

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Implementace SMED s prvky TPM

Implementation of SMED with the TPM Elements

Student: Bc. Monika Dostálová

Vedoucí diplomové práce: Ing. Vladimíra Schindlerová, Ph.D.

Ostrava 2019

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Monika Dostálová**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 6208T116 Průmyslové inženýrství
Téma: Implementace SMED s prvky TPM
Implementation of SMED with the TPM Elements
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Teoretická východiska vybrané problematiky.
2. Analýza současného stavu.
3. Identifikace úzkých míst a problémů.
4. Návrh řešení.
5. Zhodnocení a přínos pro podnik.


Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN ISO 690 (01 0197) *Informace a dokumentace: Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů*. Praha: ÚNMZ, 2011, 40 s.
KEŘKOVSKÝ, M. *Moderní přístupy k řízení výroby*. Vyd. 2. Praha: C. H. Beck, 2009. 137 s. ISBN 978-80-740-0119-2.
MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. *Cesty k vyšší produktivitě. Strategie založená na průmyslovém inženýrství*. Liberec. Institut průmyslového inženýrství. 1996, ISBN 80-902235-0-8.
LEGÁT, V. a spol. *Management a inženýrství údržby*. Vyd. 1. Praha: Professional Publishing, 2013. 570 s. ISBN 978-80-7431-119-2.


Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Vladimíra Schindlerová, Ph.D.**

Datum zadání: 21.12.2018
Datum odevzdání: 20.05.2019


Ing. Lucie Krejčí, Ph.D.
vedoucí katedry




prof. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucí diplomové práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V práci jsem použila interní údaje o výrobcích a strojích získaných od firmy Senior Flexonics Czech s.r.o., Olomouc, firma s jejich zveřejněním souhlasí.

V Ostravě 17.5.2019

.....
Dostálková
.....
podpis studenta

Prohlášení spolupracující osoby

Souhlasím se zveřejněním údajů, které jsou uvedeny v této diplomové práci dle požadavků čl. 26, odst. 9 Studijního a zkušebního řádu pro studium v magisterských studijních programech VŠB-TU Ostrava.

Spolupracující společnost:

Senior Flexonics Czech s.r.o.

Průmyslová 733/9

779 00 Olomouc – Holice

Czech Republic

Jméno a příjmení oprávněné osoby:

Generální ředitel: Ing. Petr Matura

V Olomouci 11. 5. 2019


.....
Podpis oprávněné osoby

Prohlašuji, že

- jsem si vědoma, že na tuto moji závěrečnou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. Zákon o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (dále jen Autorský zákon), zejména § 35 (Užití díla v rámci občanských či náboženských obřadů nebo v rámci úředních akcí pořádaných orgány veřejné správy, v rámci školních představení a užití díla školního) a § 60 (Školní dílo),
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo užít tuto závěrečnou diplomovou práci nekomerčně ke své vnitřní potřebě (§ 35 odst. 3 Autorského zákona),
- bude-li požadováno, jeden výtisk této diplomové práce bude uložen u vedoucího práce,
- s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 Autorského zákona,
- užít toto své dílo, nebo poskytnout licenci k jejímu využití, mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše),
- beru na vědomí, že – podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů – že tato diplomová práce bude před obhajobou zveřejněna na pracovišti vedoucího práce, a v elektronické podobě uložena a po obhajobě zveřejněna v Ústřední knihovně VŠB-TUO, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 17.5.2019


.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Bc. Monika Dostálová

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Blatec 191, 78375

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

DOSTÁLOVÁ, M. *Implementace SMED s prvky TPM: Diplomová práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2019 76 s. Vedoucí práce: Schindlerová, V.

Diplomová práce se zabývá zkracováním časů při změnách přípravků na výrobních zařízeních ve společnosti Senior Flexonics Czech s.r.o. V práci je základní seznámené se společností a výrobkem, kterého se zlepšení týká. Cílem práce je navržení nových časových postupů pro výměnu přípravků u dvou zařízení. V praktické části je hodnocení počátečního stavu před zlepšením, které bylo sledované v určitém období. Další kapitoly se zabývají analýzou původního stavu, nalezení problémů a navržení nových opatření. V poslední části je celkové shrnutí a přínos pro společnost.

ANNOTATION OF MASTER THESIS

DOSTÁLOVÁ, M. *Implementation of SMED with the TPM Elements: Master Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2019 76 p. Thesis head: Schindlerová, V.

The Master Thesis deals shortening with tooling exchange times in Senior Flexonics Czech s.r.o. In the Thesis is basic introduction of the company and the product concreted by the improvement. The goal of this Thesis is to propose new time procedures for Exchange of products in two separate devices. In the practical part is evaluation of the initial state before the improvement, which was monitored in a certain period. The next chapters deal with analyzing the original state, finding problems and proposing new counter-measures. In the last part, there is a summary and contribution to society.

Obsah

	strana
Seznam zkratk a symbolů.....	8
Úvod.....	9
1 Teoretická východiska vybrané problematiky	10
1.1 SMED (Single Minute Exchange of Dies).....	10
1.2 TPM (Total Productive Maintenance)	18
1.3 Zlepšování procesů	24
2 Analýza současného stavu	27
2.1 Seznámení s výrobkem 9005 020	29
2.2 Popis operací, kterými výrobek 9005 020 prochází.....	30
2.3 Hodnocení aktuálního stavu.....	45
3 Identifikace úzkých míst a problémů.....	47
3.1 Malá výměna na krimpovacím lisu.....	47
3.2 Velká výměna na svařovacím robotu CLOOS.....	49
3.3 Cíle diplomové práce	53
4 Návrh řešení	54
4.1 Zlepšení pro malou výměnu na krimpovacím lisu.....	54
4.2 Zlepšení pro výměnu na svařovacím robotu CLOOS.....	56
5 Zhodnocení a přínos pro podnik	59
5.1 Srovnání časových úspor	59
5.2 Finanční hodnocení změny	62
Závěr	65
Seznam použité literatury.....	66
Seznam obrázků	67
Seznam tabulek	68
Seznam grafů.....	68
Seznam příloh.....	69

Seznam zkratek a symbolů

Zkratka	Popis
C	čekání
D	studování dokumentace
E	externí čas
H	hledání
CH	chůze
I	interní čas
K	kontrola, měření
M	manipulace, montáž, demontáž
s.r.o.	společnost s ručením omezeným
SMED	Single Minute Exchange of Dies
TPM	Total Productive Maintenance
Z	ztrátový čas

Úvod

Dnešní doba se označuje jako vysoce konkurenční prostředí, které nutí podniky neustále rozšiřovat a zkvalitňovat své služby, produkty a nabízet je za konkurenceschopné ceny. K tomu, aby podniky mohly dlouhodobě a udržitelně fungovat, se musí neustále zlepšovat i uvnitř podniku tím, že se zvýší produktivita a zároveň sníží náklady na výrobu. Pro dosažení takových cílů se mimo jiné využívá moderních nástrojů štíhlé výroby a inovativních myšlenek jako jsou metoda 5S, Kaizen, Kanban, SMED a TPM a další. Cílem těchto nástrojů je snaha o zkracování průběžné doby a odstranění různých druhů plýtvání v podniku.

Diplomová práce byla zpracována ve společnosti Senior Flexonics Czech s. r. o., která má již zkušenosti se zaváděním metod štíhlé výroby. Práce se zabývá zkracováním časů při změnách u výrobních zařízení krimpovací lis a svařovací robot CLOOS. Pro správnou aplikaci metod SMED a TPM v praxi byla vytvořena literární rešerše.

V úvodu práce je seznámení se společností, ve které byla diplomová práce realizována a seznámení s výrobkem, kterého se toto zlepšení týká. V práci je popsán původní stav před zlepšením a vyhodnocení problémových činností. Tyto činnosti jsou vyřešeny a použity do praxe. Po realizaci změn byla provedena nová analýza, která byla vyhodnocena a porovnána s původním analýzou.

Cílem této diplomové práce bylo implementovat metodu SMED s prvky TPM v praxi. Ve zmíněné společnosti dosáhnout zkrácení časů u přestavby na zařízení krimpovací lis a svařovací robot CLOOS. Seznámit pracovníky s touto metodou a úspěšně využít metodu v podniku.

1 Teoretická východiska vybrané problematiky

Tato část se zabývá základními pojmy týkající se problematiky SMED a TPM, které jsou potřebné k pochopení a správné implementaci.

1.1 SMED (Single Minute Exchange of Dies)

Single Minute Exchange of Dies v doslovném překladu znamená „Výměna nástroje během jedné minuty“. Jde o zkracování časů při změnách výrobních zařízení nebo výměna nástrojů v čase. Tato metoda vznikla na přelomu 50. let 20. století. Vynálezcem je japonský průmyslový inženýr Shigeo Shingo, který je i zakladatel Toyota Production System.^{1, 2}

Tato metoda se používá pro výrobní linky, které běžně mají optimalizovaný čas na výrobu jednotlivých dílů (součástek) či výrobků. Pokud dochází na takovémto výrobním zařízení ke změně vyráběného sortimentu nebo výrobních dávek, je potřeba stroje přenastavit (seřízení stroje, změna barvy, výměna obráběcích nástrojů, výměna formy atd.). Je jedno, zda se jedná o výrobní zařízení nebo celou výrobní linku.^{1, 2}

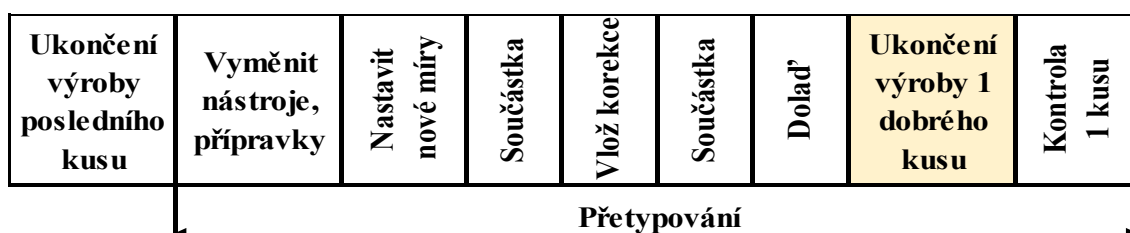
SMED se nejčastěji využívá v hromadné nebo opakované výrobě, při které se vyrábí určité omezené množství výrobků. Také tam kde probíhá výměna nebo přenastavení nástrojů či výrobní linky.³

Mezi základní cíle, které má SMED, patří:

- Umožnit výrobu v malých dávkách tím, že zajistí rychlý přechod z jednoho typu výroby na druhou. Výroba v malých dávkách znamená vyšší pružnost, nižší rozpracovanost výroby a kratší průběžnou dobu ve výrobě.
- Získat část kapacity stroje, která klesá jeho dlouhým přestavováním. Tento cíl má smysl především tehdy, když je daný stroj úzkým místem.⁴

Čas přestavby je potřebný od ukončení výroby posledního kusu, až po výrobu prvního dobrého kusu. Mezi posledním kusem a prvním dobrým kusem probíhá např.: odstranění starého náradí, přípravků, nastavení nového přípravku či náradí, nastavení potřebných parametrů a doladění parametrů procesu. Celý postup vychází z podrobné analýzy přestavby, která se provádí přímo na pracovišti. Zkrácení času přestavby se dosahuje tím, že se změní:

- technologie,
- pracovní pomůcky,
- technické úpravy stroje,
- nastavení stroje,
- organizace práce,
- standardizace postupu práce,
- trénink pracovníků.^{5,6}



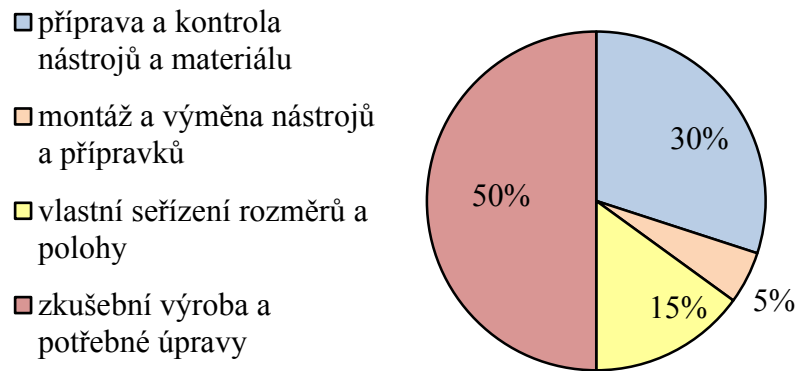
Obr. 1 Schéma postupu při přetypování⁴

Základní druhy plýtvání, které nastávají při přetypování:

- hledání,
- čekání,
- chůze navíc,
- chybějící nástroje,
- nedostatečné plánování,
- chybějící standardy.^{2, 5}

Samotné přetypování stroje na jinou výrobu se skládá z:

1. přípravy věcí na výměnu,
2. samotná demontáž, montáž,
3. vlastní seřízení stroje,
4. zkušební výroba a potřebné úpravy.^{5,6}



Graf 1 Rozložení operací v procentech dle Shigea Shinga⁵

Metoda je realizována ve třech krocích:

1 Identifikace a rozdělení činností

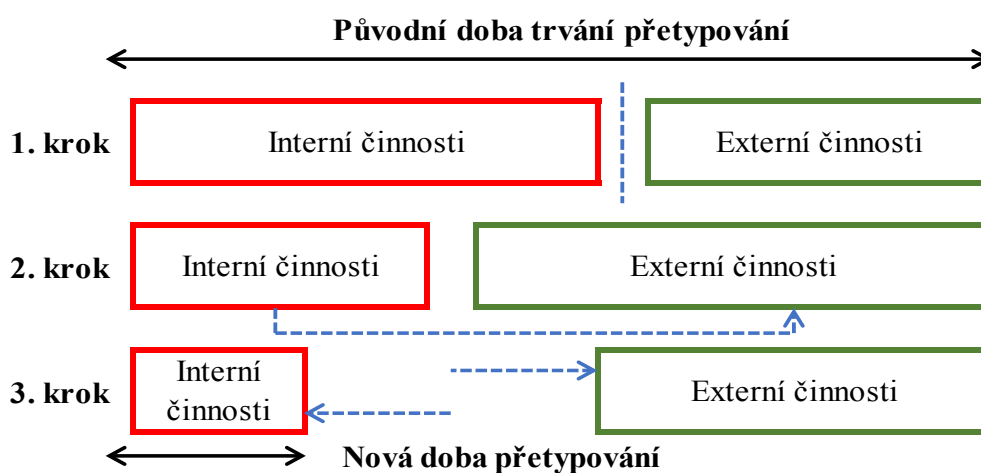
První krok je velmi důležitý, protože se zde identifikují všechny vykonávané činnosti celého přetypování. Činnosti se dle svého charakteru rozdělují do dvou kategorií – interní a externí. Interní činnosti jsou takové činnosti a operace, které lze provádět pouze v případě že stroj nebo zařízení je vypnuté. Externí činnosti jsou naopak ty činnosti a operace, které lze provádět i za chodu stroje či zařízení. V praxi se často setkáváme s tím, že pracovníci nejprve vypnou zařízení a teprve poté začnou provádět externí činnosti, které mohly být už předem hotovy.⁷

2 Převedení interních činností na externí

Ve druhém kroku se snaží převést co nejvíce interních činností na externí činnosti. Jedná se tedy o to, aby co nejvíce operací a činností se provádělo ještě za chodu stroje. Pokud se převede co nejvíce interních činností na externí může se dosáhnout až 50% úspory celkového času přetypování. Ke kompletní přípravě je nutné obstarat veškeré potřebné díly, nástroje, pomůcky a podmínky před zahájením interního přetypování, což zahrnuje předseřízení a předmontáž nástrojů, kontrola a výběr přípravků, přivezení odkládacího vozíku, předeřtání atd. Pro větší efektivitu je vhodné používat prvky, které jsou již instalované ve strojích a jdou lehce upravit pro novou situaci. Toto by se mělo používat při standardizaci funkčních prvků.⁷

3 Zkrácení časů interních a externích činností

Tento poslední krok je zaměřen na zkracování časů všech provedených činností. Zkracování časů činností se dosahuje tím, že se upraví jak organizace práce, tak pracoviště alepší a zjednoduší se veškeré činnosti. Důležité je zaměřit se na přípravu, přepravu nástrojů a pomůcek, systém upínání nástrojů a přípravků atd. V případě neproduktivních a zbytečných činností je obvykle nejlepším způsobem jejich eliminace a potřebné činnosti v rámci přetypování, které mohou být prováděny neefektivně, jsou zpravidla zdokonalovány a zrychlovány.⁷



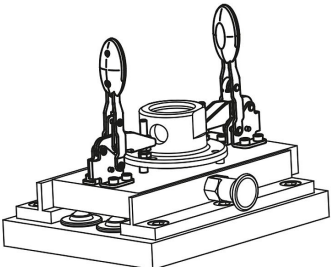
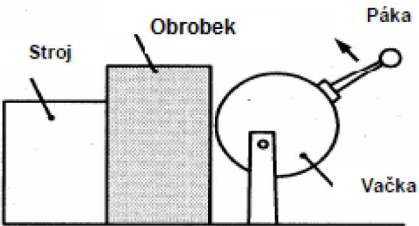
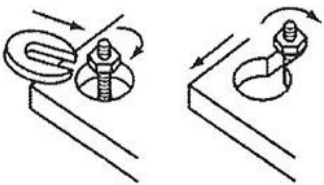
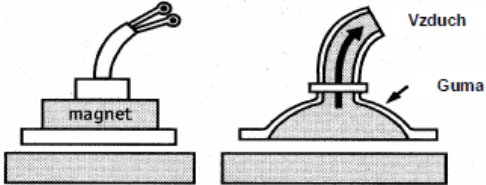


Obr. 2 Tři základní kroky k realizaci metody SMED²

Hlavní zásady při rychlých změnách

- Standardizovat akce externího seřízení.
- Standardizovat stroje.
- Používat rychlé upínače.
- Automatizovat proces seřízení.
- Vytvořit více profesní týmy na řešení rychlých změn.
- Používat doplňkové nástroje, které budou seřizené v přípravku a s nímž budou vloženy do stroje.^{5,6}

Prostředky pro zkracování časů

- Metoda jednoho pohybu – zajištění objektu jedním pohybem:
 - rychloupínače,
 - kolíky,
 - magnety,
 - pružiny atd.
- Paralelní opěrné součásti – více pracovníků.
- Upnutí jedním otočením.
- Princip nejmenšího společného násobku – dorazy.⁵

<p style="text-align: center;">Rychloupínače</p> 	<p style="text-align: center;">Vačkové upnutí</p> 
<p style="text-align: center;">Rychloupínací podložka tvaru U</p> 	<p style="text-align: center;">Magnetické upínání</p> 
<p style="text-align: center;">Pákové rychlo šrouby</p> 	<p style="text-align: center;">Hvězdicové matice</p> 

Obr. 3 Ukázka prostředků pro zkracování časů^{5, 8, 9}

Desatero rychlé změny

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

Metody, kterými se stanovují normy času

Existuje celá řada postupů a technik od méně přesných metod např. hrubé odhady, historická empiricky zjištěná data, až po přesnější časové studie pomocí přímého měření např. chronometrů, snímek pracovního dne nebo operace. Metody, kterými se zjišťuje a měří spotřeba času na vykonání práce, se označují jako pracovní snímek nebo jako pracovní a časová studie.¹⁰

Smyslem této metody je přesnost a pracnost použitého postupu měření. Oproti používání klasických stopek má časové snímkování operací pomocí videotechniky a následného vyhodnocení videozáznamů tyto výhody:

- analyzované operace lze rozdělit na jednotlivé dílčí činnosti,
- je možné přesně vyhodnotit neproduktivní a ztrátové časy a zaměřit se na jejich následné odstranění nebo minimalizování,
- je možné určit normy i při více strojové obsluze,
- dá se snímat více pracovníků najednou a monitorovat jejich vhodnou spolupráci,
- pro snímané pracovníky je přijatelnější kamera než stopky – pracovníci si po určité době neuvědomují, že jsou kamerou snímáni, výsledek více vyhovuje běžné skutečnosti.¹⁰

Výsledkem měření „živé práce“ jsou normy spotřeby času. Normy jsou předpisy, které formulují a stanovují předpokládanou nezbytnou spotřebu živé práce vynaloženou ve výrobě na určitou pracovní činnost. Jednotlivé operace jsou časově vyhodnocovány podle logických časově vymezených úkonů obsluhy, popřípadě stroje (např. vložení dílu do stroje, dovezení materiálu, uskutečnění operace, odložení a zabalení, evidence výroby, odvezení výrobků). Normativy nazýváme časy a časově rozpracované činnosti. S jejich pomocí se stanovují normy času, normy množství a normy obsluhy. Normativy času se mohou použít pro optimalizaci organizace ve výrobě a pro stanovení norem u nových nebo inovovaných produktů.¹⁰

Pro stanovení normy spotřeby práce je potřeba dodržovat takový postup, aby uvedené normy (výkonové normy, normy obsluhy, normy množství materiálu) vyjadřovaly optimální míru spotřeby práce a objektivně určovaly výkon každého pracovníka, popřípadě strojního zařízení.

Stanovená norma spotřeby práce odpovídá:

- požadované kvalitě výroby a práce – výkony pracovníků,
- úplnému využití pracovní doby,
- průměrnému stupni pracovní zručnosti a účinnosti práce,
- bezpečnosti a ochraně zdraví při práci.¹⁰

Spotřeba času na směnu se zaměřuje na:

- pracovníka
 - snímek práce,
 - snímek pracovního dne, zaměřuje se na průzkum veškeré pracovní doby v průběhu celé pracovní směny,
- pracovní prostředek
 - využití strojů,
 - průběh materiálu výrobou.¹⁰

Snímek pracovního dne se provádí za účelem pozorování:

- jednotlivce,
- skupiny nebo pracovní čety,
- vlastní snímek,
- snímky práce THP.¹⁰

Snímek pracovního dne jednotlivce

Snímek pracovního dne jednotlivce je nepřetržité sledování, které lze rozdělit do čtyř fází:

1. Přípravná fáze – tato fáze zahrnuje přípravu k rozboru práce na co se vlastně bude zaměřovat formuluje se zde cíl měření, výběr pracoviště, pracovníka, počet měření atd.
2. Fáze pozorování, měření – při této fázi se pozoruje, měří se a zaznamenávají hodnoty do předem připraveného záznamového archu, při pozorování se snažíme, co nejméně zasahovat do procesu.
3. Fáze vyhodnocení – v této fázi se zaměřujeme na již naměřené hodnoty, ze kterých se udělá rozbor a vyhodnocení.
4. Fáze návrhu na zlepšení – tato fáze se zabývá všemi možnými způsoby, jak zlepšit organizaci práce.^{10, 11}

Skupinový snímek pracovního dne

Pozorovatel chodí v pravidelných intervalech na obhlídku skupiny strojů a pracovníků, kdy zaznamenává okamžitý stav do pozorovacího archu pomocí zjednodušených symbolů. Počet pozorovaných pracovišť se zaznamená jako činnost na pracovišti v určitém časovém intervalu jako práce A nebo ztráty D.¹⁰

Metoda momentkového pozorování

Tato metoda vychází z náhodně vybraných momentů v průběhu pracovního děje, které jsou zjištěné výběrovým zkoumáním. Základem momentkového pozorování jsou teorie pravděpodobnosti a náhodného výběru, které jsou založeny na statistickém zjišťování počtu výskytu pozorovaných dějů.^{10, 12}

K tomu, aby byl získán úplný obraz o produktivním a neproduktivním čase výrobních zařízení, by se mělo pozorování provádět v nepřetržitě rozsahu po delší dobu a zaznamenat důvod prostoje. Tato metoda není vhodná pro pozorování více strojů a pracovníků. Momentkové pozorování má za cíl zjišťovat stav výrobního zařízení, tedy jestli stroj pracuje nebo ne, proto je pozorování založené na nepravidelných obchůzkách. Pokud je výrobní zařízení nečinné, je nutné zaznačit důvod nečinnosti. Jestliže jsou získaná statistická data pozorování dostatečně velká, je možné s velkou pravděpodobností říci, že toto pozorování ukazuje skutečný stav.¹²

Zda se požaduje definovaná přesnost momentkového pozorování, musí se provést určité minimální množství pozorování, aby se dalo říci že např. zjištěné hodnoty odpovídají 95% skutečnosti s odchylkou $\pm 5\%$. Jsou dva způsoby, kterými se určuje počet pozorování:

- statistická metoda,
- nomogramová metoda.¹²

1.2 TPM (Total Productive Maintenance)

Vývoj údržby byl charakterizován již od třicátých let minulého století a byl rozdělen na tři generace.

