plýtvání, nachází se zde i zbylé druhy plýtvání. Vzniká, pokud podnik vyrábí příliš mnoho nebo započne výrobu příliš brzy.
3. Zásoba – jedná se o veškeré zásoby, které jsou shromažďovány v prostorách pracoviště. Jedná se tedy nejen o sklady, ale také například o stoly nebo počítače. Tyhle prostory lze po odstranění zásob účinněji využít.
4. Zmetky – jedná se o vady, které jsou odhaleny většinou až ve výrobním procesu nebo v nejhorším případě u koncového zákazníka, čímž vznikají firmě vysoké náklady. Je třeba najít a odstranit příčinu vzniku.
5. Přeprava – stejně jako u pohybu je jakákoliv přeprava, která je vzdálenější nebo komplikovanější, než je nezbytně nutné, plýtváním. Takovým plýtváním může být například neřízený pohyb fyzických a informačních toků.
6. Pohyb – každý nadbytečný pohyb, jako je například chůze pro materiál, je plýtváním. To se však nevztahuje na pohyby, které jsou bezpodmínečně nutné k vykonání pracovního úkonu a přidávají hodnotu k produktu.

7. Nevyužitý potenciál pracovníků – často se v lidských zdrojích naskýtá potenciál, který není vedením firmy zcela využit. Takhle firma ztrácí možnost využití schopností, dovedností a zručnosti pracovníků, čímž by mohla realizovat přidanou hodnotu za kratší čas.
8. Nadpráce – nejedná se vždy pouze o podnikání nepotřebných kroků ke zpracování dílů, ale také o neefektivní zpracování z důvodu užití špatných nástrojů nebo chybného konstrukčního řešení produktu. O ztráty se může jednat také, když vyrábíme výrobky vyšší jakosti, než je nezbytné. V očích zákazníka se tedy nejedná o přidanou hodnotu a zákazník za ni není ochotný zaplatit (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 49; Liker, 2008).

Podle Charrona (2015, s. 191, 192) není jen osm druhů plýtvání, nýbrž devět. Ty jsou ve své podstatě srovnatelné s druhy plýtvání od Mašina. Devátým druhem plýtvání je chování (behaviour). Chování můžeme vlastně označit jako druh plýtvání, který vyplývá z lidských interakcí lze ho najít ve všech organizacích. Jde o určitý druh chování, který proudí z vlastního přesvědčení jednotlivce nebo skupiny. Může způsobovat předešlé druhy plýtvání. Upozorňuje na osobní chování, že jsou lidé na svých pozicích nespokojeni nebo mohou být nespokojeni s chováním svých nadřízených, proto se může stát, že motivace zaměstnanců a výkonnost klesá, místo aby rostla.

3 METODA SMED

Single Minute Exchange of Die neboli SMED je z metod štíhlé výroby, která slouží k zefektivnění výroby. Metodu SMED můžeme přeložit jako „výměna nástroje do deseti minut“. Je to jedna z hlavních metod průmyslového inženýrství, jejímž cílem je snížit přenastavení a přetypování strojů v co nejkratším čase (Greene, 2013; Cakmakci, 2008, s. 169).

Mašín a Vytlačil (2000, s. 212) uvádějí, že pomocí organizačních a technických opatření můžeme snížit čas nutný pro přestavbu až na 1/50 původní doby. Například původní prostoj 4 hodiny lze při použití SMED zredukovat na 4 minuty.

Podle Bauera (2012, s. 77) je doba přestavby velmi významným faktorem, který v praxi často komplikuje celý proces řízení výroby. Jestliže se přestavba pohybuje v rámci několika hodin, podniky raději volí strategii spojování výrobních dávek do velkých celků. Cílem tohoto spojování je minimalizace prostojů zařízení zapříčiněné přestavbou.

3.1 Plýtvání při přetypování

Plýtvání časem je nejčastějším typem plýtvání, typickými příklady jsou:

- hledání náradí v kufřících,
- drobné opravy stroje v průběhu přetypování,
- přesun nástrojů až po zastavení stroje,
- zbytečná chůze,
- příprava prostoru až po zastavení stroje,
- pozorování ostatních pracovníků,
- dlouhé čekání před uvolněním do výroby,
- čas na kávu, cigaretu atd. (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 210).

Kromě plýtvání časem se vyskytuje i mnoho skrytého plýtvání. Skryté plýtvání můžeme rozdělit do čtyř hlavních skupin:

- plýtvání při demontáži a montáži – povolování a utahování šroubů s mnoha závitů, čekání pracovníků jeden na druhého, odebírání a vkládání podložek, montáž a demontáž dopravníků,

- plýtvání při seřizování – pohyby potřebné k doladění pracovních výšek, doumístění nástrojů, doseřizení manipulátorů,
- plýtvání při rozběhu stroje – čekání na výrobek, který rozhodne o zahájení výroby,
- plýtvání při přípravě na přetypování – hledání nástrojů, pomůcek, kontrolních přípravků, kontrola pracovních postupů v době výměny (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 210–212).

3.2 Historie metody SMED

Okolo roku 1970 až 1980 byli světoví výrobci aut překvapeni kvalitou a cenou japonských aut natolik, že chtěli porozumět tajemství, díky kterému byli Japonci tak úspěšní. Naneštěstí bylo velmi málo literatury, která by toto tajemství popisovala v anglickém jazyce, nebo neexistovala vůbec žádná. S tímto problémem jim pomohl japonský konzultant Shiego Shingo, který metodu vymyslel a následně ji aplikoval v Toyotě. Povedlo se mu snížit přetypování ze 4 hodin na neuvěřitelných 9 minut. Shiego se odstěhoval do Spojených států, kde začal předávat své rady ohledně štíhlé výroby. Zdokonalil zde svou metodu výměny a zároveň ji pojmenoval, tak jak ji známe, SMED (Roser, 2014).

Vývoj systému SMED trval Shingovi více než devatenáct let a představoval hlubokou analýzu teoretických i praktických aspektů zlepšování procesu výměny nástrojů a využití mnoha praktických zkušeností (Mašín, 2000, s. 172).

3.3 Koncept metody SMED

Podle Shiego Shinga můžeme rozdělit koncepci do několika fází:

0. Předběžná fáze – interní a externí podmínky nastavení nejsou rozlišeny

Během tradičního přístupu nastavení nejsou rozdělovány operace na interní a externí. Proto činnosti, které mohou být provedeny externě se provádí interně, a to způsobuje nečinnost stroje, který v tomto stavu setrvává delší dobu, než je zapotřebí. Během plánování a implementování této metody je důležité abychom znali jednotlivé operace, které se odehrávají na dílně. Pro danou analýzu můžeme využít dotazování operátorů, seřizovačů nebo lze použít stopky pro měření jednotlivých operací. Jednou z nejlepších variant je pořízení videozáznamu. Videozáznam je poté ukázán pracovníkům a je jim věnován prostor pro vyjádření názorů k dané problematice (Shingo, 1985, s. 28, 29).

1. Fáze 1 – rozdělení činností na interní a externí

Jedním nejdůležitějším krokem metody je rozdělení činností na interní a externí. Například příprava dílů, údržba a další podobné činnosti by měly být prováděny, když je stroj v chodu. Prováděním externích činností při chodu stroje dojde k výraznému zkrácení doby potřebné pro přetypování (Shingo, 1985, s. 29).

2. Fáze 2 – převedení interních činností na externí

Převedení interních činností na externí obsahují dva důležité složky:

- kontrola operací, proto abychom se ujistili, zda některé kroky nejsou nesprávně hodnoceny jako interní činnosti,
- hledání způsobu, jak dané kroky převést na externí činnosti.

Operace, které jsou označovány jako interní, lze často převést na externí, a to za pomoci opětovného zkoumání. Je důležité se zaměřit na nové perspektivy a neřídít se starými zvyky (Shingo, 1985, s. 29, 30).

3. Fáze 3 – zefektivnění všech aspektů přetypování

Pouhé převedení interních činností na externí není dostačující pro radikální snížení času přetypování. Je tak nutné zefektivnit všechny jednotlivé činnosti, ať už externí nebo interní. Fáze 2 a 3 nemusí být prováděny postupně, ale mohou se vykonávat současně (Shingo, 1985, s. 30).

3.4 Postup při zavádění metody

Realizace projektu na zavedení metody SMED ve firmě se podle Kormance (2008, s. 27–40) odehrává v cyklu osmi kroků, které reprezentují jednotlivé etapy projektu. Cyklus jednotlivých kroků při zavádění metody SMED znázorňuje následující obrázek (viz obr. 2).



Obrázek 2 Postup při realizaci projektu SMED (Kormanec, 2007, s. 27)

1. Identifikace úzkého místa či problémového přetypování

Pro metodu SMED je vhodné vybrat proces, který je z hlediska pracnosti a časové náročnosti nejsložitější (Kormanec, 2008, s. 27).

2. Vyhotovení videozáznamu

Základem analýzy a následné zavádění metody SMED je potřebné dané činnosti seřizování zaznamenávat. Existují dva typy přetypování, jednoduchý a složitý. Jednoduchý se týká jednoho zařízení, které obsluhuje jeden či více operátorů. Během vykonávání seřizování ke daný pracovník natáčen na kameru i s komentováním všech jeho vykonaných činností. Natáčení má především význam pro snadnější analýzu procesu. Složitější přetypování se týká především linek, při kterých je vyžadováno více seřizovačů najednou nebo jsou potřeba na více linkách zároveň. Jestliže není možné v daných podmínkách využít videozáznamu, můžeme jej nahradit snímkováním práce, stopkami nebo formuláři (Kormanec, 2008, s. 28, 29).

3. Analýza videozáznamu

Během analýzy videozáznamu jsou postupně promítány jednotlivé činnosti tak, jak by byly vykonány a natočeny. Ke každé činnosti je přiřazen počet pracovníků a délka trvání činnosti. Dále se určí, zda jde o činnosti interní nebo externí. Dále se přiřazují postupně použité

nástroje a pracovní pomůcky. Následně se vytváří grafické vyjádření struktury procesu přetypování a to tak, že se vyčíslí podíl interních a externích činností na celkovém čase přetypování (Kormanec, 2008, s. 30).

4. Aplikace metody SMED

Po předchozím kroku následuje optimalizace procesu přetypování. Jedná se o takzvanou identifikaci provedených činností. Jde tedy o rozdělení externích a interních činností, jejich následné převedení a zkrácení doby času jednotlivých činností. Využívá všech příležitostí ke zlepšení dané činnosti a odstraňuje možné druhy plýtvání. O tyto možnosti se stará projektový tým (Kormanec, 2008, s. 31, 32).

5. Realizace nápravných opatření a ověření postupu v praxi

Aby mohl být proces přetypování zlepšen, musí být některé činnosti nebo součásti zařízení pozměněny. Všechny požadavky na změnu se během schůzky týmu zaznamenávají do check listu společně s odpovědností jednotlivých pracovníků za jejich splnění a termínu splnění (Kormanec, 2008, s. 32).

6. Trénink přetypování

Jestliže se prokáže, že je nový postup proveditelný, zapíše se do standardu, který můžeme nazvat jako jízdni řád. Tento standard slouží nejen současným, ale i budoucím seřizovačům. Vytváří se proto, aby danou činnost prováděli všichni stejně a s očekávaným výsledkem. Jakýkoliv standard by měl obsahovat hlavičku s logem firmy, názvem a číslem předpisu. Dále by měl obsahovat čas přetypování pracoviště pod které spadá, pracovní činnosti, kritické body a instrukce pro nápravné opatření. Součástí může být i vizuální podpora za pomoci fotografií a seznam využívaných pomůcek a nástrojů. Takovýto standard by měl být umístěn v prostorech, kde k danému seřizování dochází (Kormanec, 2008, s. 37–39).

7. Vypracování nového standardu přetypování a jeho vizualizace na pracovišti

Účelem tréninku není jen seznámit zaměstnance s novými postupy přetypování, ale také ověření správnosti nového postupu přetypování, případně odstranění nedostatků, které mohly být opomenuty během předchozích kroků (Kormanec, 2008, s. 33–36).

8. Prezentace výsledků

Důležitost poslední fáze bývá často opomíjena, nicméně její vliv na obdobné budoucí projekty je značný. V tomto kroku totiž probíhá ekonomické zhodnocení a prezentace výsledků projektu před vedením firmy (Kormanec, 2008, s. 37–40).

3.5 Využívané techniky metody

Při metodě SMED lze pro zkrácení času potřebného pro přestavbu využít různých technik. Může se například jednat o standardizaci strojů, doplňkových nástrojů, využití rychloupínačů apod. Lze využít také multiprofesních přetypování skupiny a automatizaci procesu přetypování. Standardizace činností znamená, že veškeré operace by měly být vykonávány zkušenými pracovníky stále jedním způsobem. Při přetypování je účelné používat různé rychloupínače (Kormanec, 2008, s. 19, 20).

Jedním ze způsobů, jak můžeme výrazně uspořit čas při přetypování je použití vozíků na nářadí či opasků s nářadím. Vše potřebné má tak pracovní stále na dosah a šetří čas, který by byl jinak potřebný k obstarávání nebo hledání pracovních pomůcek. V současnosti se využívají i různé systémy pro automatizaci přetypování (Kormanec, 2008, s. 22–24).

3.6 Benefity po zavedení metody SMED

Po zavedení metody SMED při přetypování může podnik očekávat pozitivní efekt na následující 3 oblasti:

1. Snížením času seřízení se zvýší provozní rychlosti stroje.
2. Malá produkce výrazně snižuje zásoby hotových výrobků a vytváření zásob mezi procesy.
3. Produkce může rapidně odpovídat na fluktuaci nabídky a přizpůsobení se změnám požadavků na dodací lhůty (Shingo, 1989).

Při zavádění metody klade většina podniků důraz především na první z těchto benefitů. Jejich cílem je co nejvíce redukovat náklady a při tom co nejvíce zvyšovat vyprodukované množství. Pro úplné využití výhod těchto metod by však neměly zapomínat ani na ostatní oblasti, které napomáhají k výrobě menších dávek a tím k větší flexibilitě (Shingo, 1989).

Mezi další přínosy zavedení této metody, které jsou stejně důležité, podle Frolika a Košturiaka (2006, s. 110) patří především:

- snížení počtu chyb při seřizování a zlepšení jakosti,
- zvýšení bezpečnosti práce,
- zapojení obsluhy strojů do seřizování,

- analýza procesů a systematické redukování časů na seřízení vede ke všeobecnému zlepšení výrobního procesu, lepší organizaci, pořádku, synchronizaci, komunikaci apod.

4 DOPLŇUJÍCÍ METODY VYUŽITÉ V DIPLOMOVÉ PRÁCI

4.1 Spaghetti diagram

Dennis (2016, s. 47, 48) uvádí špagetový diagram ve spojitosti s implementací 5S. V jejím druhém kroku dochází k umístování nástrojů na určené místo. Toto místo je vhodné stanovit tak, aby nevznikal nadbytečný pohyb. Postup tvorby diagramu je jednoduchý. Stačí si vzít layout výrobních prostor na listu papíru. Na ten značit čarami pohyby pracovníka, materiálů nebo nástrojů.

Spaghetti diagram, nebo také špagetový diagram, je určený a využíváný pro zachycování pohybu sledovaného pracovníka v určitém procesu. Zpracování tohoto diagramu se provádí za časový úsek, například směnu, po kterou pracovník provádí danou činnost. Provádí se za účelem zpracování pohybu pracovníka a na jejich základě zeštíhlení sledovaného procesu. Spaghetti diagram také slouží k odhalení plýtvání v procesu, lze identifikovat zbytečné pohyby, nadbytečnou manipulaci nebo špatný layout pracoviště. Nejzákladnější potřebou pro analýzu pomocí spaghetti diagramu je právě layout pracoviště. Layout pracoviště zahrnuje rozmístění strojů, pracovních pomůcek a materiálů. Do layoutu se zachycuje veškerý pohyb pracovníka. Po zpracování spaghetti diagramu následně dochází k jeho analýze. Analyzuje se uražená vzdálenost daného pracovníka během časového úseku a dochází k redukci pohybů (Pavelka, 2009).

4.2 Metoda 5S

Metoda 5S patří k nástrojům průmyslového inženýrství je především využívána při zavádění štíhlé výroby. Tato metoda patří do oblasti standardizace procesů a štíhlého pracoviště. Pomocí této metody dokážeme zlepšit a zjednodušit materiálový tok, správně rozmístit materiál, zásoby a zařízení. Nejčastěji je používána na pracovištích, které jsou špatně uspořádané, znečištěné, nepřehledné tam, kde je přebytek pracovních pomůcek a materiálů. Pracovníci tak kvůli tomuto problému mají problém efektivně vykonávat svoji práci (Burieta, 2007).

Metoda 5S se skládá z následujících kroků.

1. Seiri – separovat

V prvním kroku jsou odstraněny všechny předměty, které nejsou součástí výrobních (respektive administrativních) operací zapotřebí (Tým productivity press, 2009, s. 13).

2. Seiton – systematizovat

V dalším kroku je zapotřebí najít optimální místo pro uložení položek, které nám zůstaly. Je důležité umístit tyto položky tak, aby ty nejvíce využívané byly co nejbližší pracovníkům a tím se vyvarovat plýtvání. Při větší koncentraci položek na místě jako je skříň či regál, vytvoříme soupis položek a označíme, kde se dané položky vyskytují (Tým Productivity Press, 2009, s. 13).

3. Seiso – neustále čistit

Po druhém kroku je zapotřebí vyčistit pracoviště a určit oblasti kde bude probíhat pravidelný úklid. Definuje se, co se bude čistit, jak se to bude čistit a čím. Dále se určuje, kdo bude úklid na daném pracovišti provádět (Tým Productivity Press, 2009, s. 15).

4. Seiketsu – standardizace

Standardizace se odlišuje od třídění, nastavení pořádku a lesku tak, že ji nelze chápat jako činnost vytvářející hodnotu. Naopak standardizace je metodou, kterou první 3 pilíře zachováváme (Tým Productivity Press, 2009, s. 15).

5. Shitsuke – sebedisciplína

V prostředí pěti pilířů znamená zachování zautomatizování řádného udržování správných procedur (Tým Productivity Press, 2009, s. 16).

Během implementace této metody by pracovníci měli být bráni do týmu, aby si tuto metodu dříve osvojili. Nebo alespoň dodatečně pro pracovníky sestavit školení či výcvik v dodržování této metody. Proto aby pracovníci metodu 5S dodržovali, je vhodné pro ně vytvořit kontrolní kartu, kde si budou vykonané činnosti zapisovat a stvrzovat svým podpisem (Burieta, 2007).

4.3 SWOT analýza

Korecký a Trkovský (2011, s. 218–219) popisují metodu SWOT jako analýzu silných a slabých stránek a příležitostí a hrozeb. Používá se pro analýzu okolí společnosti pro odhad dalšího vývoje k formulování strategií.

SWOT analýza je jednou z nejvíce univerzálních technik, které se využívají pro zhodnocení vnitřních a vnějších faktorů. Tyto faktory mohou ovlivňovat úspěšnost podniku nebo konkrétní záměr. Nejčastěji se SWOT analýzou setkáváme při stanovení strategie společnosti. Samotný název se skládá z následujících faktorů.

- strengths – silné stránky,
- weakness – slabé stránky,
- opportunities – příležitosti,
- threats – hrozby.

Silné a slabé stránky se týkají například celé společnosti, v čem má společnost lepší a v čem horší, takže se orientuje na vnitřní prostředí. Příležitosti a hrozby se týkají vnějšího prostředí. Hlavním cílem SWOT analýzy je nalézt a omezit slabé stránky, podpořit své silné stránky, dbát pozornost na případné hrozby a vyhledávat nové příležitosti. Tato analýza nachází své uplatnění i při zavádění projektu (SWOT analýza, 2017).

4.4 Layout

Podle Výkladového slovníku průmyslového inženýrství a štíhlé výroby (2005, s. 44) je layout vypracované uspořádání pracoviště, které zahrnuje všechny na něm vyskytující se předměty (materiál, skříně, stoly) a stroje. Je to zobrazení skutečného stavu pracoviště v pozmeněném měřítku, které by mohlo být vytvořeno pro výrobní buňku, halu, sklad a jiné. Jestliže je správně navržený layout, eliminuje se plýtvání, zvyšuje se produktivita práce a zlepšuje se organizace práce.

Podle autorů Košturiaka a Frolíka (2006, s. 135) má vhodně navržený layout tyto výhody:

- minimalizace zásob na pracovišti,
- snížení potřebné plochy v m²,
- zvýšení produktivity práce,
- krátká průběžná doba výroby,
- snížení nákladů na kvalitu.

Dle Košturiaka a Frolíka (2006, s. 135, 136) je možné layout rozdělit na dva typy. Produktový layout (layout je nastaven dle technologického postupu výrobku) a technologický layout (strojní skupiny jsou rozloženy podle svojí technologické příbuznosti). Někdy je tento typ nazýván jako dílenské uspořádání.

Autoři Keřkovský a Valsa (2012, s. 18, 19) uvádějí navíc další dva typy uspořádání pracoviště:

- s pevnou pozicí výrobku – pracovníci a zařízení jsou dle potřeby přesouvány do místa výroby a výrobní zdroje (materiál, rozpracovaná výroba) se při zpracování nepřemísťují,
- buňkové uspořádání – pracoviště jsou uspořádány do skupin neboli buněk, tak aby určité části výrobního procesu byly provedeny na jednom místě bez jakéhokoliv pohybu produktu mezi operacemi.

4.5 Stanovení cíle pomocí SMART

Metoda SMART slouží jako kontrola stanoveného cíle, zda ho máme výstižně a přesně formulovaný nebo také slouží ke kontrole výsledků. Pomocí metody, lze jednoduše zhodnotit námi zvolený cíl (Horská, 2009, s. 74).