První generace

První generace byla zaznamenána do začátku druhé světové války. V tomto období se mechanizace teprve rozvíjela, proto dříve nezáleželo na době, kdy výrobní zařízení vyrábělo nebo stálo. Prevence proti poruchovosti měla jen malou prioritu. Zároveň byla většina zařízení jednoduchá a předdimenzovaná, což činilo zařízení bezporuchovými a snadno opravitelnými. Nebyla tedy potřeba žádná systematická údržba, která by přesahovala jednoduché čištění, servis nebo rutinní mazání. Oproti dnešní době nebyla potřeba odborných schopností.¹³

Druhá generace

Druhá světová válka vše výrazně změnila. Síla rozpoutané války výrazně zvýšila poptávku po zboží všeho druhu, zatímco lidské síly, které byly potřeba k průmyslové výrobě klesaly. To vedlo ke zvýšení mechanizace. V padesátých letech 20. století výrazně přibýly různé typy strojů. Průmysl na takových strojích začal být závislý.

S rostoucí poptávkou průmyslu na mechanizaci se začalo více zajímat o poruchovost. To vedlo ke snaze, aby se předcházelo poruchám a vznikl tak systém preventivní údržby. V šedesátých letech se tato preventivní údržba skládala z generálních oprav prováděných v pravidelných intervalech.

Vzhledem k jiným provozním nákladům se náklady na údržbu začali rychle zvyšovat. To vedlo k růstu systému plánování a řízení údržby. Tyto systémy napomohli k tomu, že údržba se začala řídit a je nyní zavedenou součástí údržbářské praxe.¹³

Třetí generace

Od poloviny sedmdesátých let byl kladen ještě větší důraz na proces změn v průmyslu. Poruchovost stroje se dostala do centra pozornosti. Vliv poruchovosti byl patrný na způsobilosti fyzických majetků zmenšením výstupu, zvýšením provozních nákladů a rušivými zásahy do procesu. V poslední době růst automatizace znamenal, že růst bezporuchovosti a pohotovosti jsou klíčovými problémy i v odlišných odvětvích jako je zdravotní péče, zpracování dat, telekomunikace a management stavebnictví. Rozvíjející se automatizace, složitost a provázanost výrobních systémů s sebou samozřejmě nese následky, které se projevují na jakosti produktů, bezpečnosti produktů, a hlavně na životním prostředí. Tato problematika se také týká rostoucích nákladů na provoz a vlastnické náklady. Pro zajištění maximální návratnosti investice, kterou tyto náklady představují, je třeba, aby fyzický majetek efektivně pracoval po dobu požadované životnosti. S tím souvisí i náklady na údržbu, které dříve byly bezvýznamné a nyní se řadí mezi nejdůležitější náklady firem.¹³

Generace	I. Generace	II. Generace		III. Generace	
Vývojový stupeň	1. stupeň	2. stupeň	3. stupeň	4. stupeň	5. stupeň
System	Odstraňování poruch	Preventivní údržba	Produktivní údržba	Totálně produktivní údržba	Údržba orientovaná na spolehlivost
Období nástupu		60. až 80 léta 20. století	70. až 90. léta 20. století	80. léta 20. století až počátek 21. století	počátek až 20. léta 21. století
Zkratka	BM	PM1	PM2	TPM	RCM

Obr. 4 Přehled vývoje údržbářských systémů¹⁴

Významnou oblastí pro zvyšování produktivity je údržba strojů a zařízení z hlediska provozu. Aby se mohlo dosahovat vysoké produktivity, měly by se podniky řídit pravidlem tzv. „produktivní údržba“. Tímto pravidlem se tedy podniky dostávají k metodě Total Productive Maintenance dále již TPM. Total Productive Maintenance znamená v doslovném překladu „Totálně produktivní údržba“ v jiné literatuře je překlad uveden jako „Management produktivity výrobních zařízení“.^{2, 5, 15}

TPM se zaměřuje na zapojení všech pracovníků v dílně do aktivit, které směřují k minimalizaci prostojů zařízení, nehod a zmetků. TPM se snaží, aby se nedívalo na dělení zaměstnanců jen na „pracovníky, kteří pracují na daném stroji“ a „pracovníky, kteří jej opravují“. Vychází se se z toho, že právě pracovník, který obsluhuje stroj, má šanci

zaznamenat abnormality v jeho práci a případné počátky budoucích poruch zařízení jako první. Maximu diagnostických a údržbářských činností se v TPM převádí z klasických oddělení údržby přímo na výrobní pracovníky a výrobní úseky. Z počátku se začíná se základním zlepšením pořádku na pracovišti, čištěním strojů a kontrolou jejich stavu (uvolněné kryty, šrouby, kabely, čištění a mazání třecích ploch atd.). Pracovníci obsluhující stroje se učí „porozumět svému stroji“ tak, jako zkušený řidič automobilu. Ten pozná podle zvuku a chování auta včas správnou diagnózu a dokáže provést případnou opravu. Tuto úlohu začíná přebírat pracovník na daném stroji, který se k němu postupně učí chovat jako ke svému vlastnímu zařízení. Není to jen o tom, že se do TPM zapojují údržbáři a operátoři, ale zapojují se i další profese např. technologové.^{2, 5, 15}

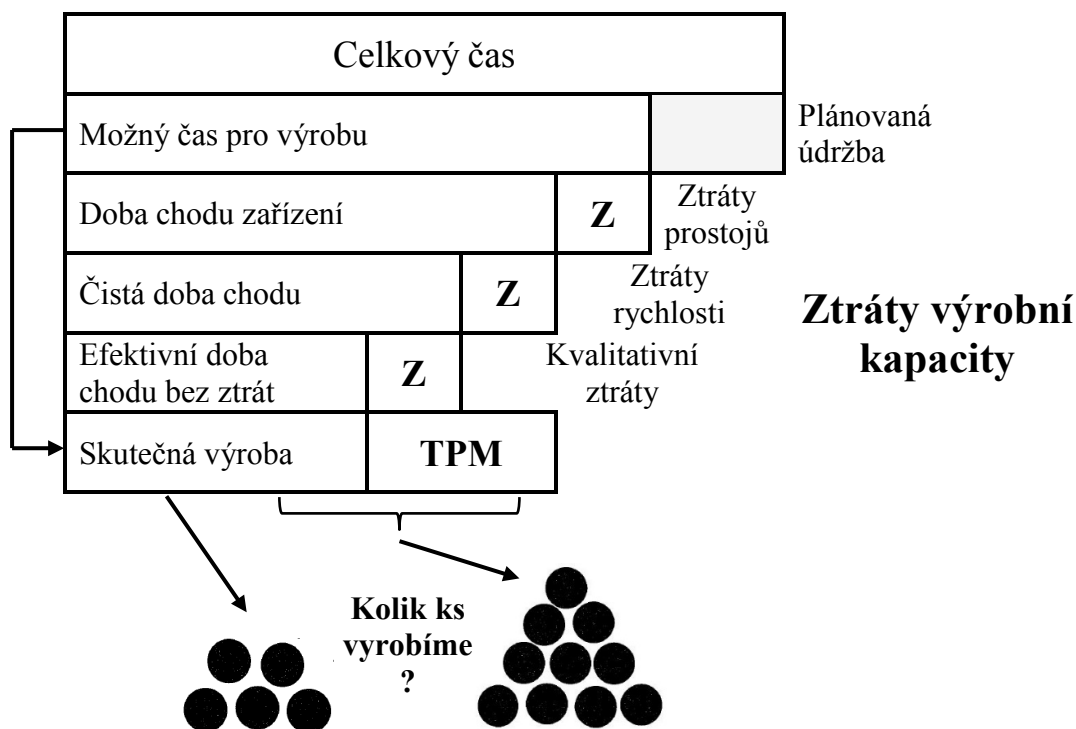


Obr. 5 Základní prvky TPM⁶

Rozdělení ztrát, které se nejvíce opakují:

- prostoje související s poruchami strojů a neplánované prostoje,
- čas na seřízení a nastavení parametrů (změny a výměny),
- ztráty způsobené přestávkami ve výkonu zařízení, krátkodobé poruchy,
- ztráty rychlosti v průběhu výrobních procesů,
- kvalitativní důsledky procesních chyb,
- snížení výkonu ve fázi náběhu výrobních procesů, technologické zkoušky.²

Ztráty času znamenají, že na stroji se vyrobí méně výrobků, než by bylo možné – cílem TPM je jednotlivé ztráty snižovat.



Obr. 6 Vliv jednotlivých ztrát na využití stroje²

TPM se využívá všude tam, kde je potřeba eliminovat ztráty kapacity zařízení a zvýšení produktivity. Přínosem této metody je zvýšení produktivity zařízení a zvýšení účinnosti údržby. Existují aplikace využití TPM na dopravní a manipulační techniku nebo kancelářskou techniku. Aplikace této metody je vhodná tehdy, je-li firma stabilizovaná, má vysoce využitá zařízení a chce zvýšit svou produktivitu. TPM je dlouhodobá metoda, která přináší výsledky postupně a je třeba ji neustále rozvíjet a zdokonalovat. Je současně cestou, kterou může, prostřednictvím vztahu pracovníků k zařízením, čistotě a pořádku, pozitivně měnit i podnikovou kulturu.^{2, 5, 15}

Nejlepší čas, kdy začít využívat metodu TPM je, když se do firmy instalují nová výrobní zařízení. Není vhodné nechat zařízení zajít a poté je pracně čistit a budovat systém autonomní údržby. Při implementaci se začíná od úplně malých změn což je zavedení autonomní péče o stroj. Tyto aktivity mohou být vhodnou součástí budování autonomních výrobních týmů. Pokud není předem ujasněný cíl projektu je lepší s implementací TPM vůbec nezačínat. Existují firmy, které s implementací začaly, ale nedotáhly projekt do konce a postupem času se na něj zapomnělo. TPM vyžaduje mnoho úsilí managementu, výrobních

pracovníků a pracovníků údržby, které bývá na konci práce odměněno. První fáze implementace bývá pro zaměstnance náročnější a pracnější a pro firmu finančně náročnější, protože zatím nejsou patrné žádné výsledky.^{2, 5, 15}

Ukázka zavedení TPM ve firmě, která má 500 – 1000 zaměstnanců a 300 – 400 strojů, může trvat cca 3–5 let. Tento čas je potřebný k tomu, aby byly nastaveny základní prvky TPM. Zdokonalování systému údržby a systematické zvyšování produktivity zařízení je proces, který nikdy neskončí.

TPM se řadí mezi dlouhodobé projekty, které vyžadují velké změny v myšlení a spolupráci mezi odděleními výroby a údržby. Dnes již existují aplikace TPM ve firmách, které se rozhodnou pro outsourcing údržby, jejich zavedení však často bývá spojeno s většími problémy. Cílem tohoto zavedení je, aby obsluha zařízení spolupracovala s údržbou a postupně se redukovaly neplánované opravy a zvyšoval se podíl plánovaných údržbářských činností. Tento způsob zavádění by měl být doprovázen i systémem odměňování techniků údržby. „Údržbáři“ musí pochopit, že jejich práce nemůže být hodnocena podle počtu hodin, které věnují odstraňování poruch, ale počtem hodin, během nichž je zařízení schopné produkovat kvalitní výrobky při předepsaných provozních podmínkách.^{2, 5, 15}

Pro úspěšné zavedení TPM je podstatná podpora vrcholového managementu, ten musí správně nastavit a definovat cíle i organizační strukturu pro implementaci jednotlivých prvků TPM. Od této metody není možné očekávat radikální snížení nákladů na údržbu nebo snížení počtu údržbářů, protože TPM je o produktivitě zařízení a kvalitě údržby.

Aby byla celková maximalizace procesu zařízení efektivnější, bylo by vhodné, aby se zapojili všichni lidé v podniku. Důležitým aspektem je týmová práce a znalost dalších podpůrných metod, jako jsou např. SMED, nástroje kvality, moderování workshopů, 5S, vizualizace a jiné.^{2, 5, 15}

Základní fáze pro postup implementace:

1. Příprava projektu

- Příprava projektu, oznámení zavedení TPM v podniku. Vysvětlení cílů, postupu a principů na schůzkách s pracovníky a na informačních poradách.
- Zahájení vzdělávání o TPM – semináře pro různé úrovně personálu.
- Vytvoření vhodné organizační struktury na zavedení TPM – vytvoření realizačních týmů, pověření zodpovědného manažera z top managementu řízením celého projektu, výběr a výcvik vhodného personálu pro zavedení TPM.
- Vypracování základních cílů a postupu zavedení TPM: analýza současného stavu, definování konkrétních cílů, kterých má být dosaženo, časový harmonogram a konkretizace jednotlivých kroků (postupů).
- Zpracování detailního a závazného plánu realizace TPM v podniku.

2. Zkušební implementace

- Úvodní projekt ve vybrané části výroby: zapojení kooperujících firem, externí konzultanti a vzdělávací firmy, vyhodnocení prvních zkušeností.

3. Implementace TPM v podniku

- Zlepšování celkové efektivnosti zařízení ve výrobě jako je výběr zařízení, formování týmů pro TPM.
- Zpracování programů v autonomní údržbě v jednotlivých týmech vytvoření a rozvoj diagnostických nástrojů a schopností pracovníků v týmu.
- Zhotovení plánů pro oddělení údržby periodické a preventivní prohlídky, hospodaření s opotřebovanými součástkami, zásobování.
- Tréninky zaměřené na řešení detailních problémů v týmech trénink vedoucích týmů ve vedení a moderování skupiny, trénink v řešení technických problémů údržby.
- Zavedení kompletního TPM programu.

4. Stabilizace

- Vyhodnocení výsledků, vymezení vyšších cílů, zdokonalování stabilizace TPM.^{2, 5}

1.3 Zlepšování procesů

Zlepšování procesů je stále více požadované u každé firmy. Žádný podnik v dnešní době nechce být oproti jinému podniku s produktivitou pozadu. A proto se do procesu zapojují samotní zaměstnanci.

Produktivitu jakéhokoliv procesu může zlepšit pět obecných způsobů:

1. zvětšit vstup, a ještě více zvýšit výstup,
2. stabilizovat vstup, ale zvýšit výstup,
3. snížit vstup při menším snížení výstupu,
4. snížit vstup a zároveň stabilizovat výstup,
5. snížit vstup a zvýšit výstup.^{2, 15}

Aby mohlo být dosaženo výsledků, mělo by se dodržovat následujících šest kroků. Tyto kroky vedou k novým vylepšeným a důmyslnějším způsobům, jak provádět daný proces či práci:

1. výzva pro zlepšování,
2. analýza stávajícího stavu,
3. otázky na možné zlepšení a identifikace problémů,
4. specifikace nového postupu nebo metody,
5. měření a hodnocení přínosů.^{2, 15}

Prvním krokem ke zvýšení produktivity je položení si základních otázek, dá se říci, že je to „výzva“. Pokládají se například tyto otázky „Není možné tento proces zlepšit?“, „Je tato operace či práce opravdu nutná?“. Pokládat takovéto otázky je nutné vždy, když se začneme zabývat jakýmkoliv problémem týkajícího se zvyšování produktivity.

Při analýze se postupuje podle principů „studia metod“. Na začátku je nutné si rozložit proces na jednotlivé elementy a zaznamenat jejich posloupnost. Obvykle k tomuto kroku stačí vytvořit seznam, ale v případě, že se jedná o několik operací, jako například montáž, je vhodné nakreslit diagram, který zaznamenává stopu každého prvku. Čím více je operací, tím složitější, zdlouhavější a náročnější je její vytváření.

Každý, kdo chce zlepšovat procesy musí ovládat správnou formulaci otázek. Pokládají se otázky Co, Proč, Kdy, Jak, Kde a Kdo. Pravdivé odpovědi na tyto otázky umožňují každému najít vždy existující problémy i způsoby zlepšující daný stav.^{2, 15}

Pokud se člověk nachází ve fázi, kdy problémy v daném procesu jsou již známé potřebuje dostatečnou inspiraci a kreativitu. Snaží se vytvořit nový a lepší způsob či metodu, jak „dělat a přemísťovat věci“. V tomto případě platí, že „dvě hlavy jsou lepší nežli jedna“. Ve skutečnosti však platí, „čím více hlav“, které se při hledání zlepšujících metod zapojí, tím lépe. Pro zefektivnění procesu existuje celá řada metod podporujících kreativitu. Jsou to např. moderační techniky, brainstorming, analytické a grafické nástroje, které je nutné systematicky využívat v rámci týmového řešení problémů nebo moderovaných workshopů. Z pohledu průmyslového inženýrství patří mezi základní principy zlepšování procesů tzv. „zlatá čtyřka“:

1. eliminace,
2. zjednodušení,
3. kombinace,
4. změna pořadí,
5. zavedení nové metody do praxe.²

Pátý krok bývá obvykle po tom, co byla nová metoda vyzkoušena a byly odstraněny drobné bariéry. Pracovníci, jejichž operace budou novou metodou ovlivněny, by měli být zapojeni do procesu zlepšování. A to takovým způsobem, že se budou moci zapojovat jejich připomínkami a výhradami k řešené oblasti. Pokud se chce dosáhnout úspěchu po zavedení nové metody do daného procesu, musí být organizace jako celku prospěšná. Pracovníci mají velký přínos převážně z následujících bodů:

- snížení námahy,
- snížení stresu,
- zvýšený zájem o práci,
- zvýšená spokojenost z práce,
- odměna za zvýšenou produktivitu,
- zlepšení bezpečnosti práce.²

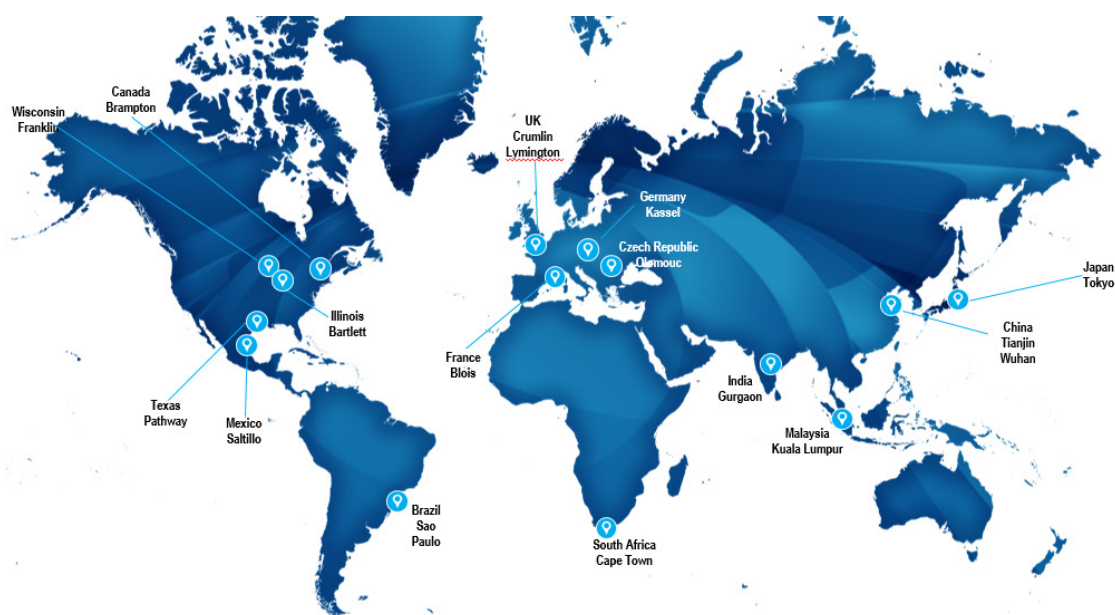
Pokud se pracovníci nepodíleli při vývoji nových metod, přestože to byla malá změna, je nutné s nimi problematiku nových procesů prodebatovat před tím, než bude uvedena do praxe. Každý správný průmyslový inženýr musí předvídat to, že pracovníci nejsou ze začátku ochotni přijmout novou metodu. Proto musí naslouchat pracovníkům, aby mohli přijmout jakoukoliv změnu, která pro ně bude přijatelnější. Jakákoliv chyba v tomto postupu může jakkoliv ovlivnit nové řešení a zároveň snížit potenciál zlepšení. Chyba může způsobit pokles produktivity, jestliže dojde k přerušení komunikace mezi pracovníky. Pokud

pracovníci souhlasí s novými metodami, které udělali průmysloví inženýři stále se nemůže očekávat změna k lepšímu, protože proces zvládnutí nových metod a postupů vyžaduje vždy určitý čas. V období, kdy je metoda zaváděna do procesu by měl být zvýšen dohled nad tím, jak lidem co nejvíce pomoci, aby to zvládli. Jestliže se dosáhlo úspěšného zavedení metody do praxe, měl by následovat poslední krok a tím je měření produktivity a hodnocení nové metody včetně porovnání s metodou předcházející. Pokud bylo zlepšení přínosné a splnilo účel, mělo by se začít s dalším zlepšováním procesu. Dá se říci, že se jedná o nikdy nekončící proces.^{2, 15}

2 Analýza současného stavu

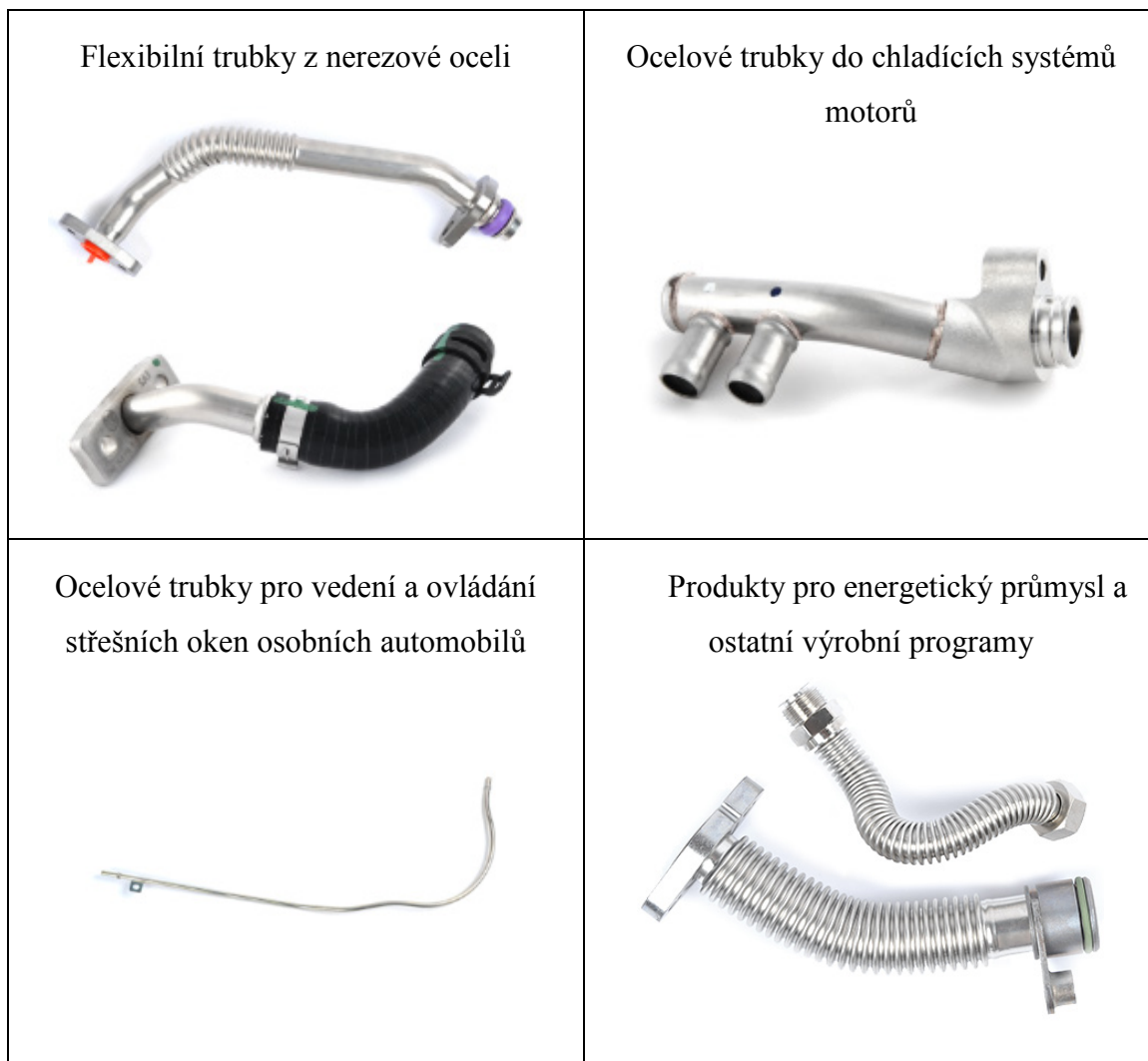
Senior Flexonics Czech s.r.o. patří do nadnárodní skupiny Senior plc, která má hlavní sídlo ve Velké Británii.

Založení Senior Flexonics Czech s.r.o. proběhlo v roce 2001. V tomto roce také byla postavena výrobní hala a spuštěna výroba. Tato společnost vyrábí a vyvíjí komponenty a systémy pro automobilový a energetický průmysl. Počátkem roku 2017 začala společnost s přístavbou nové haly, která byla dokončena koncem prosince roku 2017. Touto přístavbou se zvětšil prostor pro výrobu. Společnost rozdělila prostory haly na montážní a balicí prostory a na výrobní část, kde se provádí veškeré činnosti jako jsou: tvarování a hydroformování trubek, řezání trubek, odmašťování a praní trubek. Společnost zaměstnává okolo 300 pracovníků.



Obr. 7 Mapa působnosti divize Senior Flexonics¹⁴

Ukázka výroby Senior Flexonics Czech s.r.o.

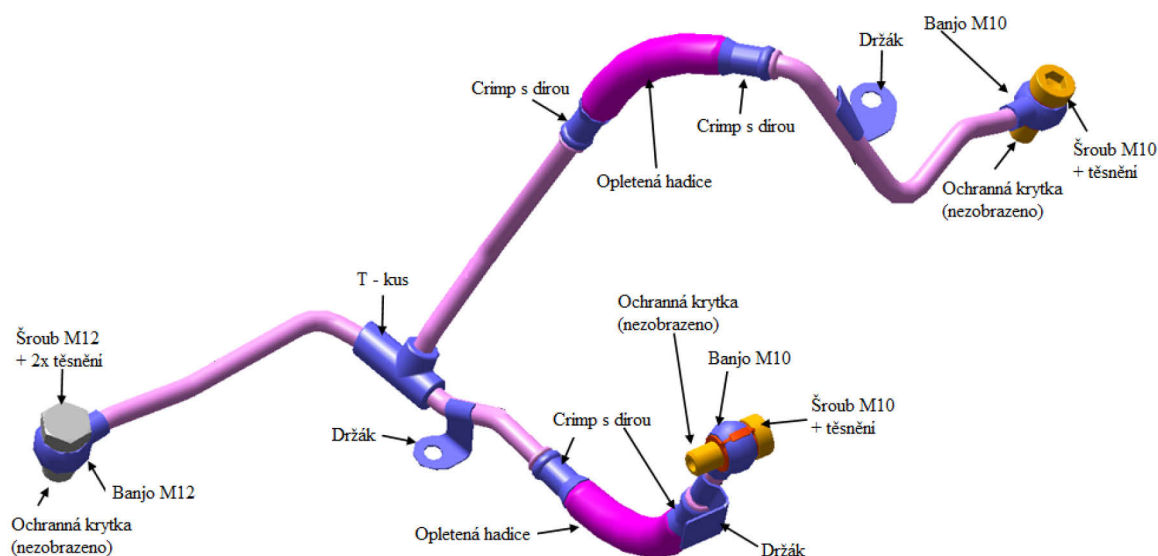


Obr. 8 Ukázka vybraných produktů, které se vyrábí ve společnosti Senior Flexonics Czech s.r.o.¹⁷

2.1 Seznámení s výrobkem 9005 020

Tento výrobek slouží k přívodu oleje do turba motoru. Výrobek se skládá celkově z 28 komponentů:

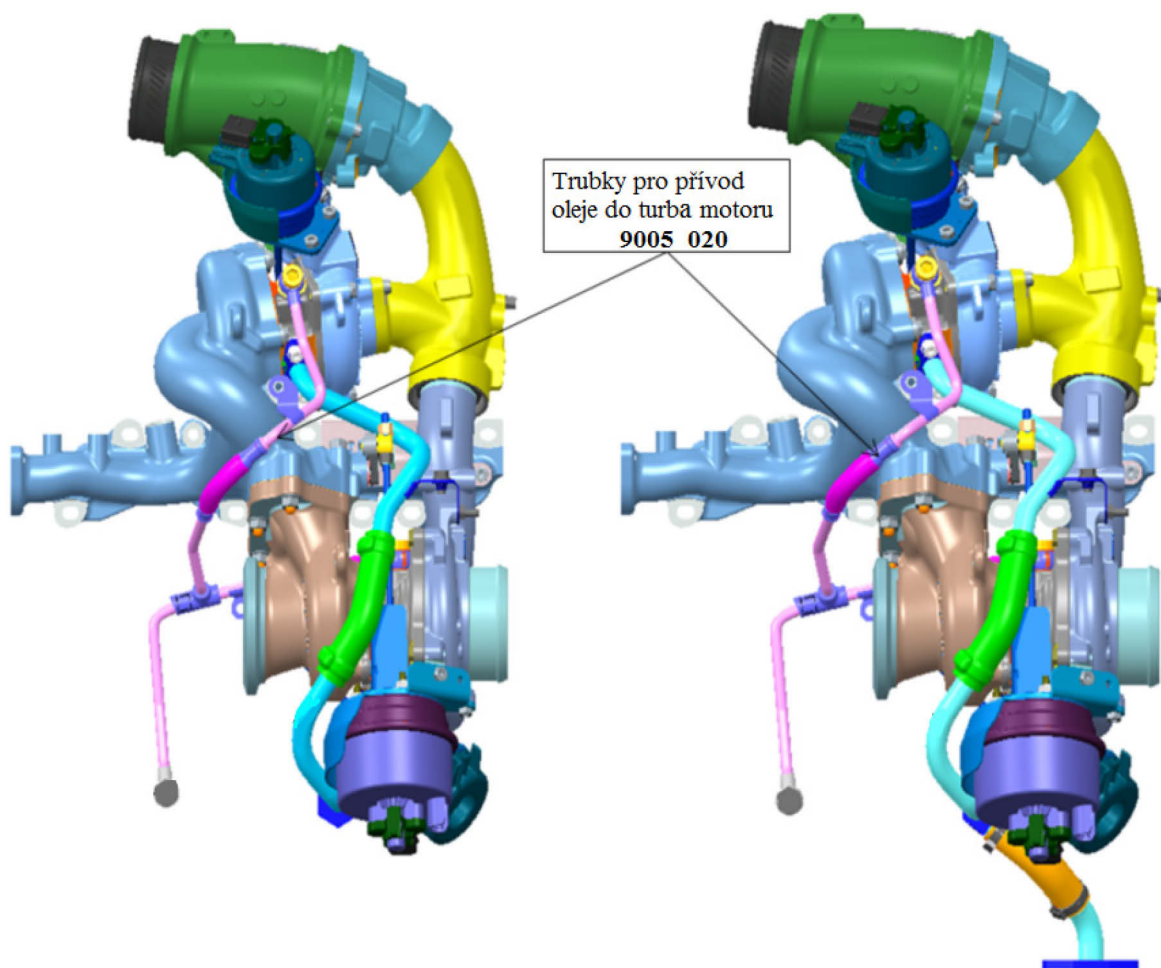
- silnostěnná trubka z černé oceli – 5 ks,
- držák č.1 – 1 ks,
- držák č.2 – 1 ks,
- podpěrný držák – 1 ks
- banjo M12 – 1 ks,
- banjo M10 – 2 ks,
- šroub M12 – 1 ks,
- šroub M10 – 2 ks,
- těsnicí kroužek č.1 – 2 ks,
- těsnicí kroužek č.2 – 2 ks,
- T-kus – 1 ks,
- crimp (pouzdro) s dírou – 4 ks,
- opletená hadice č.1 – 1 ks,
- opletená hadice č.2 – 1 ks,
- ochranná krytka na šroub M12 – 1 ks,
- ochranná krytka na šroub M12 – 2 ks.



Obr. 9 Kompletní výrobek 9005 020¹⁶

Tato trubka je výrobně náročná, protože se skládá z několika komponentů a polotovarů. Slouží pro přívod oleje do turba motoru. Trubka musí splňovat náročné kvalitativní požadavky zákazníka, proto je vhodné, aby měla povrchovou úpravu a nedošlo tak ke korozi. Veškerá pracnost a složitost se projevuje na ceně této trubky, která je vyčíslená na 443,50,- Kč. Finální sestavy trubky se ukládají do KLT beden, které jsou vyloženy

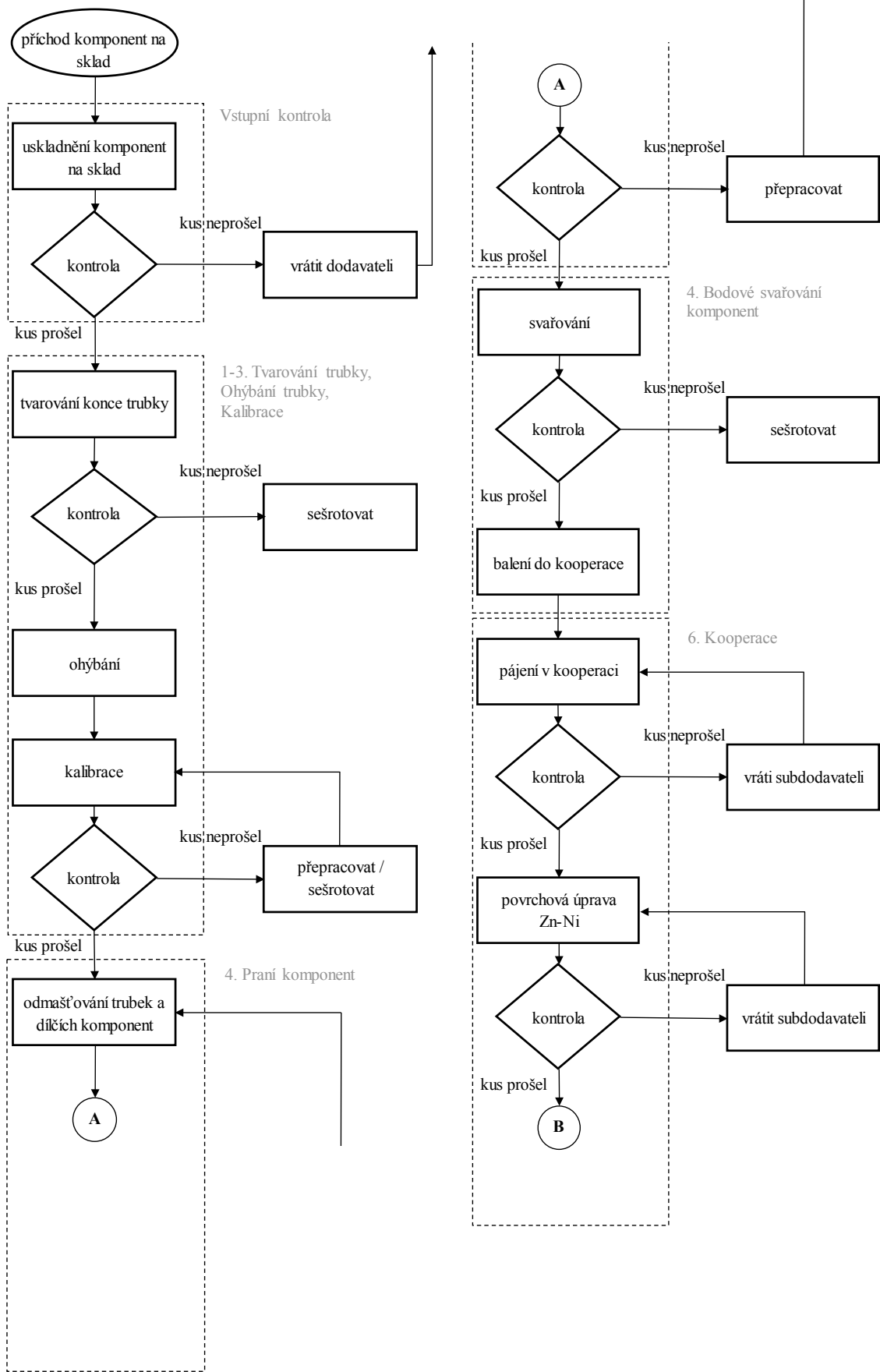
plastovým antikorozičním sáčkem. Podle požadavku zákazníka jsou finální trubky baleny po 24 kusech v KLT bedně.

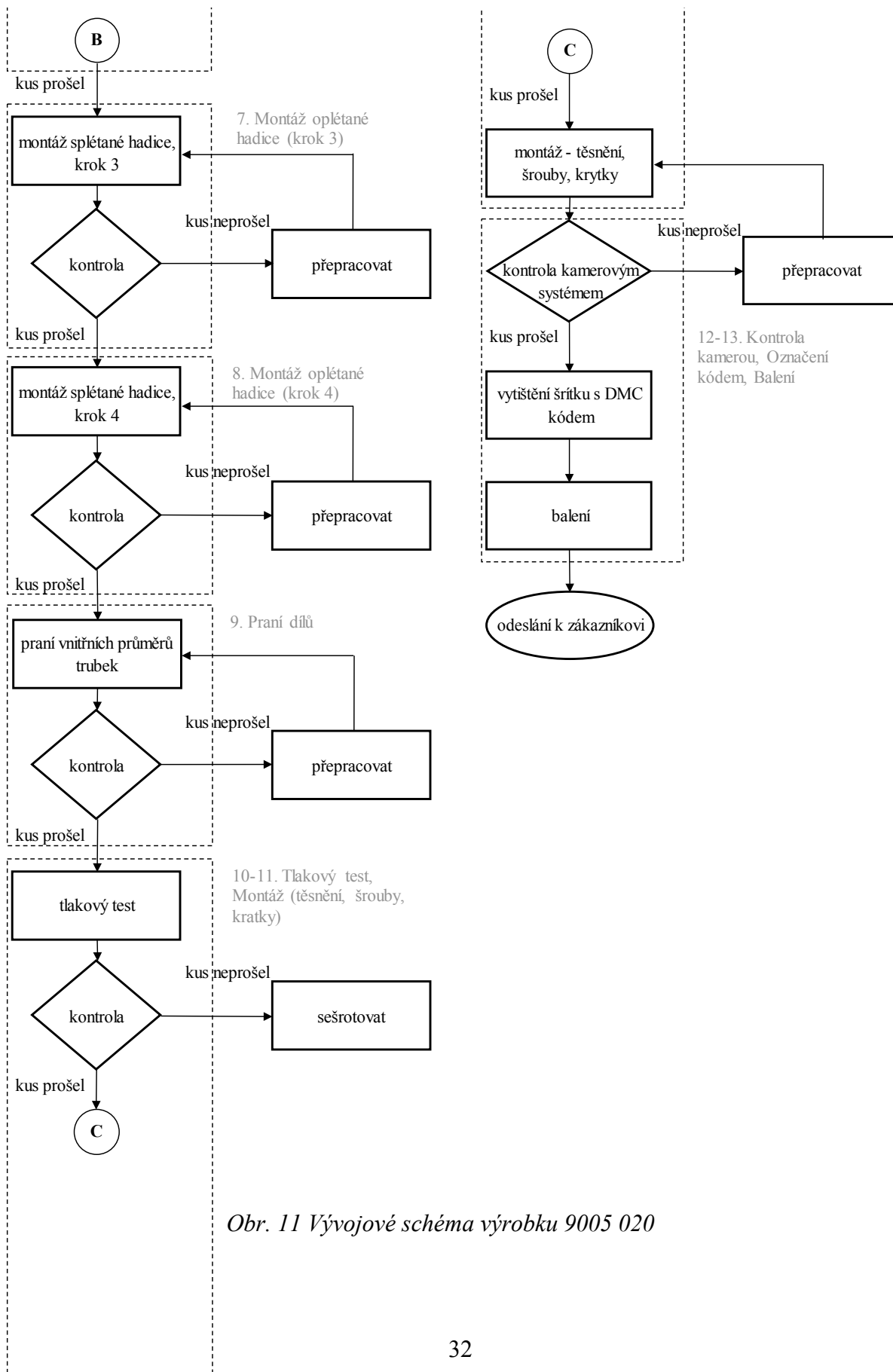


Obr. 10 Hotový výrobek umístěný v motoru auta VW Crafter BiTurbo¹⁶

2.2 Popis operací, kterými výrobek 9005 020 prochází

Pro seznámení, jak se výrobek 9005 020 vyrábí, bylo vytvořeno vývojové schéma. Jednotlivé operace, které jsou vyobrazeny ve vývojovém schématu jsou dále podrobněji vysvětleny. Tento výrobek patří k nejkompexnějším produktům firmy. Sestava výrobku je náročnější na výrobu, protože se skládá z mnoha komponentů a musí projít nejvíce operacemi.





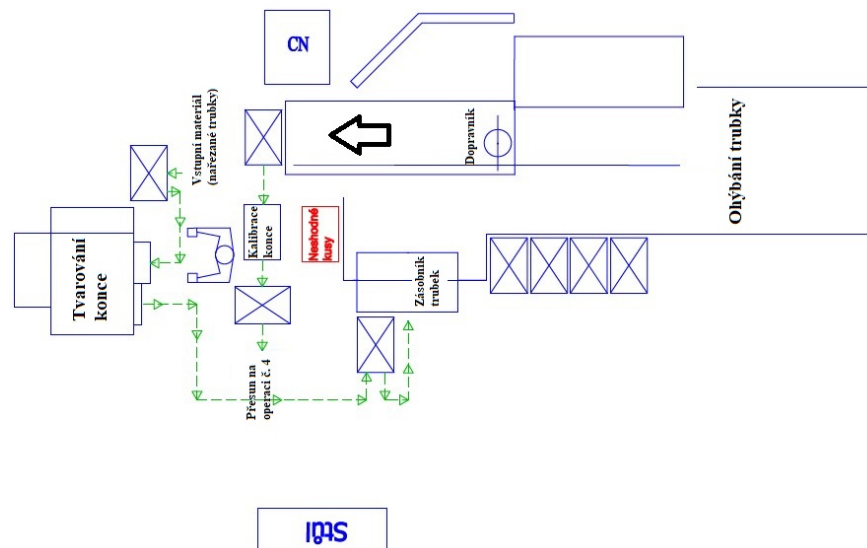
Obr. 11 Vývojové schéma výrobku 9005 020

1, 2, 3 Tvarování trubky, Ohýbání trubky, Kalibrace

Společnost Senior Flexonics Czech s.r.o. si vyrábí vlastní tenkostěnné trubky z nerezové pásky. Protože nemá vybavení na zakružování a svařování silnostěnných trubek z černé oceli, tak si je nakupuje od dodavatele. Proto je první operace tvarování trubky, která je dále spojena s ohýbáním trubky a kalibrací konce. Toto pracoviště obsluhuje jeden člověk. Jako vstupní materiál je rovná silnostěnná trubka z nelegované nízkouhlíkové oceli o průměru 8 mm a tloušťce stěny 1 mm, která je uložena v KLT bedně po 100 kusech. Obsluha stroje z této bedny vytahuje trubky a zakládá je do stroje, který na konci trubky natvaruje dva prstýnky o daných rozměrech. Průměr předního prstýnku je $8,5 \pm 0,1$ mm a průměr zadního prstýnku je $11,5 \pm 0,2$ mm. Poté, co jsou prstýnky natvarované, musí operátor každou trubku s prstýnky vyzkoušet v předepsaných kalibrech. Kontrola prstýnků se provádí tak, že se konec trubky s prstýnky vloží do předepsaných kalibrů. Pokud oba prstýnky prošly kontrolou kalibrem, operátor trubky uloží do drátěného koše po 130 kusech.

Jakmile je KLT bedna prázdná, tak se operátor přesune s plným drátěným košem k zásobníku ohýbacího stroje. Operátor musí trubky s natvarovaným koncem naskládat určeným směrem do zásobníku, aby všechny trubky byly správně ohnuté. Ze zásobníku si uložené trubky odebírá podavač, který je umístí do osy ohýbání a následně k trubce najede příslušné ohýbací nářadí. Poté, co je trubka ohnuta, vypadne na pojízdný pás, který ji dopraví do zásobníku u stroje. Operátor ze zásobníku vytáhne trubku a každý kus musí vložit do připravené makety, aby se zkontrolovalo, zda je trubka správně ohnutá. Pokud trubka nejde založit do makety, musí být uložena do předem připravené červené bedny, aby bylo hned jasné, že s tou trubkou není něco v pořádku. Také musí být přivolán seřizovač, aby zkontroloval ohýbací stroj a popřípadě jej seřídil.