Cíle odpovídají názvu této metody:

S – specifický – cíl by měl být jasně formulovaný a mít stanovený požadavek na výsledek.

M – měřitelný – měřitelný cíl nám jasně ukazuje splnění či nesplnění cíle, výsledek lze zhodnotit.

A – akceptovatelný – cíl je stanoven jako simulující a dostatečně složitý či náročný.

R – realistický – cíl musí být reálný a splnit ho v reálném čase.

T – terminovaný – cíl musí mít jasně stanovené termíny (Horská, 2009, s. 63).

4.6 RIPRAN

Metoda RIPRAN se ve společnostech používá pro analýzu rizik. Celý proces analýzy rizik se skládá z jednotlivých fází, a to z přípravy na analýzu rizik, identifikace rizika, kvantifikace rizika, odpovědnosti za rizika a hodnocení rizika (Bočková a Lajčín, 2018, s. 12).

Lacko (2017, s. 87, 88) uvádí, že by se tato metoda měla používat pro analýzu rizik projektu. Metoda by se měla použít před samotnou aplikací projektu. Vzniklá rizika bychom měli řídit během všech procesů. Autor této metody prezentuje typová opatření, tak aby se snížila možná rizika například alternativní řešení, ochrana před hrozbou, modifikace scénáře, mobilizace rezerv atd. Přínosy této metody jsou identifikace rizika, kvantifikace rizika a opatření ke snížení rizika. Jako další přínosy autor uvádí, zkrácení doby pro analýzu rizik projektu, zkrácení doby pro analýzu rizik projektu atd.

5 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

V teoretické části této diplomové práce byla zpracována východiska potřebná pro vypracování praktické části práce, které autor získal z odborných monografických publikací, elektronických zdrojů a článků v odborných zahraničních časopisech.

První kapitola popisuje obor průmyslového inženýrství, který jako multidisciplinární obor nachází své uplatnění především ve výrobních společnostech. Zlepšování výrobního systému prostřednictvím metod a technik průmyslového inženýrství ve společnostech zajišťuje průmyslový inženýr. Zaměření tohoto oboru je velice široké. Průmyslový inženýr musí být člověk, který je kreativní a je schopen řešit problémy rychle a jednoduše. Dále je popsán vývoj tohoto oboru v historii, především před a po druhé světové válce. V kapitole je dále popsáno moderní a klasické pojetí průmyslového inženýrství.

Druhá kapitola je zaměřena na štíhlou výrobu, která se zaměřuje na odhalení a následné odstranění plýtvání v kterékoliv oblasti výroby. Proto práce uvádí nejběžnější využívané nástroje a techniky, které jsou používány k eliminaci plýtvání a zvyšování produktivity. Jsou zde popsány koncepty štíhlé výroby, samotné plýtvání, včetně jednotlivých druhů plýtvání.

Následující kapitola je zaměřena na metodu SMED, která zahrnuje identifikaci jednotlivých činností. Následně se činnosti převedou do externích. Metoda popisuje jednotlivé příklady plýtvání při přetypování. Dále je krátce popsána historie a koncept štíhlé metody, kde jsou vysvětleny jednotlivé fáze tohoto konceptu. Je zde uveden postup při zavádění metody, využití technik a benefity po zavedení metody SMED.

Závěrečná kapitola se soustředí na další podpůrné metody a techniky průmyslového inženýrství, které jsou využity v diplomové práci.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI (TES VSETÍN S.R.O)

V následující kapitole bude představena společnost TES Vsetín s.r.o. dále jen TES, nebo společnost, ve které byla realizována praktická část diplomové práce.

TES je společností s ručením omezeným, která sídlí na adrese Jiráskova 691, 755 01 Vsetín. Aktuálně patří mezi největší výrobce elektrických strojů, pohonů a komponentů. Výrobní areál TESU se rozkládá na rozloze okolo 100 000 metrů čtverečních a počet zaměstnanců je téměř 600. Výroba a vývoj společnosti je podřízen požadavkům zákazníka a je zabezpečena konstrukčními kapacitami, které jsou umístěny ve Vsetíně, v Brně a Praze (TES VSETÍN, s.r.o., 2021).



Obrázek 3 Logo firmy (TES Vsetín s.r.o., 2021)

6.1 Historie společnosti

V roce 1919 ve Vsackých novinách vychází oznámení Josefa Sousedíka o otevření elektrotechnického a strojního závodu na pozemku bývalé pily na Vsetíně –Trávníkách.

V následujícím roce přišel Josef Sousedík se svým premiérovým patentem na automatický spouštěč. V dalším roce oznámil druhý patent na třífázový generátor s vlastním buzením. V průběhu následujících let Josef Sousedík nechal patentovat dalších 58 patentů na území tehdejšího Československa a také 166 patentů v zahraničí.

Rok 1927 se váže k vybudování vlastní slévárny s modelárnou a k zahájení provozu v nově vybudované soustružně. Nastává výroba stejnosměrných strojů a později i střídavých synchronních generátorů a asynchronních motorů s kotvou nakrátko.

Po druhé světové válce došlo k rozvoji podniku pod značkou MEZ Vsetín, jež se časem dostal pod vedení holdingu ZSE Praha. V tomto období byli díky tehdejšímu režimu hlavními odběrateli firmy z SSSR.

V roce 2002 společnost přišla s vertikálními a horizontálními generátory, které byly určeny pro malé vodní elektrárny. Synchronní provedení se vyrábělo o výkonu 3 MW, asynchronní do 1 MW. Je to vlastně poprvé, kdy firma nabídla výrobky pro obnovitelné zdroje energie.

Od roku 2005 došlo k dalšímu rozmachu výroby a v TESu se začaly vyrábět generátory pro vodní elektrárny, které měly výkon až 5 MW. Dále potom generátory pro průmysl o výkonu až 4 MW, motory s permanentními magnety 2 MW a indukční regulátory s napětím 1400 kVA.

V roce 2010 byl uveden na trh generátor pro větrné elektrárny a v témže roce se TES Vsetín stává jedničkou na trhu vodních elektráren na evropském trhu.

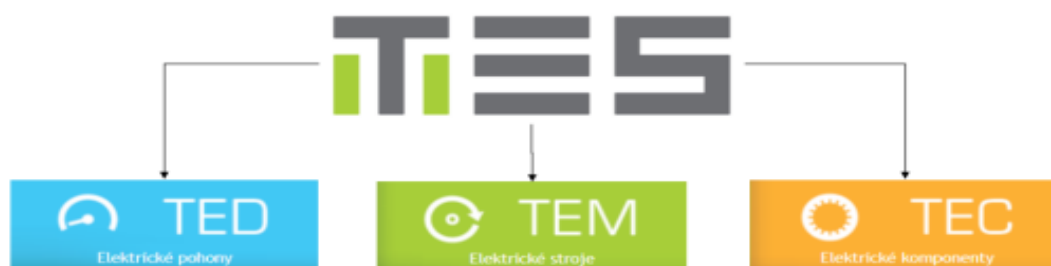
Poslední věcí, co stojí za zmínku je to, že v roce 2012 se TES spojil se společností MEZSERVIS, která je výrobcem elektrických pohonů, zkušebních stanovišť, rozvaděčů a průmyslové automatizace (TES VSETÍN, s.r.o., 2021).

6.2 Struktura společnosti

V současnosti je společnost rozdělena na tři výrobní divize. Divize vyrábí produkty, které jsou buď komponentem pro výrobu jiné divize, anebo divize produkují již hotové výrobky určené koncovému zákazníkovi.

Rozčlenění divizí ve společnosti TES Vsetín, s.r.o.:

- TEC – elektrické komponenty,
- TEM – elektrické točivé stroje,
- TED – elektrické pohony (TES VSETÍN, s.r.o., 2021).



Obrázek 4 Struktura společnosti (TES VSETÍN, s.r.o., 2021)

Takovéto členění je zapříčiněno jejich rozdílnou produkcí. Každá z divizí má na své produkty rozdílné přidané hodnoty pro zákazníka. Divize vyrábí produkty, které jsou buď komponentem pro výrobu jiné divize, anebo divize produkují již hotové výrobky určené koncovému zákazníkovi. Základem jsou elektrické komponenty, ze kterých mohou vznikat elektrické stroje a ty mohou být v návaznosti použity na elektrické pohony.

6.3 Politika společnosti

Společnost si vytvořila svou vlastní politiku a její cíl je držet se stanovených kritérií, které tato politika společnosti obsahuje. Jedná se například o dodržování zákonů, etikety nebo také o prevenci (znečišťování životního prostředí, minimalizace pracovních úrazů). Hlavní prioritou TES je samotný zákazník. Mezi další priority bychom mohly zařadit bezpečnost zaměstnanců, výrobků a spolupráce se spolehlivými dodavateli. Pomocí neustálého rozvoje a zlepšování výrobních či podnikových procesů se společnosti daří dosahovat kvalitních produktů a tím uspokojovat potřeby zákazníků (TES VSETÍN, s.r.o., 2021).



Obrázek 5 Politika společnosti
(TES VSETÍN, s.r.o., 2021)

6.4 Produkty a výroba společnosti

Hlavním směrem na, který se společnost aktuálně zaměřuje je výroba synchronních generátorů. Jejich základní rozdělení:

- GSV – s vyniklými póly,
- GSH – s hladkým rotorem,
- GSP – s permanentními magnety (TES VSETÍN, s.r.o., 2021).

Malé vodní elektrárny

Generátory pro vodní elektrárny se vyrábějí ve všech zmíněných typech (GSV, GSH, GSP). Charakteristickým znakem je pro ně robustní konstrukce s výbornými parametry a také vynikající účinností. Další vlastností, kterou se vyznačují je jejich spolehlivost, kombinovaná s inovacemi, což znamená ekonomicky výhodné řešení. Díky nové konstrukci rotoru a neustálým vývojem dosahují vysokého výkonu, a to až do 30 000 kVA. Dlouhodobá zkušenost s výrobou generátorů umožňuje výrobu ekologicky čisté energie, již ve více než pěti stech vodních elektrárnách (TES VSETÍN, s.r.o., 2021).

Vítr

Pro větrné elektrárny se vyrábějí synchronní generátory v typech GSV a GSP. Synchronní generátory prošly optimalizací pro výkony do 30 000 kVA, díky to mu mají velmi vysokou účinnost a dokonalou regulaci otáček. Novinkou je generátor s permanentními magnety s výkonem, který dosahuje až 4 000 kVA. Vzhledem pokročilé konstrukci je stroj o jednu třetinu lehčí než stroje s vinutým rotorem. Prostřednictvím skvělé účinnosti, snadné instalace a delších servisních intervalů umožňuje maximalizaci výkonů. Stroje jsou optimálně kompatibilní se sítí, napájení zajišťují frekvenční měniče (TES VSETÍN, s.r.o., 2021).

Lodě

Generátory pro lodní dopravu se vyrábějí ve všech typech, jsou především vhodné pro tankery, zásobovací lodě, víceúčelové nákladní lodě a trajekty. Využívají se pro napájení sítě, do řídicích systémů u nouzového napájení speciálních agregátů či v pomocných pohonech lodí. Stroje jsou určeny pro paralelní chod nebo ostrovní provoz (TES VSETÍN, s.r.o., 2021).

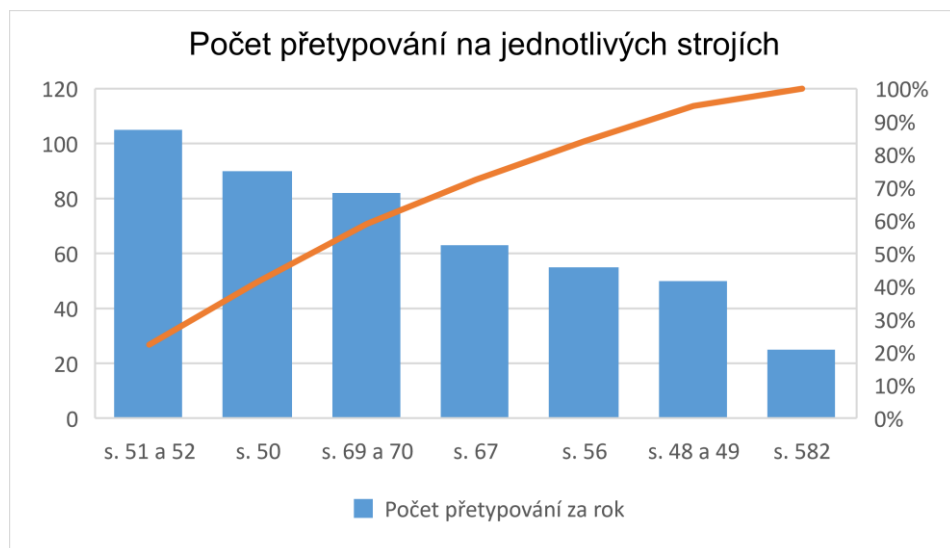
Společnost má daleko širší škálu výroby, než jen zmíněné produkty. Kromě zmíněných odvětví vyrábí také komponenty a stroje pro stavební, ocelářský průmysl, jaderné elektrárny a pro železnice. Mimo samotné výroby poskytuje TES i servisní služby, renovace a modernizace strojů (TES VSETÍN, s.r.o., 2021).

7 POPIS VYBRANÉHO STROJE, PRACOVNÍHO MÍSTA, OBSLUHY

Tato část práce je zaměřena na popis stroje, jeho základní parametry a součásti ze kterých se stroj skládá. Bude zde popsáno, jaké jsou pokyny pro obsluhu stroje spolu s bezpečností práce při obsluze. Na závěr v této kapitole bude ukázán layout haly, v níž se stroj nachází.

Následující stroj byl pro diplomovou práci vybrán týmem průmyslového inženýrství. Důvodem pro výběr tohoto stroje je především jeho nepřetržitý provoz a v současné době se na tomto stroji opracovávají výrobky, které jsou nyní pro společnost nejvýznamnější. Stroj je dlouhodobě kapacitně plně vytížený, probíhá na něm vysoký počet přetypování. Z tohoto důvodu je zde snaha o zvýšení produktivity a zároveň snížení seřizovacích časů při jednotlivých operacích.

Následující graf znázorňuje počet přetypování strojů v obrobě za rok 2020 včetně křivky kumulativního počtu. Zohledněny jsou jen ty stroje, které měly nejvyšší počet přetypování. U těchto strojů je stanoveno pracovním postupem, že přetypování probíhá za účasti pouze jednoho seřizovače. Některé stroje mají stejný počet přetypování, jelikož se jedná o stroje stejného typu. Nejvíce přetypování proběhlo na stroji s číslem 51 a 52. Bylo tedy celkem jedno, který z těchto dvou strojů bude dále zkoumán, nicméně byl vybrán stroj s označením č. 52.



Obrázek 6 Vybraná zařízení dle počtu přetypování (vlastní zpracování)

7.1 WH 10 CNC

Stroj označovaný jako WH 10 CNC, je vodorovná stolová vyvrtávačka s výsuvným pracovním vřetenem o průměru 100 mm, s maximální nosností stolu do 3000 kg. Stroj se svou velikostí řadí mezi nejmenší typové představitele od firmy TOS VARNSDORF a.s. Stroj lze využít pro kusovou i sériovou výrobu (Tos Varnsdorf a.s., 2021).

Optimálně dimenzovaná konstrukce stroje z šedé litiny sestává z pevného stojanu a podélného lože, po které se pohybuje příčné lože, na kterém je v saních otočně uložený stůl. Díky tuhé konstrukci stroj výborně tlumí veškerá chvění. WH 10 CNC je určen na univerzální třískové obrábění nerotačních obrobků menší velikosti a hmotnosti. Především pro výrobky z litiny, ocelolitiny a oceli včetně technologicky náročných operací. K rozšíření stroje slouží zvláštní příslušenství, jde o takzvané periferní zařízení a speciální výbavu převážně technologického charakteru (například: vodící podpěry, lící deska, frézovací hlavy, upínací příslušenství apod.) (Tos Varnsdorf a.s., 2021).

7.2 Základní technické parametry o stroji

Stolová vyvrtávačka WH 10 CNC disponuje těmito parametry:

Vřeteník

- Průměr pracovního vřetena 100 mm
- Rozsah otáček pracovního vřetena 10–2500 / 1 min.
- Výkon hlavního motoru 22,5/34 kW
- Kroutící moment na vřetenu 812/1218 Nm
- Výsuv pracovního vřetena W 710 mm

Stojan

- Svislé přestavení vřeteníku Y 1100 mm
- Podélné přestavení stolu Z 940 mm

Otočný stůl

- Příčné přestavení stolu X 1250 mm
- Max. hmotnost obrobku 3000 kg
- Rozměry upínající plochy stolu 1000 × 1120 mm (interní dokumenty).



Obrázek 7 Horizontální vyvrtávačka WH 10
(vlastní zpracování)

7.3 Charakteristika výrobku

Obráběnou součástí je stator, který je vyráběn společností TES pro švédskou firmu ABB Traction. Firma ABB Traction je v současné době jeden z klíčových odběratelů. Hlavním zaměřením této firmy jsou trakční pohony pro kolejová vozidla. Obráběný stator je tvarově složitý svařovaný díl, který váží okolo jedné tuny a jeho rozměry jsou přibližně 80 cm × 80 cm. Tento výrobek se skládá z několika komponentů, které jsou před svařením opracovány z důvodu vytvoření prostoru pro kvalitní svár. Samotné tělo statoru tvoří paket, který je slisován ze 700 kusů statorových plechů. Zmíněný paket je po stranách stažen pomocí stahovacích kruhů, které jsou vyrobeny z konstrukční oceli. Postupně jsou navařovány další části, dokud nevznikne jeden celek. Po dokončení svařování je stator očištěn a převezen do lakovny, kde se provede základní nátěr. Po základním nátěru dochází k obrábění na daném stroji ve dvou operacích. Po skončení obrábění je stator odjehlen a očištěn. Potom co je obrobek opracován dochází ke kontrolnímu 3D měření a jestliže splňuje požadovanou kvalitu je odeslán do další divize. V dalším kroku dochází k navíjení a následně je výrobek odeslán k zákazníkovi.

7.4 Pokyny obsluhy pro správné zacházení se strojem

V zájmu zajištění trvalého a bezzávadného chodu stroje je třeba ze strany obsluhy dodržovat následující pokyny:

1. Před zahájením každé směny je nutno překontrolovat, zda je stroj v bezvadném technickém stavu. Závady a nedostatky musí být před zahájením provozu odstraněny.
2. Je nutné věnovat velkou pozornost přesnému dodržování předpisu o obsluze stroje podle tohoto návodu a návodu od výrobce.
3. Obrobek musí být řádně upnut a úměrně vyvážen.
4. Ocelové a litinové třísky je nutno pečlivě během směny odstraňovat, nesmí se hromadit na vedeních, neboť se odtud vytlačují mezi vodící plochy a styčná místa.
5. Nástroje se nesmí pokládat na vodící plochy stroje.
6. Při opracování litiny musí být zejména kluzné vodící plochy chráněny zakrytím, neboť směs litinového prachu s olejem je velmi rychle ničící.
7. Stroj se nesmí čistit stlačeným vzduchem, který vhání drobné třísky mezi pohyblivé části stroje, ztěžuje jeho plynulý chod, ohrožuje přesnost stroje a ovlivňuje jeho životnost.
8. Frézování obrobku se vždy má provádět s minimálním vysunutím vřetene.
9. Je-li nutno vřeteno vysunout více než 300 mm, používejte pro frézování podpěry vřetene.
10. Stroj musí být pravidelně a správně mazán na předepsaných místech a předepsaným druhem oleje dle mazacího plánu stroje od výrobce.
11. Každodenní prohlídka, mazání a čištění je základní povinností zaměstnance u stroje.
12. Včas hlase i malé závady svému nadřízenému – na vadném stroji se nesmí pracovat (interní materiály společnosti).

7.4.1 Bezpečnost práce při obsluze

Před uvedením stroje do provozu musí být vyzkoušena správná funkce ochrany před nebezpečným dotykovým napětím a provedena revize na elektrickém zařízení stroje. Před spuštěním stroje v automatickém cyklu je nutno prověřit správnou funkci tlačítek "CentralStop" ze všech stanovišť a správnou funkci všech koncových spínačů. Ovládání

stroje je soustředěno na samostatném ovládacím panelu. Otáčky vřetena jsou jištěny elektricky proti přetížení. Při přetížení se hlavní motor zastaví během 1–2 sec. (interní materiály společnosti).

Obsluha stroje se po dobu obrábění musí zdržovat v prostoru před ovládacím panelem a systémem. Pokud je to osoba bez elektronické kvalifikace a bez předchozího zaškolení, nesmí otevírat dveře stykačových kombinací, demontovat kryty skříněk obsahující el. zařízení a jakkoliv zasahovat do el. instalace stroje. Pokud při obrábění vznikají řezné odpory, je třeba pojišťovat nástroj ve vřetenu klínem. Tvar a rozměry zajišťovacích klínů jsou uvedeny v ČSN 242471 a ČSN 242472. Klín nesmí vyčnívat přes průměr vřetena, neboť se tím zvyšuje nebezpečí zachycení oděvu. Při práci na vyvrtávačce je obsluhující ohrožován i ostatními otáčejícími se částmi, jako je vřeteno s upnutým vrtákem, výstružníkem nebo nasazenou frézovací hlavou (interní materiály společnosti).

Zvláště nebezpečné jsou nožové držáky upevněné na lící desce, letmé suporty apod., které mohou snadno zachytit oděv pracovníka. Vyvrtávačka svým charakterem práce a možnostmi nejrůznějších operací ztěžuje dokonalé vyřešení ochrany proti odlétajícím třískám. Proto se více klade důraz na správně upnutý pracovní oděv a na vhodné používání ochranných brýlí nebo obličejových štítů proti třískám. Pracovník musí udržovat bezpečný odstup při obrábění lící deskou, zvláště přechází-li nástroje, suporty nebo nožové držáky přes její obvod. Pracovník si musí navyknout okamžitě zastavit vřeteno, jakmile vysune nástroj z díry nebo skončí frézování obrobku. Rovněž při měření, kontrole otvoru nebo při čištění musí zastavit vřeteno (upínací desku). Při obsluze větších typů vyvrtávaček je nutno používat pevných výstupních žebříků a obsluhovacích plošin, které jsou součástí obráběcího stroje. Při výměně nástroje musí být vřeteno vyvrtávačky v klidu. Obsluha nesmí brzdít dobíhající vřeteno rukou nebo v ruce drženým předmětem. Třísky z nebezpečného pracovního prostoru za chodu vřetena smí obsluha odstraňovat pracovními pomůckami. Odstraňování třísek holou rukou je zakázáno. Na stroji mohou pracovat jen řádně zaškolení zaměstnanci, kteří jsou k tomu určeni odpovědným řídicím zaměstnancem. Údržbu a opravu stroje smí provádět jen osoby k tomu určené, mající potřebnou kvalifikaci. Během provádění údržby nesmí být stroj v provozu (interní materiály společnosti).

7.4.2 Povinnosti mistrů

Každý mistr musí zajistit, aby obsluha stroje byla řádně seznámena s bezpečnostními předpisy, s místním provozním předpisem, s návodem pro obsluhu a s použitím ochranných

zařízení. Dále musí dohlédnout na proškolení obsluhy a provést patřičné záznamy o proškolení obsluhy. Alespoň jednou v průběhu pracovní směny se musí mistr přesvědčit, že obsluha dodržuje předepsané pracovní postupy. Mistr musí v případech, kdy na pracovišti v průběhu pracovní směny není přítomen, určit svého zodpovědného zástupce (interní materiály společnosti).

7.4.3 Povinnosti obsluhy

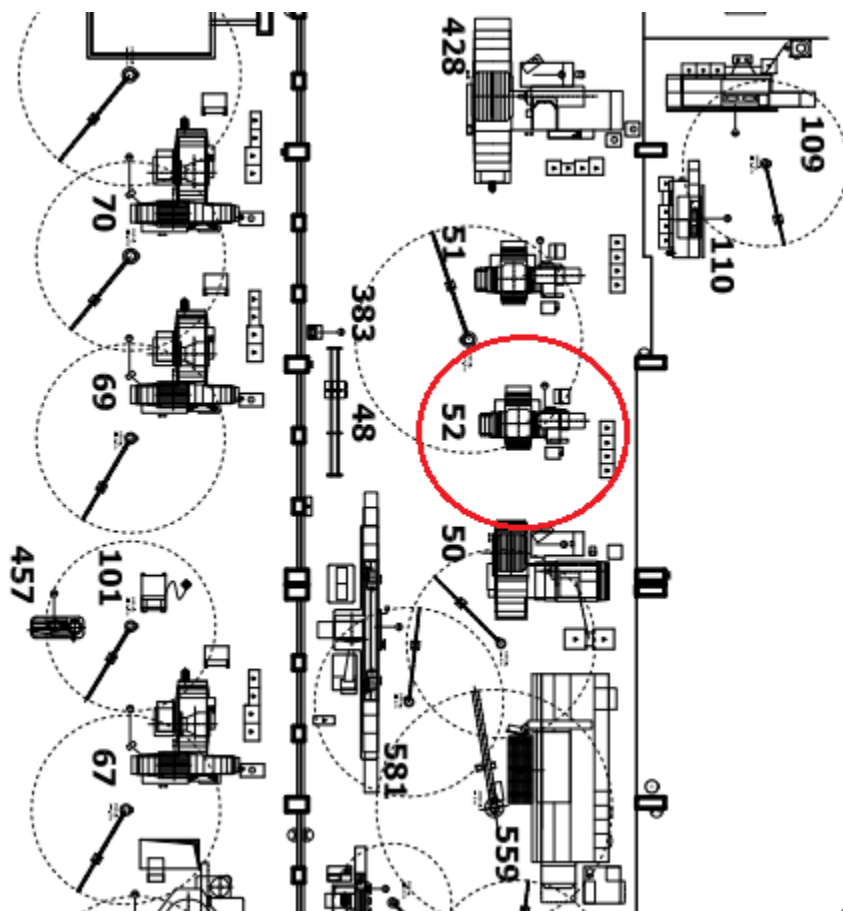
Práci na stroji může obsluha vykonávat pouze tehdy, jestliže byla k tomu uživatelem stroje řádně určena a vyškolená. Spuštění stroje může obsluha provést až po předchozím předvedení bezpečnostního pracovního postupu a způsobu používání. Práci na stroji musí obsluha vykonávat pouze způsobem, který jí byl předveden a označen za správný a bezpečný. Při čištění stroje musí obsluha používat přidělené ochranné pomůcky. Obsluha stroje je povinna hlásit veškeré závady na stroji příslušnému mistrovi a tyto musí být zaznamenány do provozního deníku stroje (interní materiály společnosti).

7.4.4 Povinnosti údržbářů při pravidelné kontrole

Opravy a kontroly stroje mohou provádět pouze osoby dokonale znalé konstrukce stroje a jeho ochranných zařízení. Veškerou kontrolní činnost je nutné řídit plánem kontrol a údržby. Speciální kontrolní činnost musí být řízena „Provozním deníkem stroje“, „Návodem k obsluze“ a „Místním provozním předpisem“ příslušného zařízení. U tvářecích strojů musí údržbář provést před zahájením vlastní práce spolehlivé uzavření hlavního ventilu rozvodu pneumatického tlaku. Pneumatický tlak musí být před zahájením práce zrušen nebo musí být zvoleny jiné technické spolehlivé prostředky proti nežádoucímu nečekanému samouzavření nebezpečných pracovních prostorů. Při opravě a údržbě zařízení musí být na stroji nápis „Nezapínat, na stroji se provádí oprava“ (interní materiály společnosti).

7.5 Layout výrobní haly a pracoviště

V areálu společnosti TES Vsetín s.r.o. se nachází několik budov a výrobních hal. Stolová vyvrtávačka WH 10 CNC se nachází ve výrobní hale, která je označována jako obrobna. Tuto halu můžeme rozdělit celkem na čtyři části. Jedná se o malou obrobnu (výroba do 5 tun), velká obrobna (do 15 tun), výroba hřídelí a výroba drobných dílců. Součástí haly je i sklad spolu s výdejnou a administrativní úseky. Stroj na, kterém byla zpracována diplomová práce se nachází v části malá obrobna, která je na layoutu označena číslem 52. Kompletní layout výrobní haly bude součástí přílohy.



Obrázek 8 Layout výrobní haly (interní dokument)

8 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Tato kapitola se zaměřuje na popis vybraného stroje jeho seřízení a následné zefektivnění pomocí metody SMED. Následující analýza bude provedena za pomoci těchto metod:

- analýza videozáznamu procesu,
- spaghetti diagram,
- audit 5S.

Analýza současného stavu byla provedena za pomoci videozáznamu procesu seřízení stroje, tuto metodu považuji za nejvíce efektivní, jelikož si jednotlivé operace můžeme zpětně přehrát. Pro detailnější pochopení procesu byly využity rozhovory s pracovníky, technology a průmyslovými inženýry společnosti.

Obě operace mají předem stanovené časy, jak dlouho by dané operace měly trvat, tyto časy stanovuje technolog. Časy jsou zapisovány do technologického postupu, využívají se dva časy, a to Tbc a Tac čas.

Tbc (Time Batch Corrected) je čas, který označujeme také jako přípravný čas. Jedná se tedy o čas na jednotlivou operaci například seřízení. Tento čas zadáváme na celou výrobní dávku.

Tac čas (Time Amplitude Corrected), je normovaný kusový čas neboli jednicový. Určuje nám čas, který je potřebný k provedení operace na jednom kusu.

Tabulka 1 Stanovený Tbc a Tac čas (vlastní zpracování)

	Tbc čas (min.)	Tac čas (min.)
Operace č. 1	100	455
Operace č. 2	70	420

Časy uvedené v tabulce jsou stanovené pro celou výrobní dávku, která obsahuje 4 kusy. Celkový přípravný čas neboli Tbc čas pro obě operace je 170 minut. Z tabulky jde vidět, že se jednotlivé operace od sebe malinko liší, můžeme tedy říct, že první operace je časově náročnější.

8.1 Pracovní postup na daném zařízení

Obrábění satoru probíhá ve dvou operacích. V první operaci dochází k obrábění patek satoru a ve druhé operaci dochází k obrábění rámu. V současné době se vyrábí čtyři kusy satoru týdně.

8.1.1 První operace – obrábění patek statoru

V první řadě dochází k předání výrobní dokumentace od mistra. Podle dokumentace si pracovník vychystá nástroje potřebné pro obrábění daného obrobku, včetně veškerých pomůcek. Pokud má pracovník veškeré pracovní nástroje a pomůcky připraveny, dochází k očištění pracovního stolu, aby mohl být správně usazen první přípravek pro obrábění. Poté co je stůl dokonale čistý a vše je připraveno, dochází za pomoci jeřábu k uchycení prvního přípravku. Jakmile je připravený a zabezpečený jeřáb, tak za pomoci nosných ok na přípravku dojde k uchycení na řetězy jeřábu. Při přemístování z palety je přípravek důkladně očištěn před samotným usazením na pracovní stůl. Je-li přípravek správně umístěn, tak dochází k odepnutí řetězů a jeřáb je posunut z pracovního prostoru. Pomocí upínáků je přípravek upnut k pracovnímu stolu stroje. Ještě před finálním upnutím dochází k dorovnání přípravku do osy s vřetenem. Po ustanovení a částečném dotažení přípravku na pracovní stůl, pracovník pomocí sondy zjišťuje, zda je přípravek správně vyrovnán, tak aby splňoval rovinnost s vřetenem. Jsou-li zkontrolované hodnoty ze sondy správné a je splněna rovinnost je provedeno finální dotažení upínek a vytažení sondy z vřetene. Následuje uvázání nosného lana na obrobek, který je zapotřebí přetočit z horizontální do vertikální polohy pomocí jeřábu. Po přetočení obrobku pomocí lana do požadovaného stavu je lano odepnuto od jeřábu a odvázáno z obrobku. Dále je obrobek uchycen ve správné poloze na jeřáb pomocí manipulačních háčků zaháknutých do manipulačních otvorů a je 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.

Odpovědný pracovník pomocí klíče, který si vezme ze skříně, roztažením přípravku upne obrobek na přípravek. Je-li obrobek správně upnut může být zahájeno samotné obrábění. Po obrobení celé dávky jsou uklizeny do skříně veškeré nářadí a pracovní pomůcky. V dalším kroku je povolen poslední kus a pomocí jeřábu a manipulačních háčků je přesunut z přípravku na paletu. Přípravek pro upnutí je očištěn na pracovním stole pomocí vzduchového kompresoru, čistícího magnetu a hadry. Za pomoci klíče jsou povoleny upínáky, které svírají připevněný přípravek k pracovnímu stolu stroje a dochází k čištění zbylých špon. Upínáky jsou uschovány do pracovní skříně. Jeřábem je poté první přípravek přesunut na paletu. Během přesouvání je ještě očištěn ze spodní strany.

8.1.2 Druhá operace – obrábění rámu satoru

Tato operace začíná tehdy, kdy obsluha stroje začne šroubovat nosná oka na druhý přípravek. Jakmile je k dispozici jeřáb, je druhý přípravek za pomoci nosných ok zvednut a čištěn ze spodní strany. Následně je ze skříně zajištěn středící usazovací přípravek, který je nejprve důkladně očištěn a poté je usazen do pracovního stolu stroje. Pomocí kladiva je doklepán tak, aby v pracovním stole dosedl do správné polohy. Je-li usazení středícího přípravku dokončeno, pracovník pečlivě očistí pracovní stůl pomocí hadru tak, aby byla zajištěna čistá pracovní plocha. Po očištění je druhý přípravek přemístěn na pracovní stůl stroje, kde je usazen na usazovací středící přípravek. Pomocí upínáků je přípravek lehce přitažen k pracovnímu stolu. Jakmile jsou odepnutá nosná oka pro manipulaci je použita sonda pro kontrolu rovinnosti. Pakliže je přípravek vyrovnán s osou vřetene jsou finálně dotaženy upínáky a je provedena kontrola rovinnosti. Po úspěšné kontrole je vyjmuta sonda z vřetene stroje a uloží se do skříně spolu s pracovními pomůckami. Je-li tato činnost ukončena je na obrobek upevněno nosné lano. V dalším kroku je povolen poslední kus a pomocí jeřábu a manipulačních háčků je přesunut z přípravku na paletu. Jakmile je obrobek zvednutý pomocí jeřábu, tak dochází k odjehlení špon patky obrobku. Po odjehlení je obrobek usazen na přípravek a je upnut díky bočním a spodním šroubům. Následně dochází ke spuštění obrábění, po obrobení celé dávky je vzduchem očištěn obrobek. Po vytažení obráběcího nástroje z vřetene stroje jsou povoleny spodní a boční šrouby na přípravku. Poté, co jsou uvolněny šrouby je obrobek upnut na jeřáb a je přemístěn na paletu, během přemísťování dochází ještě k očištění obrobku. Jakmile je obrobek bezpečně usazený na paletě, je odepnut z jeřábu a jsou povoleny upínáky, díky kterým je přípravek upnut na stole. Ještě jednou dochází k očištění pomocí vzduchového kompresoru přípravku a upínáku od špon a nečistot. Následně je pomocí jeřábu zvednut přípravek z pracovního stolu stroje a přemístěn na paletu a jsou odmontována nosná oka. Ze stroje je vyjmut usazovací středící přípravek, který je očištěn a uložen do skříně. V závěru je pak očištěna pracovní plocha a prostor kolem. Po úklidu jsou schovány veškeré nástroje a pomůcky na své místo.

8.2 Analýza přetypování

Pro detailnější analýzu činností byl pořízen videozáznam procesu pomocí videokamery. Pomocí videozáznamu zamezíme opomenutí některých činností, ke kterým by při obyčejném snímkování mohlo dojít. Jelikož operace jsou časově náročné a pro pozorovatele je komplikované zaznamenávat veškeré činnosti najednou v reálném čase. Obrovskou

výhodou videozáznamu je možnost zpětného přehrávání. Další výhodou je v případě neporozumění některým operacím a jejich vysvětlení kvalifikovanými pracovníky. Na základě videozáznamu budou vyhotoveny Spaghetti diagramy pro případnou úpravu layoutu pracoviště.

8.2.1 Aplikace metody SMED na operaci č. 1

Celkový Tac čas operace č.1 na daném stroji trval 1 hodinu 31 minut 23 sekund. Čas přípravný neboli Tbc čas pro danou operaci trval 1 hodinu 3 minuty a 49 sekund. Tbc čas u první i u druhé operace je rozdělen na několik částí, protože operátoři mají svůj vlastní systém, co se týče seřízení. Jakmile jde operátor pro obrobek, tak by měl končit Tbc čas a měl by začít Tac, v tomto případě to takhle nejde, jelikož příprava vrtáků a jejich umístění nemůžeme považovat za Tac čas, ale za Tbc. U první operace Tbc čas začíná činností s číslem 1 a končí číslem 83. Dále pokračuje od čísla 140 a končí činností 166. Poslední část začíná číslem 179 a končí činností 224 odšroubování nosných ok.

Seznam činností v tabulce (viz příloha P I) již obsahuje i převedení interních činností na činnosti externí, tyto činnosti jsou vyznačeny modrým písmem. Dále jsou v tabulce vyznačeny činnosti červeně ty se dají označit, že jsou vykonávány zbytečně.

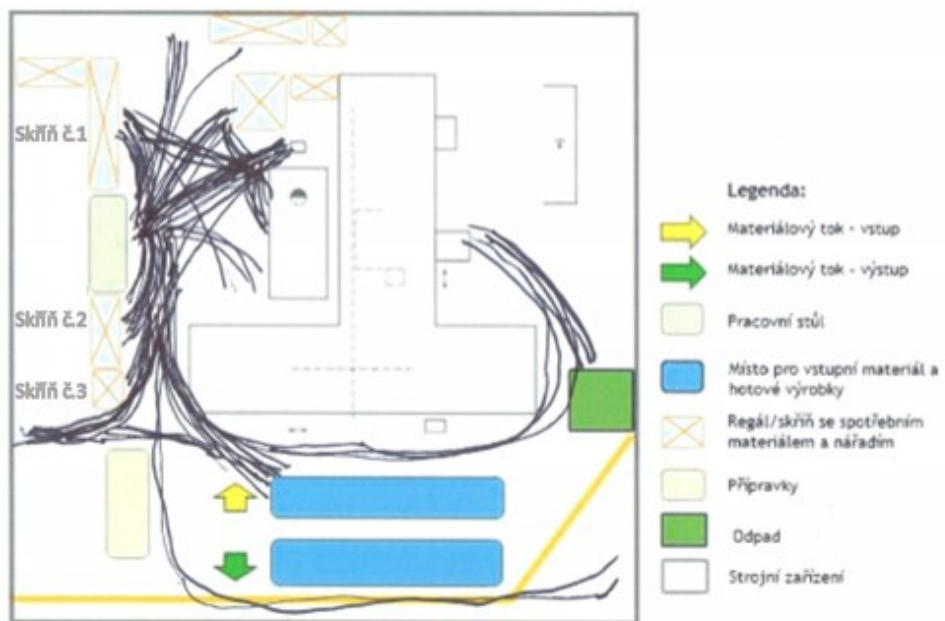
8.2.2 Aplikace metody SMED na operaci č. 2

Celkový čas druhé operace, který trval 1 hodinu 12 minut a 43 sekund (viz příloha P II). Během této operace došlo rovněž k rozložení Tbc času na jednotlivé části jako tomu bylo u první operace. Tbc čas začíná činností 1 a končí 78 činností, pokračuje dále od čísla 114 a končí činností 138. Poslední část začíná číslem 178 a je zakončena činností 229 zavřením skříně. Celkový čas vypočtený u těchto činností je 39 minut a 44 sekund. Dle technologického postupu u této operace je nastaven Tbc čas na 70 minut. Rozdíl mezi těmito časy je 30 minut a 16 sekund.

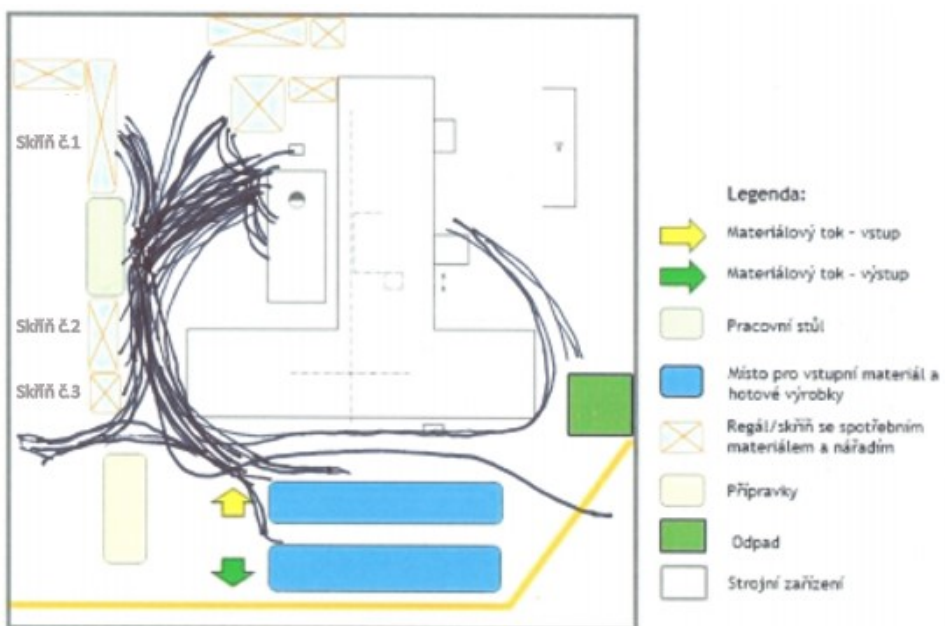
8.3 Analýza pohybů operátora

Během analýzy pohybu operátora byly na základě pozorování a videozáznamu vyhotoveny Spaghetti diagramy, které nám prezentují nejčastější pohyby operátora. V layoutu pracoviště jsou zobrazeny pracovní skříně, dílenský stůl, pracovní stůl, stroje a další. Do layoutu byly zaznamenány veškeré nutné i zbytečné pohyby operátora. Za pomoci této analýzy lze zjistit, zda daný layout je dobře navržený nebo naopak může dojít k přehodnocení rozestavení layoutu, tak abychom minimalizovali pohyb operátora.

V obou vyhotovených případech Spaghetti diagramu, můžeme vypočítat, že nejvíce frekventovaná je cesta operátora od dílenského stolu ke stroji nebo naopak. Dále jsou velmi časté pohyby od skříně č.1 k dílenskému stolu a následně k pracovnímu prostoru u stroje. Pohyby ke skříně č. 2 a k dílenskému stolu jsou dost podobné jako u předchozího případu. Nejčastější pohyby operátora jsou tedy chůze ke stroji a pro nářadí nebo pracovní pomůcky. Poměrně časté jsou také pohyby pro ovládání jeřábu a jeřáb samotný vzhledem k tomu, že je používán jeden jeřáb mezi dvěma pracovišti.