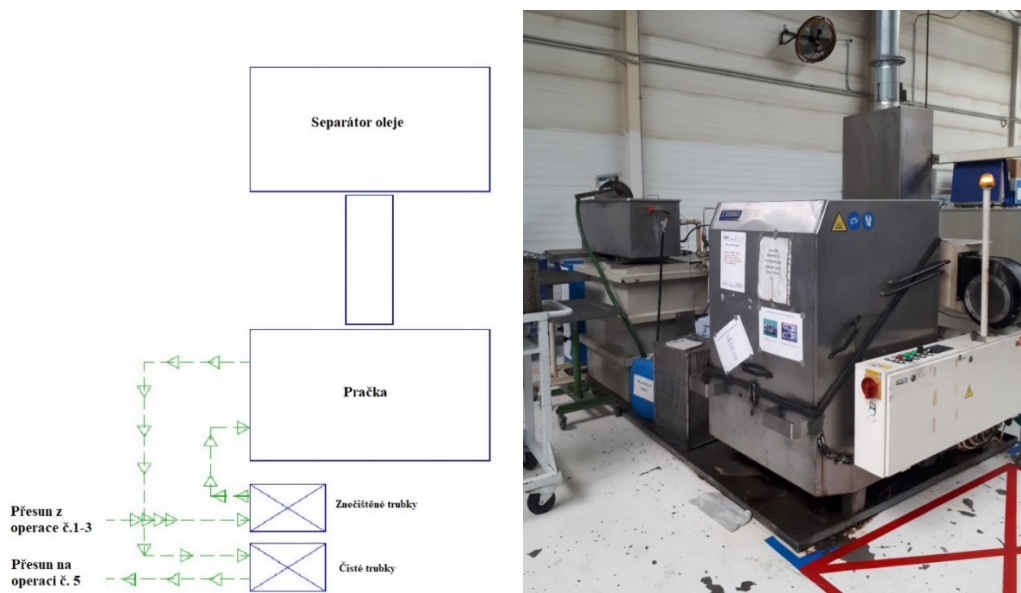
Jestliže trubka prošla kontrolou v ohýbací maketě, operátor ji následně vloží do kalibračního přípravku a konec je zkalibrován na průměr $7,75 + 0,02$ mm. Kalibrovaný konec musí být opět zkontrolován v připraveném kalibru. Kalibrace konce se dělá proto, aby trubka měla požadovanou specifikaci a byla zaručena kapilára při kapilárním pájení. Pokud trubka prošla kalibrem, je uložena do drátěného koše po 100 kusech. Stanovená norma pro tyto tři operace je 130 kusů za hodinu. Po naplnění koše požadovaným počtem trubek je koš dále přesunut do zóny u pračky. Veškeré koše nebo KLT bedny jsou přemísťovány pomocí manipulačního podvozku.



Obr. 12 Uspořádání pracoviště pro operace „Tvarování trubky, Ohýbání trubky, Kalibrace“¹⁶

4 Praní komponentů

Praní komponentů se provádí z důvodu, aby se odstranily veškeré mastné nečistoty a popřípadě třísky. Pokud by na komponentech zůstaly nějaké mastné zbytky a nečistoty není dále v procesu zaručena svažitelnost. Na této operaci se odmašťují tvarované a ohnuté trubky, banja a T-kus. Proces praní komponentů probíhá těsně před operací svařování. Komponenty na tuto operaci již přijdou v drátěných koších o stanoveném počtu 100 kusů. Takto uložené komponenty v koši se vloží do upínací klece pračky. Délka pracího cyklu je 30 minut při nastavené prací lázni $60\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$. Prací cyklus je složen ze tří pracích fází. První fáze je praní komponent s přípravkem na rozpouštění mastnoty. Ve druhé fázi se komponenty v pracím přípravku přesunou do druhé prací lázně, kde se komponenty oplachují, aby na nich nebyl prací přípravek a zbylá mastnota. Třetí fáze je již sušení. Stanovená hodinová norma pro tuto činnost je 200 kusů za hodinu. Poté, co jsou trubky vytažené z prací lázně, se musí nechat zchladnout. Po zchladnutí se komponenty přeskládávají do malých plastových KLT beden po určitých kusech. Z každého opaného koše se otestuje 5 kusů, zda na něm nezůstala mastnota. Kontrolní test omaštění se provádí speciálním fixem ARCOEST. Pokud jsou kusy v pořádku, mohou se přesunout do malých beden z důvodu lepší manipulace a skladovatelnosti v regálech. Takto přebalené a napočítané množství si vyzvedne manipulát a převezve tyto bedny k pracovišti svařování. U tohoto pracoviště se nachází regál, kam manipulát vyskládá všechny bedny s opanými komponenty.

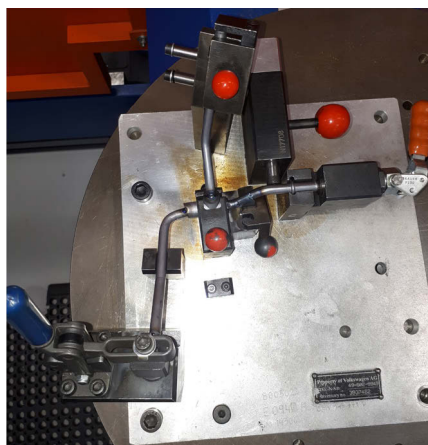


Obr. 13 Uspořádání pracoviště pro operaci „Praní komponentů“¹⁶

5 Bodové svařování komponentů

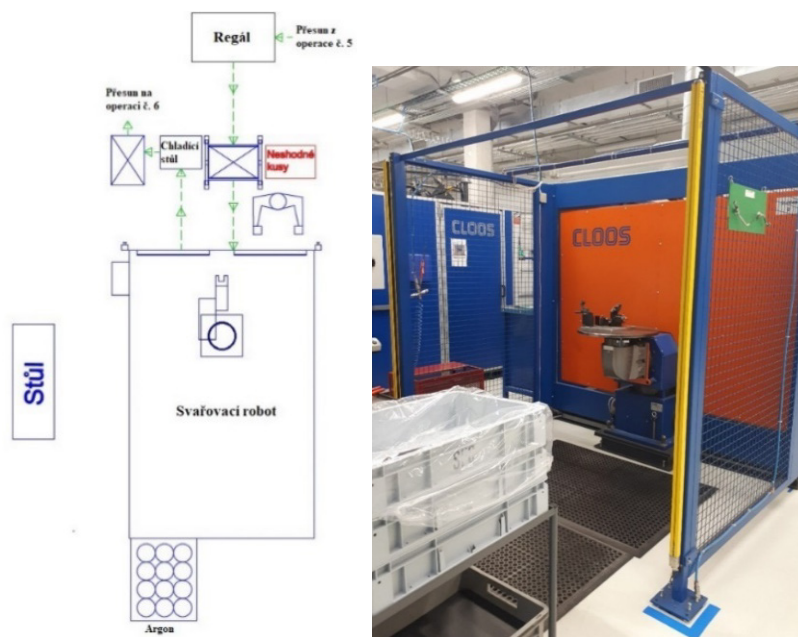
Bodové svařování trubky se provádí ve svařovacím robotu značky CLOOS se dvěma stanicemi. Výhoda dvou stanicových svařovacích robotů je v tom, že jedna stanice svařuje a druhá stanice je otočena směrem k obsluze, kde se ze svařovacího přípravku může vytáhnout svařená část a založí se opět nové komponenty, které mají být svařeny. Svařovací robot svařuje obloukovou svařovací netavící se elektrodou v inertním plynu (TIG). Na této operaci se do svařovacího přípravku vkládá šest komponent. Tři silnostěnné trubky, jeden T-kus, jedno banjo a jeden držák. Uložené komponenty se v přípravku zajistí rychloupínacími šrouby a stiskne se hlavní tlačítko které dá signál k tomu, aby se spustil cyklus svařování. Cyklus se skládá z těchto činností:

- Stisknutí tlačítka.
- Automatické otočení pracovního stolu.
- Jakmile je stanice č. 1 otočena dovnitř robotu, začne robot bodovat.
- Stanice č. 2 je otočena k operátorovi, který vytáhne z přípravku zabodovanou trubku, kterou vizuálně zkontroluje a uloží na chladicí stůl. Poté přejde k místu, kde má nachystané součásti, ty si vezme do ruky a vloží je do prázdného svařovacího přípravku.
- Stisknutí tlačítka a vše se opakuje.



Obr. 14 Založení součástek do svařovacího přípravku

Jakmile se operátorovi na chladicím stole nahromadí cca 10 kusů a jsou již zchladlé uloží je do nachystané KLT bedny, která je vyložena plastovým sáčkem. KLT bedny se ukládají na pojízdný stůl, aby operátoři měli snadnější manipulaci. Do bedny se ukládá 30 kusů a takto uložené kusy v bedně putují na další operaci, kterou je „Kooperace“. U svařovacího robota je stanovena výrobní norma 55 kusů za hodinu. Po každém 25. cyklu musí operátor vypnout svařovací stroj, a musí dojít nabrousit svařovací elektrodu. Svařovací elektrodu brousí na brusce, která je umístěna na kontrolním stole u svařovacího robota. Jak správně mají operátoři brousit svařovací elektrodu mají stručně popsáno v příložené dokumentaci, která je uložena ve složce na kontrolním stole. Poté musí operátor správně umístit elektrodu zpět do držáku pomocí kalibru „kalibr na vysunutí elektrody“. Jakmile je elektroda správně umístěna může operát dále pokračovat v práci.



Obr. 15 Uspořádání pracoviště pro operaci „Svařování trubky“¹⁶

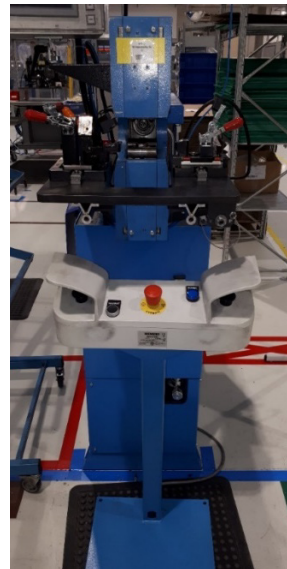
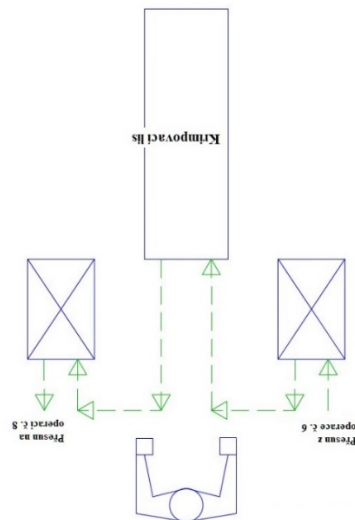
6 Kooperace

Společnost posílá trubky do kooperace „pájení a povrchová úprava“. Společnost nedisponuje strojním vybavením, které jsou potřeba pro průběžnou pájecí pec, proto se kusy zasílají na pájení do kooperace. Trubky jsou po bodovém svařování zabaleny do KLT beden a jsou odeslány do kooperace na pájení. V kooperaci se nanese pájecí pasta po obvodu trubky spoje. Trubky poté projdou pájecí pecí, kde dojde k roztavení pájecí pasty a vznikne velmi pevný spoj. Poté, co jsou trubky zapájené, jsou přivezeny opět do Senior Flexonics Czech s.r.o. a jsou uloženy do skladu. Po každém navezení dávky z kooperace pájení musí být na skladě provedena kontrola. Kontrolu vždy provádí člověk z oddělení kvality. Stává se, že trubka není dobře zapájená, a proto musí být zpět zaslána do kooperace, aby byla znovu zapájena. Kdyby byla trubka špatně zapájená, mohlo by po finálním smontování všech komponentů dojít k úniku, což je nežádoucí. Další druh vady z pájení je, že pájka, která má být jen v určitých spojích, přeteče na funkční těsnicí plochu. Pokud se objeví tato vada, trubka musí být vyhozena. Pokud byly trubky v pořádku jsou schválené pro další činnost, což je povrchová úprava.

Až je dohodnuté datum pro povrchovou úpravu, tak se trubky znovu převezou na další kooperaci, kde proběhne speciální pokovovací povrchová úprava Zn-Ni. Tato kombinace povrchové úpravy je volena tak, aby byla v souladu s normami a požadavky zákazníka. Povrchová úprava se dělá proto, aby trubky měly odolnost v extrémně agresivním hydraulickém prostředí. Po povrchové úpravě jsou trubky opět převezeny zpět do skladu společnosti Senior Flexonics Czech s.r.o. Po povrchové úpravě jsou trubky kontrolovány, až na operaci „7 Montáž oplétané hadice (krok 3)“. Trubky jsou na skladě uloženy, dokud není naplánovaná montáž trubek s oplétanými hadicemi.

7 Montáž oplétané hadice (krok 3)

Montáž oplétané hadice se provádí na tzv. „krimpovacím lisu“. „Krimpování“ je technika zalisování „crimpu“ (pouzdra s dírou) a oplétané hadice na trubku. Slovo „crimp“ pochází z angličtiny a v překladu znamená trvalé přetvoření materiálu.



Obr. 16 Uspořádání pracoviště pro operaci „Montáž oplétané hadice (krok 3)“¹⁶

Na této operaci se spojuje 5 komponentů dohromady:

- polotovar – trubka s T-kusem – 1 ks,
- polotovar – krátká trubka s banjem – 1 ks,
- oplétaná hadice – 1 ks,
- pouzdro s dírou – 2 ks.

Na jeden konec opletené hadice se nasadí pouzdro a trubka s pouzdralem se společně nasadí na trubku. Pouzdro s hadicí se nasadí na trubku tak aby se pouzdro zastavilo o zadní prstýnek. Na druhé straně hadice se provede stejný postup. Takto spojená hadice s trubkami se založí do lisu, a sepne se program. Poté co jsou pouzdra zalisována se kus vytáhne a operátor provede vizuální kontrolu. Kontroluje se správný držák, na kterém by mělo být vyražené specifické číslo a správnost zalisovaného pouzdra. U kontroly zalisování pouzdra se kontroluje vzdálenost pouzdra od konce hadice. K této kontrole slouží díra na konci pouzdra viz Obr. 17. U montáže je stanovena výrobní norma 100 kusů za hodinu. Zkompletovaný polotovar se uloží do KLT bedny a je přesunut na další operaci “Montáž oplétané hadice (krok 4)“. Tyto dvě montáže probíhají současně. Krimpovací lisy jsou umístěny vedle sebe. Tím že jsou lisy umístěny vedle sebe nevzniká žádný časový prostoj při přemísťování beden.

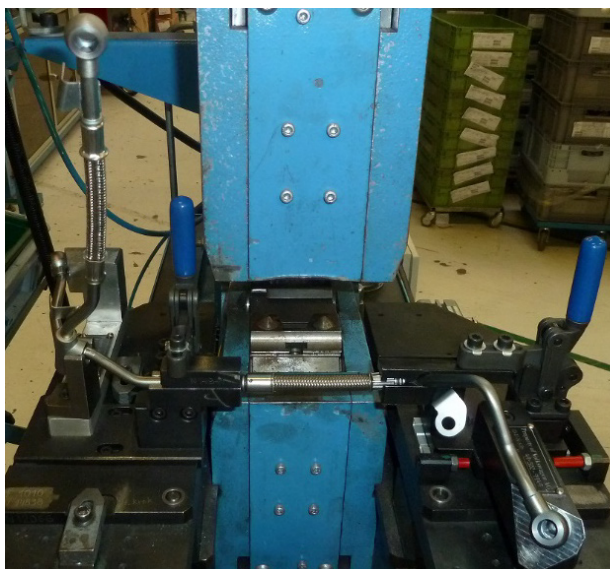


Obr. 17 „Zakrimpovaná“ trubka s hadicí

8 Montáž oplétané hadice (krok 4)

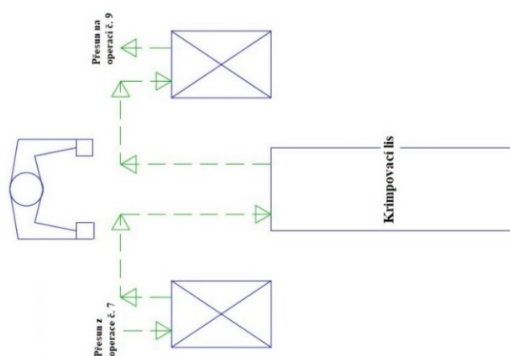
Postup „krimpování“ je již popsán v kapitole „7 Montáž oplétané hadice (krok 3)“. Na této operaci se spojuje 5 komponentů dohromady:

- polotovar – trubka s T-kusem a již nalisovanou splétanou hadicí – 1 ks,
- polotovar – dlouhá trubka s banjem – 1 ks,
- oplétaná hadice – 1 ks,
- pouzdro s dírou – 2 ks.



Obr. 18 Montáž druhé oplétané hadice na „Krimpovacím lisu“

První polotovár je již zalisovaná trubka s oplétanou hadicí a druhý polotovár je zahnutá trubka s banjem viz. *Obr. 18*. U této operace se kontroluje jen správnost zalisovaného pouzdra, protože kontrola správného držáku již byla provedena v předchozí operaci 7. U této montáži je také stanovena výrobní norma 100 kusů za hodinu. Takto zkompletovaná trubka se uloží do KLT bedny a přesune se na další operaci, což je praní vnitřních průměrů trubky.

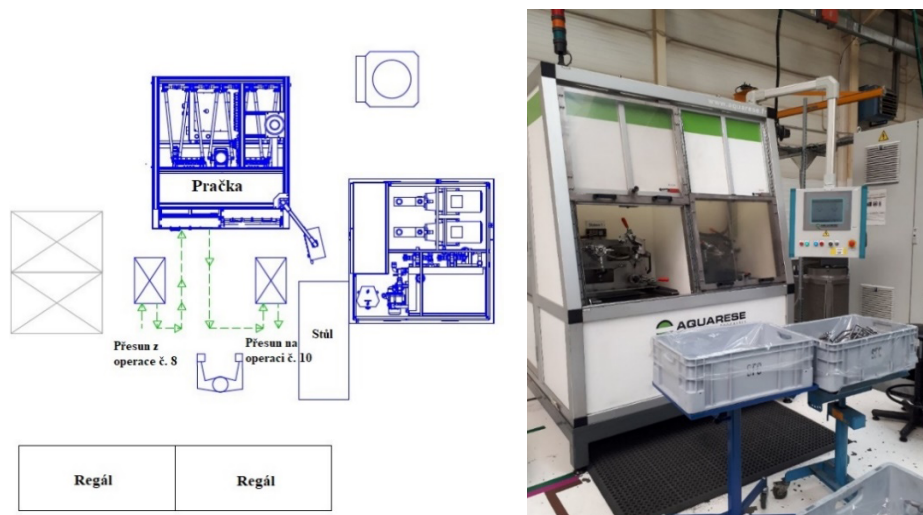


Obr. 19 Uspořádání pracoviště pro operaci „Montáž oplétané hadice (krok 4)“¹⁶

9 Praní finálního výrobku

Na tuto operaci přichází již skoro kompletní trubka, která však ještě nemá finální komponenty jako jsou šrouby, těsnění a krytky. Na této operaci praní se vyplachuje vnitřní průměr trubky a hadic. Protože tato trubka slouží pro přívod oleje do turbo motoru, je potřeba, aby vnitřní trubky byly minimálně znečištěny. Oplétané hadice na montáž chodí přímo od dodavatele, proto je potřeba aby byly vnitřní průměry hadic vyčištěny. I když jednotlivé komponenty (trubky, T-kus a banja) byly jednou vyprány musí se znovu vše očistit. Protože trubky na prvním praní byly jen vloženy do prací lázně, není jistota, že vnitřní nečistoty byly na 100 % odstraněny. Na této operaci je finální trubka vložena do speciálního přípravku tak, že se trysky připojí na všechny vstupy do trubky. Tento způsob praní zaručuje, že je speciální kapalina vháněna do trubky pod určitým nastaveným tlakem po určitou dobu. Technik z údržby musí na začátku směny nebo práce zkontrolovat, že je správně zvolený program na praní. Pračka má na každý typ výrobku jiný program, protože na každou trubku jsou jiné požadavky. Poté, co byla trubka vypraná, se uloží do KLT bedny, kde je speciální plastový sáček. Plastový sáček má zajistit, aby nedošlo k znečištění již vypraných kusů. Jakmile je bedna plná, plastový sáček se musí uzavřít přehnutím tak, aby se samovolně neotevřel. Takto zabalené kusy pokračují na operaci

„Tlakový test a Montáž komponent“. U této operace je stanovena výrobní norma 80 kusů za hodinu.



Obr. 20 Uspořádání pracoviště pro operaci „Praní finálního výrobku“¹⁶

10, 11 Tlakový test, Montáž (těsnění, šrouby, krytky)

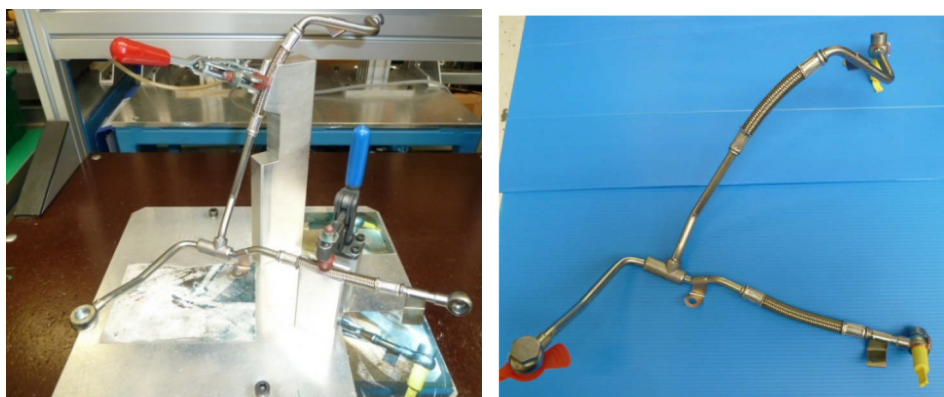
Na této operaci se finálně kontroluje těsnost celé trubky, aby se předcházelo možnému úniku v motoru. Tento způsob kontroly zaručuje 100% odhalení úniku. Finální výrobek se vkládá do testovacího přípravku tak, že se zatěsní všechny vstupy do trubky, přičemž jeden z těsnících trnů slouží jako plnicí. Jakmile je trubka zajištěna v testovacím přípravku, je spuštěn kontrolní program. Trubka je tlakována vzduchem na požadovaný tlak a po určitou dobu musí tomuto tlaku odolat. Pokud je tlakový test zařízením vyhodnocen jako netěsný, musí operátor použít speciální sprej, aby se zjistilo, kde přesně dochází k úniku. Na taková možná místa operátor stříká speciální sprej, a tam kde, dochází k úniku, se dělají malé bublinky. Operátor na unikajícím kusu zaznačí, kde přesně je únik a takto označený kus uloží do zádržné zóny. V zádržné zóně tento kus kontroluje vybraná osoba z oddělení kvality, která rozhoduje, zda kus půjde na přepracování tzv. „rework“ nebo bude sešrotován. Pokud byl kus vyhodnocen jako „OK“ tak je kus vyjmut z přípravku a operátor musí zkontrolovat na T-kusu vpich. Vpich na T-kusu znamená, že tlakový test byl proveden a kus prošel bez jakéhokoliv úniku. Dále operátor musí zkontrolovat správnost všech držáků, na kterých je specifické číslování.

Pokud všechny specifikace byly zkontrolovány a vše je správně, může operátor pokračovat v další operaci, a to je montáž komponentů. Tato operace je umístěna hned vedle tlakového testu. Trubka se umístí do speciálního držáku a upne se Obr. 21. Před tím,

než operátor začne s montáží komponentů musí zkontrolovat, zda má nachystané všechny správné komponenty podle čísel uvedených v dokumentaci. Jakmile je trubka upnuta, operátor začne s montáží všech konečných komponent. Seznam komponentů, které se montují na této operaci, jsou:

- šroub M10 – 2 ks,
- šroub M12 – 1 ks,
- těsnění pro šroub M10 – 2 ks,
- žlutá plastová krytka pro šroub M10 – 2 ks,
- červená plastová krytka pro šroub M12 – 1 ks.

Finální trubka se všemi komponenty je vyobrazena na *Obr. 21*. Trubka je po montáži opět uložena do KLT bedny a následně přesunuta na konečnou operaci „Kontrola kamerou, Označení DMC kódem, Balení“. Tyto dvě operace mají stanovenou výrobní normu na 40 kusů za hodinu.



Obr. 21 Trubka upnutá v montážním přípravku, trubka se všemi namontovanými díly

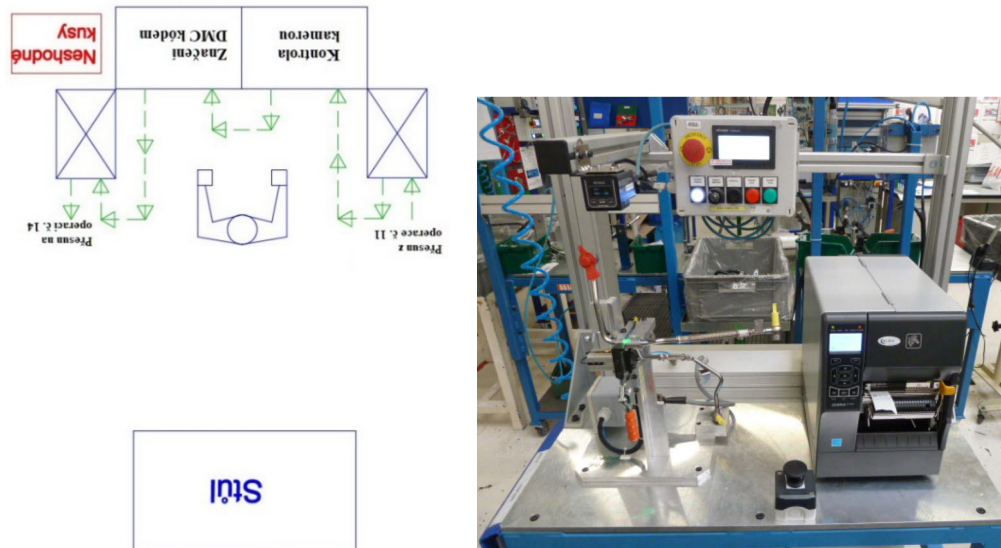


Obr. 22 Uspořádání pracoviště pro operace „Tlakový test, Montáž (těsnění, šrouby, krytky)“¹⁶

12, 13 Kontrola kamerou, Označení kódem, Balení

Tyto operace jsou již konečné. Na těchto operacích se kontroluje finální výrobek, který musí obsahovat veškeré komponenty, které se montovaly na operaci „Tlakový test, Montáž (těsnění, šrouby, krytky)“. Aby nedošlo k tomu, že výrobek bude zabalen např. bez šroubu nebo krytky, jsou na této operaci nainstalované kamery. Kamery zaručují 100% kontrolu a jako potvrzení, že trubka obsahuje všechny komponenty je označena DMC štítkem. DMC štítek se vytiskne z tiskárny jen, pokud jsou všechny komponenty přítomny. Pokud nějaký komponent chybí, kontrolní stůl nahlásí na display chybu a rozsvítí se červená kontrolka. Aby nedošlo k tomu, že je tato trubka uložena do balící bedny, musí operátor dojít k vedoucímu směny a požádat jej o klíč. Klíč slouží k resetování kontrolního zařízení a poté musí kus uložit do žluté bedny. Ve žlutých bednách jsou ukládány neshodné díly, které jsou zkontrolovány osobami z oddělení kvality. Ty díl zkontrolují a vystaví na tento kus „rework“. Kus je na určité operaci vrácen a vhodný komponent je vyměněn nebo doplněn. Trubka dále pokračuje opět přes všechny následující operace, aby bylo vše opět zkontrolováno. Pokud je trubka v pořádku, nic na ní nechybí, je vyhodnocena jako „OK“ a z tiskárny vyjede DMC štítek. Štítek je nalepen na určenou část trubky. DMC štítek se skládá z QR kódu, ve kterém jsou zakódované informace o datu výroby a pořadovém čísle dílu.

Pokud trubka prošla kontrolou je označena DMC štítkem a je uložena do KLT bedny ve které je plastový sáček. Trubky se do bedny se sáčkem ukládají po 24 kusech a konec sáčku se musí založit tak, aby se neotevřel. Jakmile je bedna naplněna požadovaným množstvím trubek operátor na bednu umístí skladovou kartu. Takto označená bedna se přemístí do skladu s finálními výrobky. Pokud přišla řada na dodávku zákazníkovi, skladová karta se odstraní a na bednu se nalepí zákaznický štítek. Tyto dvě operace mají stanovenou výrobní normu na 60 kusů za hodinu.



Obr. 23 Uspořádání pracoviště pro operace „Kontrola kamerou, Označení kódem, Balení“¹⁶



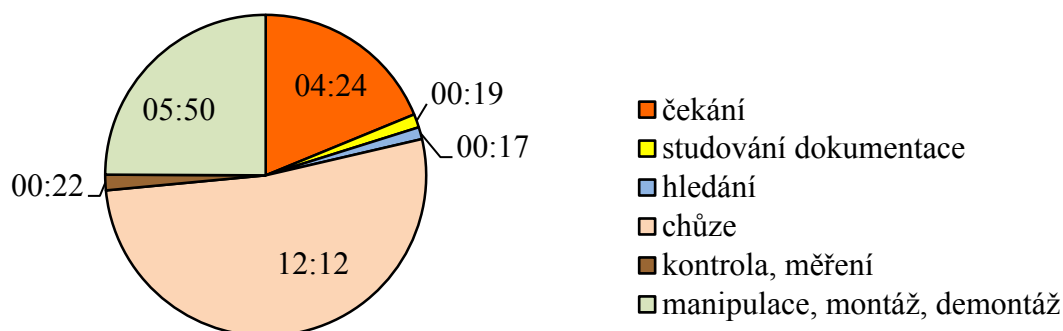
Obr. 24 Pohyb materiálu po jednotlivých operacích¹⁶

2.3 Hodnocení aktuálního stavu

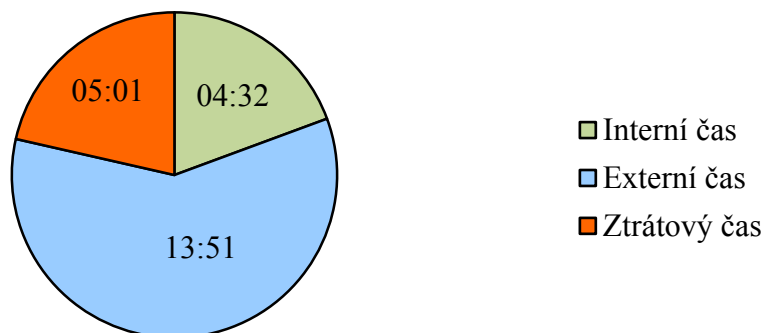
S pracovníkem, který plánuje výrobu bylo dohodnuto, že mě bude informovat, kdy bude probíhat výměna přípravků. Já jsem si poté domluvila u pracovníků, kteří prováděli výměnu, aby mě ihned přivolali, jakmile se budou blížit ke konci výroby. To se samozřejmě odrazilo na výsledcích náměrů, protože si operátoři chtěli ulehčit práci a před chystali si některé věci. Veškeré náměry jsem se snažila provádět tak, aby nenarušovaly plynulost výroby a neměly vliv na osoby provádějící výměnu.

Měření současného stavu při výměně přípravků na krimpovacím lisu

Měření proběhlo 17.1.2019 na ranní směně. Tuto výměnu prováděl operátor/seřizovač na krimpovacím lisu. Celková doba výměny trvala 23 minut a 24 sekund. V *Příloze A* jsou zapsané naměřené hodnoty spolu s popisem činnosti. Červeně zaznačené hodnoty jsou časy, které byly delší jak jednu minutu.



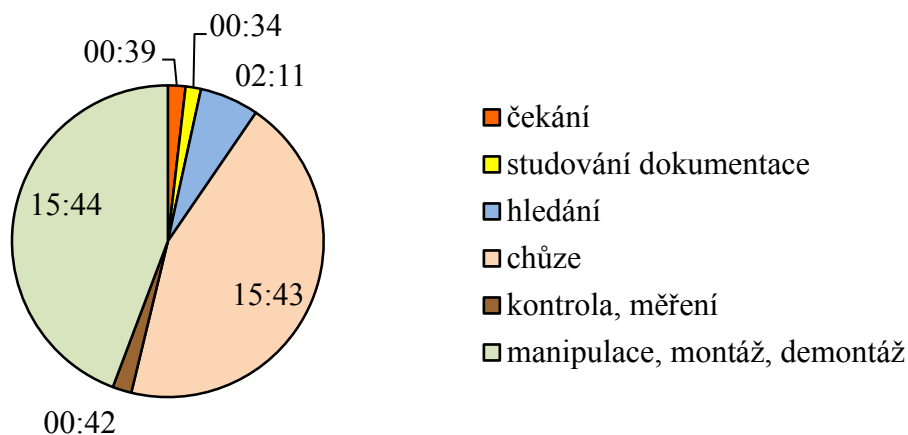
Graf 2 Graf rozdělení podle druhu činnosti – malá výměna



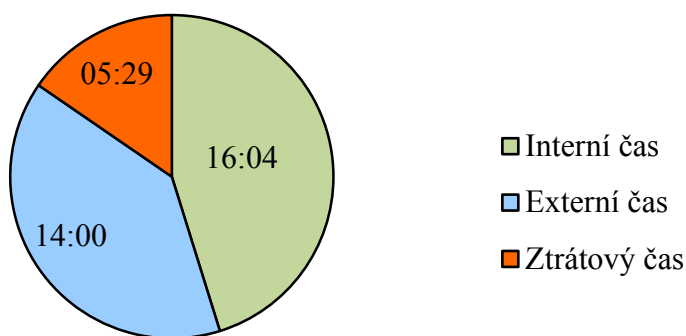
Graf 3 Graf rozdělení na interní, externí a ztrátový čas – malá výměna

Měření současného stavu při výměně přípravků na svařovacím robotu CLOOS

Měření proběhlo 2.2.2019 na ranní směně. Tuto výměnu prováděl operátor/seřizovač na svařovacím robotu CLOOS. Celková doba výměny trvala 35 minut a 33 sekund. V Příloze B jsou zapsané naměřené hodnoty spolu s popisem činnosti. Červeně zaznačené hodnoty jsou časy, které byly delší jak jednu minutu.



Graf 4 Graf rozdělení podle druhu činnosti – velká výměna



Graf 5 Graf rozdělený na interní, externí a ztrátový čas – velká výměna

3 Identifikace úzkých míst a problémů

Náměry byly provedeny na dvou zařízeních, které jsme s lean manažerem vyhodnotili jako vhodné pro zlepšení. První náměry jsem povedla při výměně přípravků na pracovní operaci, která je pojmenovaná „Montáž oplétané hadice (krok 4)“, která probíhala na krimpovacím lisu. Druhé náměry byly provedeny na operaci „Bodové svařování komponentů“ tato výměna probíhala na svařovacím robotu značky CLOOS.

3.1 Malá výměna na krimpovacím lisu

Výměna na krimpovacím lisu byla vybraná z důvodu, že montáž oplétané hadice se provádí na dvou stejných zařízeních. Tyto zařízení mají úplně stejný postup výměny, jediné, co se liší je, že na základové desce, která se upíná k zařízení, je trochu jiný přípravek. Základová deska u těchto přípravků je vždy totožná. Z toho tedy vyplývá, že na „Montáži oplétané hadice (krok 3)“ a „Montáži oplétané hadice (krok 4)“ se dá využít stejného zlepšení.

Popis malé výměny

Tuto výměnu přípravků prováděla jedna osoba a to seřizovač. Postup malé výměny je zaznamenám v *Příloze A* tento náměr byl proveden 17.1.2019 na ranní směně. Zaznamenávání této výměny bylo provedeno na videozáznam. Celková doba výměny trvala 23 minut a 24 sekund. Při analýze byly identifikované ztrátové časy, které nebylo potřeba aby seřizovač prováděl. Dále se časy rozděleny na externí, interní a ztrátové.

Prvním krokem seřizovače bylo, že si musel dojít pro danou složku s dokumenty, která je určena pro tuto výměnu. Veškeré tyto složky jsou uloženy ve skříni se zásuvkami na jednom místě, a to je u kanceláře mistrů. Seřizovač musel jít velký kus, proto aby vyzvedl složku s dokumenty. Poté, co došel k této skříni, musel hledat složku. Každá složka je řádně očíslovaná podle výrobku a operace, na které je výměna provedena. I když jsou složky a šuplíky označeny, seřizovač složku hledal déle. Příčinou tohoto zdržení je, že lidé, kteří si složku vezmou, ji nevrací zpět na své místo, ale kam se jim zachce. Poté následovala chůze přes celou halu zpět k zařízení, na kterém měla proběhnout výměna. Seřizovač u zařízení otevřel dokumentaci a studoval, co za přípravky a náradí má donést. To si zapamatoval a šel do nástrojárny, kde jsou uloženy veškeré přípravky, makety a vzorové kusy. Tyto věci jsou uloženy v automatizovaném skladovacím systému Kardex.

V nástrojárně nahlásil, jaké číslo přípravku potřebuje a obsluha Kardexu to zapsala do PC propojeného s tímto systémem. Po menší pauze se Kardex otevřel a vyjel přípravek, který seřizovač potřeboval. Seřizovač si tyto dva přípravky vzal do ruky a šel zpět k zařízení, na kterém provede výměnu. Jak došel k zařízení, musel si odložit přípravky na kontrolní stůl a přesunul se k samotné výměně. Seřizovač použil imbusový klíč a uvolnil šrouby na přípravku 1. Šrouby uvolnil a nadzvedl přípravek od makety a položil jej zpět. Tato činnost byla zbytečná. Seřizovač se přesunul na druhý přípravek, kde uvolnil první šroub. Když chtěl uvolnit druhý šroub na přípravku 2 zjistil, že mu k uvolnění brání opěrná část pro založení kusu. Proto musel nejdříve odšroubovat opěrnou část od přípravku 2. Teprve potom mohl odšroubovat druhý šroub, který držel přípravek upnutý k základně. Jakmile uvolnil druhý šroub, seřizovač ihned našrouboval zpátky na přípravek opěrnou část a imbusový klíč položil na základní desku zařízení. Dalším krokem bylo uvolnění obou přípravků od základny a přesunutí na kontrolní stůl. Na kontrolním stole si seřizovač vyměnil staré přípravky za nové. Nové přípravky přesunul k zařízení a rovnou je umístil na správné pozice. Seřizovač použil imbusový klíč, ale jinou velikost, protože potřeboval posunout opěrnou kostku, aby mohl upevnit přípravek k základové desce. Dále následovalo postupné utahení dvou šroubů na přípravku 1 a přípravku 2. Seřizovač šel nahlédnout do dokumentace kterou měl odloženou na kontrolním stole a následně nastavil na ovládacím panelu správný program. V tu chvíli, kdy mohl být založen první kus a ukončena výměna se zjistilo, že operátor není nikde poblíž. Proto nastalo prodloužení, kdy se na něj čekalo. Když se operátor objevil, musel si ještě upravit pracoviště, což obnášelo další čas navíc. Jakmile si operátor přizpůsobil pracoviště založil kusy do zařízení a sepnul program. Po ohlášení stroje, že je kus hotový, si jej vzal operátor a zkontroloval, jestli je všechno v pořádku. Kus byl vyhodnocen jako dobrý kus a tím tedy práce seřizovače skončila. Seřizovač ještě musel odnést staré přípravky zpět do nástrojárny, kde byly uloženy zpět na své místo do Kardexu.

Nalezené problémy u malé výměny

Problémy, které se u této výměny vyskytly:

- **Chůze pro složku s dokumenty** – tato činnost zabírala hodně času, protože skříň s těmito složkami byla umístěna na druhém konci haly.
- **Chůze do nástrojárny a čekání na vydání přípravku** – chůze zabírá podstatný čas a čekání na zařízení Kardex, než vydá přípravek, je také zásadní zdržení.
- **Odložení přípravků na kontrolní stůl** – operátor si nevzal pojízdný stůl a přípravky nesl v rukách a musel je odložit na kontrolní stůl, aby mohl provést výměnu.
- **Uvolňování šroubů** – zdržení není zásadní, ale operátor musel použít obě strany imbusového klíče.
- **Uvolnění opěrné části pro přípravek** – základní desky přípravků nejsou sjednocené, proto musí být opěrný přípravek přesunut na jinou pozici.
- **Přesun přípravků** – jak bylo již zmíněno, operátor si nevzal pojízdný stůl, a když vyměňoval starý přípravek za nový, musel jít ke kontrolnímu stolu, kde přípravky vyměnil.
- **Čekání na operátora** – operátor měl být přítomen u zařízení, ale opozdil se.
- **Odnesení starých přípravků do nástrojárny** – tento čas se počítá jako zdržení.

3.2 Velká výměna na svařovacím robotu CLOOS

Výměna na zařízení „Svařovací robot CLOOS“ byla vybraná z důvodu, že na svařovacím robotu je nejmenší stanovená výrobní norma, což je 55 kusů za hodinu.

Popis velké výměny

Tuto výměnu prováděla jedna osoba a to operátor, který je proškolen jako operátor/seřizovač, takže může provádět určité výměny nástrojů a přípravků sám. Dále v textu budu zmiňovat pouze operátora, který prováděl tuto výměnu. Postup velké výměny je zaznamenám v *Příloze B* tento náměr byl proveden 2.2.2019 na ranní směně. Zaznamenávání této výměny bylo provedeno na videozáznam. Celková doba výměny trvala 35 minut a 33 sekund. Při analýze byly identifikované ztrátové časy činností, které nebylo potřeba, aby seřizovač prováděl. Dále byly časy rozděleny na externí, interní a ztrátové.

Prvním krokem operátora bylo, že si musel dojít pro danou složku s dokumenty, která je určena pro tuto výměnu. Veškeré tyto složky jsou uloženy ve skříni se zásuvkami na jednom místě, a to je u kanceláře mistrů. Operátor musel jít velký kus, aby vyzvedl složku s dokumenty. Poté, co došel k této skříni, musel hledat složku. Každá složka je řádně očíslovaná podle výrobku a operace na které je výměna provedena. Přestože jsou složky a šuplíky označeny operátor složku hledal déle. Příčinou tohoto zdržení je, že lidé, kteří si složku vezmou ji, nevrací zpět na své místo, ale kam se jim zachce. Poté následovala chůze přes celou halu zpět k zařízení, na kterém měla proběhnout výměna. Operátor u zařízení otevřel dokumentaci a studoval, které přípravky a nářadí má donést. To si zapamatoval a šel do nástrojárny, kde jsou uloženy veškeré přípravky, makety a vzorové kusy. Tyto věci jsou uloženy v automatizovaném skladovacím systému Kardex. Operátor v nástrojárně nahlásil, jaké číslo přípravku potřebuje a obsluha Kardexu to zapsala do PC propojeného s tímto systémem. Zatímco automatizovaný základací systém Kardex pracoval na vydání přípravků, operátor si obstaral pojízdný pomocný stůl. Po menší pauze se Kardex otevřel a vyjel přípravek, který bylo potřeba. Operátor si tyto dva přípravky vzal a uložil je na pojízdný stůl a vydal se k zařízení, na kterém provede výměnu. Poté, co operátor došel k zařízení, nechal si pojízdný stůl na místě, kde je nejbližší místu, kde bude probíhat výměna. Dále musel ze zásobovacího regálu přemístit staré komponenty do skladového regálu. Po tomto přemístění komponentů si operátor vzal dokumentaci a studoval jaké nové komponenty má přemístit do zásobovacího regálu pro tento artikl. Jelikož skladovací regál byl nepřehledný a nijak označený, musel operátor každou bednu s komponenty hledat a poté přemístit do zásobovacího regálu. Operátor si zbytečně odložil složku s dokumenty na bedny a šel k ovládacímu panelu svařovacího robota a něco na vestavěném PC nastavoval. Následovala další zbytečná chůze, protože se vracel pro složku, kterou si odložil na bednách a vzal si z ní dokument se svařovacími parametry. Znovu začal nastavovat dané parametry podle dokumentace. Po ukončení nastavování svařovacích parametrů se operátor přemístil k bednám, kde měl uloženou složku a uložil do ní výrobní technologii a přemístil se s kompletní dokumentací ke kontrolnímu stolu. Na kontrolní stůl si operátor uložil dokumentaci. Operátor se přemístil k pojízdnému stolu, kde měl uložené přípravky k výměně. U pojízdného stolku si začal chystat imbusové šrouby, které potřeboval. S takto nachystaným nářadím se přesunul přímo k základové desce svařovacího robota na svařovací stanici č.1. Operátor uvolnil dva šrouby, které držely svařovací přípravek k základně svařovacího robota. Jakmile byl svařovací přípravek uvolněn, tak jej operátor přesunul na chladicí stůl, protože na pojízdném stolu byly ještě nové přípravky a ty zabraly celou úložnou plochu. Tak musel operátor absolvovat zbytečnou činnost. Poté se přesunul