Obrázek 10 Spaghetti diagram první operace (vlastní zpracování)



Obrázek 9 Spaghetti diagram první operace (vlastní zpracování)

V následující tabulce je přehled činností operátora, které vykonává v rámci přetypování a prodlužují celkový čas operace. Tyto časy jde označit jako plýtvání, jelikož je zde mnohdy nadbytečná chůze pro nářadí a pomůcky, dále operátor strávil spoustu času čekáním, zejména na jeřáb, a několik sekund strávil operátor hledáním nástrojů, protože nedodrží správně metodu 5S.

Tabulka 2 Součet činností nepřidávající hodnotu (vlastní zpracování)

Operace	Čas chůze	Čekání	Čištění	Hledání
1	0:20:34	0:12:06	0:07:25	0:00:41
2	0:10:45	0:02:05	0:09:58	0:00:29

8.4 Audit 5S

Ve společnosti byla dříve metoda 5S zavedena, ale během několika let se tato metoda ve společnosti téměř vytratila. Tato metoda byla z počátku zavedena externí firmou a nyní na ni dohlíží interní tým průmyslového inženýrství. Nově se tedy tato metoda ve společnosti rozbíhá a průmyslové inženýrství je obnoveno od roku 2019. Ze začátku tato metoda nebyla správně dodržována z důvodu špatné sebedisciplíny operátorů a neprobíhaly tak časté kontroly mistrem nebo jinými pracovníky. Mezi dílčí cíle patřilo provedení auditu metody 5S a dohlédnout na její správné dodržování. Proto byl proveden audit 5S vhodný pro účely této práce. První snímky zachycují šuplíky dílenského stolu. U pracoviště byly pořízeny separátory pro přehlednější uložení nářadí tak, aby nářadí nebylo v šuplíku naházeno. Na pořízených obrázcích je vidět, že na separátorech pro nářadí chybí vizualizace, a označení kam patří jednotlivé vrtáky a ostatní nářadí. Tím se prodlužuje doba hledání správného nástroje.



Obrázek 11 Audit 5S (vlastní zpracování)

Na dalších snímcích jsou zachyceny nedostatky, které byly zaznamenány během provedení auditu. Na obrázku označeném číslem 1. můžeme vidět vertikálně opřené desky o skříň. Nebylo zde označeno místo pro uložení a nebylo tak jasné, že desky na toto místo patří. Hrozí zde možnost, že desky popadají, někoho poraní nebo dojde k úrazu. Desky dále brání v úklidu pracoviště. Na druhém snímku je zamotaná hadice od kompresoru, která je blízko častého pohybu operátora při vykonávání operace na stroji. O hadici může zaměstnanec snadno zaklopýtnout a může tak dojít k úrazu. Na posledním snímku je uvazovací lano pro přemísťování přípravků a ostatní manipulaci s těžšími předměty. Na první pohled je vidět, že je lano poškozené a neodpovídá bezpečnostním podmínkám. Dále byly na pracovišti zaznamenány nečistoty především od špon a popřeházené pomůcky, nářadí, několik osobních věcí, které na pracoviště nepatří a mají být uloženy v osobní skřínce.



Obrázek 12 Audit 5S (vlastní zpracování)

8.4.1 Výsledek auditu

Pro vyhodnocení auditu byl využit formulář poskytnutý společností (viz příloha P III), do kterého byly diplomantem zaznačeny všechny chyby nalezené na pracovišti. Audit byl proveden podle následujících pokynů:

1. Pole, která jsou podbarvena šedou barvou se nehodnotí.
2. V případě zjištění neshody se do pole vypíše 1.
3. Pokud auditor zjistí 1 případ neshody je celá auditovaná oblast/otázka nesplněna.

4. Pokud se na pracovišti opakuje stejná závada, může auditor místo 1 vyplnit hodnotu dle počtu opakování závady, např. 3.
5. Při zápisu nesplnění pořizuje auditor fotografii, kterou s popisem neshody vkládá do katalogu neshod.

Výsledek auditu 5S byl vyhodnocen na 70 %, což je podle hodnotící škály označováno jako dobrý výsledek. Pokud by však výsledek klesl pod tuto hodnotu spadl by do kategorie nevyhovující. Výsledek tak spadá do třetí kategorie ze čtyř možných.

9 APLIKAČNÍ PROJEKT

Aplikační projekt se zaměřuje na zavedení metody SMED u horizontální vyvrtávačky označené jako WH-10, ve společnosti TES Vsetín, s.r.o. Především z důvodu zkrácení doby přetypování u zvoleného stroje. Tento stroj byl vybrán vzhledem k jeho důležitosti a vytíženosti, jelikož je téměř v nepřetržitém provozu. U tohoto stroje dochází k častému přetypování, a proto vedení společnosti spolu s projektovým týmem rozhodli o zvolení tohoto stroje. V rámci projektu bude provedena analýza současného stavu přetypování, budou navrženy řešení ke snížení času jednotlivých operací, které jsou prováděny v rámci přetypování stroje. Díky tomu by mělo dojít k úspoře času i pro budoucí operace u daného typu strojního zařízení. V této kapitole bude vymezen cíl aplikačního projektu pomocí metody SMART. Následně bude provedena SWOT analýza projektu, která bude definovat silné a slabé stránky spolu s příležitostmi a případnými hrozbami. Další části kapitoly bude logický rámec, který přehledně sestavuje důležité informace o projektu. V posledním kroku bude vypracována riziková analýza RIPRAN.

9.1 Definování projektu

Název projektu:

Aplikace metody SMED na vybrané zařízení ve společnosti TES Vsetín, s.r.o.

Projektový tým:

- průmyslový inženýr,
- technolog,
- student.

Cíle projektu:

Cíl projektu bude sestaven pomocí metod SMART.

Specifický – cílem projektu je snížení doby seřízení na stroji WH 10 horizontální vyvrtávače.

Měřitelný – doba seřízení je měřitelná a lze jednoduše vyjádřit v časových jednotkách i v procentech, proto je projektovým cílem snížení doby přetypování alespoň o 10 %.

Akceptovatelný – cíl byl přijat vedením společnosti i členy týmu.

Realistický – cíl projektu byl konzultován se členy projektového týmu a s doložením přínosů SMED analýzy je cíl realistický.

Terminovaný – harmonogram projektu je od března 2021 do konce května 2021.

9.2 Logický rámec

Logický rámec (viz příloha P IV) obsahuje hlavní a projektové cíle spolu s aktivitami a zdroji, které jsou součástí projektu. Nejprve je definován cíl projektu, a to hlavní cíl i projektový cíl. Logický rámec dále obsahuje jednotlivé činnosti, ze kterých se bude daný projekt skládat. Budou specifikovány objektivně ověřitelné ukazatele a nástroje k jejich ověření.

Mezi výstupy projektu patří analýza současného stavu přetypování, vytvoření návrhu ke změnám činnosti a zpracování nového seřizovacího postupu. Na základě provedených dvou kroků metody SMED, a po projednání s projektovým týmem byla navržena nápravná opatření, která je možno realizovat ihned bez nutné investice. Rovněž byl navrhnout obecný jízdní řád pro operátory při přetypování u vybraného stroje (viz příloha P V).

9.3 SWOT analýza

Pro identifikaci důležitých faktorů, které by mohly mít na daný projekt kladný či negativní vliv byla vypracována SWOT analýza. V analýze je zkoumán vzájemný vztah faktorů silných a slabých stránek oproti příležitostem a hrozbám. Nejprve byly identifikovány příslušné faktory, které by mohly ovlivnit projekt.

Váhy faktorů jsou přiřazeny dle významnosti, přičemž jejich součet musí být roven jedné. Čím vyšší číslo váhy, tím větší je důležitost položky v dané kategorii a naopak. Vedlejší sloupec zachycuje bodové hodnocení. Pozitivní a negativní faktory označujeme škálou 1 až 5. Jednička nám značí nejmenší vliv a 5 naopak nejvyšší možný. Hodnocení slabých stránek a hrozeb je stejné, jen je označováno v minusových bodech, to proto aby zobrazovaly negativní charakter. Bodové hodnocení ukazuje důležitost zvoleného faktoru.

Provedená SWOT analýza nám ukazuje, že převažují silné stránky nad těmi slabými, a také příležitosti mají vyšší bodové ohodnocení než hrozby. Můžeme tedy říct, že projekt splňuje předpoklady, proto aby byl úspěšný.

Tabulka 3 SWOT analýza (vlastní zpracování)

SWOT analýzy					
Silné stránky (Strengths)	Váha	Body	Slabé stránky (Weaknesses)	Váha	Body
Podpora ze strany vedení	0,3	4	Technické vybavení společnosti	0,3	-2
Otevřenost zaměstnanců	0,4	4	Nedostatek nástrojů	0,3	-3
Kvalifikovaná obsluha stroje	0,2	3	Malé ovlivnění výrobních časů	0,2	-2
Nízké náklady	0,1	3	Neznalost metody SMED	0,2	-3
Celkem	3,7		Celkem	-2,5	
Příležitosti (Opportunities)	Váha	Body	Hrozby (Threats)	Váha	Body
Lepší kvalifikace pracovníků	0,25	4	Postoj vedení ke změnám	0,3	-4
Využití nových technologií	0,2	3	Nezískání certifikace	0,1	-2
Získání nových projektů	0,2	3	Odchod zkušených zaměstnanců	0,3	-4
Nové výrobní prostory	0,1	4	Neshody s odbory	0,1	-1
Využití metod PI	0,25	3	Vznik dodatečných nákladů	0,2	-1
Celkem	3,35		Celkem	-2,9	

Mezi silné stránky byla zařazena podpora ze strany vedení, to nasvědčuje, že vedení má zájem o zlepšení stávajícího stavu. Další silnou stránkou je otevřenost ze strany zaměstnanců, kvalifikovaná obsluha operátorů a poslední stránkou jsou nízké náklady.

Do kategorie slabých stránek řadíme technické vybavení společnosti. Zde bychom mohly zařadit například stav kamery pro pořízení videozáznamu. Kamera se často vybíjela a kvalita videa nebyla příliš vysoká. Dále to může být nedostatek pracovních pomůcek, to z důvodu chybějících nástrojů, které operátoři potřebují k obrábění obroku. Poslední slabou stránkou je neznalost metody SMED, ze strany operátora, technologů.

Příležitostí společnosti je zlepšení kvalifikace pracovníků, využití nových technologií, získání nových projektů nebo využití metod průmyslového inženýrství.

Hrozbou daného projektu je odchod zkušených pracovníků, jelikož stávající zaměstnanci mají dlouholetou praxi, jsou vysoce kvalifikovaní a manipulace na daném stroji je v jejich podání vysoce efektivní. Další hrozbou je nedodržování změn nastavených v rámci projektu, neshody s odbory a vznik dodatečných nákladů.

9.4 Riziková analýza projektu

Před zpracováním projektu je nutné zvážit případná rizika, proto byla zpracována riziková analýza RIPRAN. Riziková analýza projektu (viz příloha P VI) je zaměřena na celkem 7 možných hrozeb, které by mohly ohrozit realizaci projektu. Ke každé hrozbě jsou přiřazeny vyplývající scénáře a jejich dopad na projekt.

Hrozby, které by mohly nastat, jsou nejprve procentuálně ohodnoceny na základě toho s jakou pravděpodobností by mohly nastat. K jednotlivým typům hrozeb byl přiřazen možný scénář, který byl také ohodnocen podle možnosti vzniku.

Hrozbou s vysokou mírou rizika je nedostatečná znalost problematiky, díky které by nedošlo k eliminaci plýtvání a zkrácení celkového času přetypování. Pro eliminaci tohoto rizika je zapotřebí aktivní přístup diplomanta, pravidelné konzultace, ověřování správnosti postupu provedené analýzy.

Špatné plánování by mohlo vést k nedodržení termínů podle harmonogramu a mohlo by dojít k celkovému zpoždění projektu. Je potřeba stanovit harmonogram s reálnými termíny a průběžně provádět kontrolu plnění. Pro snížení rizika je potřeba mít dostatečnou časovou rezervu.

Dalším možným rizikem je neochota spolupráce od vedení společnosti, projektového týmu nebo samotnými zaměstnanci. Je zapotřebí správně odůvodnit důležitost projektu a jeho přínosy pro společnost. Operátoři musí být ke své práci motivováni a v průběhu projektu by měli být informováni o vývoji v rámci pravidelných schůzek. Po provedení analýzy existuje hrozba že, operátoři nebudou dodržovat nový jízdní řád. Tím by se zkreslily výsledky projektu a výsledky by nemusely být naplněny.

Mezi další hrozby patří chybně zpracované analýzy, tomu lze však zabránit konzultacemi diplomanta s členy projektového týmu. Selhání techniky je další hrozbou, která může nastat. Této hrozbě se lze vyvarovat častým zálohováním práce. Poslední hrozbou je nekvalitní zpracování analýzy, což by mělo za následek, že navrhovaná opatření nejsou v praxi proveditelná. I tomu můžeme předcházet, a to průběžnou konzultací s členy projektového týmu.

10 APLIKACE METODY SMED

V této části diplomové práce bude aplikována metoda SMED za pomoci předešlých kapitol, především kapitoly analýzy současného stavu. Postup metody bude rozdělen do několika kroků:

- oddělení operací interního a externího seřizování,
- konverze interního seřizování a externí,
- redukce interních časů.

10.1 Oddělení interních a externích činností

Následující kapitola je zaměřena na rozčlenění interních a externích činností. Mezi interní činnosti byly zařazeny veškeré činnosti prováděné při nečinnosti stroje a externí činnosti jsou ty, které lze provádět za chodu stroje.

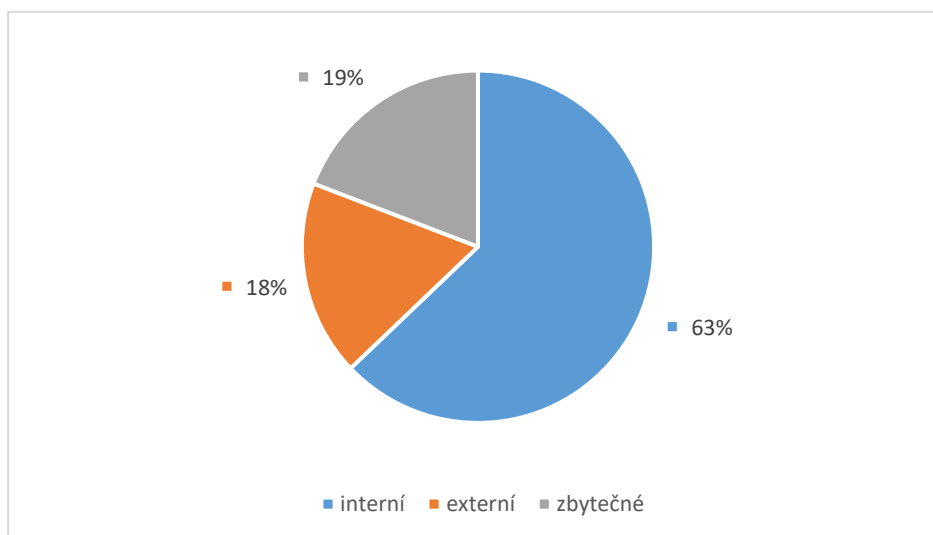
Prvním krokem je identifikace interních a externích činností. Z výsledku provedené analýzy během obou sledovaných operací bylo zjištěno, že veškeré činnosti seřizování jsou vykonávány v době nečinnosti stroje, ty tedy řadíme do interních činností. Za velký nedostatek celého procesu můžeme označit to, že ani jedna z prováděných činností nebyla prováděna externě. Můžeme tedy říct, že interní činností zabírají 100 % celkového času. Jestliže by některé operace byly prováděny externě, tak by došlo ke zkrácení doby seřízení stroje. Dokonce byly objeveny činnosti, které jsou označeny jako zbytečné a prodlužují celkový čas, jedná se například o hledání předmětů a čekání.

10.2 Převedení interních činností na externí

Pomocí provedeného videozáznamu u obou operací bylo zjištěno několik činností, které by se daly převést na externí činnosti. Činnosti, které by se daly převést na externí jsou u obou činností podobné, jelikož se jedná o stejný stroj. V tabulce jsou převedené činnosti vyznačeny modrou barvou.

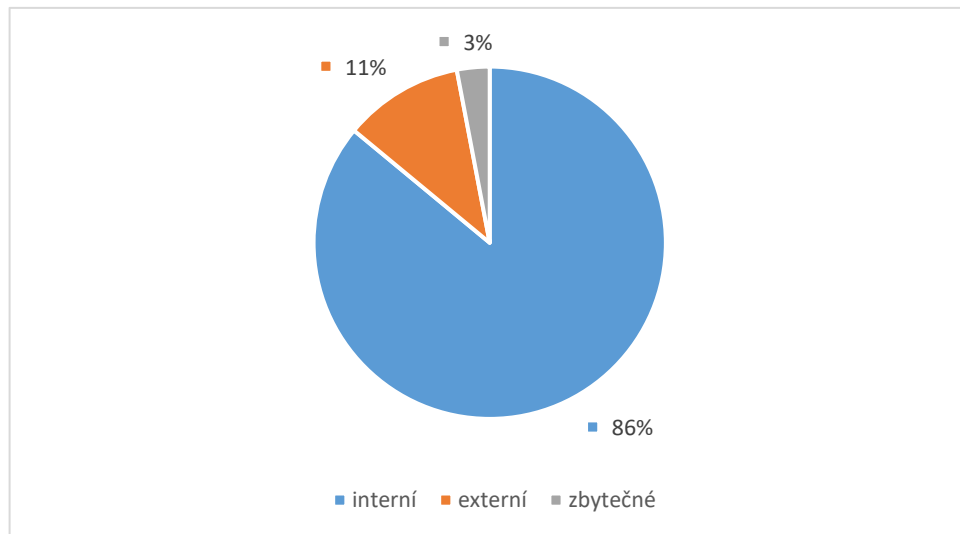
V následujícím grafu jsou procentuálně rozděleny jednotlivé činnosti, u kterých došlo k převodu interních na externí. V grafu jsou také označeny činnosti, které jsou zbytečné. Můžeme vidět, že došlo ke snížení interních činností oproti původnímu stavu, kdy byly všechny činnosti prováděny interně. Nově tvoří interní činnosti 63 % což činí 57 minut a 29 sekund. Externí činnosti tvoří 18 %, což je 17 minut a 5 sekund z celé doby seřízení. Podstatně velkou část tvoří činnosti, které byly označeny jako zbytečné a tvoří 19 %, tedy

17 minut a 29 sekund. Ty činnosti jsou způsobené především čekáním na jeřáb, který je sdílený s vedlejším pracovištěm a operátor je nucen počkat až bude jeřáb volný. Další zbytečnou činností je chůze do výdejny pro nový nástroj a čekání na jeho výdej, jelikož došlo při výkonu operace k jeho opotřebení. Po konzultaci s operátorem k tomu to zdržení dochází jen ojediněle, nicméně v provedené analýze bylo zahrnuto.



Obrázek 13 Rozdělení činností u operace č. 1 (vlastní zpracování)

Ve druhé operaci se vyskytovaly podobné činnosti jako u první operace, které by se mohly označit jako externí. Původně byly veškeré činnosti interní, tvořili tedy 100 %. Z grafu níže, můžeme vidět, že interní činnosti nově tvoří 86 % to je 1 hodina 2 minuty a 10 sekund z celkového času seřízení. Externí činnosti tvoří 11 %, tedy 7 minut a 59 sekund. Poslední skupinu tvoří činnosti, které jsou označeny jako zbytečné, ty tvoří 3 % tedy 2 minuty a 34 sekund.



Obrázek 14 Rozdělení činností u operace č. 2 (vlastní zpracování)

Příprava potřebného nářadí pro práci

Pracovník, který sám provádí seřízení na daném stroji si před samotným seřízením nepřipravil žádné pomůcky ani nářadí, to jej limitovalo v průběhu celé operace. V průběhu seřízení docházelo k neustálému přechodu od stroje ke skříni č.1 a skříni č.2 a k dílenskému stolu, kde si odkládal pracovní pomůcky a nářadí. Po každé činnosti veškeré pomůcky a nářadí ukládal zpět do skříně případně jej odložil na dílenský stůl. Kdyby si operátor před chystal nářadí a pomůcky před samotným seřizováním stroje, došlo by tak ke snížení některých činností během operace a zároveň k úspoře času.

Příprava nástrojů

Operátor u daného stroje vyměňuje ve stroji různé vrtáky nebo nástroje pro uchycení různých přípravků. Tyto nástroje jsou uloženy ve skříních č.1 a č.2, během seřizování nebyly žádné pomůcky nachystány předem. Proto docházelo k častému přecházení od stroje ke skříním a zpět ke stroji. Jednou z dalších činností operátora byl odchod do výdejny nástrojů, jelikož došlo k poškození jednoho z nástrojů pro obrábění.

Příprava dokumentace

U první operace začal operátor studovat dokumentaci, kterou konzultoval s mistrem. Dokumentaci si rozložil na pracovní stůl a následně ji připevnil na tabuli. Poté si začal zaznamenávat potřebné údaje k naprogramování stroje. Veškeré tyto činnosti jsem označil z interních na externí.

Příprava jeřábu

V daném úseku jsou vedle sebe dva stejné stroje, tyto stroje se musí dělit o jeden jeřáb. Během sledované operace byly v provozu oba stroje, proto docházelo občasnému čekání a zvyšování celkového času seřizování

Čištění nástrojů, pracovních pomůcek, nářadí

V rámci seřizování operátor několikrát čistil pomocí hadry a vzduchové pistole jednotlivé nástroje, pracovní pomůcky a pracovní plochu. K čištění docházelo před použitím některých nástrojů i po jejich použití. Operátor tak zabraňuje případným komplikacím, které by vznikly způsobenou nečistotou. Tyto činnosti by však mohl operátor dělat mimo dobu seřízení a snížit tak dobu seřízení.