k pojízdnému stolu s přípravky a vzal si z něj jeden nový přípravek a přesunul se s ním k základní desce svařovacího robotu. Přípravek uložil na základovou desku robotu a následně jej posunul tak, aby seděly veškeré díry pro šrouby na přípravekové základně a základně svařovacího robotu. V tu chvíli, kdy operátor umístil díry tak, aby seděly, zjistil, že bude potřebovat jinou velikost, než byly na starém přípravku. Následovalo zdržení tím, že operátor šel hledat krabičku se šrouby. Jakmile došel zpět, odložil si šrouby na základnu robotu a začal utahovat 3 imbusové šrouby. Velké mínus u této činnosti bylo, že dva šrouby měly stejnou velikost a jeden šroub měl jinou velikost. Operátor se přesunul k pojízdnému stolu s přípravkem a upravil si úložnou plochu k tomu, aby si přesunul starý přípravek na pojízdný stolek. Jakmile přesunul starý přípravek na stůl přesunul se operátor i se stolkem ke dveřím do svařovacího robotu. Operátor si otevřel dveře do vnitřního prostoru robotu, kde je svařovací stanice č.2, přesunul se dovnitř i s novým přípravkem. Nový přípravek si odložil na základové desce robotu a začal uvolňovat dva šrouby na upevněném přípravku. Po uvolnění starého přípravku si šel operátor vyměnit šrouby, které měl uložené na pojízdném stolku. Šrouby si odložil na základní desku robotu a přesunul starý přípravek na pojízdný stůl. Poté se vrátil k základové desce robotu, kde měl již odložený nový přípravek a přesunul je na přesnou pozici, aby na sebe seděly veškeré díry pro šrouby. Dále operátor začal utahovat 3 imbusové šrouby. Velké mínus u této činnosti bylo, že dva šrouby měly stejnou velikost a jeden šroub měl jinou velikost. Poté se operátor přesunul k pojízdnému stolku, kde si uložil imbusové klíče a vrátil se zpět do vnitřního prostoru robotu. Operátor šel přímo k svařovací hlavě, kde vyjmul svařovací jehlu a šel ji k nedaleko umístěné brusce naostřit. Po naostření obou konců jehel se operátor vrátil do svařovacího robotu a pomocí kalibru upnul jehlu do svařovací hlavy. Po této činnosti se operátor přesunul ven ze svařovacího robotu a zavřel dveře. Když byly dveře zavřené, mohl robotu zapnout do provozu. V přípravku, který se instaloval na stanici č.1 již byly založeny komponenty a po spuštění robotu se stanice otočila a komponenty se začali uvnitř robotu bodovat. Operátor vyjmul vzorový zabodovaný kus a zjistil že body, kde došlo ke svaření, nejsou dobré a kvalitní. Musel tedy založit do přípravku nové kusy a upnout je. Operátor musel vypnout svařovacího robotu, aby mohl vstoupit dovnitř s PC ovladačem. S ovladačem začal manuálně nastavovat body kde má dojít ke svaření. Tento proces je zdlouhavý a je více náročný pro operátora. Po manuálním nastavení musel být PC ovladač vložen do zařízení a mohl být zapnut do provozu. Operátor se přemístil opět ke stanici, která vyjela s již zabodovaným přípravkem a musel zabodovaný kus vytáhnout a vložit do něj nové komponenty. Následoval úplně stejný postup manuálního nastavení, protože musela být manuálně nastavená i druhá stanice. Jakmile byly manuálně nastaveny obě dvě svařovací

stanice mohla začít výroba. Operátor ještě neměl uklizené věci po starém kusu, který se vyráběl předtím. Začal si tedy uklízet prostor pro novou výrobu. Přemístil bedny s předchozími kusy na pojízdný podvozek a odvezl jej na mezisklad, kde se ukládají. Následovalo hledání volného podvozku, aby měl operátor na co ukládat bedny. Poté si operátor musel dojít pro prázdné bedny, aby měl do čeho ukládat kusy. Bedny si naskládal na podvozek, který již měl a přesunul se ke stroji. Aby operátor mohl začít výrobu, musel si nasadit rukavice, aby se nepopálil o horké kusy. Operátor vyjmul zabodovaný kus a založil nové komponenty do svařovacího přípravku a sepnul čidlo. Po sepnutí čidla kus kontroloval a odložil ho na chladicí stůl. Celý proces se ještě jednou opakoval protože 1. dobrý kus musí být dobrý na stanici č.1 i č.2. Musí být tedy dva první dobré kusy. Mezitím, než se operátorovi zabodoval druhý kus uvnitř robota, odvezl pojízdný stůl se starými přípravky do nástrojárny. Z nástrojárny šel rovnou ke stroji, kde vytáhl z přípravku zabodovaný kus a řádně jej zkontroloval. Kus, který vytáhl předtím také řádně zkontroloval a označil tyto dva kusy jako první dobré kusy.

Nalezené problémy u velké výměny

Problémy, které se u této výměny vyskytly:

- **Chůze pro složku s dokumenty** – tato činnost zabírala hodně času, protože skříň s těmito složkami byla umístěna na druhém konci haly.
- **Chůze do nástrojárny a čekání na vydání přípravku** – chůze zabírá podstatný čas a čekání na zařízení Kardex než vydá přípravek je také zásadní zdržení.
- **Hledání nových součástí ve skladovém regálu** – skladový regál byl nepřehledný a operátor musel chodit s dokumentací a hledat, kde přesně je uložena daná bedna s potřebnými komponenty.
- **Odložení dokumentace na KLT bedny** – tato činnost neměla vůbec nastat, operátor stejně kousek odešel a hned se pro dokumenty vrátil, protože je potřeboval.
- **Každý přípravek měl jinak velkou základní desku a jiný průměr pro šroub** – každý přípravek měl jinak velkou základní desku a jiný počet děr pro šroub. Aby toho nebylo málo, tak na vyměňovaném přípravku byly dva šrouby se stejným průměrem a jeden s úplně jiným průměrem.
- **Přesun starého přípravku na chladicí stůl** – jak již bylo zmíněno každý přípravek má jinak velikou základní desku, a proto došlo k tomu, že se vedle sebe nevešly tyto různé přípravky.

- **Operátor při práci musel odejít pro šrouby** – operátor zapomněl na rozdílnost základových desek a nenachystal si jiné velikosti šroubů.
- **Chystání a úklid náradí** – operátor si na začátku nachystal dvě velikosti imbusových klíčů a po ukončení činnosti si je schoval.
- **Broušení svařovací jehly** – operátor musel jehlu vyjmout ze svařovací hlavy a jít ji nabrousit k vedlejšímu stroji, kde je umístěna speciální bruska. Po nabroušení musel opět dojít do svařovacího robotu a pomocí kalibru jehlu upnul zpět.
- **Manuální ovládání robota** – manuální ovládání robota se muselo provádět dvakrát během jedné výměny. Protože robot má dvě svařovací stanice, museli se dotyky pro svařování nastavit pro každou zvlášť. Při manuálním ovládání robota nastalo nejvíce zdržení.
- **Uklizení starého artiklu z chladicího stolu a odvezení** – zde nastává zdržení převážně u odvezení beden na mezisklad.
- **Hledání volného podvozku a přivezení beden** – na skladě podvozků nebyl žádný volný podvozek, a proto musel manipulát hledat jinde. Jakmile našel podvozek, došel ke skladu s KLT bednami a na podvozek si je naskládal.
- **Odvezení starých přípravků do nástrojárny** – tato činnost operátora zdržuje od nové práce.

3.3 Cíle diplomové práce

Pro tuto práci byly stanoveny cíle:

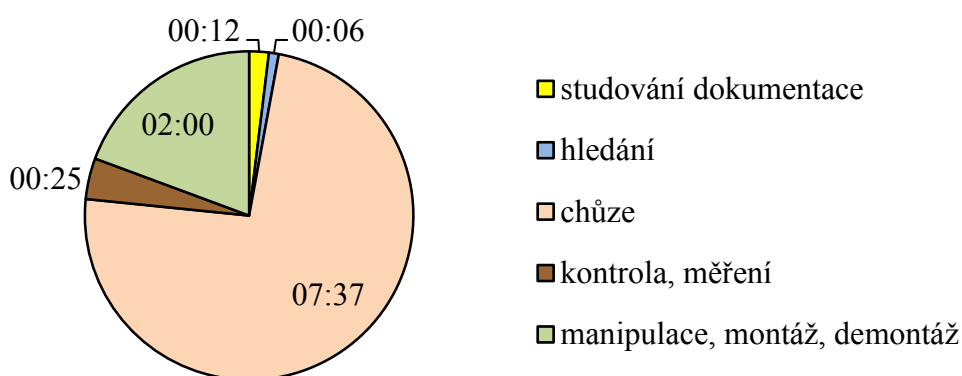
- Zkrátit dobu trvání přestavby na krimpovacím lisu a svařovacím robotu CLOOS.
- Navrhnout nová zlepšení pro přestavbu na vybraných zařízeních.
- Zapojit manipulanta do přestaveb zařízení.

4 Návrh řešení

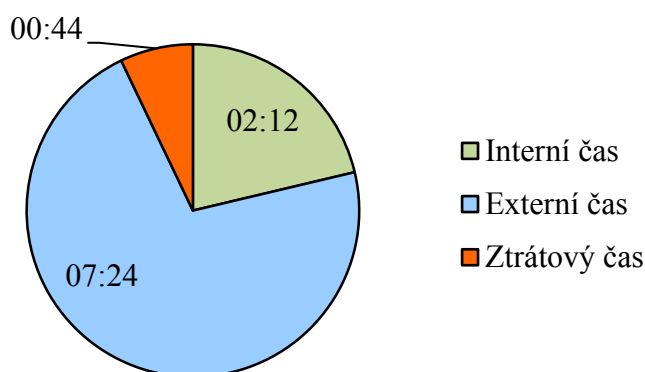
Cílem návrhu bylo zkrátit interní, externí a ztrátové časy při výměně přípravků. Snažila jsem se co nejlépe zlepšit proces, aby nedocházelo k zbytečnému zdržení. Cílem bylo, aby se více zapojil manipulátor, který dříve nebyl využitý na 100 %. V dalších podkapitolách jsou sepsaná veškerá zlepšení, která jsem realizovala.

4.1 Zlepšení pro malou výměnu na krimpovacím lisu

Měření proběhlo 8.3.2019 na ranní směně. Tuto výměnu prováděl seřizovač na krimpovacím lisu. Celková doba výměny trvala 10 minut a 20 sekund. V Příloze C jsou zapsané naměřené hodnoty spolu s popisem činnosti. Červeně zaznačené hodnoty jsou časy, které byly delší jak jednu minutu.



Graf 6 Graf rozdělení podle druhu činnosti po zlepšení – malá výměna



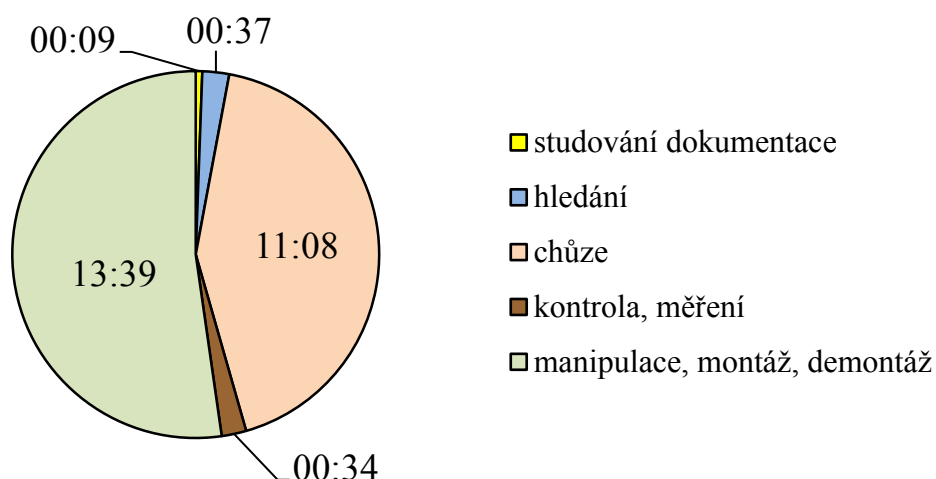
Graf 7 Graf po zlepšení rozdělený na interní, externí a ztrátový čas – malá výměna

Byla provedena tato zlepšení:

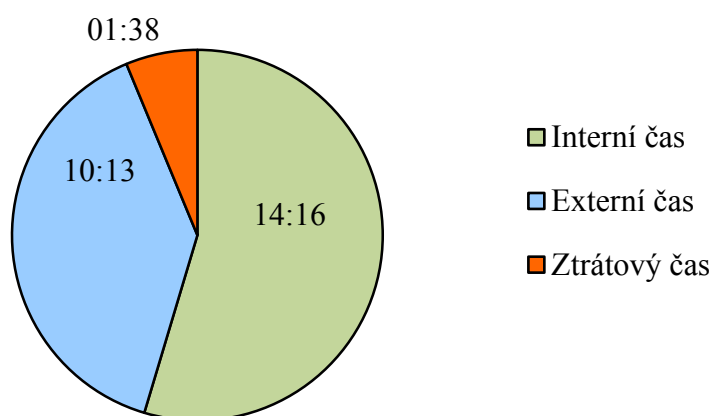
- **Chůze pro složku s dokumenty** – společnost na mé doporučení zakoupila novou skříň se zásuvkami. Tato skříň byla umístěna do centra montáže, aby byla co nejbližší každému pracovišti. Tato činnost byla zkrácena o 2 minuty.
- **Chůze do nástrojárny a čekání na vydání přípravku** – chůze do nástrojárny se bohužel nedá nijak zkrátit. Ale zkrátila jsem čas na vydávání přípravků. S plánovačem výroby bylo dohodnuto, že každé ráno pošle informativní email s tím, co se, kdy bude přehazovat. Nástrojáři to na určitou směnu vždy nachystají na pojízdný stůl a tím se zkrátilo čekání na vydání přípravků. Nově tuto činnost provádí manipulát. Manipulát byl řádně zaškolen a poučen.
- **Odložení přípravků na kontrolní stůl** – tato činnost se zrušila úplně, díky tomu že nástrojáři vždy vydají přípravek na pojízdném stole.
- **Uvolňování šroubů** – na tuto změnu byly použity rychloupínky. Na každou základovou desku přípravku byly použity dvě. Tento čas byl zkrácen cca na 1/3 původního času.
- **Uvolnění opěrné části pro přípravek** – tato činnost byla úplně zrušena díky aplikaci rychloupínek. Opěrná část bránila uvolnění šroubu, proto musela být demontovaná a znovu namontovaná na přípravek. Při realizaci nové základové desky pro tento přípravek se bralo v potaz, aby rychloupínky nijak nepřekáželi při upínání k základové desce zařízení.
- **Přesun přípravků** – tento čas byl zkrácen o polovinu tím, že přípravky byly na pojízdném stole. Seřizovač si ušetřil kroky i čas.
- **Čekání na operátora** – tento čas se nedá vždy ovlivnit. Při nových náměrech byl operátor přítomen.
- **Odnesení starých přípravků do nástrojárny** – tento čas jsem nijak nezkrátila, ale nově tuto činnost dělá manipulát. Manipulát byl řádně zaškolen a poučen.

4.2 Zlepšení pro výměnu na svařovacím robotu CLOOS

Měření proběhlo 14.3.2019 na ranní směně. Tuto výměnu prováděl operátor/seřizovač na svařovacím robotu CLOOS. Celková doba výměny trvala 26 minut a 07 sekund. V Příloze D jsou zapsané naměřené hodnoty spolu s popisem činnosti. Červeně zaznačené hodnoty jsou časy, které byly delší jak jednu minutu.



Graf 8 Graf rozdělení podle druhu činnosti po zlepšení – velká výměna



Graf 9 Graf po zlepšení rozdělený na interní, externí a ztrátový čas – velká výměna

Byla provedena tato zlepšení:

- **Chůze pro složku s dokumenty** – společnost na mé doporučení zakoupila novou skříň se zásuvkami. Tato skříň byla umístěna do centra montáže, aby byla co nejbližší každému pracovišti. Tato činnost byla zkrácena cca o 1 minutu a 10 sekund.
- **Chůze do nástrojárny a čekání na vydání přípravku** – chůze do nástrojárny se bohužel nedá nijak zkrátit. Ale zkrátila jsem čas na vydávání přípravků. S plánovačem výroby bylo dohodnuto, že každé ráno pošle informativní email s tím, co se, kdy bude přehazovat. Nástrojáři to na určitou směnu vždy nachystají na pojízdný stůl a tím se zkrátilo čekání na vydání přípravků. Nově tuto činnost provádí manipulát. Manipulát byl řádně zaškolen a poučen.
- **Hledání nových součástí ve skladovém regálu** – tato činnost byla zrušena. Regál byl dříve neoznačený. Manipulát ukládal bedny s komponenty, kam se mu zachtělo. Nově jsem regál označila magnetickými štítky. Štítky udávají přesnou polohu každé komponenty, také jsem komponenty seskupila podle toho, pro jaký výrobek jsou určeny. Operátor již z dálky vidí, kde jsou veškeré komponenty pro daný výrobek a nemusí tedy nic hledat. Manipulát byl řádně poučen jak a kde má co ukládat.
- **Odložení dokumentace na KLT bedny** – tato činnost byla zrušena. Operátorovi bylo vysvětleno, proč je tato činnost zbytečná.
- **Každý přípravek měl jinak velkou základní desku a jiný průměr pro šroub** – po konzultaci s konstruktéry byla vybraná nová základová deska kde, již nejsou různě veliké díry pro šrouby. Místo šroubů se u této operace nainstalovaly rychloupínky na základovou desku svařovacího robotu. Pro toto zlepšení se použily 3 rychloupínky na každý základový stůl svařovací stanice. Protože svařovací robot má dvě svařovací stanice, bylo celkem použito 6 rychloupínek.
- **Přesun starého přípravku na chladicí stůl** – tato činnost byla zrušena tím, že přípravky byly uloženy na dvoupatrovém pojízdném stole. Nyní se přípravky přemisťují rovnou na dvoupatrový stůl a není tedy potřeba přípravek ukládat jinam.
- **Operátor při práci musel odejít pro šrouby** – tato činnost byla úplně zrušena díky aplikaci rychloupínek.
- **Chystání a úklid nářadí** – tato činnost byla úplně zrušena díky aplikaci rychloupínek. Nyní není potřeba žádného nářadí.
- **Broušení svařovací jehly** – tato činnost byla zrušena. Pořídila se druhá svařovací jehla, a proto ji operátor nemusí během výměny chodit brousit.

- **Manuální ovládání robota** – po konzultaci s technologem jsem zjistila, že tato činnost nejde zkrátit. Tato činnost nejde zrušit, protože každá komponenta má rozdílnou geometrii. Proto je vhodné, aby se tato činnost prováděla.
- **Uklizení starého artiklu z chladicího stolu a odvezení** – tyto činnosti, také nejde zrušit. Ale převedla jsem tuto činnost na manipulanta, který byl zaškolen.
- **Hledání volného podvozku a přivezení beden** – tyto činnosti, také nejde zrušit. Opět byl touto činností pověřen manipulant, který byl zaškolen.
- **Odvezení starých přípravků do nástrojárny** – tuto činnost již nedělá operátor, ale manipulant, který byl zaškolen.

5 Zhodnocení a přínos pro podnik

Tato část práce se věnuje již provedeným změnám v podniku. Jsou zde shrnuty časové úspory oproti původním časům. Pomocí časových úspor byly vypočítané finanční úspory na rok.

5.1 Srovnání časových úspor

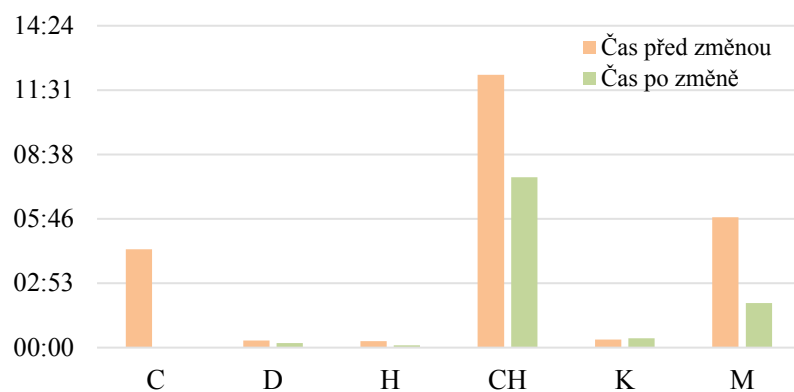
U obou provedených zlepšení bylo patrné zlepšení. V této části je srovnání původních časů a časů po zlepšení.

Časová úspora u malé výměny na krimpovacím lisu

Tato výměna přípravků byla zlepšena o 13 minut a 4 sekund což je zlepšení o 55,9 %. V *Tab. 1* a *Graf 10* jsou porovnané jednotlivé činnosti. V *Tab. 2* a *Graf 11* jsou porovnané interní, externí a ztrátové časy. Z tabulek a grafů je jasné u jaké činnosti a času došlo ke zlepšení.

Tab. 1 Srovnávací tabulka jednotlivých činností – malá výměna

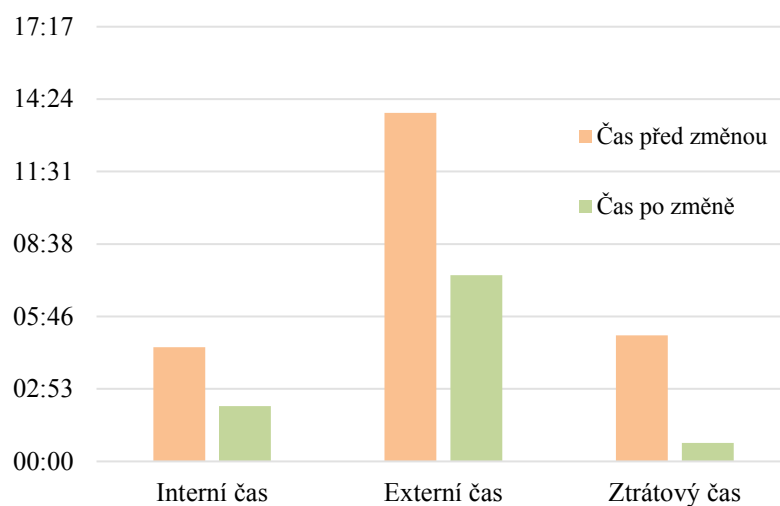
zkratka	činnost	čas před zlepšením [min]	čas po zlepšení [min]
C	čekání	04:24	00:00
D	studování dokumentace	00:19	00:12
H	hledání	00:17	00:06
CH	chůze	12:12	07:37
K	kontrola, měření	00:22	00:25
M	manipulace, montáž, demontáž	05:50	02:00
	celkem	23:24	10:20
	úspora	13:04	



Graf 10 Srovnání jednotlivých činností před a po změně – malá výměna

Tab. 2 Srovnávací tabulka interního, externího a ztrátového času – malá výměna

zkratka	druh času	čas před zlepšením [min]	čas po zlepšení [min]
I	interná	04:32	02:12
E	externí	13:51	07:24
Z	ztrátový	05:01	00:44
celkem		23:24	10:20
úspora		13:04	



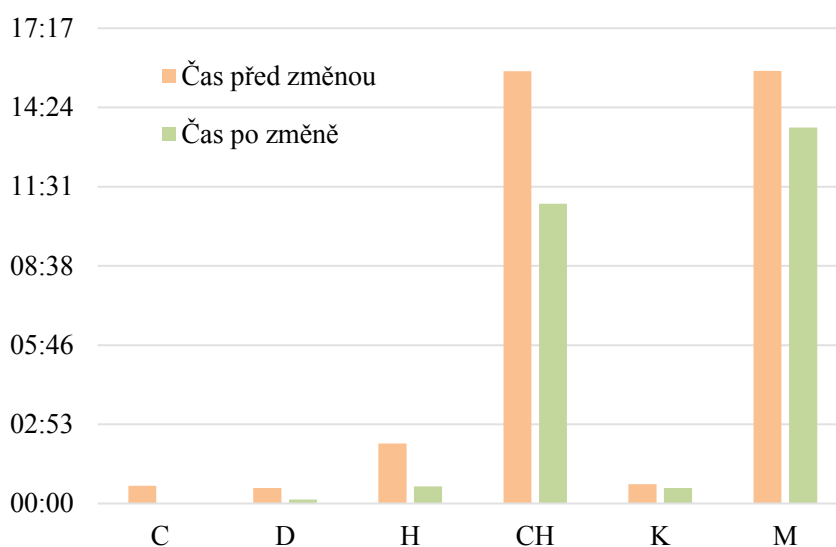
Graf 11 Srovnání interních, externích a ztrátových časů po změně – malá výměna

Časová úspora u velké výměny na svařovacím robotu CLOOS

Tato výměna přípravků byla zlepšena o 9 minut a 26 sekund což je zlepšení o 26,2 %. V Tab. 3 a Graf 12 jsou porovnané jednotlivé časy. V Tab. 4 a Graf 13 jsou porovnané interní, externí a ztrátové časy. Z tabulek a grafů je jasné u jaké činnosti a času došlo ke zlepšení.

Tab. 3 Srovnávací tabulka jednotlivých činností – velká výměna

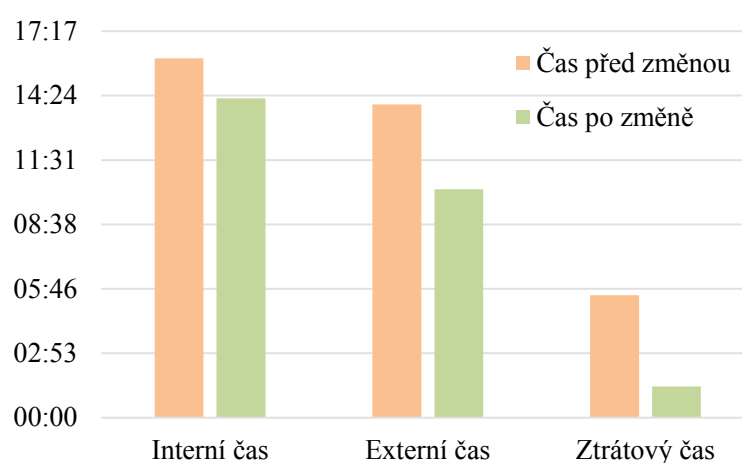
zkratka	činnost	čas před zlepšením [min]	čas po zlepšení [min]
C	čekání	00:39	00:00
D	studování dokumentace	00:34	00:09
H	hledání	02:11	00:37
CH	chůze	15:43	11:08
K	kontrola, měření	00:42	00:34
M	manipulace, montáž, demontáž	15:44	13:39
celkem		35:33	26:07
úspora		09:26	



Graf 12 Srovnání jednotlivých činností před a po změně – velká výměna

Tab. 4 Srovnávací tabulka interního, externího a ztrátového času – velká výměna

zkratka	druh času	čas před zlepšením [min]	čas po zlepšení [min]
I	interná	16:04	14:16
E	externí	14:00	10:13
Z	ztrátový	05:29	01:38
celkem		35:33	26:07
úspora		09:26	



Graf 13 Srovnání interních, externích a ztrátových časů po změně – velká výměna

5.2 Finanční hodnocení změny

Tato část je zaměřena na vyhodnocení celkových nákladů a úspor, které vznikly zavedením metody SMED. Celkové náklady za změny u obou výměn jsou 17 416,- Kč. Celkové náklady na malou výměnu na krimpovacím lisu byly 6 720,- Kč viz. Tab. 5. Celkové náklady na velkou výměnu na svařovacím robotu CLOOS byly 10 969,- Kč viz. Tab. 7.

Náklady na změnu u malé výměny na krimpovacím lisu

Pro tuto změnu jsou vypsány jednotlivé náklady na položky, které byly potřeba pro tuto výměnu v *Tab. 5*.

Tab. 5 Tabulka s celkovými náklady na malou výměnu

použité díly pro změnu	množství [ks]	cena za 1 ks [Kč]	náklady [Kč]
základová deska 200x150 mm pro přípravek	4	1 390	5 560
rychloupínky	4	290	1160
celkem	8		6 720

Tab. 6 Výpočet roční úspory u malé výměny

Úspora času na jednu výměnu	13,06 [min]
Hodinová sazba stroje + operátora	470,- Kč
Průměrný počet přestaveb na jeden týden	2,5
Počet pracovních týdnů v roce 2019	52 [týdnů]
Výpočet finanční úspory pro rok 2019	13 299,- Kč

Celkové náklady na zlepšení malé výměny činí 6 720,- Kč. Úspora u této změny na přestavbu je 13,06 minut. Z roku 2018 byl vypočítán průměrný počet 2,5 přestaveb na jeden pracovní týden. Vypočítaná finanční úspora pro rok 2019 činí 13 299,-Kč. Náklady, které byly vloženy do této změny, se s pravděpodobností vrátí do půl roku.

Náklady na změnu u velké výměny na svařovacím robotu CLOOS

Pro tuto změnu jsou vypsány jednotlivé náklady na položky, které byly potřeba pro tuto výměnu v *Tab. 7*.

Tab. 7 Tabulka s celkovými náklady na velkou výměnu

použité díly pro změnu	množství [ks]	cena za 1 ks [Kč]	náklady [Kč]
základová deska 300x300 mm pro přípravek	4	1 830	7 320
rychlupínky	6	320	1 920
svařovací jehla	1	936	936
magnetický pásek 30x1000 mm	4	130	520
celkem	12		10 696

Tab. 8 Výpočet roční úspory u velké výměny

Úspora času na jednu výměnu	9,43 [min]
Hodinová sazba stroje + operátora	830,- Kč
Průměrný počet přestaveb na jeden týden	2,5
Počet pracovních týdnů v roce 2019	52 [týdnů]
Výpočet finanční úspory pro rok 2019	14 920,- Kč

Celkové náklady na zlepšení velké výměny činí 10 696,- Kč. Úspora u této změny na přestavbu je 9,43 minut. Z roku 2018 byl vypočítán průměrný počet 2,5 přestaveb na jeden pracovní týden. Vypočítaná finanční úspora pro rok 2019 činí 14 920,-Kč. Náklady, které byly vloženy do této změny, se s pravděpodobností vrátí do devíti měsíců.

Závěr

Cílem diplomové práce bylo implementovat metodu SMED s prvky TPM ve společnosti Senior Flexonics Czech s.r.o. a tím zkrátit čas, který byl potřebný k výměně přípravků na zařízení krimpovací lis a svařovací robot CLOOS.

V úvodu práce je literární rešerše pro seznámení s danou problematikou, která byla použita při analyzování a navrhování nového postupu. Metody jsou popsány od historického vývoje, správného použití metody až po konečný stav, jak správně provádět analýzu.

Druhá část práce je zaměřena na společnost, ve které byla tato diplomová práce realizovaná. Je zde seznámení s výrobkem, kterého se týká toto zlepšení. V této části je popsán celý proces výroby a stručný popis, proč se taková činnost provádí. Nachází se zde analýza tehdejšího stavu, která je zaznamenaná v tabulkách a vyhodnocena v grafech.

V třetí části práce je popsán stručný popis, jak celá výměna přípravků probíhala. V této kapitole jsou sepsané problémy, které se vyskytly při výměně nástroje. Na tuto kapitolu navazuje čtvrtá část, kde jsou vyřešeny problémové činnosti. Po navržení zlepšení pro problémové činnosti se musely upravit přípravky a nainstalovat rychloupínky. Poté byly provedeny nové analýzy výměny. V závěrečné části práce je časové a finanční zhodnocení, zda byla aplikace metody SMED pro společnost přínosná.

Cíle diplomové práce byly splněny. Výsledky diplomové práce jsou pro společnost Senior Flexonics Czech s.r.o. přínosné a aplikovatelné pro další zařízení.

Seznam použité literatury

1. *Rychlá změna SMED* [online]. [cit. 2019-01-30]. Dostupné z: <https://www.slideshare.net/sedlacek/rychl-zmna-smed>
2. MAŠÍN, Ivan. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. ISBN 80-902235-6-7.
3. *Metoda SMED (Single Minute Exchange of Dies)* [online]. [cit. 2019-01-30]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/metoda-smed?fbclid=IwAR2iPtWLVfgCPT0WRUCLHbEHC6IgSd5p-l6kz1iXYAiPL5IgyQdborZVwE>
4. *SMED* [online]. [cit. 2019-01-30]. Dostupné z: http://www.svetproduktivity.cz/slovník/SMED.htm?fbclid=IwAR1gBgboTeOjgE6--BoFS4J2WBA_g26K-42O7Y4jMo64bue_tP1Ct8XJbfU
5. KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. Management studium. ISBN 80-86851-38-9.
6. KEŘKOVSKÝ, Miloslav. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 2. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2009. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7400-119-2.
7. *SMED (5): Tříkroková realizace metody a její přínosy* [online]. [cit. 2019-01-31]. Dostupné z: <http://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/smed-5-trikroková-realizace-metody-jeji-prinosy/>
8. BOLEDOVIČ, L'udovít. *SMED* [online]. [cit. 2018-12-12]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/sk/ipa-slovník/smed>
9. *Ovládací kola, ovládací matice a hříbové knoflíky* [online]. [cit. 2019-03-07]. Dostupné z: <https://www.heyman.cz/pdf/ovladaci-matice-hvezdicove/424/t/p>
10. SKALÍK, Pavel. *Základy projektování*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita, 2011.
11. PRINCLÍK, Jan. *Snímek pracovního dne (Personální audit)* [online]. [cit. 2019-04-01]. Dostupné z: <http://theexperts.cz/firemni-vzdelavani/human-resources/56-snimek-pracovniho-dne-personalni-audit>
12. KRIŠŤAK, Jozef. *Momentkové pozorovanie* [online]. 25.2.2017 [cit. 2019-04-01]. Dostupné z: <https://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovník/momentkove-pozorovanie>
13. MOUBRAY, John. *Reliability-centered maintenance*. 2nd ed. New York: Industrial Press, c1997. ISBN 9780831130787.
14. NEČAS, Libor. *Výzkum a studie ekonomické výhodnosti implementace TPM do praxe: autoreferát disertační práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2013. Vědecké spisy Fakulty strojní. Autoreferáty disertačních prací, sv. 236. ISBN 978-80-248-3097-1.
15. LEGÁT, Václav. *Management a inženýrství údržby*. Druhé doplněné vydání. Praha: Kamil Mařík – Professional Publishing, 2016. ISBN 978-80-7431-163-5. Kolektivní monografie.
16. *Interní předpis společnosti Senior Flexonics Czech s.r.o. (součást řízení dokumentace)*
17. *Naše produkty* [online]. In: [cit. 2019-03-01]. Dostupné z: <https://www.seniorflexonics.cz/>

Seznam obrázků

<i>Obr. 1 Schéma postupu při přetypování</i>	11
<i>Obr. 2 Tři základní kroky k realizaci metody SMED</i>	13
<i>Obr. 3 Ukázka prostředků pro zkracování časů</i>	14
<i>Obr. 4 Přehled vývoje údržbářských systémů</i>	19
<i>Obr. 5 Základní prvky TPM</i>	20
<i>Obr. 6 Vliv jednotlivých ztrát na využití stroje</i>	21
<i>Obr. 7 Mapa působnosti divize Senior Flexionics</i>	27
<i>Obr. 8 Ukázka vybraných produktů, které se vyrábí ve společnosti Senior Flexionics Czech s.r.o.</i>	28
<i>Obr. 9 Kompletní výrobek 9005 020</i>	29
<i>Obr. 10 Hotový výrobek umístěný v motoru auta VW Crafter BiTurbo¹⁶</i>	30
<i>Obr. 11 Vývojové schéma výrobku 9005 020</i>	32
<i>Obr. 12 Uspořádání pracoviště pro operace „Tvarování trubky, Ohýbání trubky, Kalibrace“</i>	34
<i>Obr. 13 Uspořádání pracoviště pro operaci „Praní komponentů“</i>	35
<i>Obr. 14 Založení součástek do svařovacího přípravku</i>	36
<i>Obr. 15 Uspořádání pracoviště pro operaci „Svařování trubky“</i>	36
<i>Obr. 16 Uspořádání pracoviště pro operaci „Montáž oplétané hadice (krok 3)“</i>	38
<i>Obr. 17 „Zakrimpovaná“ trubka s hadicí</i>	39
<i>Obr. 18 Montáž druhé oplétané hadice na „Krimpovacím lisu“</i>	39
<i>Obr. 19 Uspořádání pracoviště pro operaci „Montáž oplétané hadice (krok 4)“</i>	40
<i>Obr. 20 Uspořádání pracoviště pro operaci „Praní finálního výrobku“</i>	41
<i>Obr. 21 Trubka upnutá v montážním přípravku, trubka se všemi namontovanými díly</i>	42
<i>Obr. 22 Uspořádání pracoviště pro operace „Tlakový test, Montáž (těsnění, šrouby, krytky)</i>	42
<i>Obr. 23 Uspořádání pracoviště pro operace „Kontrola kamerou, Označení kódem, Balení“</i>	44
<i>Obr. 24 Pohyb materiálu po jednotlivých operacích</i>	44

Seznam tabulek

<i>Tab. 1 Srovnávací tabulka jednotlivých činností – malá výměna</i>	59
<i>Tab. 2 Srovnávací tabulka interního, externího a ztrátového času – malá výměna</i>	60
<i>Tab. 3 Srovnávací tabulka jednotlivých činností – velká výměna</i>	61
<i>Tab. 4 Srovnávací tabulka interního, externího a ztrátového času – velká výměna</i>	62
<i>Tab. 5 Tabulka s celkovými náklady na malou výměnu</i>	63
<i>Tab. 6 Výpočet roční úspory u malé výměny</i>	63
<i>Tab. 7 Tabulka s celkovými náklady na velkou výměnu</i>	64
<i>Tab. 8 Výpočet roční úspory u velké výměny</i>	64
<i>Tab. 9 Tabulka naměřených hodnot při „malé výměně“ na Krimpovacím lisu</i>	70
<i>Tab. 10 Tabulka naměřených hodnot při „velké výměně“ na svařovacím robotu</i>	71
<i>Tab. 11 Tabulka naměřených hodnot na krimpovacím lisu po zlepšení</i>	73
<i>Tab. 12 Tabulka naměřených hodnot na svařovacím robotu po zlepšení</i>	74

Seznam grafů


<i>Graf 1 Rozložení operací v procentech dle Shigea Shinga⁵</i>	12
<i>Graf 2 Graf rozdělení podle druhu činnosti – malá výměna</i>	45
<i>Graf 3 Graf rozdělení na interní, externí a ztrátový čas – malá výměna</i>	45
<i>Graf 4 Graf rozdělení podle druhu činnosti – velká výměna</i>	46
<i>Graf 5 Graf rozdělený na interní, externí a ztrátový čas – velká výměna</i>	46
<i>Graf 6 Graf rozdělení podle druhu činnosti po zlepšení – malá výměna</i>	54
<i>Graf 7 Graf po zlepšení rozdělený na interní, externí a ztrátový čas – malá výměna</i>	54
<i>Graf 8 Graf rozdělení podle druhu činnosti po zlepšení – velká výměna</i>	56
<i>Graf 9 Graf po zlepšení rozdělený na interní, externí a ztrátový čas – velká výměna</i>	56
<i>Graf 10 Srovnání jednotlivých činností před a po změně – malá výměna</i>	60
<i>Graf 11 Srovnání interních, externích a ztrátových časů po změně – malá výměna</i>	60
<i>Graf 12 Srovnání jednotlivých činností před a po změně – velká výměna</i>	61
<i>Graf 13 Srovnání interních, externích a ztrátových časů po změně – velká výměna</i>	62

Seznam příloh

- Příloha A: Časový snímek původní doby trvání u malé výměny
- Příloha B: Časový snímek původní doby trvání u velké výměny
- Příloha C: Časový snímek doby trvání po aplikaci SMED u malé výměny
- Příloha D: Časový snímek doby trvání po aplikaci SMED u velké výměny

Příloha A: Časový snímek původní doby trvání u malé výměny


Tab. 9 Tabulka naměřených hodnot při „malé výměně“ na Krimpovacím lisu

SMED analýza									
Linka	Krimpovací lis			Přetypování z produktu: 9005 027		Datum:	17.1.2019		Druh činnosti
				Přetypování na produkt: 9005 020		Snímkovač:	Monika Dostálová		
				Časová norma přetypování: NENÍ		Trvání:	23:24		
						Směna:	ranní		
P. č.	Čas				Operace/ činnost	Použité nářadí, pomůcky	Kód	E / I / Z	Poznámka
	Od	Do	Rozdíl	Min.					
1	00:00	00:00	00:00	0,00	poslední dobrý kus				
2	00:00	02:37	02:37	2,62	chůze k mistrovně pro složku s dokumenty		CH	E	Využit manipulanta
3	02:37	02:54	00:17	0,28	hledání složky v zásuvkové skříně		H	E	
4	02:54	05:19	02:25	2,42	chůze zpět ke stroji		CH	E	
5	05:19	05:38	00:19	0,32	čtení dokumentace		D	I	
6	05:38	07:29	01:51	1,85	chůze do nástrojárny		CH	E	Využit manipulanta, použit pojízdný stůl
7	07:29	09:28	01:59	1,98	čekání na přípravky		C	E	
8	09:28	11:34	02:06	2,10	chůze zpět ke stroji		CH	E	
9	11:34	11:38	00:04	0,07	odložení přípravků na kontrolní stůl		M	I	
10	11:38	11:44	00:06	0,10	chůze		CH	Z	
11	11:44	11:56	00:12	0,20	uvolnění upínacího šroubu č.1 na přípravku 1	imbusový klíč	M	I	Využit rychloupínky
12	11:56	12:10	00:14	0,23	uvolnění upínacího šroubu č.2 na přípravku 1	imbusový klíč	M	I	
13	12:10	12:18	00:08	0,13	uvolnění přípravku 1 od základny a znovu položení		M	Z	
14	12:18	12:29	00:11	0,18	uvolnění upínacího šroubu č.1 na přípravku 2	imbusový klíč	M	I	Využit rychloupínky
15	12:29	12:43	00:14	0,23	uvolnění šroubu opěrné části od přípravku 2	imbusový klíč	M	I	
16	12:43	12:56	00:13	0,22	uvolnění upínacího šroubu č.2 na přípravku 2	imbusový klíč	M	I	Využit rychloupínky
17	12:56	13:08	00:12	0,20	utažení šroubu opěrné části na přípravku 2	imbusový klíč	M	Z	
18	13:08	13:20	00:12	0,20	přesun starých přípravků na kontrolní stůl		CH	I	
19	13:20	13:27	00:07	0,12	výměna přípravku		M	I	Použit pomocný pojízdný stůl
20	13:27	13:37	00:10	0,17	přesun nových přípravku na základnu		CH	I	
21	13:37	13:46	00:09	0,15	umístění přípravku na pozice		M	I	
22	13:46	13:58	00:12	0,20	uvolnění šroubu opěrné kostky na základně u přípravku 1	imbusový klíč	M	I	Jiná velikost šroubu
23	13:58	14:03	00:05	0,08	posunutí opěrné kostky		M	I	
24	14:03	14:16	00:13	0,22	utažení šroubu opěrné kostky na základně u přípravku 1	imbusový klíč	M	I	Jiná velikost šroubu
25	14:16	14:43	00:27	0,45	utažení upínacího šroubu č.1 na přípravku 1	imbusový klíč	M	I	Využit rychloupínky
26	14:43	14:54	00:11	0,18	utažení upínacího šroubu č.2 na přípravku 1	imbusový klíč	M	I	
27	14:54	15:02	00:08	0,13	utažení upínacího šroubu č.1 na přípravku 2	imbusový klíč	M	I	
28	15:02	15:12	00:10	0,17	utažení upínacího šroubu č.2 na přípravku 2	imbusový klíč	M	I	
29	15:12	15:16	00:04	0,07	chůze		CH	Z	
30	15:16	15:26	00:10	0,17	čtení dokumentace		M	I	
31	15:26	15:31	00:05	0,08	chůze		CH	Z	
32	15:31	15:45	00:14	0,23	nastavení programu na řídicí desce		M	I	
33	15:45	18:10	02:25	2,42	čekání na operátora		C	Z	
34	18:10	20:11	02:01	2,02	úprava pracoviště (uspořádání beden)		M	Z	Využit manipulanta
35	20:11	20:26	00:15	0,25	založení součástí do přípravku a sepnutí programu		M	I	
36	20:26	20:48	00:22	0,37	kontrola kusu		K	I	
37	20:48	23:24	02:36	2,60	odnesení starých přípravků do nástrojárny		CH	E	Využit manipulanta
38	23:24	23:24			1. dobrý kus				

Legenda		
C	čekání	
H	hledání	
K	kontrola, měření	
D	studování dokumentace	
CH	chůze	
M	manipulace, montáž, demontáž	