Zhodnocení

V uvedené tabulce, můžeme vidět celkový seřizovací čas a jejich úspory pro převedení některých činností z interních na činnosti externí.

Tabulka 4 Převedení interních činností na externí (vlastní zpracování)

Operace	Celkový čas operace	Čas úspory	Čas úspory v %	Čas po provedení změn
1	1:31:23	0:16:05	18	1:15:18
2	1:12:43	0:07:59	11	1:04:44

V nadcházející tabulce je zaznamenán Tbc čas, tento čas byl stanoven dle technologického postupu. V tabulce jsou zobrazeny rozdíly mezi skutečným naměřeným časem.

Tabulka 5 Převedení interních činností na externí dle Tbc času (vlastní zpracování)

Operace	Nastavený Tbc čas	Naměřený Tbc čas	Rozdíl mezi Tbc časy	Čas úspory	Čas úspory v %	Čas po úspoře
1	1:40:00	1:03:49	0:36:11	0:13:52	21	0:52:19
2	1:10:00	0:39:44	0:30:16	0:06:13	16	0:33:53

10.3 Redukce časů interních činností

Během analýzy videozáznamu byly objeveny činnosti, které jsou prováděny zbytečně a prodlužují tak celkový čas seřízení. Tyto činnosti jsou v tabulce vyznačeny červenou barvou. Nejčastějšími činnostmi bylo hledání pomůcek ve skříní č.1 a č.2. Veškeré činnosti, které jsou označeny jako hledání nebo rozmyšlení nad použitím dalšího nástroje je potřeba odstranit. K odstranění nám pomůže již nastavená metoda 5S. Zapotřebí je, aby operátoři

tuto metodu dodržovali a umísťovali nářadí na své místo. Tím, že operátor nebude odkládat nářadí nahodile ušetří čas hledání těchto nástrojů. Pro dodržování metody je zapotřebí správná motivace pracovníků a provádění auditu pracoviště. Tým průmyslového inženýrství nesmí zvolňovat v aplikaci metody naopak by měl přinášet nové nápady na vylepšení.

Během první operace došlo k opotřebení nástroje a operátor si tak musel dojít do výdejny pro nástroje a nové nářadí. U druhé operace, operátorovi trvalo delší dobu správné pochopení dokumentace. Mezi drobné zdržování patří nahodilé odkládání pomůcek na dílenský stůl, dále také odkládání rukavic a přilby pokaždé na jiné místo. K delšímu zdržení docházelo při čekání na jeřáb, který je sdílený mezi sousedícími pracovišti.

Redukované časy jsou uvedeny v následující tabulce podle předchozí analýzy.

Tabulka 6 Redukované činnosti pro celkový čas (vlastní zpracování)

Operace	Celkový čas	Čas úspory	Čas úspory v %	Čas po provedení změn
1	1:31:23	0:17:49	19	1:13:34
2	1:12:43	0:02:34	3	1:10:09

10.3.1 Zlepšení jednotlivých činností v rámci externího a interního seřizování

V této části metody SMED bude navrženo několik doporučení, díky kterým dojde ke zkrácení času externích a interních činností.

Snížení času chůze při přípravě nářadí

Jak během první, tak i v druhé operaci docházelo ke velkému množství pohybu operátora, který je možné snížit použitím určitých pracovních pomůcek.

Jedním z návrhů může být použití opasku pro nářadí, kde by měl operátor alespoň část nářadí, tak aby nemusel neustále chodit od stroje ke skříní a dílenskému stolu. V tomto opasku by mohl mít drobnější nářadí například, šroubováky, metr, drobnější klíče a pracovní rukavice. Pracovník by tak nemusel tyto pomůcky neustále odkládat. Těchto opasků na nářadí je celá řada, pro ilustraci byl vybrán opasek z internetového obchodu www.rucni-naradi.cz, který stojí o kolo 400 Kč.



Obrázek 15 Opasek na nářadí
(www.rucni-naradi.cz)

Další možností eliminace chůze a hledání nářadí ve skříní jsou nástěnné magnety nebo sady prvků pro zavěšení nářadí, které se dají umístit na boční stranu skříně i nad dílenský stůl. Zkrátila by se tak doba hledání nářadí ve skříních a v šuplíku. Na tabuli by se umístili například očkový nebo maticový klíč. Existují dvě varianty těchto nástěnných tabulí, a to děrovaná s háčky anebo tabule s magnetickými pásky. Použití tabule je dobrou vizuální pomůckou díky, které operátor vidí již z dálky, který nástroj bude potřebovat.

Jednou z dalších pomůcek operátora by mohl být pneumatický upínák. Pneumatický utahovák by byl na pojen na vzduchovou hadici, kterou operátor již používá při čištění pracovního stolu od špon. Aby operátor nemusel předělávat z hadice vzduchovou pistol a nasazovat pneumatický upínák, pořídila by se rovněž další hadice ke kompresoru. Oba tyto nástroje by byly umístěny vedle sebe blízko stroje, tak aby se co nejvíce snížil pohyb operátora a zkrátil se tak čas celkového seřízení. Pro ilustraci byl vybrán pneumatický utahovák z internetové stránky www.rucni-naradi.cz, cena pořízení je 2 650 Kč s DPH. Při počtu seřizování se tato investice určitě vyplatí a jeho investice se vrátí téměř okamžitě.

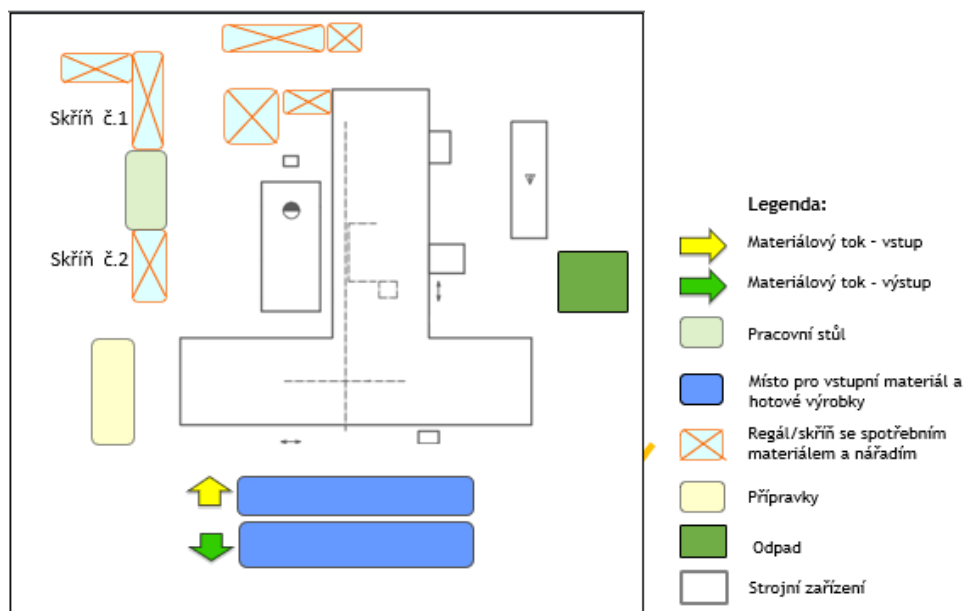


Obrázek 16 Pneumatický
utahovák (www.rucni-naradi.cz)

Úprava layoutu

Posledním návrhem je úprava layoutu pracoviště na základě provedené analýzy pohybu operátora pomocí spaghetti diagramu. V obou operacích je vidět zvýšený pohyb od stroje ke

skříním č.1 a č.2 a dílenskému stolu. Na základě této analýzy byly navrženy tyto úpravy. První změnou v layoutu je odstranění skříně číslo 3, tato skříň je pro operátora víceméně zbytečná. V této skříně byly uskladněny věci, které se k operaci skoro nepoužívají. Proto bych navrhol k zredukování přebytečných věcí a přesunul je mezi ostatní skříně. Tímto krokem se posune místo určené pro přípravky blíže ke skříně č.2 a sníží se tak čas potřebný k chůzi pro jeřáb, jelikož operátor nebude muset obcházet skříň č. 3. Odstraněním přebytečné skříně vznikne prostor k přiblížení skříně č.1, č. 2 a dílenskému stolu blíže ke stroji a zkrátí se vzdálenost tohoto prostoru. Poslední úpravou je přiblížení kontejneru určený pro odpad blíže ke stroji, to proto, aby se snížil pohyb operátora při redukci nečistot a špon.



Obrázek 17 Návrh pro úpravu layoutu pracoviště (vlastní zpracování)

10.3.2 Shrnutí a úspory

V následující tabulce jsou zobrazeny časy po třetím kroku metody SMED, tabulka zobrazuje celkovou úsporu po tomto kroku. Čas celkové úspory je vypočten součtem časů při eliminaci zbytečných činností při aplikaci navrhovaných změn.

Tabulka 7 Úspora po zlepšení interních a externích činností (vlastní zpracování)

Operace	Celkový čas operace	Čas úspory	Čas úspory v %	Čas po provedení změn
1	1:31:23	0:26:45	29	1:04:38
2	1:12:43	0:08:16	11	1:04:27

Přípravný čas se za pomoci třetího kroku podařilo snížit u první operace o 29 %, tedy o 26 minut a 45 sekund. Druhá operace se zkrátila o 11 % což činí 8 minut a 16 sekund.

Tabulka 8 Úspora po zlepšení interních a externích činností – Tbc čas (vlastní zpracování)

Operace	Nastavený Tbc čas	Naměřený Tbc čas	Čas úspory	Čas úspory %	Čas po úspoře
1	1:40:00	1:03:49	0:08:56	14	0:54:53
2	1:10:00	0:39:44	0:05:42	14	0:34:02

Času úspory po zlepšení činností je u první operace o 14 %, tedy o 8 minut a 56 sekund. V druhé operaci činí úspora taktéž 14 % a čas úspory je 5 minut a 44 sekund.

10.4 Návrhy nového postupu pro seřízení

Návrh k metodě 5S

Metoda 5S je na stanovišti horizontální vyvrtávačky WH 10 již zavedena, ale i tak se na pracovišti vyskytují určité nedostatky. Nejčastější chyby jsou způsobeny operátorem, když vrací nástroje, tak se stává že daný nástroj neumístí na správné místo. To je způsobeno chybějící vizualizací separátorů v šuplících a ve skříních. Dále byly na pracovišti chybně uloženy dřevěné pomůcky a několik osobních věcí. Pro lepší výsledky by měl být prováděn častější audit pracoviště nebo kontrola mistra.

Návrh na seřízení Tbc času

Po provedení metody SMED na obou sledovaných operacích, by se dal pozměnit čas technologického postupu. V aktuálním technologickém postupu je Tbc čas u první operace nastaven na 100 minut. Druhá operace má tento čas nastavený na 70 minut. Čas úspory je u první operace 23 minut a 21 sekund, to činí 36 % původního času. Ve druhé operaci je čas úspory 11 minut a 26 sekund z původního času je to 28 %. K finálním časům po úspoře byla přičtena 5 % přírážka pro osobní přestávky operátora. Navrhovaný čas pro první operaci je nově stanoven na 51 minut a 12 sekund, pro druhou operaci je stanoven čas na 44 minut přesně. Vše je shrnuto v následující tabulce.

Tabulka 9 Návrh normy na změnu Tbc času (vlastní zpracování)

Operace	Nastavený Tbc čas	Naměřený Tbc čas	Čas úspory	Čas úspory v %	Čas po úspoře	Návrh normy	Rozdíl oproti původní normě
1	1:40:00	1:03:49	0:23:21	36	0:40:17	0:48:48	0:51:12
2	1:10:00	0:39:44	0:11:26	28	0:28:18	0:26:00	0:44:00

11 ZHODNOCENÍ PROJEKTU

Tato část práce bude věnována zhodnocení projektu v první řadě z finanční stránky a poté z časového hlediska.

11.1 Časové úspory

Po provedení metody SMED na obou operacích došlo k výrazným časovým úsporám. Pro první operaci byl snížen čas seřízení o 20 minut a 26 sekund, tedy o 21 %. Ve druhé operaci došlo k úspoře 17 minut a 32 sekund, což činí 23 % z celkového času seřízení. Průměrný počet seřízení za rok je 105 pro každou činnost zvlášť celkově tedy proběhne 210 seřízení na daném stroji. Celkový čas úspory za jeden rok je u první operaci 34 hodin 4 minuty a 15 sekund, ve druhém případě, tedy u operace číslo dvě je to 28 hodin 51 minut a 15 sekund.

Tabulka 10 Časové úspory po aplikování metody SMED (vlastní zpracování)

Operace	Celkový čas operace	Čas úspory	Čas úspory v %	Čas po úspoře	Počet seřízení za rok	Celkový čas úspory za rok
1	1:31:23	0:20:26	21	1:10:57	105	34:04:15
2	1:12:43	0:17:32	23	0:55:11	105	28:51:15

11.2 Finanční úspory

Pro výpočet finančních úspor projektu bude počítáno s hodinovou sazbou stroje 1100 Kč na hodinu. Roční finanční úspora vychází z výsledků celkové roční časové úspory. Finanční úspora je po zaokrouhlení u první operace 37 500 korun, u druhé operace je úspora 31 400 Kč po zaokrouhlení. Výsledná finanční úspora obou operací po součtu činí 68 900 Kč ročně. Tím, že jsou ve společnosti dva stejné stroje, na kterých probíhají operace podobného typu, tak by se mohly navržené úpravy aplikovat i na stroj označený s č. 51. Došlo by tak ke zdvojnásobení úspor.

11.3 Náklady na projekt

Každý zaváděný projekt, který má za úkol provést jakoukoliv změnu s sebou přináší nutné náklady, které podnik musí pro změnu vynaložit. Tento projekt tak nebyl výjimkou a přinesl s sebou náklady, které zahrnují navržené položky pro zavedení opatření. Náklady zahrnují veškeré mzdové náklady, včetně mzdových nákladů pracovníků. Jedná se o náklady pracovníků, kteří se mi věnovali a poskytovali mi informace a rady k projektu. Celkové

náklady na daný projekt jsou shrnuty do následující tabulky, součet všech navržených opatření je 14 214 Kč.

Tabulka 11 Celkové náklady projektu (vlastní zpracování)

Náklady projektu	Částka v Kč
Mzdové náklady	10 000
Pracovní opasek	400
Pneumatický utahovák	2 650
Nákup magnetických tabulí	1 164
Celkem	14 214

11.4 Doba návratnosti

Pro dokončení projektu byla spočítána doba návratnosti vynaložených investic ke zlepšení současného stavu. Doba návratnosti je vypočtena pomocí podílu investičních nákladů z aplikované metody.

$$Doba\ návratnosti = \frac{\text{Investiční náklady}}{\text{Předpokládaná roční úspora}} \quad 2$$

$$Doba\ návratnosti = \frac{14\ 132}{68\ 900}$$

$$Doba\ návratnosti = 0,20\ roku$$

Předpokládaná doba návratnosti podle výpočtů je přibližně dva měsíce. Tato doba je společnosti vnímána jako akceptovatelný výsledek.

ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývala aplikací metody SMED na vybrané zařízení ve společnosti TES Vsetín s.r.o., za účelem zkrácení času přetypování. Vybraným strojem pro tuto aplikaci byla horizontální vyvrtávačka WH 10 CNC. Zkoumaná operace byla zaměřena na obrábění statoru, jehož obrábění bylo rozděleno na dvě operace. Na daném stroji dochází k obrábění jedné dávky za týden, přičemž jedna dávka obsahuje 4 kusy statoru. Cílem projektu bylo snížit dobu přetypování alespoň o 10 % z původního stavu.

Teoretická část byla vytvořena jako literární rešerše, která slouží jako teoretický základ pro projektovou část práce. První oblast práce popisovala úvod do průmyslového inženýrství jeho historii a definici. Další část práce krátce popsala štihlou výrobu, plýtvání ve výrobě a druhy plýtvání, které mohou nastat. Podstatná část práce byla věnována popisu metody SMED, její využití, postupy a benefity. V poslední části teorie byly popsány doplňující metody využití v diplomové práci.

Úvodem praktické části byla stručně představena společnost ve, které byla práce zpracována. Dále byl představen a popsán stroj, pokyny obsluhy bezpečnost práce a povinnosti operátorů. V následující části byla provedena analýza současného stavu stroje, pracoviště a obsluhy, a to především díky videozáznamu obou sledovaných operací. Na základě této analýzy byl vyhotoven spaghetti diagram, dále byl proveden audit 5S a byla sestavena SWOT analýza. Aplikací projekt práce v sobě zahrnoval definování projektu, logický rámec a analýzu RIPRAN.

Po aplikaci metody SMED a převedení některých činností, které byly prováděny v průběhu seřízení, na externí činnosti. Po jejich zlepšení a odstranění zbytečných činností a při použití navrhovaných pomůcek byla doba seřízení pro první operaci snížena o 21 % a pro druhou operaci o 23 %. Projektový cíl práce snížit dobu přetypování alespoň od 10 %, byl tedy splněn.

V poslední části byly společnosti představeny časové a finanční úspory spolu s náklady na projekt a dobou návratnosti. Roční finanční úspora činí celkem 68 900 Kč. Samozřejmě, těmito změnami proces zkrácení doby přetypování nekončí, společnost v tomto kroku zlepšování nesmí přestat a metodu SMED brát jako kontinuální zlepšování.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BADIRU, Adedeji Bodunde, 2014. *Handbook of industrial and systems engineering*. 2. vyd. Boca Raton: CRC Press. ISBN 978-1-4665-1504-8.

BAUER, Miroslav, 2012. *Kaizen: Cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. 1. vyd. Brno: BizBooks. ISBN 978-80-265-0029-2.

BOBÁK, Roman, 2011. *Výrobní a logistická výkonnost podniků gumárenského a plastikářského průmyslu v České republice*. Zlín: Česká společnost průmyslové chemie, místní pobočka Gumárenská skupina Zlín. ISBN 978-80-02-02354-8.

BOČKOVÁ, Kateřina a Daniel LAJČIN, 2018. *RIPRAN – one of the best project risk analysis methodologies. Managerial Economics*. [online] Dubnice nad Váhom: DTI University [cit. 2021-04-02]. Dostupné také z: <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=718647#page=7>

BURIETA, Ján 2013. 5S. In: IPA CZECH [online]. Český Těšín [cit. 2021-04-19]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/5s>.

CAKMAKCI, Mehmet, 2009. *Process improvement: Performance analysis of the setup time reduction-SMED in the automobile industry* [online]. International Journal of Advanced Manufacturing Technology objem 41(1) [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00170-008-1434-4>.

DENNIS, Pascal, 2016. *Lean Production Simplified: A plain-language guide to the world's Most powerful production system*. Vyd. 3. Boca Raton: CRC Press. ISBN 978-1-4987-0887-6.

GREENE, Jack, 2013. *Industrial engineering: theory, practice & application: business and production management, productivity and capacity*. North Charleston: CreateSpace. ISBN 9781482301793.

HORSKÁ, Viola, 2009. *Koučování ve školní praxi*. Vyd. 1. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2450-8.

CHARRON, Rich, 2015. *The lean management systems handbook*. Boca Raton, FL: CRC Press. ISBN 978-1-4665-6435-0.

CHROMJAKOVÁ, Felicita, 2013. *Průmyslové inženýrství: Trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů*. Žilina: Georg. ISBN 978-80-8154-085-5.

- CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA, 2011. *Řízení a organizace výrobních procesů: Kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: GEORG. ISBN 978-80-89401-26-0.
- KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA, 2012. *Moderní přístupy k řízení výroby*. Vyd. 3. Praha: C.H. Beck. ISBN 978-80-7179-319-9.
- KORECKÝ, Michal a Václav TRKOVSKÝ, 2011. *Management rizik projektů: se zaměřením na projekty v průmyslových podnicích*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3221-3.
- KORMANEC, Petr, 2008. *SMED*. [online] IPA Slovakia [cit. 2021-04-18]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/cz/ipa-slovník/smed>.
- KYSEL, Marek, 2012. *Lean výroba – štíhlá výroba*. [online] In: IPA Slovakia [cit. 2021-04-21]. Dostupné z: <https://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/lean-vyrobastihla-vyroba>.
- KOŠTURIAK, Ján a Milan GREGOR, 2002. *Jak zvyšovat produktivitu firmy*. Žilina: In: FORM. ISBN 80-968-5831-9.
- KOŠTURIAK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing. ISBN 80-868-5138-9.
- KOŠTURIAK, Ján, 2007. *Průmyslové inženýrství*. [online] In: ipaczech.cz [cit. 2021-04-10]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/prumysloveinzenyrstvi>.
- LACKO, Branislav, 2017. *Systémový a procesní přístup v metodě RIPRAN*. Acta Informatica Pragensia. Brno: University of Technology. DOI: 10.18267/j.aip.102. Dostupné také z: <https://aip.vse.cz/pdfs/aip/2017/01/07.pdf>
- LIKER, J.K, 2008. *Tak to dělá Toyota*. Vyd. 1. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-173-7.
- MAŠÍN, Ivan, 2005. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štíhlé výroby*. Vyd. 1. Liberec: Institut technologií a managementu. ISBN 80-903533-1-2.
- MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě: Metody průmyslového inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-6-7.
- MAYNARD, Harold B. a Kjell B. ZANDIN, 2001. *Maynard's industrial engineering handbook*. Vyd. 5. New York: McGraw-Hill. McGraw-Hill standard handbooks. ISBN 0-07-041102-6.

PAVELKA, Marcel, 2009. *Časové studie – nástroj průmyslového inženýrství*. [online] E-api.cz [cit. 2021-04-17]. Dostupné z: <http://e-api.cz/article/68428.casovestudie-8211-nastroj-prumysloveho-inzenyrstvi/>.