Příloha B: Časový snímek původní doby trvání u velké výměny

Tab. 10 Tabulka naměřených hodnot při „velké výměně“ na svařovacím robotu

SMED analýza									
Linka	Svařovací robot CLOOS			Přetypování z produktu: 9006 027		Datum:	2.2.2019		Druh činnosti
				Přetypování na produkt: 9005 020		Snímkoval:	Monika Dostálová		
				Časová norma přetypování: NENI		Trvání:	35:33		
						Směna:	ranni		
P. č.	Od	Do	Rozdíl	Min.	Operace/ činnost	Použité nářadí, pomůcky	Kód	E / I / Z	Poznámka
1	00:00	00:00	00:00	0,00	poslední dobrý kus				
2	00:00	01:41	01:41	1,68	chůze pro složku s dokumenty na nové místo		CH	E	Využit manipulanta
3	01:41	02:01	00:20	0,33	hledání složky v zásuvkové skříně		H	E	
4	02:01	03:39	01:38	1,63	chůze ke svař. robotu		CH	E	
5	03:39	03:57	00:18	0,30	studování dokumentace		D	I	
6	03:57	05:25	01:28	1,47	chůze do nástrojárny		CH	E	Využit manipulanta
7	05:25	06:04	00:39	0,65	čekání na vydání přípravku pro výměnu		C	E	
8	06:04	07:39	01:35	1,58	chůze ke svař. robotu s přípravkou na mlém pojízdném (pomocném) stole		CH	E	
9	07:39	07:50	00:11	0,18	přesun starých součástí do regálu		M	E	
10	07:50	07:59	00:09	0,15	studování dokumentace (jaký materiál přinést)		D	Z	
11	07:59	08:12	00:13	0,22	hledání součástí v regálu		H	Z	
12	08:12	08:20	00:08	0,13	přesun nových součástí z regálu k pracovišti		CH	E	
13	08:20	08:35	00:15	0,25	hledání součástí v regálu		H	Z	
14	08:35	08:42	00:07	0,12	přesun nových součástí z regálu k pracovišti		CH	E	
15	08:42	08:54	00:12	0,20	hledání součástí v regálu		H	Z	
16	08:54	09:01	00:07	0,12	přesun nových součástí z regálu k pracovišti		CH	E	
17	09:01	09:06	00:05	0,08	chůze		CH	Z	
18	09:06	09:13	00:07	0,12	odložení dokumentace na bedny + studování dokumentace		D	Z	
19	09:13	09:18	00:05	0,08	chůze		CH	Z	
20	09:18	10:17	00:59	0,98	vypnutí svař. robotu a přenastavení (vestavněné PC)		M	I	
21	10:17	10:32	00:15	0,25	chůze		CH	Z	
22	10:32	12:48	02:16	2,27	nastavení svařovacího robotu s dokumentací (vestavněné PC)		M	I	
23	12:48	12:54	00:06	0,10	chůze		CH	Z	
24	12:54	12:59	00:05	0,08	založení dokumentu do složky na bednách		M	Z	
25	12:59	13:07	00:08	0,13	chůze		CH	Z	
26	13:07	13:14	00:07	0,12	uložení složky na kontrolní stůl		M	E	
27	13:14	13:20	00:06	0,10	chůze		CH	Z	
28	13:20	13:31	00:11	0,18	chystání nářadí	imbusové klíče	M	E	Využit rychloupinky
29	13:31	13:36	00:05	0,08	chůze		CH	Z	
30	13:36	13:46	00:10	0,17	uvolnění šroubu č.1	imbusový klíč	M	I	Využit rychloupinky
31	13:46	13:58	00:12	0,20	uvolnění šroubu č.2 jiná velikost	imbusový klíč	M	I	
32	13:58	14:03	00:05	0,08	přesun starého přípravku na chladič stůl		M	I	Využit dvou patrový pomocný stůl
33	14:03	14:09	00:06	0,10	přesun nového přípravku na pracovní stůl		M	I	
34	14:09	14:16	00:07	0,12	umístění přípravku na přesnou pozici		M	I	
35	14:16	14:34	00:18	0,30	chůze		CH	Z	
36	14:34	15:00	00:26	0,43	hledání šroubů		H	E	
37	15:00	15:17	00:17	0,28	chůze		CH	Z	
38	15:17	15:27	00:10	0,17	upnutí šroubu č.1 (jiná velikost)	imbusový klíč	M	I	Využit rychloupinky
39	15:27	15:38	00:11	0,18	upnutí šroubu č.2	imbusový klíč	M	I	
40	15:38	15:47	00:09	0,15	upnutí šroubu č.3	imbusový klíč	M	I	
41	15:47	15:54	00:07	0,12	chůze		CH	Z	
42	15:54	16:00	00:06	0,10	úprava místa na pojízdném (pomocném) stole		M	Z	
43	16:00	16:06	00:06	0,10	přesun starého přípravku na pojízdný (pomocný) stůl		M	I	
44	16:06	16:17	00:11	0,18	chůze s pojízdným stolem		CH	I	
45	16:17	16:20	00:03	0,05	otevření dveří od stroje		M	I	
46	16:20	16:27	00:07	0,12	přesun nového přípravku na pracovní stůl (uvnitř robotu)		M	I	
47	16:27	16:39	00:12	0,20	uvolnění šroubu č.1	imbusový klíč	M	I	Využit rychloupinky
48	16:39	16:50	00:11	0,18	uvolnění šroubu č.2	imbusový klíč	M	I	
49	16:50	16:54	00:04	0,07	chůze		CH	Z	
50	16:54	16:58	00:04	0,07	výměna šroubů za jinou velikost		M	E	
51	16:58	17:01	00:03	0,05	chůze		CH	Z	
52	17:01	17:11	00:10	0,17	přesun starého přípravku na pojízdný (pomocný) stůl		M	I	

53	17:11	17:18	00:07	0,12	umístění přípravku na přesnou pozici		M	I	
54	17:18	17:30	00:12	0,20	upnutí šroubu č.1	imbusový klíč	M	I	Využit rychloupinky
55	17:30	17:41	00:11	0,18	upnutí šroubu č.2	imbusový klíč	M	I	
56	17:41	17:51	00:10	0,17	upnutí šroubu č.3 (jiná velikost)	imbusový klíč	M	I	
57	17:51	17:59	00:08	0,13	úklid nářadí		M	E	
58	17:59	18:05	00:06	0,10	chůze		CH	Z	
59	18:05	18:10	00:05	0,08	vytažení svař. elektrody (jehly)		M	I	
60	18:10	18:25	00:15	0,25	chůze		CH	Z	
61	18:25	18:43	00:18	0,30	obustranné broušení svařovací elektrody (jehly)		M	I	
62	18:43	18:51	00:08	0,13	chůze		CH	I	
63	18:51	18:55	00:04	0,07	přesun pojízdného (pomocného) stolu		M	Z	
64	18:55	19:00	00:05	0,08	chůze		CH	Z	
65	19:00	19:10	00:10	0,17	upnutí svařovací "jehly"		M	I	
66	19:10	19:17	00:07	0,12	chůze		CH	Z	
67	19:17	19:21	00:04	0,07	chůze s PC ovladačem		CH	I	
68	19:21	21:54	02:33	2,55	manuální ovládní svařovacího ramene (nastavení svarů)		M	I	
69	21:54	21:58	00:04	0,07	chůze s PC ovladačem		CH	I	
70	21:58	22:02	00:04	0,07	zavření dveří od svařovacího robota		M	I	
71	22:02	22:10	00:08	0,13	uložení PC ovladače + spuštění robota		M	I	
72	22:10	22:18	00:08	0,13	chůze		CH	Z	
73	22:18	22:25	00:07	0,12	vyjmutí svařené kusu a uložení na chladicí stůl		M	I	
74	22:25	22:34	00:09	0,15	kontrola		K	I	
75	22:34	22:41	00:07	0,12	chystání součástí na založení do přípravku		M	I	
76	22:41	22:44	00:03	0,05	chůze		CH	Z	
77	22:44	22:58	00:14	0,23	založení součástí do svař. přípravku		M	I	
78	22:58	23:09	00:11	0,18	chůze		CH	Z	
79	23:09	23:17	00:08	0,13	manipulace s PC ovladačem		M	I	
80	23:17	23:23	00:06	0,10	chůze		CH	Z	
81	23:23	23:25	00:02	0,03	sepnutí spínače pro svařování		M	I	
82	23:25	23:32	00:07	0,12	chůze		CH	Z	
83	23:32	23:49	00:17	0,28	manipulace s PC ovladačem		M	I	
84	23:49	23:52	00:03	0,05	otevření dveří od svař. Robota		M	I	
85	23:52	23:56	00:04	0,07	chůze s PC ovladačem		CH	I	
86	23:56	26:34	02:38	2,63	manuální ovládní svařovacího ramene (nastavení svarů)		M	I	
87	26:34	26:37	00:03	0,05	chůze s PC ovladačem		CH	I	
88	26:37	26:39	00:02	0,03	zavření dveří od svařovacího robota		M	I	
89	26:39	27:00	00:21	0,35	uložení PC ovladače + spuštění robota		M	I	
90	27:00	27:05	00:05	0,08	úprava kabelu k PC ovladači		M	E	
91	27:05	27:11	00:06	0,10	chůze		CH	Z	
92	27:11	27:24	00:13	0,22	naskládání starého artiklu z chladicího stolu do bedny		M	E	
93	27:24	27:33	00:09	0,15	uložení bedny se starými artikly na vozík		M	E	
94	27:33	29:29	01:56	1,93	odvezení na mezisklad		CH	E	
95	29:29	30:14	00:45	0,75	hledání podvozku		H	E	
96	30:14	30:50	00:36	0,60	přivezení prázdných beden		CH	E	
97	30:50	30:56	00:06	0,10	oblečení rukavic		M	I	
98	30:56	31:05	00:09	0,15	chystání součástí na založení do přípravku		M	I	
99	31:05	31:09	00:04	0,07	chůze		CH	Z	
100	31:09	31:12	00:03	0,05	odložení součástí na pracovní stůl robota		M	I	
101	31:12	31:16	00:04	0,07	vyjmutí svařené kusu a odložení na pracovní stůl robota		M	I	
102	31:16	31:26	00:10	0,17	založení součástí do svař. přípravku		M	I	
103	31:26	31:30	00:04	0,07	chůze a sepnutí spínače pro svařování		CH	I	
104	31:30	31:36	00:06	0,10	odložení svařené části na chladicí stůl + vizuální kontrola		M	I	
105	31:36	31:42	00:06	0,10	chystání součástí na založení do přípravku		M	I	
106	31:42	31:46	00:04	0,07	chůze		CH	Z	
107	31:46	31:48	00:02	0,03	odložení součástí na pracovní stůl robota		M	I	
108	31:48	31:53	00:05	0,08	vyjmutí svařené kusu a odložení na pracovní stůl robota		M	I	
109	31:53	32:05	00:12	0,20	založení součástí do svař. přípravku		M	I	
110	32:05	32:10	00:05	0,08	chůze a sepnutí spínače pro svařování		CH	I	
111	32:10	32:17	00:07	0,12	odložení svařené části na chladicí stůl		M	I	
112	32:17	33:43	01:26	1,43	odvezení starých přípravků do nástrojárny		CH	E	Využit manipulanta
113	33:43	35:00	01:17	1,28	chůze zpět ke stroji		CH	Z	
114	35:00	35:33	00:33	0,55	kontrola kusu + označení vzorového kusu		K	I	
115	35:33	35:33	00:00	0,00	1. dobrý kus				
Legenda									
C čekání		H hledání			K kontrola, měření				
D studování dokumentace		CH chůze			M manipulace, montáž, demontáž				

Příloha C: Časový snímek doby trvání po aplikaci SMED u malé výměny


Tab. 11 Tabulka naměřených hodnot na krimpovacím lisu po zlepšení

SMED analýza									
Linka	Krimpovací lis			Přetypování z produktu: 9005 027		Datum:	8.3.2019		Druh činnosti
senior Flexonics		Přetypování na produkt: 9005 020		Snímkoval: Monika Dostálová		Trvání: 10:20			
		Časová norma přetypování: 11:00		Směna: ranní					
P. č.	Čas				Operace/ činnost	Použité nářadí, pomůcky	Kód	E / I / Z	Poznámka
	Od	Do	Rozdíl	Min.					
1	00:00	00:00	00:00	0,00	poslední dobrý kus				
2	00:00	00:17	00:17	0,28	chůze k novému místu kde jsou uloženy složky s dokumenty		CH	E	Manipulant
3	00:17	00:23	00:06	0,10	hledání složky v zásuvkové skříně		H	E	
4	00:23	00:42	00:19	0,32	chůze zpět ke stroji		CH	E	
5	00:42	00:54	00:12	0,20	čtení dokumentace		D	I	
6	00:54	03:12	02:18	2,30	chůze do nástrojárny pro přípravky		CH	E	Manipulant
7	03:12	05:20	02:08	2,13	chůze zpět ke stroji s pojízdným stolem		CH	E	
8	05:20	05:24	00:04	0,07	uvolnění rychloupínky č.1 na přípravku 1		M	I	
9	05:24	05:28	00:04	0,07	uvolnění rychloupínky č.2 na přípravku 1		M	I	
10	05:28	05:33	00:05	0,08	uvolnění rychloupínky č.1 na přípravku 2		M	I	
11	05:33	05:37	00:04	0,07	uvolnění rychloupínky č.2 na přípravku 2		M	I	
12	05:37	05:42	00:05	0,08	přesun starých přípravků na pojízdný stůl		CH	I	
13	05:42	05:48	00:06	0,10	výměna přípravků		M	I	
14	05:48	05:53	00:05	0,08	přesun nových přípravků na základnu		CH	I	
15	05:53	06:01	00:08	0,13	umístění přípravku na pozice		M	I	
16	06:01	06:06	00:05	0,08	zajištění rychloupínkou č.1 na přípravku 1		M	I	
17	06:06	06:10	00:04	0,07	zajištění rychloupínkou č.2 na přípravku 1		M	I	
18	06:10	06:14	00:04	0,07	zajištění rychloupínkou č.1 na přípravku 2		M	I	
19	06:14	06:19	00:05	0,08	zajištění rychloupínkou č.2 na přípravku 2		M	I	
20	06:19	06:23	00:04	0,07	chůze		CH	Z	
21	06:23	06:29	00:06	0,10	čtení dokumentace		M	I	
22	06:29	06:34	00:05	0,08	chůze		CH	Z	
23	06:34	06:49	00:15	0,25	nastavení programu na řídicí desce		M	I	
24	06:49	07:24	00:35	0,58	úprava pracoviště (uspořádání beden)		M	Z	
25	07:24	07:39	00:15	0,25	založení součástí do přípravku a sepnutí programu		M	I	
26	07:39	08:04	00:25	0,42	kontrola kusu		K	I	
27	08:04	10:20	02:16	2,27	odvezení starých přípravků do nástrojárny		CH	E	
28	10:20	10:20			1. dobrý kus				

Legenda		
C	čekání	
H	hledání	
K	kontrola, měření	
D	studování dokumentace	
CH	chůze	
M	manipulace, montáž, demontáž	

Příloha D: Časový snímek doby trvání po aplikaci SMED u velké výměny

Tab. 12 Tabulka naměřených hodnot na svařovacím robotu po zle

SMED analýza										
Linka		Svařovací robot CLOOS			Přetypování z produktu: 9006 027		Datum: 14.3.2019		Druh činnosti	
		Přetypování na produkt: 9005 020			Snímkoval: Monika Dostálová					
		Časová norma přetypování: 26:30			Trvání: 26:07		Směna: ranní			
P. č.	Čas		Rozdíl	Min.	Operace/ činnost	Použité nářadí, pomůcky	K6d	E / I / Z	Poznámka	
1	00:00	00:00	00:00	0,00	poslední dobrý kus					
2	00:00	00:33	00:33	0,55	chůze pro složku s dokumenty na nové místo		CH	E	Manipulant	
3	00:33	00:39	00:06	0,10	hledání složky v zásuvkové skříně		H	E		
4	00:39	01:14	00:35	0,58	chůze ke svař. robotu		CH	E		
5	01:14	01:23	00:09	0,15	studování dokumentace		D	I		
6	01:23	02:55	01:32	1,53	chůze do nástrojárny pro přípravky		CH	E	Manipulant	
7	02:55	04:31	01:36	1,60	chůze ke svař. robotu s přípravkami na dvou patrovém pojízdném stole		CH	E		
8	04:31	04:44	00:13	0,22	přesun starých součástí do regálu		M	E		
9	04:44	04:51	00:07	0,12	přesun nových součástí z regálu k pracovišti		CH	E		
10	04:51	04:59	00:08	0,13	přesun nových součástí z regálu k pracovišti		CH	E		
11	04:59	05:08	00:09	0,15	přesun nových součástí z regálu k pracovišti		CH	E		
12	05:08	05:18	00:10	0,17	chůze		CH	Z		
13	05:18	08:14	02:56	2,93	vypnutí svař. robotu a přenastavení s dokumentací (vestavně PC)		M	I		
14	08:14	08:25	00:11	0,18	chůze		CH	E		
15	08:25	08:33	00:08	0,13	založení dokumentu do složky na kontrolní stůl		M	E		
16	08:33	08:39	00:06	0,10	chůze		CH	Z		
17	08:39	08:43	00:04	0,07	uvolnění rychloupínky č.1		M	I	Rychloupinky	
18	08:43	08:46	00:03	0,05	uvolnění rychloupínky č.2		M	I		
19	08:46	08:50	00:04	0,07	uvolnění rychloupínky č.3		M	I		
20	08:50	08:55	00:05	0,08	přesun starého přípravku na dvou patrový stůl		M	I		
21	08:55	09:01	00:06	0,10	přesun nového přípravku na pracovní stůl		M	I		
22	09:01	09:10	00:09	0,15	umístění přípravku na přesnou pozici		M	I		
23	09:10	09:13	00:03	0,05	zajištění rychloupínkou č.1		M	I	Rychloupinky	
24	09:13	09:17	00:04	0,07	zajištění rychloupínkou č.2		M	I		
25	09:17	09:21	00:04	0,07	zajištění rychloupínkou č.3		M	I		
26	09:21	09:29	00:08	0,13	přesun starého přípravku na dvoupatrový pomocný stůl		M	I		
27	09:29	09:41	00:12	0,20	chůze s pojízdným stolem		CH	I		
28	09:41	09:44	00:03	0,05	otevření dveří od stroje		M	I		
29	09:44	09:52	00:08	0,13	přesun nového přípravku na pracovní stůl (uvnitř robotu)		M	I		
30	09:52	09:56	00:04	0,07	uvolnění rychloupínky č.1		M	I	Rychloupinky	
31	09:56	10:00	00:04	0,07	uvolnění rychloupínky č.2		M	I		
32	10:00	10:05	00:05	0,08	uvolnění rychloupínky č.3		M	I		
33	10:05	10:16	00:11	0,18	přesun starého přípravku na dvoupatrový pomocný stůl		M	I		
34	10:16	10:24	00:08	0,13	umístění přípravku na přesnou pozici		M	I		
35	10:24	10:29	00:05	0,08	zajištění rychloupínkou č.1		M	I	Rychloupinky	
36	10:29	10:33	00:04	0,07	zajištění rychloupínkou č.2		M	I		
37	10:33	10:37	00:04	0,07	zajištění rychloupínkou č.3		M	I		
38	10:37	10:41	00:04	0,07	chůze		CH	Z		
39	10:41	10:46	00:05	0,08	vytažení svařovací jehly		M	I		
40	10:46	11:00	00:14	0,23	chůze pro svařovací jehlu		CH	Z		
41	11:00	11:12	00:12	0,20	upnutí svařovací jehly		M	I		
42	11:12	11:18	00:06	0,10	chůze		CH	Z		
43	11:18	11:23	00:05	0,08	chůze s PC ovladačem		CH	I		
44	11:23	14:01	02:38	2,63	ruční ovládání svařovacího ramene (nastavení svarů)		M	I		
45	14:01	14:06	00:05	0,08	chůze s PC ovladačem		CH	I		
46	14:06	14:09	00:03	0,05	zavření dveří od svařovacího robota		M	I		
47	14:09	14:18	00:09	0,15	uložení PC ovladače + spuštění robota		M	I		
48	14:18	14:28	00:10	0,17	chůze		CH	Z		
49	14:28	14:34	00:06	0,10	vyjmutí svařeného kusu a uložení na chladicí stůl		M	I		
50	14:34	14:44	00:10	0,17	kontrola		K	I		

51	14:44	14:52	00:08	0,13	chystání součástí na založení do přípravku	M	I		
52	14:52	14:57	00:05	0,08	chůze	CH	Z		
53	14:57	15:09	00:12	0,20	založení součástí do svař. přípravku	M	I		
54	15:09	15:19	00:10	0,17	chůze	CH	Z		
55	15:19	15:28	00:09	0,15	manipulace s PC ovladačem	M	I		
56	15:28	15:35	00:07	0,12	chůze	CH	Z		
57	15:35	15:38	00:03	0,05	sepnutí spínače pro svařování	M	I		
58	15:38	15:46	00:08	0,13	chůze	CH	Z		
59	15:46	16:05	00:19	0,32	manipulace s PC ovladačem	M	I		
60	16:05	16:08	00:03	0,05	otevření dveří od svař. robotu	M	I		
61	16:08	16:13	00:05	0,08	chůze s PC ovladačem	CH	I		
62	16:13	18:54	02:41	2,68	ruční ovládání svařovacího ramene (nastavení svarů)	M	I		
63	18:54	18:57	00:03	0,05	chůze s PC ovladačem	CH	I		
64	18:57	18:59	00:02	0,03	zavření dveří od svařovacího robotu	M	I		
65	18:59	19:15	00:16	0,27	uložení PC ovladače + spuštění robotu	M	I		
66	19:15	19:23	00:08	0,13	chůze	CH	Z		
67	19:23	19:38	00:15	0,25	naskládání starého artiklu z chladičícího stolu do bedny	M	E		
68	19:38	19:49	00:11	0,18	uložení bedny se starými artikly na vozík	M	E		
69	19:49	21:38	01:49	1,82	odvezení na mezisklad	CH	E	Manipulant	
70	21:38	22:09	00:31	0,52	hledání podvozku	H	E		
71	22:09	22:42	00:33	0,55	přivezení prázdných beden	CH	E		
72	22:42	22:50	00:08	0,13	oblečení rukavic	M	I		
73	22:50	22:57	00:07	0,12	chystání součástí na založení do přípravku	M	I		
74	22:57	23:02	00:05	0,08	chůze	CH	Z		
75	23:02	23:06	00:04	0,07	odložení součástí na pracovní stůl robotu	M	I		
76	23:06	23:09	00:03	0,05	vyjmutí svařené části a odložení na pracovní stůl robotu	M	I		
77	23:09	23:17	00:08	0,13	založení součástí do svař. přípravku	M	I		
78	23:17	23:22	00:05	0,08	chůze a sepnutí spínače pro svařování	CH	I		
79	23:22	23:26	00:04	0,07	odložení svařené části na chladič stůl	M	I		
80	23:26	23:34	00:08	0,13	chystání součástí na založení do přípravku	M	I		
81	23:34	23:39	00:05	0,08	chůze	CH	Z		
82	23:39	23:42	00:03	0,05	odložení součástí na pracovní stůl robotu	M	I		
83	23:42	23:46	00:04	0,07	vyjmutí svařené části a odložení na pracovní stůl robotu	M	I		
84	23:46	23:56	00:10	0,17	založení součástí do svař. přípravku	M	I		
85	23:56	24:02	00:06	0,10	chůze a sepnutí spínače pro svařování	CH	I		
86	24:02	24:07	00:05	0,08	odložení svařené části na chladič stůl	M	I		
87	24:07	25:43	01:36	1,60	odvezení starých přípravků do nástrojárny	CH	E	Manipulant	
88	25:43	26:07	00:24	0,40	kontrola kusu + označení vzorového kusu	K	I		
89	26:07	26:07	00:00	0,00	1. dobrý kus				
Legenda									
C	čekání			H	hledání		K	kontrola, měření	
D	studování dokumentace			CH	chůze		M	manipulace, montáž, demontáž	

Poděkování

Ráda bych touto cestou chtěla poděkovat mé vedoucí diplomové práce, paní Ing. Vladimíře Schindlerové, Ph.D. za cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích. Chtěla bych poděkovat Ing. Janu Hurtovi za spolupráci při získávání údajů pro diplomovou práci a také za cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích. Dále moc děkuji zaměstnancům společnosti Senior Flexonics Czech s.r.o., kteří se podíleli na realizaci náměrů pro mou diplomovou práci.