ROSER, Christoph, 2014. *All About Lean* [online]. Productivity Press [cit. 2021-04-22]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/smed-history/>.

SALVENDY, Gavriel, 2001. *Handbook of Industrial Engineering: Technology and Operations Management*. Vyd. 3. New York: Wiley. ISBN 0-471-33057-4.

SHINGO, Shigeo, 1985. *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Portland, Oregon: Productivity Press. ISBN 0915299038.

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

SWOT analýza, 2017. ManagementMania.com [online]. [cit. 2021-04-22]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/plytvani>.

TES VSETÍN, s.r.o., 2021 [online]. Vsetín [cit. 2020-04-12]. Dostupné z: <http://www.tes.cz/>.

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

Interní dokumenty společnosti TES Vsetín, s.r.o.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Apod.	A podobně
Atd.	A tak dále
DPH	Daň z přidané hodnoty
CNC	Computer Numerical Control
Č.	Číslo
Např.	Například
mm	milimetry
min	minuty
Kč	Koruna česká
RIPRAN	Risk Project Analysis
SMED	Single Minute Exchange of Die
S.r.o.	Společnost s ručením omezeným
Sec.	sekunda
SWOT	Strenght, Weakness, Opportunities, Threats
TMU	Time Measurement Unit

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Koncept štíhlé výroby (Košťuriak a Frolík, 2006, s. 23)	20
Obrázek 2 Postup při realizaci projektu SMED (Kormanec, 2007, s. 27).....	27
Obrázek 3 Logo firmy (TES Vsetín s.r.o., 2021)	37
Obrázek 4 Struktura společnosti (TES VSETÍN, s.r.o., 2021)	38
Obrázek 5 Politika společnosti (TES VSETÍN, s.r.o., 2021).....	39
Obrázek 6 Vybraná zařízení dle počtu přetypování (vlastní zpracování).....	41
Obrázek 7 Horizontální vyvrtávačka WH 10 (vlastní zpracování).....	43
Obrázek 8 Layout výrobní haly (interní dokument)	47
Obrázek 9 Spaghetti diagram první operace (vlastní zpracování)	52
Obrázek 10 Spaghetti diagram první operace (vlastní zpracování).....	52
Obrázek 11 Audit 5S (vlastní zpracování).....	53
Obrázek 12 Audit 5S (vlastní zpracování).....	54
Obrázek 13 Rozdělení činností u operace č. 1 (vlastní zpracování).....	61
Obrázek 14 Rozdělení činností u operace č. 2 (vlastní zpracování)	62
Obrázek 15 Opasek na nářadí (www.rucni-naradi.cz).....	65
Obrázek 16 Pneumatický utahovák (www.rucni-naradi.cz).....	65
Obrázek 17 Návrh pro úpravu layoutu pracoviště (vlastní zpracování)	66

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Stanovený Tbc a Tac čas (vlastní zpracování)	48
Tabulka 2 Součet činností nepřidávající hodnotu (vlastní zpracování)	53
Tabulka 3 SWOT analýza (vlastní zpracování)	58
Tabulka 4 Převedení interních činností na externí (vlastní zpracování)	63
Tabulka 5 Převedení interních činností na externí dle Tbc času (vlastní zpracování)	63
Tabulka 6 Redukované činnosti pro celkový čas (vlastní zpracování)	64
Tabulka 7 Úspora po zlepšení interních a externích činností (vlastní zpracování)	66
Tabulka 8 Úspora po zlepšení interních a externích činností – Tbc čas (vlastní zpracování)	67
Tabulka 9 Návrh normy na změnu Tbc času (vlastní zpracování)	67
Tabulka 10 Časové úspory po aplikování metody SMED (vlastní zpracování)	68
Tabulka 11 Celkové náklady projektu (vlastní zpracování)	69

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Layout výrobní haly

Příloha P II: Aplikace metody SMED na operaci č. 1

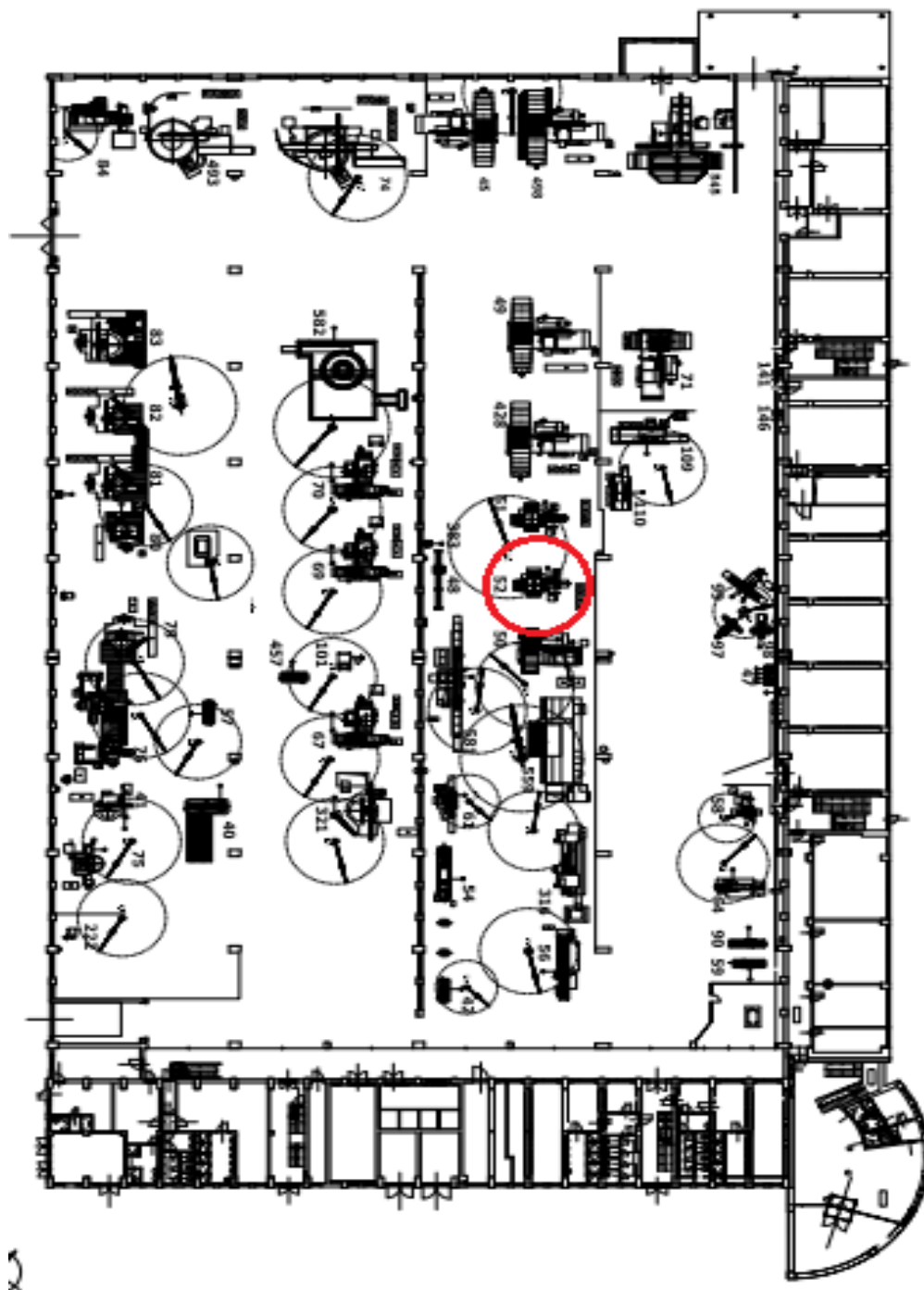
Příloha P III: Aplikace metody SMED na operaci č. 2

Příloha P IV: Výsledek auditu

Příloha P V: Logický rámec

Příloha P VI: Nový jízdni řád

PŘÍLOHA P I: LAYOUT VÝROBNÍ HALY



PŘÍLOHA P II: APLIKACE METODY SMED NA OPERACI Č.1

(vlastní zpracování)

ID	Výpočet času			Popis	Druh činnosti	Návrh
	Čas op.	Konec	Trvání op			
1	0:00:00	0:00:21	0:00:21	Komunikace s mistrem, předání výkresů	interní	externí
2	0:00:21	0:00:35	0:00:14	Rozložení dokumentace	interní	externí
3	0:00:35	0:07:14	0:06:39	Čtení dokumentace	interní	externí
4	0:07:14	0:07:21	0:00:07	Odložení dokumentace	interní	externí
5	0:07:21	0:07:24	0:00:03	Chůze k pracovišti	interní	externí
6	0:07:24	0:07:32	0:00:08	Chůze k dílenskému stolu	interní	externí
7	0:07:32	0:07:37	0:00:05	Uložení náradí na pracovní stůl	interní	externí
8	0:07:37	0:07:40	0:00:03	Chůze ke skříni č.2	interní	externí
9	0:07:40	0:07:43	0:00:03	Hledání náradí ve skříni č.2	interní	externí
10	0:07:43	0:07:49	0:00:06	Chůze k pracovnímu stolu s náradím	interní	externí
11	0:07:49	0:07:53	0:00:04	Chystání nástrojů	interní	externí
12	0:07:53	0:08:02	0:00:09	Chůze ke skříni č.2	interní	externí
13	0:08:02	0:08:06	0:00:04	Hledání ve skříni	interní	externí
14	0:08:06	0:08:08	0:00:02	Chůze ke skříni č.2	interní	externí
15	0:08:08	0:08:11	0:00:03	Chůze s náradím k pracovnímu stolu	interní	externí
16	0:08:11	0:08:18	0:00:07	Chůze ke skříni č.2	interní	externí
17	0:08:18	0:08:19	0:00:01	Hledání ve skříni	interní	zbytečné
18	0:08:19	0:08:22	0:00:03	Zavření skříně	interní	externí
19	0:08:22	0:08:24	0:00:02	Chůze s náradím k pracovnímu stolu	interní	externí
20	0:08:24	0:08:32	0:00:08	Chůze ke skříni č.2	interní	externí
21	0:08:32	0:08:35	0:00:03	Rozmýšlení nad použitím nástroje	interní	zbytečné
22	0:08:35	0:08:39	0:00:04	Chůze s náradím k pracovnímu stolu	interní	externí
23	0:08:39	0:08:47	0:00:08	Chůze ke skříni č.2	interní	externí
24	0:08:47	0:08:48	0:00:01	Rozmýšlení nad použitím nástroje	interní	externí
25	0:08:48	0:09:02	0:00:14	Zavření skříně	interní	externí
26	0:09:02	0:09:38	0:00:36	Chůze do výdejny pro chybějící náradí a zpět k pracovnímu stolu	interní	externí
27	0:09:38	0:09:43	0:00:05	Chůze k ovládacímu panelu stroje	interní	externí
28	0:09:43	0:09:47	0:00:04	Manipulace s ovládacím panelem stroje	interní	interní
29	0:09:47	0:09:52	0:00:05	Chůze ke stolu pro čisticí pomůcky	interní	interní
30	0:09:52	0:09:59	0:00:07	Čištění stolu stroje	interní	interní
31	0:09:59	0:10:03	0:00:04	Chůze kolem stroje za účelem dočistění	interní	interní
32	0:10:03	0:10:11	0:00:08	Čištění stolu stroje	interní	interní
33	0:10:11	0:10:15	0:00:04	Chůze ke skříni č. 1	interní	interní
34	0:10:15	0:10:22	0:00:07	Přenesení nosných ok (chůze)	interní	interní
35	0:10:22	0:10:54	0:00:32	Našroubování nosných ok na příp. č. 1	interní	interní
36	0:10:54	0:10:58	0:00:04	Chůze ke skříni č. 1	interní	externí
37	0:10:58	0:10:59	0:00:01	Srovnání věcí a zavření skříně č. 1	interní	externí

38	0:10:59	0:11:03	0:00:04	Chůze k pracovnímu stolu	interní	externí
39	0:11:03	0:11:09	0:00:06	Nasazení ochranných pomůcek	interní	externí
40	0:11:09	0:12:42	0:01:33	Chůze pro jeřáb	interní	interní
41	0:12:42	0:19:26	0:06:44	Čekání na jeřáb	interní	zbytečné
42	0:19:26	0:21:14	0:01:48	Chůze zpět s jeřábem	interní	interní
43	0:21:14	0:21:41	0:00:27	Vyladění polohy jeřábu pro upnutí příp.	interní	interní
44	0:21:41	0:21:58	0:00:17	Upevnění příp. na jeřáb	interní	interní
45	0:21:58	0:22:25	0:00:27	Zvednutí příp.	interní	interní
46	0:22:25	0:22:34	0:00:09	Chůze ke stolu pro čistící pomůcky	interní	interní
47	0:22:34	0:22:37	0:00:03	Chůze zpět k příp.	interní	interní
48	0:22:37	0:22:59	0:00:22	Čištění příp.	interní	interní
49	0:22:59	0:23:21	0:00:22	Chůze k ovládání jeřábu	interní	interní
50	0:23:21	0:23:36	0:00:15	Přesouvání příp. nad pracovní stůl stroje	interní	interní
51	0:23:36	0:24:51	0:01:15	Usazování příp. na pracovní stůl stroje	interní	interní
52	0:24:51	0:25:05	0:00:14	Odepínání příp. z jeřábu	interní	interní
53	0:25:05	0:25:22	0:00:17	Odjezd s jeřábem	interní	interní
54	0:25:22	0:25:26	0:00:04	Chůze s ke skříni č.1	interní	interní
55	0:25:26	0:25:32	0:00:06	Hledání upínáků ve skříni a odložení helmy	interní	zbytečné
56	0:25:32	0:25:37	0:00:05	Odnesení upínáků ke stroji	interní	interní
57	0:25:37	0:25:52	0:00:15	Odšroubování nosných ok z příp.	interní	interní
58	0:25:52	0:26:22	0:00:30	Rozmístění upínacích prvků	interní	interní
59	0:26:22	0:27:33	0:01:11	Upínání příp. upínkami	interní	interní
60	0:27:33	0:27:41	0:00:08	Chůze ke skříni č. 1 pro pomůcky	interní	interní
61	0:27:41	0:27:58	0:00:17	Dotazení upínáků klíčem	interní	interní
62	0:27:58	0:28:01	0:00:03	Odložení klíče na pracovní stůl	interní	interní
63	0:28:01	0:28:49	0:00:48	Chůze ke skříni č.1 pro měřící sondu	interní	interní
64	0:28:49	0:28:58	0:00:09	Chůze se sondou ke stroji	interní	interní
65	0:28:58	0:29:05	0:00:07	Upnutí sondy do vřetene stroje	interní	interní
66	0:29:05	0:29:08	0:00:03	Chůze k ovládacímu panelu stroje	interní	interní
67	0:29:08	0:29:34	0:00:26	Ruční posouvání vřetene stroje	interní	interní
68	0:29:34	0:29:40	0:00:06	Chůze k příp.	interní	interní
69	0:29:40	0:30:08	0:00:28	Čištění příp.	interní	interní
70	0:30:08	0:30:10	0:00:02	Chůze k ovládacímu panelu stroje	interní	interní
71	0:30:10	0:30:44	0:00:34	Rovnění příp. k ose vřetene	interní	interní
72	0:30:44	0:30:48	0:00:04	Chůze k příp.	interní	interní
73	0:30:48	0:30:53	0:00:05	vyrovnávání příp. kladivem	interní	interní
74	0:30:53	0:30:57	0:00:04	Chůze k ovládacímu panelu stroje	interní	interní
75	0:30:57	0:31:42	0:00:45	Rovnění příp. k ose vřetene	interní	interní
76	0:31:42	0:31:44	0:00:02	Chůze k příp.	interní	interní
77	0:31:44	0:32:17	0:00:33	Konečná kontrola rovinnosti příp.	interní	interní
78	0:32:17	0:32:41	0:00:24	Dotazení upínáků klíčem	interní	interní
79	0:32:41	0:32:46	0:00:05	Chůze ke skříni č.1 s klíčem	interní	interní
80	0:32:46	0:32:49	0:00:03	Chůze k ovládacímu panelu	interní	interní
81	0:32:49	0:32:53	0:00:04	Manipulace s ovládacím panelem stroje	interní	interní
82	0:32:53	0:32:57	0:00:04	Chůze se sondou do skříňě č. 2	interní	externí

83	0:32:57	0:33:03	0:00:06	Vzetí nástroje z dílenského stolu	interní	externí
84	0:33:03	0:33:08	0:00:05	Chůze k vřetenu stroje	interní	externí
85	0:33:08	0:33:11	0:00:03	Vložení nástroje do vřetene stroje	interní	interní
86	0:33:11	0:33:13	0:00:02	Chůze k ovládacímu panelu stroje	interní	interní
87	0:33:13	0:33:16	0:00:03	Manipulace s ovládacím panelem	interní	interní
88	0:33:16	0:33:24	0:00:08	Chůze k dílenskému stolu pro helmu	interní	externí
89	0:33:24	0:33:29	0:00:05	Chůze ke skříni č. 2	interní	interní
90	0:33:29	0:33:48	0:00:19	Hledání nosného lana	interní	zbytečné
91	0:33:48	0:33:54	0:00:06	Chůze s nosným lanem k obrobku	interní	interní
92	0:33:54	0:34:26	0:00:32	Uvazování lana na obrobek	interní	interní
93	0:34:26	0:34:36	0:00:10	Chůze pro jeřáb	interní	interní
94	0:34:36	0:34:59	0:00:23	Manipulace s jeřábem	interní	interní
95	0:34:59	0:35:28	0:00:29	Chůze s jeřábem k obrobku	interní	interní
96	0:35:28	0:35:41	0:00:13	Upínání obrobku na jeřáb pomocí lana	interní	interní
97	0:35:41	0:36:04	0:00:23	Upravování polohy obrobku	interní	interní
98	0:36:04	0:36:09	0:00:05	Pokládání obrobku a povolení jeřábu	interní	interní
99	0:36:09	0:36:23	0:00:14	Odepínání obrobku z jeřábu	interní	interní
100	0:36:23	0:36:34	0:00:11	Odvazování lana z obrobku	interní	interní
101	0:36:34	0:36:45	0:00:11	Chůze pro ovladač jeřábu	interní	interní
102	0:36:45	0:39:14	0:02:29	Manipulace s jeřábem, upravování polohy obrobku	interní	interní
103	0:39:14	0:39:24	0:00:10	Chůze s lanem ke skříni č.1	interní	interní
104	0:39:24	0:39:33	0:00:09	Chůze zpět k obrobku	interní	interní
105	0:39:33	0:39:57	0:00:24	Upnutí obrobku v upravené poloze na jeřáb	interní	interní
106	0:39:57	0:40:21	0:00:24	Manipulace s obrobkem	interní	interní
107	0:40:21	0:40:29	0:00:08	Čištění obrobku	interní	interní
108	0:40:29	0:40:58	0:00:29	Přesouvání obrobku nad přípravek	interní	interní
109	0:40:58	0:43:04	0:02:06	Usazování obrobku na přípravek	interní	interní
110	0:43:04	0:43:15	0:00:11	Kontrola usazení na příp.	interní	interní
111	0:43:15	0:43:24	0:00:09	Odepínání obrobku z jeřábu	interní	interní
112	0:43:24	0:44:02	0:00:38	Chůze pryč z pracoviště s jeřábem	interní	interní
113	0:44:02	0:44:12	0:00:10	Chůze zpět ke stroji	interní	interní
114	0:44:12	0:44:21	0:00:09	Chůze ke skříni č.2 pro nářadí, rukavice a odložení helmy	interní	interní
115	0:44:21	0:44:28	0:00:07	Chůze s klíčem zpět ke stroji	interní	interní
116	0:44:28	0:44:35	0:00:07	Nasazování pracovních pomůcek (rukavice)	interní	externí
117	0:44:35	0:44:43	0:00:08	Vystoupení na pracovní stůl stroje	interní	interní
118	0:44:43	0:46:23	0:01:40	Rozepínání příp. klíčem	interní	interní
119	0:46:23	0:46:57	0:00:34	Dotahování	interní	interní
120	0:46:57	0:47:08	0:00:11	Sestoupení z pracovního stolu stroje	interní	interní
121	0:47:08	0:47:12	0:00:04	Chůze k ovládacímu panelu	interní	interní
122	0:47:17	0:47:46	0:00:29	Manipulace s ovládacím panelem	interní	interní
123	0:47:46	0:47:52	0:00:06	Chůze pro jeřáb	interní	interní
124	0:47:52	0:48:27	0:00:35	Manipulace s jeřábem	interní	interní
125	0:48:27	0:48:32	0:00:05	Chůze ke stroji pro vzduchovou pistol	interní	interní

126	0:48:32	0:49:05	0:00:33	Hrubé čištění obrobku a příp. vzduchem	interní	interní
127	0:49:05	0:49:07	0:00:02	Vrácení vzduchové pistole na místo	interní	interní
128	0:49:07	0:49:14	0:00:07	Chůze k dílenskému stolu pro rukavice	interní	interní
129	0:49:14	0:49:21	0:00:07	Chůze k ovládacímu panelu stroje	interní	interní
130	0:49:21	0:49:26	0:00:05	Vytažení obráběcího nástroje z vřetene stroje	interní	interní
131	0:49:26	0:49:32	0:00:06	Chůze k dílenskému stolu, odložení obráběcího nástroje	interní	interní
132	0:49:32	0:49:35	0:00:03	Hledání náradí	interní	zbytečné
133	0:49:35	0:49:41	0:00:06	Chůze ke stroji	interní	interní
134	0:49:41	0:49:50	0:00:09	Vystoupení na pracovní stůl stroje	interní	interní
135	0:49:50	0:51:06	0:01:16	Povolování příp. pomocí klíče	interní	interní
136	0:51:06	0:51:11	0:00:05	Klepání na matici příp.	interní	interní
137	0:51:11	0:51:34	0:00:23	Povolování příp. klíčem	interní	interní
138	0:51:34	0:51:58	0:00:24	Ruční čištění příp. a obrobku na stole	interní	interní
139	0:51:58	0:52:07	0:00:09	Sestoupení z pracovního stolu stroje	interní	interní
140	0:52:07	0:52:16	0:00:09	Chůze s klíčem k dílenskému stolu	interní	externí
141	0:52:16	0:52:18	0:00:02	Chůze ke skříni a otevření skříně č.2	interní	externí
142	0:52:18	0:54:21	0:02:03	Chůze k dílenskému stolu, sběr nástrojů	interní	externí
143	0:54:21	0:54:26	0:00:05	Chůze ke skříni č.2	interní	externí
144	0:54:26	0:54:30	0:00:04	Schovávání nástrojů do skříně	interní	externí
145	0:54:30	0:54:33	0:00:03	Chůze k dílenskému stolu pro nástroje	interní	externí
146	0:54:33	0:54:37	0:00:04	Chůze s nástroji ke skříni č.2	interní	externí
147	0:54:37	0:54:42	0:00:05	uložení nástrojů do skříně	interní	externí
148	0:54:42	0:54:48	0:00:06	Chůze k dílenskému stolu	interní	externí
149	0:54:48	0:54:53	0:00:05	Sbírání nástrojů z dílenského stolu	interní	externí
150	0:54:53	0:54:56	0:00:03	Chůze ke skříni č.2	interní	externí
151	0:54:56	0:55:08	0:00:12	uložení nástrojů do skříně	interní	externí
152	0:55:08	0:55:12	0:00:04	Chůze k dílenskému stolu	interní	externí
153	0:55:12	0:55:16	0:00:04	Sbírání pomůcek z dílenského stolu	interní	externí
154	0:55:16	0:55:24	0:00:08	Chůze ke skříni č.1	interní	externí
155	0:55:24	0:55:32	0:00:08	uložení pomůcek do skříně	interní	externí
156	0:55:32	0:55:37	0:00:05	Chůze k dílenskému stolu	interní	externí
157	0:55:37	0:55:42	0:00:05	Chůze ke skříni č.1	interní	externí
158	0:55:42	0:55:49	0:00:07	Uložení pomůcek do skříně	interní	externí
159	0:55:49	0:55:53	0:00:04	Chůze k dílenskému stolu	interní	externí
160	0:55:53	0:55:57	0:00:04	Sběr pomůcek z dílenského stolu	interní	externí
161	0:55:57	0:56:01	0:00:04	Chůze ke skříni č.1	interní	externí
162	0:56:01	0:56:10	0:00:09	Uložení pomůcek do skříně	interní	externí
163	0:56:10	0:56:12	0:00:02	Zavření skříně	interní	externí
164	0:56:12	0:56:16	0:00:04	Chůze k dílenskému stolu	interní	interní
165	0:56:16	0:56:21	0:00:05	Hledání nástroje na stole	interní	zbytečné
166	0:56:21	1:01:14	0:04:53	Chůze do výdejny s nástroji a zpět	interní	zbytečné
167	1:01:14	1:05:42	0:04:28	Čekání na výdej	interní	zbytečné
168	1:05:42	1:05:51	0:00:09	Chůze pro jeřáb	interní	interní
169	1:05:51	1:06:45	0:00:54	Čekání na jeřáb	interní	zbytečné

170	1:06:45	1:07:16	0:00:31	Manipulace s jeřábem	interní	interní
171	1:07:16	1:07:23	0:00:07	Vystoupení na pracovní stůl stroje	interní	interní
172	1:07:23	1:07:51	0:00:28	Manipulace s jeřábem nad obrobek	interní	interní
173	1:07:51	1:08:26	0:00:35	Upnutí obrobku na jeřáb	interní	interní
174	1:08:26	1:08:32	0:00:06	Kontrola upnutí obrobku na jeřábu	interní	interní
175	1:08:32	1:08:42	0:00:10	Sestoupení z pracovního stolu stroje	interní	interní
176	1:08:42	1:09:13	0:00:31	Přesun obrobku nad paletu jeřábem	interní	interní
177	1:09:13	1:09:32	0:00:19	Položení obrobku na paletu	interní	interní
178	1:09:32	1:09:44	0:00:12	Odepnutí obrobku z jeřábu	interní	interní
179	1:09:44	1:09:56	0:00:12	Chůze s jeřábem k pracovišti	interní	interní
180	1:09:56	1:10:07	0:00:11	Chůze ke stroji pro vzduchovou pistol	interní	interní
181	1:10:07	1:12:16	0:02:09	Čištění příp. č.1 vzduchem	interní	interní
182	1:12:16	1:12:23	0:00:07	Vrácení vzduchové pistole na místo	interní	interní
183	1:12:23	1:12:30	0:00:07	Chůze k pracovnímu stolu pro klíč	interní	interní
184	1:12:30	1:12:36	0:00:06	Chůze s klíčem k pracovnímu stolu stroje	interní	interní
185	1:12:36	1:13:14	0:00:38	Povolování upínek příp. č.1	interní	interní
186	1:13:14	1:13:24	0:00:10	Sbírání upínáků	interní	interní
187	1:13:24	1:13:31	0:00:07	Chůze pro vzduchovou pistol	interní	interní
188	1:13:31	1:13:43	0:00:12	Dočišťování příp. č.1 vzduchem	interní	interní
189	1:13:43	1:13:48	0:00:05	Vrácení pistole na místo	interní	interní
190	1:13:48	1:13:52	0:00:04	Chůze ke skříni č.1	interní	interní
191	1:13:52	1:13:59	0:00:07	Hledání nosných ok ve skříni	interní	zbytečné
192	1:13:59	1:14:05	0:00:06	Chůze s nosnými oky ke stroji	interní	interní
193	1:14:05	1:14:36	0:00:31	Šroubování nosných ok na přípravek č.1	interní	interní
194	1:14:36	1:14:42	0:00:06	Čekání pro jeřáb	interní	zbytečné
195	1:14:42	1:15:36	0:00:54	Manipulace s jeřábem	interní	interní
196	1:15:36	1:16:17	0:00:41	Upínání příp. č.1 na jeřáb	interní	interní
197	1:16:17	1:16:25	0:00:08	Chůze k ovládání jeřábu	interní	interní
198	1:16:25	1:16:51	0:00:26	Přesun příp. č.1 nad paletu	interní	interní
199	1:16:51	1:17:02	0:00:11	Pokládání příp. č.1 na paletu	interní	interní
200	1:17:02	1:17:16	0:00:14	Odepínání příp. č.1 z jeřábu	interní	interní
201	1:17:16	1:17:26	0:00:10	Manipulace s jeřábem	interní	interní
202	1:17:26	1:17:32	0:00:06	Chůze ke skříni č.1	interní	interní
203	1:17:32	1:17:38	0:00:06	Chůze k dílenskému stolu, vzetí čistícího prostředku	interní	interní
204	1:17:38	1:17:46	0:00:08	Chůze ke stroji s čistícím magnetem	interní	interní
205	1:17:46	1:21:09	0:03:23	Čištění stroje magnetem	interní	interní
206	1:21:09	1:21:14	0:00:05	Chůze pro vzduchovou pistol	interní	externí
207	1:21:14	1:21:19	0:00:05	Čištění první upínky vzduchem	interní	interní
208	1:21:19	1:21:25	0:00:06	Chůze ke stroji	interní	interní
209	1:21:25	1:21:34	0:00:09	Čištění třetí upínky vzduchem	interní	interní
210	1:21:34	1:21:42	0:00:08	Chůze s upínkou k dílenskému stolu	interní	interní
211	1:21:42	1:21:50	0:00:08	Chůze ke stroji	interní	interní
212	1:21:50	1:22:01	0:00:11	Čištění čtvrté upínky vzduchem	interní	interní
213	1:22:01	1:22:08	0:00:07	Chůze s upínkou k dílenskému stolu	interní	interní

214	1:22:08	1:22:19	0:00:11	Chůze zpět ke stroji	interní	interní
215	1:22:19	1:22:34	0:00:15	Čištění čistícího magnetu vzduchem	interní	interní
216	1:22:34	1:22:47	0:00:13	Chůze k dílenskému stolu	interní	interní
217	1:22:47	1:22:54	0:00:07	Chůze zpět ke stroji	interní	interní
218	1:22:54	1:25:19	0:02:25	Čištění ostatních pomůcek	interní	interní
219	1:25:19	1:25:27	0:00:08	Chůze k dílenskému stolu	interní	interní
220	1:25:27	1:25:32	0:00:05	Hledání pomůcky pro úklid	interní	interní
221	1:25:32	1:25:40	0:00:08	Chůze ke stroji	interní	interní
222	1:25:40	1:29:14	0:03:34	Čištění pracovního stolu stroje	interní	interní
223	1:29:14	1:29:21	0:00:07	Chůze k příp. č.1	interní	interní
224	1:29:21	1:31:23	0:02:02	Odšroubování nosných ok z příp. č.1	interní	interní

PŘÍLOHA P III: APLIKACE METODY SMED NA OPERACI Č.2

(vlastní zpracování)

ID	Výpočet času			Popis činnosti	Druh činnosti	Návrh
	Čas op.	Konec	Trvání op			
1	0:00:00	0:00:03	0:00:03	Chůze ke skříni č. 2	interní	externí
2	0:00:03	0:00:07	0:00:04	Chůze od příp. č.1 k č. 2	interní	externí
3	0:00:07	0:00:32	0:00:25	Šroubování nosných ok na příp.č.2	interní	interní
4	0:00:32	0:00:37	0:00:05	Chůze pro jeřáb	interní	interní
5	0:00:37	0:00:49	0:00:12	Manipulace s jeřábem nad příp.	interní	interní
6	0:00:49	0:01:11	0:00:22	Upnutí příp. č.2 na jeřáb	interní	interní
7	0:01:11	0:01:23	0:00:12	Zvedání příp. č.2	interní	interní
8	0:01:23	0:01:36	0:00:13	Manipulace s přípravkem č.2	interní	interní
9	0:01:36	0:01:42	0:00:06	Chůze ke stolu pro čistící pomůcky	interní	interní
10	0:01:42	0:01:45	0:00:03	Hledání pomůcek	interní	zbytečné
11	0:01:45	0:01:51	0:00:06	Chůze k příp. č.2	interní	interní
12	0:01:51	0:03:18	0:01:27	Čištění příp.	interní	interní
13	0:03:18	0:03:26	0:00:08	Chůze ke skříni č.1	interní	interní
14	0:03:26	0:03:31	0:00:05	Hledání středícího usazovacího příp. ve skříni	interní	zbytečné
15	0:03:31	0:03:37	0:00:06	Chůze k pracovnímu stolu stroje	interní	interní
16	0:03:37	0:03:57	0:00:20	Čištění středícího usazovacího příp.	interní	interní
17	0:03:57	0:04:05	0:00:08	Vystoupení na pracovní stůl stroje	interní	interní
18	0:04:05	0:04:10	0:00:05	Usazení středícího příp. do pracovního stolu stroje	interní	interní
19	0:04:10	0:04:17	0:00:07	Sestoupení z pracovního stolu stroje	interní	interní
20	0:04:17	0:04:22	0:00:05	Chůze k dílenskému stolu pro kladivo	interní	externí
21	0:04:22	0:04:27	0:00:05	Chůze zpět ke stroji	interní	interní
22	0:04:27	0:04:38	0:00:11	Doklepávání usazeného středícího příp.	interní	interní
23	0:04:38	0:04:46	0:00:08	Čištění pracovního stolu stroje kolem středícího příp.	interní	interní
24	0:04:46	0:04:54	0:00:08	Chůze pro příp. č. 2 upnutý na jeřábu	interní	interní
25	0:04:54	0:05:09	0:00:15	Přemístění příp. č.2 nad pracovní stůl stroje	interní	interní
26	0:05:09	0:06:02	0:00:53	Usazování příp. č.2 na pracovní stůl stroje	interní	interní
27	0:06:02	0:06:11	0:00:09	Kontrola usazení příp. č.2	interní	interní
28	0:06:11	0:06:16	0:00:05	Odepínání příp. z jeřábu	interní	interní
29	0:06:16	0:06:23	0:00:07	Přemístění jeřábu mimo pracoviště	interní	interní
30	0:06:23	0:06:28	0:00:05	Chůze k dílenskému stolu	interní	interní
31	0:06:28	0:06:37	0:00:09	Nasazování pracovních pomůcek	interní	externí
32	0:06:37	0:06:42	0:00:05	Vzetí upínáků z dílenského stolu	interní	interní
33	0:06:42	0:06:47	0:00:05	Chůze k pracovnímu stolu stroje	interní	interní
34	0:06:47	0:07:06	0:00:19	Rozmístění upínáků po pracovním stolu stroje	interní	interní

35	0:07:06	0:09:17	0:02:11	Upínání příp. (lehké dotažení ručně)	interní	interní
36	0:09:17	0:09:34	0:00:17	Odšroubování nosných ok z příp. č.2	interní	interní
37	0:09:34	0:09:41	0:00:07	Chůze k dílenskému stolu	interní	interní
38	0:09:41	0:09:54	0:00:13	Odložení nosných ok, rukavic a helmy	interní	interní
39	0:09:54	0:10:01	0:00:07	Chůze k pracovnímu stolu stroje s klíčem a kladivem	interní	interní
40	0:10:01	0:10:28	0:00:27	Utahování upínacích prvků ručně (lehké dotažení)	interní	interní
41	0:10:28	0:10:34	0:00:06	Chůze ke skříni č.1 pro sondu	interní	interní
42	0:10:34	0:10:39	0:00:05	Vzetí sondy ze skříně	interní	interní
43	0:10:39	0:10:46	0:00:07	Chůze ke stroji, vložení sondy do vřetene stroje	interní	interní
44	0:10:46	0:10:48	0:00:02	Chůze k ovládacímu panelu	interní	interní
45	0:10:48	0:10:55	0:00:07	Manipulace s ovládacím panelem (upnutí sondy ve vřetenu)	interní	interní
46	0:10:55	0:10:57	0:00:02	Přesun k ručnímu ovládní vřetene	interní	interní
47	0:10:57	0:11:38	0:00:41	Ruční posouvání vřetene stroje	interní	interní
48	0:11:38	0:11:41	0:00:03	Chůze k ovládacímu panelu	interní	interní
49	0:11:41	0:11:53	0:00:12	Manipulace s ovládacím panelem, vzetí ručního ovladače	interní	interní
50	0:11:53	0:11:55	0:00:02	Chůze ke stroji	interní	interní
51	0:11:55	0:12:49	0:00:54	Rovnění příp. č.2 k ose vřetene	interní	interní
52	0:12:49	0:12:57	0:00:08	Vyrovnávání příp. č.2 kladivem	interní	interní
53	0:12:57	0:13:02	0:00:05	Chůze k dílenskému stolu pro rukavice a klíč	interní	externí
54	0:13:02	0:13:07	0:00:05	Chůze zpět ke stroji	interní	externí
55	0:13:07	0:13:24	0:00:17	Utahování upínáků	interní	interní
56	0:13:24	0:13:36	0:00:12	Vyrovnávání příp. č.2 kladivem	interní	interní
57	0:13:36	0:14:28	0:00:52	Utahování upínáků	interní	interní
58	0:14:28	0:14:34	0:00:06	Rovnění příp. č.2 k ose vřetene	interní	interní
59	0:14:34	0:15:07	0:00:33	Dotáhnutí upínáků	interní	interní
60	0:15:07	0:15:41	0:00:34	Kontrola příp. č.2 k ose vřetene	interní	interní
61	0:15:41	0:16:19	0:00:38	Povolování upínáků	interní	interní
62	0:16:19	0:16:27	0:00:08	Vyrovnávání příp. č.2 kladivem	interní	interní
63	0:16:27	0:16:54	0:00:27	Dotáhnutí upínáků	interní	interní
64	0:16:54	0:18:24	0:01:30	Konečná kontrola rovinnosti příp. č.2	interní	interní
65	0:18:24	0:18:27	0:00:03	Chůze k ovládacímu panelu	interní	interní
66	0:18:27	0:18:35	0:00:08	Manipulace s ovládacím panelem (povolení upnutí sondy)	interní	interní
67	0:18:35	0:18:39	0:00:04	Chůze k vřetenu stroje	interní	interní
68	0:18:39	0:18:48	0:00:09	Vyjmutí sondy z vřetene stroje	interní	interní
69	0:18:48	0:18:56	0:00:08	Chůze ke skříni č.1, odložení sondy	interní	interní
70	0:18:56	0:19:02	0:00:06	Chůze ke stroji	interní	interní
71	0:19:02	0:19:08	0:00:06	Sběr pomůcek z pracovního stolu stroje	interní	externí
72	0:19:08	0:19:15	0:00:07	Chůze s pomůckami k dílenskému stolu	interní	externí
73	0:19:15	0:19:28	0:00:13	Urovnávání pomůcek na stole	interní	externí

74	0:19:28	0:19:35	0:00:07	Chůze pro vzduchovou pistol	interní	externí
75	0:19:35	0:19:53	0:00:18	Čištění upnutého příp. č.2 vzduchem	interní	interní
76	0:19:53	0:19:59	0:00:06	Vrácení pistole na místo, vzetí hadru	interní	interní
77	0:19:59	0:20:15	0:00:16	Čištění příp. č.2 hadrem	interní	interní
78	0:20:15	0:20:21	0:00:06	Chůze ke skříni č.1	interní	externí
79	0:20:21	0:20:25	0:00:04	Hledání nosného lana, vzetí nosného lana	interní	zbytečné
80	0:20:25	0:20:48	0:00:23	Uvazování nosného lana na obrobek	interní	interní
81	0:20:48	0:21:13	0:00:25	Chůze pro paletu	interní	externí
82	0:21:13	0:21:57	0:00:44	Čekání na jeřáb	interní	zbytečné
83	0:21:57	0:22:03	0:00:06	Manipulace s jeřábem nad obrobkem	interní	interní
84	0:22:03	0:22:13	0:00:10	Upínání obrobku na jeřáb	interní	interní
85	0:22:13	0:22:24	0:00:11	Manipulace s obrobkem za pomoci jeřábu	interní	interní
86	0:22:24	0:22:36	0:00:12	Odvazování nosného lana z obrobku	interní	interní
87	0:22:36	0:22:41	0:00:05	Chůze s nosným lanem ke skříni č.1, úklid lana	interní	interní
88	0:22:41	0:22:53	0:00:12	Chůze zpět k ovládání jeřábu	interní	interní
89	0:22:53	0:23:20	0:00:27	Manipulace s jeřábem	interní	interní
90	0:23:20	0:23:32	0:00:12	Upínání obrobku v upravené poloze na jeřáb	interní	interní
91	0:23:32	0:23:41	0:00:09	Kontrola upnutí obrobku na jeřáb	interní	interní
92	0:23:41	0:23:53	0:00:12	Zvedání obrobku na jeřábu	interní	interní
93	0:23:53	0:24:26	0:00:33	Manipulace s obrobkem upnutým na jeřábu	interní	interní
94	0:24:26	0:24:35	0:00:09	Chůze ke stolu pro pomůcky	interní	interní
95	0:24:35	0:24:46	0:00:11	Chůze zpět k obrobku zavěšeném na jeřábu	interní	interní
96	0:24:46	0:26:04	0:01:18	Odjehlení hran obrobku	interní	interní
97	0:26:04	0:26:27	0:00:23	Čištění obrobku hadrem	interní	interní
98	0:26:27	0:26:34	0:00:07	Chůze pro ovládání jeřábu	interní	interní
99	0:26:34	0:27:45	0:01:11	Manipulace s obrobkem nad příp. č.2	interní	interní
100	0:27:45	0:28:02	0:00:17	Pokládání obrobku na příp. č.2	interní	interní
101	0:28:02	0:28:14	0:00:12	Odepínání obrobku z jeřábu	interní	interní
102	0:28:14	0:28:21	0:00:07	Chůze s jeřábem mimo pracoviště	interní	interní
103	0:28:21	0:28:32	0:00:11	Chůze k dílenskému stolu	interní	externí
104	0:28:32	0:28:35	0:00:03	odložení helmy, pilníku a hadru, vzetí rukavic	interní	externí
105	0:28:35	0:28:39	0:00:04	Chůze ke skříni č.1, nasazení rukavic	interní	externí
106	0:28:39	0:28:42	0:00:03	Vzetí imbusového klíče, chůze ke stroji	interní	externí
107	0:28:42	0:35:17	0:06:35	Upínání obrobku na příp. č. 2 pomocí spodních šroubů (lehké ruční dotažení)	interní	interní
108	0:35:17	0:36:25	0:01:08	Upínání obrobku na příp. č.2 pomocí bočních šroubů (dotažení)	interní	interní
109	0:36:25	0:36:31	0:00:06	Chůze k dílenskému stolu, odložení imbusového klíče, vzetí matkového klíče	interní	externí
110	0:36:31	0:36:37	0:00:06	Chůze zpět ke stroji	interní	externí

111	0:36:37	0:38:01	0:01:24	Upínání obrobku na příp. č. 2 pomocí spodních šroubů (dotažení)	interní	interní
112	0:38:01	0:38:08	0:00:07	Chůze k dílenskému stolu	interní	interní
113	0:38:08	0:38:14	0:00:06	Odkládání matkového klíče a rukavic na dílenský stůl	interní	externí
114	0:38:14	0:38:19	0:00:05	Chůze ke skříni č.2	interní	externí
115	0:38:19	0:38:24	0:00:05	Chůze k dílenskému stolu s nářadím	interní	externí
116	0:38:24	0:38:28	0:00:04	Pokládání nářadí na dílenský stůl	interní	externí
117	0:38:28	0:38:33	0:00:05	Chůze ke skříni č.2	interní	externí
118	0:38:33	0:38:39	0:00:06	Chůze k dílenskému stolu s nářadím	interní	externí
119	0:38:39	0:38:43	0:00:04	Chůze ke skříni č.2	interní	externí
120	0:38:43	0:33:48	0:00:05	Hledání nářadí ve skříni č.2	interní	zbytečné
121	0:33:48	0:33:54	0:00:06	Chůze s nářadím k dílenskému stolu	interní	externí
122	0:33:54	0:33:58	0:00:04	Odložení nářadí	interní	externí
123	0:33:58	0:34:04	0:00:06	Chůze ke skříni č.2	interní	externí
124	0:34:04	0:34:10	0:00:06	Chůze s nářadím k dílenskému stolu	interní	externí
125	0:34:10	0:34:13	0:00:03	Pokládání nářadí na dílenský stůl	interní	externí
126	0:34:13	0:34:18	0:00:05	Chůze ke skříni č.2	interní	externí
127	0:34:18	0:34:21	0:00:03	Hledání nářadí ve skříni č.2	interní	zbytečné
128	0:34:21	0:34:26	0:00:05	Chůze s nářadím k dílenskému stolu	interní	externí
129	0:34:26	0:34:30	0:00:04	Pokládání nářadí na dílenský stůl	interní	externí
130	0:34:30	0:34:36	0:00:06	Chůze ke skříni č.2	interní	externí
131	0:34:36	0:34:43	0:00:07	Chůze s nářadím k dílenskému stolu	interní	externí
132	0:34:43	0:34:48	0:00:05	Pokládání nářadí na dílenský stůl	interní	externí
133	0:34:48	0:34:55	0:00:07	Chůze ke skříni č.2	interní	externí
134	0:34:55	0:35:02	0:00:07	Chůze s nářadím k dílenskému stolu	interní	externí
135	0:35:02	0:35:05	0:00:03	Pokládání nářadí na dílenský stůl	interní	externí
136	0:35:05	0:35:11	0:00:06	Chůze ke skříni č.2	interní	externí
137	0:35:11	0:35:19	0:00:08	Přemýšlení, které nářadí ještě vzít	interní	zbytečné
138	0:35:19	0:35:20	0:00:01	Zavření skříně	interní	interní
139	0:35:20	0:35:27	0:00:07	Chůze k dílenskému stolu pro první obráběcí nástroj	interní	interní
140	0:35:27	0:35:33	0:00:06	Chůze ke stroji	interní	interní
141	0:35:33	0:35:42	0:00:09	Upnutí nástroje do vřetena stroje	interní	interní
142	0:35:42	0:35:49	0:00:07	Chůze k ovládacímu panelu (upnutí nástroje ve vřetenu)	interní	interní
143	0:35:49	0:36:12	0:00:23	Manipulace s ovládacím panelem	interní	interní
144	0:36:12	0:36:22	0:00:10	Manipulace s ovládacím panelem	interní	interní
145	0:36:22	0:36:29	0:00:07	Chůze ke stroji pro vzduchovou pistol	interní	interní
146	0:36:29	0:37:36	0:01:07	Hrubé čištění obrobku a příp. vzduchem	interní	interní
147	0:37:36	0:37:41	0:00:05	Vrácení pistole na místo	interní	interní
148	0:37:41	0:37:46	0:00:05	Chůze k ovládacímu panelu	interní	interní
149	0:37:46	0:37:58	0:00:12	Povolení obráběcího nástroje z vřetene stroje	interní	interní
150	0:37:58	0:38:05	0:00:07	Chůze k dílenskému stolu pro rukavice	interní	interní
151	0:38:05	0:38:11	0:00:06	Chůze zpět ke stroji	interní	interní

152	0:38:11	0:38:15	0:00:04	Vytažení obráběcího nástroje z vřetene stroje	interní	interní
153	0:38:15	0:38:22	0:00:07	Chůze s nástrojem k dílenskému stolu	interní	externí
154	0:38:22	0:38:27	0:00:05	Odložení nástroje na dílenský stůl, vzetí matkového klíče	interní	externí
155	0:38:27	0:38:33	0:00:06	Chůze ke stroji	interní	interní
156	0:38:33	0:46:04	0:07:31	Povolení spodních šroubů příp. včetně ručního odšroubování	interní	interní
157	0:46:04	0:46:12	0:00:08	Chůze k dílenskému stolu	interní	externí
158	0:46:12	0:46:15	0:00:03	Odložení maticového klíče, vzetí imbusového klíče	interní	externí
159	0:46:15	0:46:21	0:00:06	Chůze zpět ke stroji	interní	externí
160	0:46:21	0:47:11	0:00:50	Povolení bočních šroubů příp.	interní	interní
161	0:47:11	0:47:18	0:00:07	Chůze k dílenskému stolu, odložení imbusového klíče a rukavic, vzetí přilby	interní	externí
162	0:47:18	0:47:26	0:00:08	Chůze pro jeřáb	interní	interní
163	0:47:26	0:48:47	0:01:21	Čekání na jeřáb	interní	zbytečné
164	0:48:47	0:48:55	0:00:08	Chůze s jeřábem zpět k pracovišti	interní	interní
165	0:48:55	0:49:04	0:00:09	Vystoupení na pracovní stůl stroje	interní	interní
166	0:49:04	0:49:56	0:00:52	Manipulace s jeřábem nad obrobek	interní	interní
167	0:49:56	0:50:27	0:00:31	Upnutí obrobku na jeřáb	interní	interní
168	0:50:27	0:50:34	0:00:07	Sestoupení z pracovního stolu stroje	interní	interní
169	0:50:34	0:50:57	0:00:23	Zvednutí obrobku na jeřábu	interní	interní
170	0:50:57	0:51:16	0:00:19	Manipulace s obrobkem na jeřábu mimo pracovní stůl stroje	interní	interní
171	0:51:16	0:51:27	0:00:11	Chůze pro vzduchovou pistol	interní	interní
172	0:51:27	0:53:34	0:02:07	Čištění obrobku vzduchem	interní	interní
173	0:53:34	0:53:43	0:00:09	Vrácení vzduchové pistole na místo	interní	interní
174	0:53:43	0:53:52	0:00:09	Chůze k ovládání jeřábu	interní	interní
175	0:53:52	0:54:28	0:00:36	Manipulace s obrobkem upnutým na jeřábu nad paletu	interní	interní
176	0:54:28	0:55:06	0:00:38	Pokládání obrobku na paletu	interní	interní
177	0:55:06	0:55:21	0:00:15	Odepnutí obrobku z jeřábu	interní	interní
178	0:55:21	0:55:28	0:00:07	Chůze k dílenskému stolu	interní	externí
179	0:55:28	0:55:34	0:00:06	Vzetí klíče a nosných ok	interní	externí
180	0:55:34	0:55:42	0:00:08	Chůze k pracovnímu stolu stroje	interní	externí
181	0:55:42	0:57:19	0:01:37	Našroubování nosných ok na příp. č.2	interní	interní
182	0:57:19	0:58:03	0:00:44	Vzetí klíče, povolení upínáků	interní	interní
183	0:58:03	0:58:11	0:00:08	Chůze pro vzduchovou pistol	interní	interní
184	0:58:11	0:59:46	0:01:35	Čištění příp. na pracovním stole stroje	interní	interní
185	0:59:46	1:00:28	0:00:42	Čištění první upínky vzduchem	interní	interní
186	1:00:28	1:00:35	0:00:07	Chůze s upínkou k dílenskému stolu	interní	interní
187	1:00:35	1:00:42	0:00:07	Chůze ke stroji	interní	interní
188	1:00:42	1:01:21	0:00:39	Čištění druhé upínky vzduchem	interní	interní
189	1:01:21	1:01:29	0:00:08	Chůze s upínkou k dílenskému stolu	interní	interní

190	1:01:29	1:01:36	0:00:07	Chůze ke stroji	interní	interní
191	1:01:36	1:02:03	0:00:27	Čištění třetí upínky vzduchem	interní	interní
192	1:02:03	1:02:09	0:00:06	Chůze s upínkou k dílenskému stolu	interní	interní
193	1:02:09	1:02:16	0:00:07	Chůze ke stroji	interní	interní
194	1:02:16	1:03:05	0:00:49	Čištění čtvrté upínky vzduchem	interní	interní
195	1:03:05	1:03:12	0:00:07	Chůze s upínkou k dílenskému stolu	interní	interní
196	1:03:12	1:04:01	0:00:49	Manipulace s jeřábem nad příp. č. 2	interní	interní
197	1:04:01	1:04:24	0:00:23	Upnutí příp. č.2 na jeřáb	interní	interní
198	1:04:24	1:04:41	0:00:17	Manipulace s přípravkem č.2 upnutým na jeřábu mimo pracovní stůl stroje	interní	interní
199	1:04:41	1:05:02	0:00:21	Manipulace s přípravkem č.2 nad paletu	interní	interní
200	1:05:02	1:05:14	0:00:12	Pokládání příp. č.2 na paletu	interní	interní
201	1:05:14	1:05:32	0:00:18	Odepnutí příp. z jeřábu	interní	interní
202	1:05:32	1:05:41	0:00:09	Manipulace s jeřábem mimo pracoviště	interní	interní
203	1:05:41	1:05:49	0:00:08	Chůze zpět k příp. č. 2	interní	interní
204	1:05:49	1:07:04	0:01:15	Odšroubování nosných ok z příp. č.2	interní	interní
205	1:07:04	1:07:12	0:00:08	Odložení nosných ok a helmy	interní	interní
206	1:07:12	1:07:21	0:00:09	Hledání čistícího magnetu	interní	zbytečné
207	1:07:21	1:07:23	0:00:02	Vzetí čistícího magnetu a rukavic	interní	interní
208	1:07:23	1:07:32	0:00:09	Chůze pro vzduchovou pistol, odložení čistícího magnetu	interní	interní
209	1:07:32	1:08:17	0:00:45	Čištění pracovního stolu stroje vzduchem	interní	interní
210	1:08:17	1:09:08	0:00:51	Očištění středícího usazovacího příp. hadrem	interní	interní
211	1:09:08	1:09:15	0:00:07	Ruční vyjmutí středícího usazovacího příp. ze stolu stroje	interní	interní
212	1:09:15	1:09:24	0:00:09	Odložení středícího usazovacího příp. do skříně	interní	interní
213	1:09:24	1:09:33	0:00:09	Chůze ke skříně a otevření skříně č.2	interní	externí
214	1:09:33	1:09:40	0:00:07	Chůze k dílenskému stolu, sběr nástrojů	interní	externí
215	1:09:40	1:09:48	0:00:08	Chůze ke skříně č.2	interní	externí
216	1:09:48	1:09:55	0:00:07	Schovávání nástrojů do skříně	interní	externí
217	1:09:55	1:10:04	0:00:09	Chůze k dílenskému stolu pro nástroje	interní	externí
218	1:10:04	1:10:11	0:00:07	Chůze s nástroji ke skříně č.2	interní	externí
219	1:10:11	1:11:01	0:00:50	Ukládání nástrojů do skříně	interní	externí
220	1:11:01	1:11:08	0:00:07	Chůze ke skříně č.2	interní	externí
221	1:11:08	1:11:14	0:00:06	Ukládání nástrojů do skříně	interní	externí
222	1:11:19	1:11:24	0:00:05	Chůze k dílenskému stolu	interní	externí
223	1:11:24	1:11:41	0:00:17	Sbírání pomůcek z dílenského stolu	interní	externí
224	1:11:41	1:11:48	0:00:07	Chůze ke skříně č.1	interní	externí
225	1:11:48	1:12:00	0:00:12	Ukládání pomůcek do skříně	interní	externí
226	1:12:00	1:12:28	0:00:28	Chůze k dílenskému stolu	interní	externí
227	1:12:28	1:12:35	0:00:07	Chůze ke skříně č.1	interní	externí
228	1:12:35	1:12:42	0:00:07	Ukládání pomůcek do skříně	interní	externí
229	1:12:42	1:12:43	0:00:01	Zavírání skříně	interní	externí

PŘÍLOHA P III: AUDIT 5S

(interní dokumenty)

Audit 5S

Audit interního auditora

Budova/Název sektoru

STROJÍRNA - malé horizontky

Datum auditu

20.4.2021

Zodpovědná osoba

J. ŠTUPKA

Audit provádí

J. Mikušek, L. Danihel



	A	B	C	D	E	F	G	H
	1.S - Vytříděno	2.S - Uspořádáno	3.S - Čisté a funkční	4.S - Standardy	5.S - Disciplína			
Předměty	Je pracoviště vyříděno od nepotřebných položek?	Má položka definované místo? Je viditelné pokud položka chybí?	Je položka uložena na definovaném místě?	Jsou položky na pracovišti označeny, identifikovány?	Jsou položky čisté nepoškozené a funkční?	Existuje standard čistění?	Existuje standard uložení? (LAYOUT)	Jsou odstraněny nedostatky z předchozího auditu?
Nástroje	1			0,5				
Strojní zařízení								
Přpravky				1	1			
Manipulační vybavení					1			
Materiál výroby								
Materiál pomocný	1	1			1			
Kabely, hadice					1			
Stoly					1			
Skříňky (obsah a stav)	1							
Čisticí prostředky								
Odpaďové nádoby								
Léčárnička (obsah)								
Protipožární vybavení								
Podlaha (vč. značení)								
Stěny, dveře, okna					1			
Dokumentace								
Nástěny (obsah)								
Plakáty, nálepky, ...								
Osobní věci								
Svačkový kout								
Výsledek auditu:	70%							

Hodnotící škála:

0-6.9% NEVYHOVUJÍCÍ	70-90% DOBRÝ	91-95% VELMI DOBRÝ	96-100% VYNIKAJÍCÍ
---------------------	--------------	--------------------	--------------------

Pokyny k hodnocení:

1. Pole, která jsou podbarvená šedou barvou se nehodnotí
2. V případě zjištění neshody se do pole vyplíše 1
3. Pokud auditor zjistí 1 případ neshody je celá auditovaná oblast/otázka nesplněna
4. Pokud se na pracovišti opakuje stejná závada, může auditor místo 1 vyplnit hodnotu dle počtu opakování záhady, např. 3
5. Při zápisu nesplnění počtu je auditor fotografií, kterou s popísem neshody vkládá do Katalogu neshod

PŘÍLOHA P IV: LOGICKÝ RÁMEC

(vlastní zpracování)

Logický rámec	Strom cílů	Objektivně ověřitelné ukazatele	Zdroje k informaci k ověření	Předpoklady
Hlavní cíl	Aplikace metody SMED na vybrané zařízení	Získání lepšího postavení společnosti na trhu, zvýšení zisku	Statistiky, výkaz zisků a ztrát	
Projektový cíl	Zkrácení času přetypování na stroji WH-10	Zkrácení Tbc času alespoň o 10 %	Časový rozbor	Podpora vedení a projektového týmu
Výstupy	1 Analýza současného stavu na pracovišti a rozbor jednotlivých operací	Srovnání naměřených hodnot s technologickým postupem	Standard pracoviště	Pořízení videozáznamu
	2 Návrh změn vedoucí ke zkrácení času přetypování	Alespoň dva zlepšující návrhy		Funkčnost navrhovaných změn
	3 Vytvoření nového postupu	Zkrácení doby přetypování		Zavedení navrhovaných změn
	Strom cílů	Prostředky	Časový rámec	Předpoklady
Aktivity	1.1 Analýza současného stavu přetypování stroje WH-10	Odborná literatura, internetové zdroje	Březen 2021	Pořízení videozáznamu, fotografií
	1.2 Identifikace interních a externích činností	Vedení společnosti a týmu PI	Duben 2021	Správná analýza jednotlivých naměřených časů
	1.3 Převedení činností a zkrácení časů	Videozáznam	Duben 2021	Správné rozdělení činností na interní a externí
	2.1 Vypracování návrhu ke změně přetypování	Časový rozbor	Duben 2021	Spolupráce se společností, zaměstnanci, týmu PI
	3.1 Zpracování nového postupu	Interní dokumenty	Květen 2021	Znalost metody SMED

PŘÍLOHA P V: RIPRAN

(vlastní zpracování)

Číslo	Hrozba	P hrozby	Scénář	P scénář	P celková	Kategorie celkové P	Dopad	Hodnota rizika	Opatření
1.	Nepřesné vstupní informace	30%	Vytvoření špatného jízdního plánu	55%	17%	MP	SD	SHR	Akceptace rizika
2.	Selhání techniky	25%	Ztráta dat	25%	6%	MP	SD	MHR	Akceptace, zálohování
3.	Chybně zpracované analýzy	30%	Přepřepočování analýzy	80%	24%	SP	VS	SHR	Průběžná konzultace s členy projektového týmu
4.	Nedostatečná znalost problematiky	45%	Nedojde k eliminaci plynutí a zkrácení času přetypování	85%	38%	SP	SD	SHR	Konzultace diplomanta s vedoucím, dostudování odborné problematiky
5.	Špatné plánování	50%	Nedodržení termínů dle harmonogramu	70%	35%	SP	VD	VHR	Stanovení reálných termínů, kontrola plnění termínů, vytvoření časové rezervy v harmonogramu
6.	Nespolupráce ze strany společnosti, týmu PI, zaměstnanců	25%	Nedojde ke zkrácení průběžné doby výroby, zaměstnanci při snímkování zkrácejí čas	45%	11%	MP	VD	SHR	Zdůvodnění důležitosti projektu a očekávaných přínosů, motivace zaměstnanců, pravidelné schůzky s projektovým týmem
7.	Nekvalitně zpracovaná práce	25%	Návrhy nejsou v praxi proveditelné	35%	9%	MP	MP	SHR	Průběžná konzultace s členy projektového týmu

PŘÍLOHA P VI: NOVÝ JIZDNÍ ŘÁD

(vlastní zpracování)

ID	Činnosti	Interní/Externí
1	Příprava veškeré dokumentace potřebné k nové zakázce	Externí
2	Studování dokumentace	
3	Odložení dokumentace	
4	Nastavení či vyčištění potřebných nástrojů a jejich přichystání	
5	Nachystání a vyčištění potřebného nářadí, uložení do opasku	
6	Nachystání měřících pomůcek	
7	Zajištění magnetu	
8	Příprava jeřábu, pokud ho nepoužívá jiný pracovník	
9	Kontrola, zda se na pracovišti nachází všechny pomůcky, které mohou dojít a jsou potřebné při seřízení – hadry, výměnné plátky (pokud ne, tak jejich doplnění)	
10	Ovládání přístrojové desky stroje, základní nastavení	interní
11	Nasazení ochranných pomůcek	
12	Uvolnění obrobku	
13	Očištění obrobku za pomoci vzduchu a hadry	
14	Proveď operace dle TP, pokud je to požadováno	
15	Nasazení obrobku na jeřáb a přenesení na určené místo	
16	Vizuální kontrola obrobku	
17	Úklid a odložení pomůcek	
18	Odstranění špon	
19	Ovládání jeřábu a odmontování	
20	Čištění upínacího stolu – háčkem, magnetem, za pomoci vzduchu poté hadry	
21	Ovládání stroje a otevření výměníků	
22	Spouštění otáčení upínacího stolu	
23	Čištění výměníku a odmontování vrtáku či jiných nástrojů z výměníku	
24	Čištění vrtáku	
25	Instalování vrtáku či jiných nástrojů do zásobníků podle TP	
26	Ovládání jeřábu	
27	Vycentrování	
28	Utahování čelisti za pomoci pneumatického vrtáku nebo T klíče	
29	Ovládání jeřábu	
30	Umístění a centrování obrobku v upínacím stole	
31	Kontrola	
32	Upínání	
33	Naprogramování stroje	
34	Chod stroje	
35	Kontrola chodu stroje	
36	Ovládání stroje	
37	Nasazení ochranných pomůcek	Externí

38	Úklid špon a nepořádku		
39	Studování nové dokumentace, pokud se nejede v dávkách		
40	Příprava dokumentace		
41	Studování dokumentace		
42	Odložení dokumentace		
43	Nastavení či vyčištění potřebných nástrojů		
44	Nachystání a vyčištění potřebného nářadí, uložení do opasku		
45	Nachystání měřících pomůcek		
46	Zajištění magnetu		
47	Příprava jeřábu, pokud ho nepoužívá jiný pracovník		
48	Kontrola, zda se na pracovišti nachází všechny pomůcky, které mohou dojít a jsou potřebné při seřízení - hadry, výměnné plátky (pokud ne, tak jejich doplnění)		
49	Ovládání stroje		interní
50	Nasazení ochranných pomůcek		
51	Vizuální kontrola obrobku		
52	Uvolnění obrobku		
53	Očištění obrobku za pomoci vzduchu a hadry		
54	Proved' operace dle TP, pokud je to požadováno		
55	Nasazení obrobku na jeřáb a přenesení na určené místo		
56	Povolení šroubů nástrojových držáků a nástrojů pomocí pneumatického utahováku		
57	Vizuální kontrola obrobku		
58	Úklid a odložení pomůcek		
59	Odstranění špon		
60	Ovládání jeřábu		
61	Odmontování a případně čištění svorníků, upínáku,		
62	Čištění pracovního stolu		
63	Ovládání stroje		
64	Čištění		
65	Ovládání jeřábu		
66	Upínání obrobků		
67	Kontrola správného upnutí		
68	Programování stroje	externí	
69	Chod stroje		
70	Kontrola chodu stroje		
71	Úklid nářadí		
72	Úklid příslušenství		
73	Úklid pracoviště		
74	Příprava jeřábu		
75	Vizuální kontrola obrobku		